

تأثير المخصبات النانوية وطريقة الاضافة والسماذ العضوي Drin في المحتوى المعدني لأوراق نبات الديباج *Calotropis procera* (Ait.) R.Br

سعدية مهدي كاظم

طالبة دكتوراه

عبد الأمير علي ياسين

جامعة القادسية/كلية التربية

Yaseenali52@yahoo.com

الخلاصة:

نُفذت تجربة أصص في أحد المشاتل الخاصة التابعة لمدينة القاسم الواقعة عند (خط طول/44.68 وعرض/ 32.30 وترتفع 20م فوق مستوى سطح البحر) في موسم النمو (2016 – 2017), لمعرفة تأثير سبعة تراكيز من مخصبات نانو الحديد والزنك المخلبية وبطريقتي اضافة الرش الورقي شمل التراكيز (0 و $Fe1$ و $Fe2$ و $Zn1$ و $Zn2$ و $Fe1 + Zn1$ و $Fe2 + Zn2$) غم.لتر⁻¹ والاضافة بطريقة الرسمدة (0 و $Fe80$ و $Fe160$ و $Zn80$ و $Zn160$ و $Fe80 + Zn80$ و $Fe160 + Zn160$) ملغم.لتر⁻¹, والسماذ العضوي Drin بتركيزين (0 و 5) مل.لتر⁻¹ في المحتوى المعدني لنبات الديباج *Calotropis procera* (Ait.) R.Br.

صُمِّمَت التجربة بالقطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Blocks Design (RCBD) وبثلاثة مُكررات في تنظيم عاملي لثلاثة عوامل (2×2×7). وإستعمل إختبار أقل فرق معنوي Least Significant Difference (LSD) في مقارنة المُتوسّطات عند مُستوى إحتمال 0.05.

نفذت المعاملات بعد وصول النبات الى مرحلة 6-8 اوراق حقيقية واعيد تنفيذها للمرة الثانية بعد ثلاثة اشهر من المعاملة الاولى واخذت القياسات بعد شهر من الإضافة الثانية وأظهرت النتائج ان استعمال الحديد النانوي بالتركيز ضعف الموصى سجل اعلى محتوى من النتروجين. وتفوق نانو الزنك بالتركيز الموصى بتسجيل اعلى محتوى للفسفور في حين استعمال نانو الحديد والزنك معا بالتركيز ضعف الموصى تفوّق في محتوى الأوراق من المغنيسيوم مقارنة بالمعاملات المنفردة. وأظهر استعمال طريقة الرش الورقي أعلى نسبة مئوية من النتروجين مقارنة بأعلى نسبة مئوية للفسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم سجلت مع طريقة الرسمدة. استعمال التركيز 5مل.لتر⁻¹ من السماذ العضوي اثر معنويا في المحتوى المعدني للأوراق مقارنة بعدم استعماله. وأن تداخلات العوامل المذكورة أعطت النتائج ذاتها.

كلمات مفتاحية: نانو الحديد والزنك, طريقة اضافة , ديباج

* بحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الثاني.

EFFECT OF Nano –fertilizers, Method of Addition and Organic fertilizer (Drin) on mineral content leaves in of *Calotropis procera* (Ait.) R.Br

Kadum,S.M.

Yaseen, A. A

PhD student

AL-Qadisiyah University / College of Education

Yaseenali52@yahoo.com

ABSTRACT:

Pots experiment was conducted in a nursery affiliated to the Al-Qasim town during the spring season of (2016 - 17). The aim of the experiment was to find the effect chelated nano iron and zinc fertilizer(seven concentration) in two application methods: foliar applied ($0, 1^{Fe}, 2^{Fe}, 1^{Zn}, 2^{Zn}, 1^{Fe} + 1^{Zn}, 2^{Fe} + 2^{Zn}$) g.L⁻¹ and fertigation was included ($0, 80^{Fe}, 160^{Fe}, 80^{Zn}, 160^{Zn}, 80^{Fe} + 80^{Zn}, 160^{Fe} + 160^{Zn}$) mg.L⁻¹ and organic fertilizer Drin (0.0 , 5) ml.L⁻¹ and their interactions on growth parameter, and the production of active substances as well as mineral and organic content of the leaves and some anatomical features of *Calotropis procera* (Ait.) R.Br.

The experiment was designed in a randomized complete blocks (RCBD), in a Factorial arrangement (7*2*2) with three replications. The Least Significant Difference (LSD) at 0.05 probability level was used to compare treatments means, whenever treatment effects were evident.

The nano iron and zinc fertilizer and the methods application (first treatment) as well as organic fertilizer Drin were applied at (6- 8 fully expanded leaves) stage. While the second application of nano fertilizer and organic fertilizer, was after three month from the first treatment.

The results showed that the use of recommended concentration of nano iron fertilizer had given highest percentages N. The use of nano zinc fertilizer by the concentration of recommended had increased percentages of P. The addition of both nano iron and nano zinc in recommended concentration had superior percentages of Mg% compared with the single dose. Foliar application of nano fertilizer given highest percentages N₂ while The

application fertigation method had given highest percentages of P,K,Mg and Ca. Foliar application of organic fertilizer (5ml. L⁻¹) had increased all parameters studied and the interaction between the factors had given the same result.

Key words : nano iron and zinc, application method, *Calotropis procera*

* part of Ph.D. dissertation of the second author.

الاعشبية⁽⁴⁾، وان عضلات القلب تعد الهدف الرئيس لهذه المركبات التي تتركز أكثر في العصارة اللبنية⁽⁵⁾.

وضع هذا النبات في قائمة النباتات التي تعتبر مصدراً مهماً لإنتاج مركبات العقاقير الصيدلانية لإحتوائه على العديد من المواد الفعالة حيويًا مثل مركبات الكاردينوليدات والراتنج Resins والكلايكوسيدات Glycosides والفينولات Phenoles والتربينات الثلاثية triterpenoids والسكريات والفلافونات Flavonoids والقلويدات Alkaloids والصابونيات Saponins وإنزيمات التحلل البروتيني Proteolytic enzymes⁽⁶⁾ وله أهمية إقتصادية تأتي من إستعماله في إنتاج أنواع الوقود الحيوي السائل في المناطق القاحلة وشبه القاحلة ومن النباتات الواعدة لمكافحة التلوث⁽⁶⁾.

إنَّ الإهتمام الكبير بالنباتات الطبية في التدوي والعلاج يكمن في كونها سهلة التداول وأمنة الإستعمال إلى حدِّ ما، إضافةً إلى أن المادة الدوائية المُصنَّعة مختبرياً قد لا تؤدي التأثير الفسلجي ذاته الذي تؤديه المادة الفعالة المستخلصة من مصادرها النباتية الطبيعية⁽³⁾ و)

المقدمة Introduction

يعد الديباج [*Calotropis procera* (Ait.) R.Br] نبات شجيري معمر دائم الخضرة يعود إلى العائلة العشارية Asclepiadaceae⁽¹⁾. ويتراوح إرتفاع النبات ما بين (2 - 5) م. وتعد المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية في أفريقيا وآسيا الموطن الأصلي له ومنها إنتشر إلى المناطق المعتدلة من شمال وجنوب شرق آسيا⁽²⁾. ينمو في جميع أنواع الترب وخاصةً في التربة الرملية القاعدية فضلاً عن تحمُّله لمدى واسع من الملوحة والجفاف مما يفسر سبب إنتشاره في المناطق القاحلة وشبه القاحلة كمجمعات نباتية تقتصر عليه فقط لإحتوائه على مواد كلايكوسيدية مثبطة لنمو النباتات الأخرى⁽³⁾. والديباج واحداً من النباتات السامة لإحتوائه على العديد من المركبات السامة والمميّنة للإنسان والحيوان على حدِّ سواء. وهذه السمية العالية للنبات تأتي من إحتوائه على مركبات الكاردينوليد Cardenolide؛ إذ تعمل بدورها على تثبيط مضخة الصوديوم - بوتاسيوم (Na⁺-K⁺ ATPase) في أغشية الخلايا والمسؤولة عن إنتاج الطاقة اللازمة لتبادل أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر تلك

(8). لذا إتجهت الأنظار نحو إستعمال المواد الفعالة للنباتات في العلاج أو الوقاية من الأمراض بدلاً عن الأدوية الكيميائية المُصنَّعة (5) و (9). لذلك أصبح من الضروري دراسة المكونات الفعالة طبيّاً لكل نبات على انفراد وإيجاد تقانات خاصة تزيد من محتواها في النبات لتصبح عملية إستخلاصها ذات جدوى إقتصادية، وهي تأتي من إتباع الطرق الحديثة في التسميد كاستعمال الأسمدة النانوية التي تعد من التقنيات الحديثة التي أدت الى زيادة المواد الفعالة لمجموعة من النباتات الطبية، إلا إنها لم تستعمل مع نبات الديباج ومنها المخصبات النانوية المخلبية للحديد والزنك والمضافة بطريقة التغذية الورقية تارةً وتارةً أخرى بالتسميد مع مياه الري فضلاً عن إستعمال السماد العضوي بطريقة التغذية الورقية. ويُعد إستعمال دقائق المواد النانوية تقانة حديثة بات إستعمالها في مجالات واسعة من علوم الحياة ومنها إضافتها للتربة لتحسين خواصها أو مكوناتها الحيوية أو إضافتها للنباتات بقصد زيادة نموها وتحسين إنتاجيتها (10). كما أن لكل من الحديد والزنك أهمية فسلجية في حياة النبات، فالحديد له دوراً في بناء الكلوروفيل وعمليات الأكسدة والإختزال داخل النسيج النباتي إلى جانب دخوله في تركيب السايتركرومات المهمة في عملية التمثيل

1- المواد وطرائق العمل

1-1: إجراء التجربة The Conducting Experiment

أُجريت التجربة في الموسم الربيعي (2016 – 2017) بهدف تحديد إستجابة نبات

الضوئي، وفي تكوين البروتينات النباتية (11) و (12). أما الزنك فعُدَّ (13) أحد أهم العناصر الصغرى في تغذية النبات لما يؤديه من دور مهم في بناء ونمو النبات من خلال إشتراكه كعامل مساعد لنحو 300 إنزيمًا. كما أن للزنك دوراً هاماً في إدارة أنواع الأوكسجين التفاعلي وحماية الخلايا النباتية ضد ضغوط الأكسدة (14).

تُعد قاعدية التربة من العوامل المهمة التي تؤدي إلى عدم جاهزية العناصر الغذائية للنبات، إذ تتعرض بعض العناصر مثل الحديد والزنك والنحاس والمنغنيز والبورون في الترب القاعدية إلى الترسيب ومن ثم تكوين مركبات معقدة غير جاهزة للإمتصاص من قبل الجذور (11). كما أن إضافة الأسمدة الورقية بطريقة الرش على المجموع الخضري للنبات تؤمّن مُتطلبات النبات من المُغذيات أثناء المراحل الحرجة والحساسة من نموّه التي تعجز الجذور عن توفيرها (15). وهذا يدل على فعالية طريقة الرش الورقي تحت ظروف مُحددات الإمتصاص الجذري (16). لذا أصبح الهدف من هذه الدراسة هو معرفة إستجابة نبات الديباج لتراكيز مختلفة من نانو الحديد والزنك وطريقة الاضافة والسماد العضوي Drin وتأثيرها في المحتوى المعدني للاوراق.

الديباج لتراكيز مختلفة من مخصبات نانو الحديد المخلبي ونانو الزنك المخلبي شملت طريقة الرش الورقي لها بالتراكيز (0, 1 حديد 2, حديد 1, زنك 2, حديد 1+ زنك 2, حديد 2+ زنك 2) غم.لتر⁻¹ والاضافة بطريقة الرسمة (مع ماء

الري (0, 80 حديد, 160 حديد, 80 زنك, 160 زنك, 80 حديد + 80 زنك, 160 حديد + 160 زنك) ملغم. لتر⁻¹, اي التركيز الموصى وضعف الموصى لكلا الطريقتين وحسب نشرته الارشادية والسماذ العضوي Drin (0.0 و 5 مل. لتر⁻¹) في محتوى الاوراق من المادة الفعالة. تَضَمَّنَت التجربة ثلاثة عوامل (2 × 7) الأول سبعة تراكيز من نانو الحديد والزنك والثاني طريقتي اضافة الرش الورقي والرسمدة (الاضافة مع ماء الري) والرش الورقي للسماذ العضوي Drin بتركيزين (0 و 5 مل. لتر⁻¹). نفذت التجربة في أصص سعة الأصوص الواحد 15 كغم تربة بأبعاد (30 × 40) سم. وتمت زراعة البذور بتاريخ 2016/5/1. وأجريت عمليات الخدمة من ري الشتلات بالإعتماد على الحالة الرطوبة للأصص وإزالة الأعشاب يدوياً كلما دعت الحاجة لذلك.

2-تحضير المعاملات

حضرت محاليل الرش الورقي من اذابة 1 غم و 2 غم من نانو الحديد المخلبي المجهز من شركة Sepehr Parmis الايرانية الحاوي على الحديد النانوي بنسبة 13% كل على انفراد في 1 لتر من الماء العادي فأصبح لدينا تركيزان من نانو الحديد المخلبي هي (1 و 2) غم. لتر⁻¹ ليكون التركيز اغم. لتر⁻¹ التركيز الموصى

والتركيز 2 غم. لتر⁻¹ التركيز ضعف الموصى وحسب ماورد في نشرته الارشادية , أما معاملة المقارنة فشملت الرش بالماء العادي فقط. وبنفس الطريقة تم تحضير محاليل تركيزها (1 و 2) غم. لتر⁻¹ من نانو الزنك المخلبي والمجهز من نفس الشركة والحاوي على الزنك بنسبة 20%. وتم تحضير محاليل طريقة الرسمدة لكل من نانو الحديد المخلبي و نانو الزنك المخلبي من اذابة 80 ملغم من المخصب النانوي في 1 لتر⁻¹ من الماء العادي ليكون التركيز الموصى ثم 160 ملغم في 1 لتر⁻¹ من الماء العادي ليكون التركيز ضعف الموصى وحسب ماورد في نشرته الارشادية, اما معاملة المقارنة فقد اضيف لها لتر من الماء العادي فقط.

إِسْتَعْمِلَ السَماذ الورقي السائل (Drin) المنتج من شركة Green Has الايطالية والمكوّن من نتروجين عضوي وكاربون عضوي ومجموعة من الاحماض الامينية جدول (1). أُخذ حجم واحد من السماذ الورقي (5 مل) وأُكْمِلَ بالماء العادي إلى اللتر في دورق سعة 1 لتر فأصبح لدينا تركيز 5 مل. لتر⁻¹ من السماذ العضوي وحسب نشرته الارشادية, أما معاملة المقارنة فرشت بالماء العادي فقط.

جدول (1): مكونات السماد العضوي السائل Drin (حسب نشرته الإرشادية).

Table(1):Ingredients of the organic Liquid fertilizer Drin (according to published guidance)

العنصر	و : و (%)	و : ح (%)
النتروجين العضوي (N)	6.3	7.56
الكربون العضوي (C)	19	22.8
مجموع الاحماض الامينية	39	46.8

3- تنفيذ المُعاملات

الصباح الباكر مع مُراعاة فصل النباتات وتربة الاصص بقطع من النايلون أثناء الرش لضمان عدم التداخل بين المُعاملات المُتجاورة وعدم وصول المخصبات الى تربة الاصص. تمت الإضافة للمرة الثانية بعد مرور ثلاث أشهر على الإضافة الأولى وإُتبعَت الخطوات نفسها المذكورة في الرشّة الأولى مع الرشّة الثانية.

4- الصفات المدروسة

أُخذت القياسات للصفات المدروسة لجميع النباتات في كُل مُكرّر من كُل مُعاملة بعد مرور شهر من الإضافة الثانية لتراكيز النانو والسماد العضوي، وهي كالآتي:

(HClO₄) كعامل مُساعد. وُضِعَ الدورق على صفيحة التسخين ورُفِعَتْ درجة الحرارة تدريجياً إلى 450°م (حتى أصبح المحلول رائقاً) ثُمَّ بُرِدَ الدورق وأُكْمِلَ الحجم إلى 100 مل بإضافة الماء المُقطر، بعدها أُخِذَ 10 مل من الدورق وأُضِيفَ لَهُ 10 مل من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 40% ووضع في أنبوبة التقطير الحاوية على 50 مل من محلول

اضيفت تراكيز النانو أولاً وبطريقتي الاضافة (الرش الورقي) حتى البلل الكامل للاوراق و(الرسمدة) الاضافة الى النبات مع مياه الري بالقرب من منطقة الجذر (اذابة المخصبات في لتر من الماء العادي بحيث يكفي لسقي تربة الاصيص)، ثم رشّت النباتات بالسماد العضوي بعد وصول النباتات الى 6 اوراق. استُعملت المرشّة اليدوية سعة 2 لتر في تنفيذ المُعاملات وبضع قطرات من المادة الناشرة (الزاهي) لضمان توزيع المحاليل⁽¹¹⁾. كما تمت عملية الرش للتراكيز المستعملة في النسبة المئوية للنتروجين في الأوراق (%)

قيسَ تركيز النتروجين في عينات الأوراق بحسب طريقة⁽¹⁷⁾، وذلك بوزن 0.2 غم من المادة الجافة المطحونة ووضعها في دورق الهضم الزجاجي سعة 100 مل وأُضِيفَ لها 5 مل من حامض الكبريتيك المُركّز (H₂SO₄) و 2 مل من حامض البيروكلوريك المُركّز

حامض الكبريتيك (0.1 نورمالي) ثم حُسِبَ حجم الحامض المُستهلك (في عملية التسحيح)، وبتطبيق المُعادلة الآتية قُدِّرَت النسبة المئوية للنيتروجين الكُلي:

$$\text{حجم H}_2\text{SO}_4 \text{ المستهلك} \times \text{العيارية} \times 0.014 \times \text{حجم التخفيف}$$

$$100 \times \frac{\text{حجم H}_2\text{SO}_4 \text{ المستهلك} \times \text{العيارية} \times 0.014 \times \text{حجم التخفيف}}{\text{وزن العينة}} = N \%$$

وزن العينة

الكثافة المرئية للفسفور بإستعمال جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer عند طول موجي 420 نانومتر، وبالإستعانة بالمنحنى القياسي للفسفور إستُخْرِجَ تركيز الفسفور ثم قُدِّرَت نسبته المئوية.

النسبة المئوية للمغنيسيوم في الأوراق (%)

قِيَسَ تركيز المغنيسيوم في عينات الأوراق بحسب طريقة (18)، وذلك بأخذ 5 مل من العينة المهضومة (الفقرة: 4-1) وأضيف لها الماء المُقطر الخالي من الأيونات بحجم 95 مل. وبإستعمال جهاز مطياف الإمتصاص الذري عند طول موجي 285.2 نانومتر قِيَسَ الطول الموجي للمغنيسيوم، وبالإستعانة بالمنحنى القياسي له، إستُخْرِجَ تركيز المغنيسيوم ثم قُدِّرَت نسبته المئوية.

قِيَسَ تركيز الكالسيوم في عينات الأوراق بحسب طريقة (18)، وذلك بأخذ 5 مل من العينة

حامض البوريك (H_3BO_3) بتركيز 4% في جهاز تقطير النتروجين (الماكروكلدال Macrokjeldhal) لجمع الأمونيا حتى أصبح حجم المحلول 502 مل وقُفَّت عملية التقطير. سُجِّحَ حامض البوريك الحاوي على الأمونيا مع

النسبة المئوية للفسفور في الأوراق (%)

قِيَسَ تركيز الفسفور في عينات الأوراق بحسب طريقة (17)، وذلك بأخذ 5 مل من العينة المهضومة (الفقرة: 4-1) ومعاملتها بطريقة الفاندات موليبيدات الفسفور اللونية Spectrophotometric Vanadium)

النسبة المئوية للبوتاسيوم في الأوراق (%)

قِيَسَ تركيز البوتاسيوم في عينات الأوراق بحسب طريقة (18)، وذلك بأخذ 5 مل من العينة المهضومة (الفقرة: 4-1) وأضيف لها الماء المُقطر الخالي من الأيونات بحجم 95 مل. وبإستعمال جهاز مطياف الإمتصاص الذري عند طول موجي 766.5 نانومتر قِيَسَ الطول الموجي للبوتاسيوم، وبالإستعانة بالمنحنى القياسي له، إستُخْرِجَ تركيز البوتاسيوم ثم قُدِّرَت نسبته المئوية.

النسبة المئوية للكالسيوم في الأوراق (%)

إستعمل تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design (RCBD) وفق تنظيم عاملي لتجربة عاملية Factorial experiment وقورنت متوسطات المعاملات بإستعمال إختبار أقل فرق معنوي المعدل Least Significant Difference (LSD) عند مستوى إحتمال 0.05⁽¹⁹⁾.

التي بلغت أقل محتوى للصفة المذكورة. تفوقت معاملة طريقة الرش الورقي بمحتوى نباتاتها من النتروجين (1.240%) على معاملة الرسمة (الإضافة مع ماء السقي). إذ بلغت (1.125%). وفي الإتجاه ذاته فأَنَّ النباتات التي رشت بالسماذ العضوي أعطت أعلى نسبة مئوية للنتروجين في أوراقها بلغت 1.305% مقارنة مع نباتات معاملة المقارنة 1.067%.

وظهرَ من التداخل الثنائي بين تراكيز النانو وطريقة الإضافة أن إستعمال التركيز الموصى به من نانو الزنك مع طريقة الرش الورقي اعطى محتوى من النتروجين 1.522% تفوق على التوليفات الأخرى للتداخل بضمنها توليفة استعماله بطريقة الرسمة والتي تفوق عليها معنويا والبالغة 1.013%.

المهضومة (الفقرة: 4-1) وأضيف لها الماء المقطر الخالي من الأيونات بحجم 95 مل، وبإستعمال جهاز مطياف الإمتصاص الذري عند طول موجي 422.7 نانومتر قيس الطول الموجي للكالسيوم، وبالإستعانة بالمنحنى القياسي له إستخرج تركيز الكالسيوم ثم قُدِّرت نسبته المئوية.

التحليل الإحصائي

النتائج

النسبة المئوية للنتروجين في الأوراق (%)

الجدول (2) يبين أَنَّ معاملة النباتات بالتركيز الموصى من نانو الحديد والتركيز الموصى من نانو الزنك وإضافتهما معا وفق التركيز الموصى به وضعف الموصى قد أعطت نسبة (1.298 و 1.267 و 1.229 و 1.214%) على التوالي، ولم تختلف عن بعضها معنويا لكنها تفوّقت معنويا على نباتات معاملة المقارنة 0.984%.

جدول 2: تأثير المخصبات النانوية وطريقة الاضافة والسماذ العضوي Drin وتداخلاتها في النسبة المئوية للنيتروجين في اوراق نبات الديباج *Calotropis procera*

Table(2): Effect of Nano –fertilizers, Method of Addition, Organic fertilizer (Drin) and their interaction on nitrogen percentage in leaves of *Calotropis procera*

متوسط طرق الإضافة means of Method of Addition	تراكيز النانو × طريقة الإضافة Nano concentrations Method of × Addition	السماذ العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)	تراكيز النانو Nano conce- ntrations	طريقة الإضافة Method of Addition
		5	0	
1.240	1.090	1.317	0.897	0
	1.292	1.290	1.293	Fe موصى
	1.078	1.040	1.117	Fe ضعف الموصى
	1.522	1.880	1.163	Zn موصى
	1.162	1.220	1.103	Zn ضعف الموصى
	1.318	1.643	0.977	Zn+Fe موصى
	1.218	1.460	1.010	Zn+Fe ضعف الموصى
1.125	0.878	1.063	0.793	0
	1.305	1.493	1.117	Fe موصى
	1.172	1.270	1.073	Fe ضعف الموصى
	1.013	0.977	1.050	Zn موصى
	1.157	1.130	1.183	Zn ضعف الموصى
	1.140	1.207	1.073	Zn+Fe موصى
	1.210	1.377	1.043	Zn+Fe ضعف الموصى
0.097	two- way interaction التداخل الثنائي			LSD 0.05
	0.258			
	0.365 three- way interaction التداخل الثلاثي			
طريقة الإضافة × السماذ العضوي Organic × Method of Addition fertilizer		تراكيز النانو × السماذ العضوي Organic × Nano concentrations fertilizer		
السماذ العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)	طريقة الإضافة Method of Addition	متوسط تراكيز النانو means of nano fertilizer	السماذ العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)	تراكيز النانو Nano conce- ntrations
5	0	0	5	0
1.407	رش ورقي Foliar	0.984	1.090	0.878
		1.298	1.392	1.205
		1.125	1.155	1.095
				0
				Fe موصى
				Fe ضعف الموصى

1.202	1.063	رسمدة fertigation	1.267	1.428	1.107	Zn-موصى
			1.159	1.175	1.143	Zn-ضعف الموصى
			1.229	1.425	1.033	Zn+Fe موصى
1.305	1.067	متوسط السماد العضوي means of organic fertilizer	1.214	1.418	1.010	Zn+Fe ضعف الموصى
0.097		LSD 0.05	0.182	LSD 0.05		
0.138			two- way interaction التداخل الثنائي N.S			

Z: الموصى وفق النشرة الإرشادية 1 غم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 2 غم. لتر⁻¹ رشاً على الأوراق لكل من نانو الحديد والزنك.

Y: الموصى وفق النشرة الإرشادية 80 ملغم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 160 ملغم. لتر⁻¹ مع ماء الري لكل من نانو الحديد والزنك.

التداخل الثلاثي المعنوي لعوامل الدراسة أظهرت النباتات التي تم معاملتها بالتراكيز النانوية إختلافاً في نسبة النتروجين فيها بحسب توليفاتها من طريقة الاضافة في الوقت الذي بلغت بلغت أعلى نسبة نتروجين (1.880 و 1.643%) مع طريقة الرسمدة عند التوليفة المكوّنة من التركيز الموصى من نانو الزنك والتركيز الموصى نانو (حديد+زنك) مع 5مل.لتر⁻¹ سماد عضوي على التوالي كانت أعلى محتوى للاوراق من النتروجين (1.493 و 1.377%) مع طريقة الرش الورقي عند التوليفة المكونة من التركيز الموصى من نانو الحديد والتركيز ضعف الموصى من نانو (Zn+Fe) مع 5مل.لتر⁻¹ سماد عضوي على التوالي. مقارنة بالتوليفات الاخرى او مقارنة بمعاملتي المقارنة التابعة لها (0.863 و 0.793%) على التوالي.

في حين استعمال التراكيز النانوية الاخرى مع طريقة الرسمدة لم تختلف معنوياً عن مثيلاتها مع طريقة الرش الورقي. التداخل الثنائي بين تراكيز النانو والسماد العضوي لم يكن معنوياً في تأثيره على النسبة المئوية للنتروجين بالرغم من وجود فروق بين التوليفات لكنها لا ترتقي الى مستوى المعنوية. أظهر التداخل الثنائي بين طريقة الاضافة والسماد العضوي ان استعمال السماد العضوي مع طريقتي الاضافة (الرش الورقي والرسمدة) اعطت لنباتاتها نسبة مئوية من النتروجين تفوقت معنوياً على التوليفات الاخرى للتداخل. وان أعلى نسبة مئوية للنتروجين بلغت 1.407% عند المعاملة التي شملت طريقة الرش الورقي مع استعمال السماد العضوي 5مل.لتر⁻¹ مقارنة بالتوليفات الاخرى من التداخل أو بالمقارنة أقل محتوى عند التوليفة التي شملت طريقة الرسمدة وعدم استعمال السماد العضوي 1.063%.

النسبة المئوية للفسفور في الأوراق (%)

اظهر الجدول (3) ان النباتات المعاملة بالتركيز الموصى وضعف الموصى من نانو الزنك تفوقت بمحتوى اوراق نباتاتها من الفسفور, كما وان اعلى محتوى بلغ 0.6108% عند النباتات التي شملت على استعمال نانو الزنك بالتركيز الموصى والذي تفوق معنويا على جميع التراكيز النانوية الاخرى. ومما يجدر ذكره ان جميع تراكيز النانو تفوقت معنويا على معاملة المقارنة البالغة 0.5050%. وبيّن التأثير المعنوي لطريقة الاضافة أنّ النباتات التي اضيفت لها تراكيز النانو بطريقة الرسمة (مع

ماء الري) سجّلت أعلى نسبة مئوية للفسفور في أوراقها بلغت 0.5664% والتي تفوقت معنويا على ما سجّله النباتات التي استعملت طريقة الرش الورقي البالغة 0.5500%. وتفوّقت معاملة السماد العضوي بتركيز 5 مل.لتر⁻¹ بمحتوى اوراق نباتاتها من الفسفور البالغ 0.5881% معنويا على نباتات معاملة المقارنة التي سجّلت 0.5283%. وأظهر التداخل الثنائي المعنوي بين طريقة الاضافة وتراكيز النانو التفوق المعنوي للتوليفة المكونة من نانو الزنك بالتركيز الموصى والمضافة بطريقة الرش الورقي البالغة 0.6967%

جدول 3: تأثير المخصبات النانوية وطريقة الاضافة والسماد العضوي Drin وتداخلاتها في النسبة المئوية للفسفور في اوراق نبات الديباج *Calotropis procera*

Table(3): Effect of Nano –fertilizers, Method of Addition, Organic fertilizer (Drin) and their interaction on phosphorus percentage in leaves of *Calotropis procera*

متوسط طرق الإضافة means of Method of Addition	تراكيز النانو × طريقة الإضافة Nano × concentrations Method of Addition	السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		تراكيز النانو Nano conce- ntrations	طريقة الإضافة Method of Addition
		5	0		
0.5500	0.5133	0.5200	0.5067	0	رش ورقي ^Z Foliar ^Z
	0.5333	0.5367	0.5300	Fe موصى	
	0.5083	0.4833	0.5333	Fe ضعف الموصى	
	0.6967	0.8333	0.5600	Zn موصى	
	0.5217	0.5067	0.5367	Zn ضعف الموصى	
	0.5050	0.5033	0.5067	Zn+Fe موصى	
	0.5717	0.6000	0.5433	Zn+Fe ضعف الموصى	
0.5664	0.4967	0.5067	0.4867	0	رسمة ^Y fertigation ^Y
	0.5533	0.6100	0.5067	Fe موصى	
	0.6317	0.7300	0.5333	Fe ضعف الموصى	
	0.5250	0.5367	0.5133	Zn موصى	
	0.6317	0.6667	0.5967	Zn ضعف الموصى	
	0.5717	0.6033	0.5400	Zn+Fe موصى	
	0.5500	0.5967	0.5033	Zn+Fe ضعف الموصى	
0.0161	0.0427	two- way interaction التداخل الثنائي		LSD 0.05	

0.0603 three- way interactionالتداخل الثلاثي						
طريقة الاضافة × السماد العضوي Organic × Method of Addition fertilizer			تراكيز النانو × السماد العضوي Organic fertilizer×Nano concentrations			
السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		طريقة الإضافة Method of Addition	متوسط تراكيز النانو means of nano fertilizer	السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		تراكيز النانو Nano conce- ntrations
5	0		0	5	0	
0.569 0	0.5310	رش ورقي Foliar	0.5050	0.5133	0.4967	0
			0.5458	0.5733	0.5183	موصى Fe
			0.5700	0.6067	0.5333	ضعف الموصى Fe
0.607 1	0.5257	رسمة fertigation	0.6108	0.6850	0.5367	موصى Zn
			0.5767	0.5817	0.5667	ضعف الموصى Zn
			0.5383	0.5533	0.5233	موصى Zn+Fe
0.588 1	0.5283	متوسط السماد العضوي means of organic fertilizer	0.5608	0.5983	0.5233	ضعف Zn+Fe الموصى
0.0161		LSD 0.05	0.0302	LSD 0.05		
0.0228			two- way interactionالتداخل الثنائي 0.0427			

Z: الموصى وفق النشرة الإرشادية 1 غم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 2 غم. لتر⁻¹ رشاً على الأوراق لكل من نانو الحديد والزنك.

Y: الموصى وفق النشرة الإرشادية 80 ملغم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 160 ملغم. لتر⁻¹ مع ماء الري لكل من نانو الحديد والزنك.

استعماله، هذا وأن توليفة التركيز الموصى من نانو الزنك مع 5 مل. لتر⁻¹ سماد عضوي تفوقت معنوياً على جميع التوليفات الأخرى في النسبة المئوية للفسفور التي بلغت 0.6850%، كما وأن أقل محتوى بلغ 0.4967% عند معاملة المقارنة. كما أن التداخل المعنوي بين طريقة الاضافة والسماد العضوي بين أن توليفات استعمال السماد العضوي مع طريقتي الاضافة (الرش الورقي والرسمة) تفوقت معنوياً على نظيراتها من توليفات عدم استعماله، هذا وأن طريقة الرسمة مع 5 مل. لتر⁻¹ سماد عضوي حققت

على جميع التوليفات الأخرى للتداخل، تلاه استعمال التوليفة المكونة من التركيز ضعف الموصى من نانو الحديد والتركيز ضعف الموصى من نانو الزنك والمضافة مع ماء الري (الرسمة) والتي أعطت محتوى متساوي من الفسفور إذ بلغت 0.6317% لكل منهما، مقارنةً بالتوليفات الأخرى أو مقارنة بمعاملة المقارنة التابعة لها 0.4967% التي أعطت أقل محتوى من الفسفور. وأشار التداخل الثنائي بين تراكيز النانو والسماد العضوي إلى أن توليفات استعمال السماد العضوي مع جميع تراكيز النانو تفوقت على نظيراتها من توليفات عدم

المستعملة. وان أعلى نسبة مئوية للفسفور في الأوراق كانت عند النباتات التي رشت بالتركيز الموصى من نانو الزنك والمُعاملة بـ 5 مل.لتر⁻¹ سماد عضوي إذ سجّلت 0.8333% والتي تفوّقت معنوياً على جميع النسب الأخرى التي سجّلتها التوليفات الأخرى تلاه التركيز ضعف الموصى من نانو الحديد والمضاف بطريقة الرسمة واستعمال 5 مل.لتر⁻¹ سماد عضوي البالغة 0.7300%.

على التوالي، والتي لم تختلف معنوياً عن بعضها لكنها تفوّقت معنوياً على نسبته في نباتات المقارنة (0.775%). وأعطت طريقة الرسمة هي الأخرى تفوّقاً معنوياً للبتوتاسيوم بلغ 0.903% مقارنةً بنسبة البوتاسيوم في أوراق نباتات طريقة الرش الورقي 0.854%. وفي إتجاه آخر أعطت معاملة السماد العضوي تفوقاً معنوياً في النسبة المئوية للبتوتاسيوم حيث بلغت 0.996% مقارنةً بنسبته في أوراق نباتات المقارنة 0.760%.

أعلى نسبة مئوية لأوراق النباتات من الفسفور بلغت 0.6071% مقارنةً بباقي التوليفات الأخرى.

التداخل الثلاثي لعوامل الدراسة أظهر بأن استعمال السماد العضوي مع جميع تراكيز النانو والمضافة بطريقة الرسمة أعطت أعلى من مثيلاتها التي لم يستعمل معها السماد العضوي، في حين ان الزيادة تذبذبت مع طريقة الرش الورقي اعتماداً على التراكيز النانوية النسبة المئوية للبتوتاسيوم في الأوراق (%)

جدول (4) بيّن أنّ النسبة المئوية للبتوتاسيوم في الأوراق زادت بشكلٍ معنوي مع تراكيز النانو المكونة من التركيز ضعف الموصى من نانو الحديد والتركيز الموصى والتركيز ضعف الموصى من نانو الزنك واضافتهما معا بالتركيز الموصى والتي أعطت للنباتات المعاملة بها أعلى نسبة للبتوتاسيوم بلغت (0.920 و 0.933 و 0.898 و 0.964%)

جدول 4: تأثير المخصبات النانوية وطريقة الاضافة والسماد العضوي Drin وتداخلاتها في النسبة المئوية للبتوتاسيوم في اوراق نبات الديباج *Calotropis procera*

Table(4): Effect of Nano –fertilizers, Method of Addition, Organic fertilizer (Drin) and their interaction on Potassium percentage in leaves of *Calotropis procera*

متوسط طرق الإضافة means of Method of Addition	تراكيز النانو × طريقة الإضافة Nano concentrations Method of × Addition	السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		تراكيز النانو Nano conce- ntrations	طريقة الإضافة Method of Addition
		5	0		
0.854	0.750	0.753	0.747	0	رش ورقي ^Z Foliar ^Z
	0.763	0.783	0.743	Fe ^{موصى}	
	0.892	1.020	0.763	Fe ^{ضعف الموصى}	
	1.015	1.237	0.793	Zn ^{موصى}	
	0.833	0.930	0.737	Zn ^{ضعف الموصى}	

		0.850	0.907	0.793	موصى Zn+Fe	
		0.877	0.990	0.763	ضعف الموصى Zn+Fe	
0.903		0.800	0.910	0.690	0	رسمدة ^Y fertigation ^y
		0.890	1.037	0.743	موصى Fe	
		0.948	1.170	0.727	ضعف الموصى Fe	
		0.852	0.953	0.750	موصى Zn	
		0.963	1.113	0.813	ضعف الموصى Zn	
		1.078	1.287	0.870	موصى Zn+Fe	
		0.787	0.860	0.713	ضعف الموصى Zn+Fe	
0.042	two- way interaction التداخل الثنائي					LSD 0.05
0.111						
0.157 three- way interaction التداخل الثلاثي						
طريقة الإضافة × السماد العضوي Organic × Method of Addition fertilizer			تراكيز النانو × السماد العضوي Organic × Nano concentrations fertilizer			
السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		طريقة الإضافة Method of Addition	متوسط تراكيز النانو means of nano fertilizer	السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		تراكيز النانو Nano conce- ntrations
5	0		0	5	0	
0.946	0.763	رش ورقي Foliar	0.775	0.832	0.718	0
			0.827	0.910	0.743	موصى Fe
			0.920	1.095	0.745	ضعف الموصى Fe
1.047	0.758	رسمدة fertigation	0.933	1.095	0.772	موصى Zn
			0.898	1.022	0.775	ضعف الموصى Zn
			0.964	1.097	0.832	موصى Zn+Fe
0.996	0.760	متوسط السماد العضوي means of organic fertilizer	0.832	0.925	0.738	ضعف الموصى Zn+Fe
0.042		LSD 0.05	0.078	LSD 0.05		
0.059			two- way interaction التداخل الثنائي			
			0.111			

Z: الموصى وفق النشرة الإرشادية 1 غم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 2 غم. لتر⁻¹ رشاً على الأوراق لكل من نانو الحديد والزنك.

Y: الموصى وفق النشرة الإرشادية 80 ملغم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 160 ملغم. لتر⁻¹ مع ماء الري لكل من نانو الحديد والزنك.

التداخل الثنائي المعنوي بين تراكيز النانو وطريقة الاضافة زاد من نسبة البوتاسيوم في أوراق نبات الدبياج وخاصةً مع توليفتيه المكونتين من التركيز الموصى من (Zn+Fe) والمضافة بطريقة الرسمة والتوليفة المكونة من التركيز الموصى من نانو الزنك والمضاف بطريقة الرش الورقي البالغة (1.078 و 1.015%) على التوالي والتان لم تختلفا معنويًا عن بعضهما ولكنهما تفوقتا معنويًا على جميع التوليفات الاخرى للتداخل بضمنها نسبة البوتاسيوم في أوراق نباتات معاملتي المقارنة التابعة لها البالغة (0.750 و 0.800%). أوضح التداخل الثنائي المعنوي بين تراكيز النانو والسماذ العضوي أن النسبة المئوية للبوتاسيوم في أوراق النباتات المعاملة بالسماذ العضوي مع جميع التراكيز النانوية تفوقت معنويًا على مثيلاتها من عدم استعماله. فمع استعمال السماذ العضوي أعلى نسبة مئوية للبوتاسيوم ظهرت عند معاملة النباتات بالتركيز الموصى من نانو (Zn+Fe) حيث بلغت 1.097% مقارنة بالتوليفات الاخرى. وان تراكيز النانو جميعها مع السماذ العضوي تفوقت معنويًا على معاملة المقارنة البالغة

النسبة المئوية للمغنيسيوم في الأوراق (%)

جدول (5) يُظهر التفوق المعنوي للنانو عند التركيز الموصى (حديد+زنك) والتركيز ضعف الموصى (Zn+Fe) في زيادة النسبة المئوية للمغنيسيوم في الأوراق إلى (1.307 و 1.388%) على التوالي. واللذان تفوقتا معنويًا على معاملة المقارنة التي بلغت بنسبتها 1.073% . كما تفوقت معاملة الرسمة معنويًا

0.718%. وفي السياق ذاته أظهر التداخل الثنائي بين طريقة الاضافة والسماذ العضوي أن أعلى نسبة مئوية للبوتاسيوم في النباتات المستعمل معها السماذ العضوي كانت عند استعمال طريقة الرسمة إذ بلغت 1.047% والتي تفوقت معنويًا على جميع التوليفات الاخرى للتداخل. ومن التداخل الثلاثي ظهر أن النباتات المزروعة والمستعمل معها السماذ العضوي ولجميع تراكيز النانو ومع طريقتي الاضافة (الرش الورقي والرسمة) اعطت أعلى من مثيلاتها التي تشتمل على استعمال السماذ العضوي. وان أعلى نسبة مئوية للبوتاسيوم كانت عند التوليفة المكونة من التركيز الموصى من نانو (Zn+Fe) مع طريقة الرسمة والتوليفة المكونة من نانو الزنك بالتركيز الموصى بطريقة الرش الورقي واستعمال 5 مل. لتر⁻¹ سماذ عضوي البالغة (1.287 و 1.237%) على التوالي والتي لم تختلفا عن بعضهما معنويًا ولكنهما تفوقتا معنويًا على معاملتي المقارنة التابعة لهما (0.690 و 0.747%) في النسبة المئوية للبوتاسيوم.

في النسبة المئوية للمغنيسيوم في أوراق نباتاتها على نباتات معاملة الرش الورقي (1.326 و 1.050%) على التوالي. أوضح التأثير المعنوي للسماذ العضوي في النسبة المئوية للمغنيسيوم أنها زادت بشكل معنوي من 1.059% لنباتات المقارنة إلى 1.303% لنباتات معاملة استعمال السماذ العضوي 5 مل. لتر⁻¹.

جدول 5: تأثير المخصبات النانوية وطريقة الاضافة والسماذ العضوي Drin وتداخلاتها في النسبة المئوية للمغنسيوم في اوراق نبات الديباج *Calotropis procera*

Table(5): Effect of Nano –fertilizers, Method of Addition, Organic fertilizer (Drin) and their interaction on Magnesium percentage in leaves of *Calotropis procera*

متوسط طرق الإضافة means of Method of Addition	تراكيز النانو × طريقة الاضافة Nano concentrations Method of × Addition	السماذ العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		تراكيز النانو Nano conce- ntrations	طريقة الاضافة Method of Addition	
		5	0			
1.050	0.861	0.953	0.770	0	رش ورقي ^Z Foliar ^Z	
	0.975	0.897	1.053	Fe موصى		
	1.105	0.907	1.303	Fe ضعف الموصى		
	1.028	0.917	1.140	Zn موصى		
	1.027	1.030	1.023	Zn ضعف الموصى		
	1.142	1.097	1.187	Zn+Fe موصى		
	1.215	1.317	1.113	Zn+Fe ضعف الموصى		
1.327	1.275	1.383	1.167	0	رسمدة ^Y fertigation ^y	
	1.418	1.627	1.210	Fe موصى		
	1.215	1.637	0.793	Fe ضعف الموصى		
	1.310	1.600	1.020	Zn موصى		
	1.035	1.063	1.007	Zn ضعف الموصى		
	1.472	1.993	0.950	Zn+Fe موصى		
	1.562	2.017	1.107	Zn+Fe ضعف الموصى		
0.0975	التداخل الثنائي two- way interaction				LSD 0.05	
0.2581						
التداخل الثلاثي three- way interaction 0.3650						
طريقة الاضافة × السماذ العضوي Organic × Method of Addition fertilizer		تراكيز النانو × السماذ العضوي Organic × Nano concentrations fertilizer				
السماذ العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		متوسط تراكيز النانو means of nano fertilizer	السماذ العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		تراكيز النانو Nano conce- ntrations	
5	0	0	5	0		
0.988	1.084	رش ورقي Foliar	1.071	1.123	1.018	0
			1.144	1.207	1.082	Fe موصى

			1.160	1.272	1.048	Fe ضعف الموصى
1.617	1.036	رسمدة fertigation	1.169	1.258	1.080	Zn موصى
			1.031	1.047	1.015	Zn ضعف الموصى
			1.307	1.545	1.068	Zn+Fe موصى
1.303	1.060	متوسط السماد العضوي means of organic fertilizer	1.388	1.667	1.110	Zn+Fe ضعف الموصى
0.0975		LSD 0.05	0.1825	LSD 0.05		
0.1379			التداخل الثنائي two- way interaction 0.2581			

Z: الموصى وفق النشرة الإرشادية 1 غم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 2 غم. لتر⁻¹ رشاً على الأوراق لكل من نانو الحديد والزنك.

Y: الموصى وفق النشرة الإرشادية 80 ملغم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 160 ملغم. لتر⁻¹ مع ماء الري لكل من نانو الحديد والزنك.

العضوي يلاحظ تأثير السماد العضوي في زيادة النسبة المئوية من المغنيسيوم مع جميع تراكيز النانو المستعملة مقارنة بمثيلاتها التي لم يستعمل معها. كما ان البيانات في الجدول ذاته تشير الى التفوق المعنوي للتراكيز الموصى وضعف الموصى من نانو (Zn+ Fe) مع استعمال السماد العضوي و بلغت

(1.545 و 1.667%) على التوالي. بالمقارنة مع التوليفات الاخرى للتداخل او معاملة المقارنة 1.018%. وفي التداخل الثنائي بين طريقة الاضافة والسماد العضوي فأن توليفة الرش الورقي مع استعمال السماد العضوي سجلت أقل نسبة للمغنيسيوم في الأوراق بلغت ومن تداخل عوامل الدراسة (الثلاث) يظهر بأن أعلى نسبة مئوية للمغنيسيوم في الأوراق كانت عند توليفات كل من التركيز الموصى وضعف الموصى من نانو (Fe Zn+) بطريقة الرسمدة والتركيز 5 مل. لتر⁻¹ سماد عضوي. إذ بلغت (1.993 و 2.017%)

التداخل الثنائي بين النانو وطريقة الاضافة أظهر أن جميع التراكيز النانوية المضافة بطريقة الرسمدة (مع ماء الري) اعطت اعلى من مثيلاتها التي اضيفت بطريقة الرش الورقي.

وأن التوليفات التي شملت استعمال طريقة الرسمدة مع التركيز الموصى من نانو الحديد والتركيز الموصى وضعف الموصى من نانو (Zn+Fe) أعطت أعلى نسبة مئوية من المغنيسيوم بلغت (1.418 و 1.472 و 1.562%) على التوالي. مقارنة بالتوليفات الاخرى او مقارنة بمعاملة المقارنة 1.275%. ومن التداخل الثنائي بين تراكيز النانو والسماد 0.988%, في حين حصل العكس مع توليفة الرسمدة واستعمال السماد العضوي التي سجلت لنباتاتها أعلى نسبة مئوية للمغنيسيوم في الأوراق بلغت 1.617% متفوقاً معنوياً على نسب باقي التوليفات الأخرى.

مقارنةً بما سجّلته التوليفات الأخرى للتدخل أو التدخلات الأخرى.

1.935% مقارنةً بما سجّلته معاملة الرش الورقي البالغة 1.647%. وان استعمال السماد العضوي أثر معنوياً في زيادة النسبة المئوية للكالسيوم حيث سجّل 1.949% مقارنةً بعدم استعماله البالغة 1.633%.

وأظهر التدخل الثنائي المعنوي بين تراكيز النانو وطريقة الاضافة تفوقاً معنوياً لتوليفات استعمال تراكيز النانو بطريقة الرسمدة على مثيلاتها التي اضيفت رشا على الاوراق, وان أعلى نسبة مئوية للكالسيوم في الاوراق (2.052%) كانت عند النباتات المعاملة بالتراكيز

على التوالي, والتي حققت أعلى نسبة مئوية للمغنيسيوم في الاوراق سجّلتها الدراسة الحالية النسبة المئوية للكالسيوم في الاوراق

يُظهر جدول (6) التأثير المعنوي لعوامل الدراسة في النسبة المئوية للكالسيوم في اوراق نبات الدباج التي زادت بزيادة التركيز من الموصى الى ضعف الموصى لكل من نانو الحديد والزنك واضافتهما معا بالتركيز الموصى وضعف الموصى, وان أعلى نسبة بلغت 1.983% عند للنباتات المعاملة بالتركيز ضعف الموصى من نانو (Zn + Fe) والذي تفوق معنوياً على جميع التراكيز النانوية الأخرى بضمنها معاملة المقارنة التي بلغت اقل محتوى 1.541%. وتفوقت طريقة الرسمدة في زيادة نسبة الكالسيوم معنوياً إذ بلغت

جدول 6: تأثير المخصبات النانوية وطريقة الاضافة والسماد العضوي Drin وتداخلاتها في النسبة المئوية للكالسيوم في اوراق نبات الدباج *Calotropis procera*

Table(6): Effect of Nano –fertilizers, Method of Addition, Organic fertilizer (Drin) and their interaction on Calcium percentage in leaves of *Calotropis procera*

متوسط طرق الإضافة means of Method of Addition	تراكيز النانو × طريقة الاضافة Nano concentrations Method of × Addition	السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		تراكيز النانو Nano conce- ntrations	طريقة الاضافة Method of Addition
		5	0		
1.647	1.542	1.577	1.507	0	رش ورقي ^z Foliar ^z
	1.543	1.527	1.560	Fe موصى	
	1.592	1.397	1.787	Fe ضعف الموصى	
	1.663	1.730	1.597	Zn موصى	
	1.617	1.573	1.660	Zn ضعف الموصى	
	1.640	1.623	1.657	Zn+Fe موصى	
	1.938	2.053	1.823	Zn+Fe ضعف الموصى	
	1.540	1.587	1.493	0	رسمدة ^y fertigation ^y
	1.868	2.157	1.580	Fe موصى	
	2.045	2.517	1.573	Fe ضعف الموصى	

1.935	1.975	2.393	1.557	Zn-موصى		
	2.038	2.190	1.887	Zn-ضعف الموصى		
	2.052	2.567	1.537	Zn+Fe موصى		
	2.027	2.407	1.647	Zn+Fe ضعف الموصى		
0.0568	two- way interaction التداخل الثنائي					LSD 0.05
0.1503						
0.2125 three- way interaction التداخل الثلاثي						
طريقة الاضافة × السماد العضوي Organic × Method of Addition fertilizer			تراكيز النانو × السماد العضوي Organic ×Nano concentrations fertilizer			
السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)		طريقة الاضافة Method of Addition	متوسط تراكيز النانو means of nano fertilizer	السماد العضوي مل.لتر ⁻¹ organic fertilizer (mg.L ⁻¹)	تراكيز النانو Nano conce- ntrations	
5	0					
1.639	1.656	رش ورقي Foliar	1.541	1.582	1.500	0
			1.703	1.837	1.570	Fe-موصى
			1.818	1.957	1.680	Fe-ضعف الموصى
2.260	1.610	رسمدة fertigation	1.819	2.062	1.577	Zn-موصى
			1.828	1.882	1.773	Zn-ضعف الموصى
			1.846	2.095	1.597	Zn+Fe موصى
1.949	1.633	متوسط السماد العضوي means of organic fertilizer	1.983	2.230	1.735	Zn+Fe ضعف الموصى
0.0568		LSD 0.05	0.1062	LSD 0.05		
0.0803			two- way interaction التداخل الثنائي			0.1503

Z: الموصى وفق النشرة الإرشادية 1 غم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 2 غم. لتر⁻¹ رشاً على الأوراق لكل من نانو الحديد والزنك.

Y: الموصى وفق النشرة الإرشادية 80 ملغم. لتر⁻¹ وضعف الموصى 160 ملغم. لتر⁻¹ مع ماء الري لكل من نانو الحديد والزنك.

أوضح أن التوليفات المتضمنة استعمال السماد العضوي مع المخصب النانوي بجميع تراكيزه سجلت زيادة في نسبة الكالسيوم المئوية في أوراق نباتاتها تفوقت فيها على مثيلاتها التي لم

الموصى من نانو (Zn+ Fe) والمضافة بطريقة الرسمدة مقارنةً بنسب باقي توليفات التداخل الأخرى بضمنها توليفة المقارنة التي سجلت اقل نسبة بلغت 1.540%. التداخل المعنوي بين تراكيز النانو والسماد العضوي

1.656 و 1.610 %) على التوالي، والتي لم تختلف عن بعضها معنوياً.

التداخل الثلاثي المعنوي لعوامل الدراسة أظهر أن جميع توليفات تراكيز النانو والتي اضيفت بطريقة الرسمدة مع استعمال 5مل. لتر⁻¹ السماد العضوي حققت لنباتاتها أعلى نسبة مئوية للكالسيوم مقارنة بالتوليفات الاخرى للتداخل، وكان اعلى محتوى من الكالسيوم في الاوراق عند التركيز الموصى من نانو (Fe + Zn) المضاف مع مياه الري واستعمال السماد العضوي وبلغت 2.567 %، مقارنةً بباقي النسب بتأثير التوليفات الثلاثية الأخرى بضمنها معاملة المقارنة التي بلغت اوراقها اقل محتوى 1.493 %.

التنفس وامتصاص العناصر المغذية حيث ان عمليه التنفس الهدمية المزود الاساسي للطاقة في عملية الامتصاص، والتي يلعب الحديد دورا حاسما فيها (23). كما ان الحديد ينشط عدد من الإنزيمات، ويسهم في بناء ال DNA و RNA ويحسن أداء الانظمة الضوئية في النبات ويحث عملية فتح الثغور في الاوراق مما يزيد من عملية النتج وبدوره يزيد من العناصر الممتصة من قبل الجذور (24) وهذا يتفق (25) و (26).

والزنك عنصر لا غنى عنه في بناء البروتينات لما له من دور في ايض النتروجين وتحويله الى احماض امينية اساسية (27) وبناء الحمض النووي DNA و RNA والمساهمة في تنظيمها، علاوة على ذلك، هو مكون مهم لكثير من الانزيمات المختلفة، و الرايبوسوم، ويلعب دورا في تشكيل الكربوهيدرات

يستعمل معها السماد العضوي، وأن أعلى نسبة للكالسيوم بلغت

مع توليفة التركيز ضعف الموصى من نانو (Fe + Zn) والسماد العضوي 5 مل. لتر⁻¹ 2.230 % مقارنة بالتوليفات الأخرى للتداخل الثنائي. بيّن التداخل الثنائي بين طريقة الاضافة والسماد العضوي أن التوليفة المكوّنة من طريقة الرسمدة مع السماد العضوي بتركيز 5 مل. لتر⁻¹ والبالغة (2.260) %، تفوقت معنوياً على التوليفات الاخرى للتداخل المتضمنة طريقة الرش الورقي مع ومن دون استعمال السماد العضوي وتوليفة طريقة الرسمدة من دون استعمال السماد العضوي اذ سجلت كل منها (1.639 و

المناقشة

إنّ زيادة محتوى الأوراق من العناصر الغذائية بتأثير نانو الحديد والزنك (الجدول: 2-6) يعود إلى أن الأسمدة النانوية توفر مساحة سطحية أكبر لتفاعلات الأيض المختلفة في النبات مما يزيد من معدل التمثيل الضوئي كما أنها تحافظ على النبات من الإجهادات المختلفة الحيوية وغير الحيوية (20) مما يشجع الطلب على العناصر المعدنية وينتج المزيد من المادة الجافة والغلة للمحصول. ان الحديد يستهدف جدار الخلية ويزيد من فعالية عمليات التحويل البيوكيميائية (21) مما يسهل من نفاذ العناصر المغذية إلى داخل النبات وهذا يساعد في زيادة الإنقسامات الخلوية وتشجيع تكوين التفرعات مما يوفر طلباً مستمراً على العناصر المغذية التي يعمل النبات على أخذها من التربة (22). وأن الارتباط شديد بين عملية

والكلوروفيل ونمو الجذور مما يعزز من عملية امتصاص المغذيات بشكل اكبر وزيادة محتواها في النبات (28) و (29). وجاءت هذه النتائج متفقة مع (30) و (31).

أن المخصبات النانوية المخليبية اكثر انواع اسمدة العناصر الصغرى كفاءة لبقائها فترة اطول حول محيط الجذر قابلة للامتصاص (32)، لذلك نلاحظ التفوق المعنوي لاستعمال طريقة الرسمدة في محتوى النبات من العناصر المعدنية الجداول (2-6) ان اضافة المخصبات النانوية بطريقة الرسمدة تجعل الجذور ذات قدرة عالية على اعتراض وامتصاص العناصر الغذائية من محلول التربة، كما ان ظاهرة التدفق الكتلي للأيونات تلعب دور في هذا المجال حيث تنتقل العناصر الى سطح الجذور مع حركة الماء وهذه الآلية تساعد الجذور على امتصاص اكبر كمية من العناصر الغذائية نظرا لسرعة تحركها مع حركة الماء لذا فان توفر الماء يساعد على زيادة حركة العناصر الى الجذور بطريقتي انسياب الكتلة والانتشار (33) وأكد (34) على ان استعمال طريقة الرسمدة في التسميد زاد 40% من نفاذية المغذيات الى النبات مقارنة بالطرق التقليدية لتطبيقها. كما ان استعمال نانو الحديد والزنك يزيد من تطور الجذر ونموه والتغلغل في التربة وبالتالي زيادة امتصاص العناصر الغذائية.

أن التأثير المعنوي للسماد العضوي في زيادة النسبة المئوية للنتروجين والفسفور جدولي (2 و 3) في أوراق النبات عند الرش به يدل على إمكانية زيادة محتوى الأوراق من

عنصري النتروجين والفسفور؛ ذلك لأن الأحماض الأمينية الحرة المكونة للسماد العضوي عند إضافتها تعد مصدراً نيتروجينياً أساسياً في بناء البروتينات والإنزيمات وتجهيز الطاقة والتي تشجع النمو الخضري والجذري مما ينعكس ايجاباً في امتصاص العناصر الغذائية وان زيادة النتروجين جدول (2) يحفز ويشجع امتصاص الفسفور بوساطة جذور النبات (35). كما ان السماد العضوي لما يمتلكه من عناصر مغذية تؤثر في نفاذية الأغشية الخلوية التي تُسهّل من عملية انتقال المغذيات الصغرى كالزنك بعد حوصلتها (36) و (37) والذي يساعد في استمرار تفاعل السيرين مع حلقة الأندول لتكوين التربتوفان الذي هو منشأ هرمون الأوكسين الطبيعي (IAA) الذي يعمل على زيادة إستطالة الخلايا وإنقسامها. كما ان للتسميد للعضوي دوراً مهماً في توفير المغذيات بشكل متوازن للنبات وزيادة نشاط الجبرلينات داخل أنسجة النبات والتي تعمل على زيادة استطالة الخلايا وزيادة الطلب على العناصر الغذائية (38). وهذه النتائج جاءت متفقة مع (39) و (40) على نبات الرمان. إنَّ الزيادة الحاصلة في متوسطات الصفات قيد الدراسة نتيجة لتداخل عوامل الدراسة يُمكن تُفسّره على أساس العلاقة التآزرية بين تراكيز النانو و طريقة الاضافة وكذلك السماد العضوي في تجهيز النبات بكمياتٍ من المغذيات كافية لتحسين نمو المجموع الخُضري والجذري للنبات على حدٍ سواء والذي يقود بالنتيجة إلى زيادة مُحتوى النبات العناصر المعدنية (41).

.2016. Phytoremediation Ability of *Calotropis procera* in Reducing Air Pollution in Jeddah City-Kingdom of Saudi Arabia. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. , 5(3): 212-225.

9- Jaradat, N.A., A.N.Zaid , R. Al-Ramahi and M.A. Alqub. 2017. Ethnopharmacological survey of medicinal plants practiced by traditional healers and herbalists for treatment of some urological diseases in the West Bank/Palestine. BMC Complementary and Alternative Medicine , 17(1):2-18

10- Prasad, R., V. Kumar and K. Prasad.2014. Nanotechnology in sustainable agriculture: Present concerns and future aspects, A. J. of Biotech., 13(6):705-713.

11- [Kirkby](#), E. A. and [Mengel](#), K.(2012). Principles of Plant Nutrition. 5TH edition, Springer Science & Business Media, Pp :849.

12- Barker, A.V. and M.L. Stratton.2015. Iron. Chapter11.In Barker, A.V. and Pilbeam, D.J.(eds):Handbook of Plant Nutrition. Second Edition. CRC Press Taylor and Francis Group. London. New York, Pp:399-426.

13- Sharma, P.N., N.Kumar and S.S.Bisht .1994. Effect of zinc deficiency on chlorophyll content , photosynthesis and water relations of cauliflower plants. Photosynthetica, 30(3): 353-359.

المصادر References

- 1- Ping-tao, L., M. G.Gilbert, and W. D. Stevens. 1995. Asclepiasaceae , Flora of China 16: 189–270.
- 2- Hassan, L. M., T. M. Galal, and E.A. Farahat.2015. The biology of *Calotropis procera* (Aiton) W.T., Trees, 29:311–320.
- 3- El-Midany, M. 2014. Population dynamic of *Calotropis procera* in Cairo province. M.Sc. Thesis. Helwan University, Cairo, Egypt
- 4- Al-Snafi,A.E. 2015. The constituents and pharmacological properties of *Calotropis procera* –An overview. Interna. J, of Pharm., 5(3) :259-275.
- 5- Galal, T.M., E.A.Farahat, and M.M. El-Midany.2016. Nutrients and heavy metals accumulation by the giant milkweed *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton in urbanized areas, Egypt. 27, (2) : 241–250.
- 6- Payal,C.and R. A. Sharma .2016. The Genus *Calotropis*: An Overview on Bioactive Principles and their Bioefficacy. Research J. of Recent Sciences , 5(1): 61-70.
- 7- Pawar, P.R. 2017. Separation and identification of active constituents of *Calotropis gigantean* latex, by HPLC, FTIR, UV-Visible and classical techniques. World J. of Pharma. and Life Sci., 2(6): 590-596.
- 8- Abdullatif, B.M., M.M. El-Kazan, and M.A. Al-Zahrani

- is a New Way to Increase Nutrients Use Efficiency in Crop Production. Int. J. of Agri. Sci., 9(7):3831-3833.
- 21- Yang, H., H. Wei , G. Ma, M.S.Antunes , S. Vogt , J.Cox and X. Zhang .2016. Cell wall targeted in planta iron accumulation enhances biomass conversion and seed iron concentration in Arabidopsis and rice. Plant Biotechnology Journal, 14(1): 1998–2009.
- 22- Hartmute, S. 2005. Effect of applied growth regulation on pod growth and seed protein composition in pea (*Pisum sativum* L.). Oxford J., 1460–2431.
- 23- Rout, G.R. and S. Sahoo .2015. Role of iron in plant growth and metabolism. Reviews in Agricultural Science, 3:1-24.
- 24-Kim, J., H. Yoon , I. Hwang, and Y. Chang 2016.Iron Nanoparticle-Induced Activation of Plasma Membrane H⁺-ATPase Promotes Stomatal Opening in *Arabidopsis thaliana* . Environ. Sci. Technol., 49(2): 1113–1119.
- 25- Soliman, A. Sh., S. A. El-feky and E. Darwish .2015. Alleviation of salt stress on *Moringa peregrina* using foliar application of nanofertilizers. [J. Hortic. For., 7 \(2\)](#):36-47.
- 26- El-Nasr, M. K., H. M. El-Hennawy , A. M. El-Kereamy, Abou A. El-Yazied and T. A. 14- Amiri, A. B., C. Baninasab, A.Ghobadi .2016. Zinc soil application enhances photosynthetic capacity and antioxidant enzyme activities in almond seedlings affected by salinity stress. Photosynthetic, 54(2) : 267–274..
- 15- Martin, P. 2002. Micro–nutrient deficiency in Asia and the pacific. Borax Europe limited, UK, at IFA. Regional for Asia and the Pacific, Singapore, PP: 18–20.
- 16- Romhold, V. and M. M. El-Fouly .2000. Foliar Nutrient Application: Challenge and Limits in Crop Production. 2nd ed. International Workshop on Foliar Fertilization. Bangkok, Thailand, PP: 1–32.
- 17- Chapman, H. D., and P. F. Pratt .1961. Methods of Analysis for soils, plants and water. Univ. of Calif. Div. Agric. Sci., 162-165.
- 18- Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney .1982. Methods of Soil Analysis II: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed., American Society of Agronomy in American, Inc., Madison, USA.
- 19- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie.1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. New York, USA, PP: 633.
- 20- Singh, M.D., G.Chirag , P. Prakash, M.H. Mohan, and G. Prakasha. 2017. Nano-Fertilizers

- pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality *Scientia Horticulturae*, 210 : 1–8.
- 32- Phogat, N., N.S. KhanShankar, A. Ansary, and I. Uddin .2016. Fate of inorganic nanoparticles in agriculture. *Adv. Mater. Lett.* , 7(1): 3-12.
- 33- Silber, A. , G. Xu, I. Levkovitch, S. Soriano and A. Bilu .2003. High fertigation frequency: the effects on uptake of nutrients, water and plant growth. [Plant and Soil](#), 253(2): 467–477.
- 34- Sathya, S., G.Pitchai, R. Indirani, and M. Kannathasan .2008. Effect of fertigation on availability of nutrients (N, P & K) in soil – A review. *Agricultural Reviews*, 29(3):213 - 219.
- 35- Liu, C. and Q.Wu .2017. Responses of Plant Growth, Root Morphology, Chlorophyll and Indoleacetic Acid to Phosphorus Stress in Trifoliate Orange. *Biotechnology*, 16: 40-44.
- 36- Khaled, H. and H. A. Fawy .2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth and soil properties under conditions of salinity. *Soil and Water Res.*, 6(1): 21–29.
- 37- Yoneyama, T., S. Ishikawa and S. Shu .2015. Route and Regulation of Zinc, Cadmium, Salah Eldin .2015. Effect of Magnetite Nanoparticles (Fe₃O₄) as Nutritive Supplement on Pear Saplings *Middle East Journal of Applied Sciences*, 5(3) : 777-785.
- 27- Barrameda-Medina, Y., M. Lentini , S. Esposito , J. M. Ruiz and B. Blasco .2017. Zn-biofortification enhanced nitrogen metabolism and photorespiration process in green leafy vegetable *Lactuca sativa* L. *J. Sci. Food Agric.*, 97(6): 1828–1836.
- 28- Mousavi, M., L. Galavi, and M. Rezaei . 2013 .“Zinc (Zn) importance Zinc (Zn) Importance for Crop Production– A Review. *International journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (1):64-68.
- 29- Emamverdian, A., Y. Ding , F. Mokhberdoran and Y. Xie .2015. Heavy Metal Stress and Some Mechanisms of Plant Defense Response. *The Scientific World Journal*, 1 (4) :1-18.
- 30- Mahmoud, R. S. , M. S. Abd El-Monem and M. F. Hossam .2016. Effect of foliar application of proline and zinc on Growth, Yield and Some Metabolic Activities of *Chenopodium quinoa* Plants. *International Journal of Advanced Research* , 4(1): 1701- 1717.
- 31- Davarpanaha, S., A. Tehranifara, G. Davarynejada, J. Abadiab, and R. Khorasani .2016. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on

- contents of oleander (*Nerium oleander* L.). Turk. J. Agric., 37: 622–638.
- 40- El Sayed, O.M., O.H. El Gammal, and A.S. Salama. 2014. Effect of proline and tryptophan amino acids on yield and fruit quality of Manfalouty pomegranate variety. Scientia Horticulturae, 169 : 1–5
- 41- Jamal, Z., M. Hamayun, N. Ahmed and M. F. Chaudhary .2007. Effect of soil and foliar application of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on different yield parameters in wheat (*Triticum aestivum* L.). Pak. J. Pl. Sci., 13 (2): 119-128.
- and Iron Transport in Rice Plants (*Oryza sativa* L.) during Vegetative Growth and Grain Filling: Metal Transporters, Metal Speciation, Grain Cd Reduction and Zn and Fe Biofortification. Int. J. Mol. Sci., 16: 19111-19129
- 38- Lucas, D.M., J.M. Daviere, M. Falcon, J.M. Potin, Iglesias-Pedraz, S. Lorrain, C. Fankhauser, M. A. Blazquez .2008. A molecular framework for light and gibberellins control of cell. [Nature](#), 451(7177):480-484.
- 39- Mills, D. K., M. Asif, A. Amjad, and S. Ahmad .2012. Fertilization enhances growth and medical