Basrah Journal of Date Palm Research
Volume 23 Issue (2) 2024
BJDPR
مجلـــة البصـرة لأبحاث نخلـة التمـر
المجلد 23 العدد (2) 2024
ISSN: 1816-0379 online ISSN:3005-3722

تأثير الرش بأوكسيد الزنك النانوي في الصفات الثمرية والانتاجية لنخيل التمر *Phoenix dactylifera* L.

علي شاكر مهدي

مركز ابحاث النخيل-جامعة البصرة-العراق

الخلاصة

تُعد المواد النانوية واحدة من الأدوات الحديثة الواعدة في تعزيز الإنتاج الزراعي وتحسين جودة المحاصيل. وفي هذا السياق، يلعب أوكسيد الزنك النانوي دورًا هامًا كعامل محفز لتحسين صفات الثمار وقيمتها الغذائية. اجريت الدراسة في أحد بساتين قضاء شط العرب بمحافظة البصرة بهدف تقييم تأثير السماد النانوي (أوكسيد الزنك) في بعض الصفات الفسلجية والثمرية والإنتاجية لنخيل التمر. تم استخدام تركيزين من كل من سماد اوكسيد الزنك النانوي وغير النانوي (250 و 500) ملغم.لتر$^{-1}$ اضافة الى معاملة المقارنة باستخدام الماء رشاً على الاوراق. اظهرت نتائج الدراسة تفوقاً للسماد النانوي على السماد التقليدي، واظهر التركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ من اوكسيد الزنك النانوي تفوقاً معنوياً على جميع المعاملات المستخدمة ، إذا حسن وزن وحجم الثمرة ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات الكلية والمختزلة والبروتينات الذائبة الكلية وكمية الحاصل بنسب مئوية بلغت (29.16 و28.61 و 11.00 و 5.65 و 7.96 و 16.00 و28.76)% على التوالي فيما خفض محتوى الثمار من السكروز بنسبة 30.02% .

الكلمات المفتاحية : بروتينات، تسميد نانوي، تسميد ورقي، كربوهيدرات، المواد الصلبة الكلية .

Introduction المقدمة

حظيت تقنيات النانو باهتمام بحثي متزايد بفضل تطبيقاتها المتقدمة والمتنوعة في العديد من المجالات الحيوية، بما في ذلك الزراعة والطب ومضادات الميكروبات، كما تستخدم في الكشف عالي الحساسية عن الجزيئات الحيوية وتشخيص الأمراض (Qian et al., 2019; Wang et al., 2017). تعرف الجسيمات النانوية بأنها تجمعات ذرية أو جزيئية ذات أبعاد صغيرة تتراوح بين 1 و100 نانومتر (Auffan et al., 2009; Roco, 2003) ، وتتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية فريدة مقارنة بالمادة السائبة مما يعزز من كفاءتها في التطبيقات الزراعية والحيوية (Qian et al., 2019). تعد الاسمدة في القطاع الزراعي من الأدوات الأساسية لتزويد النباتات بالعناصر الغذائية الضرورية لنموها وتطورها مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم (Singh et al., 2022) ومع ذلك، يواجه استخدام الأسمدة التقليدية عدة تحديات، مثل فقدان العناصر الغذائية بسبب التسرب والتبخر، مما يؤدي إلى تلوث التربة والمياه .(Chen et al., 2018) كما أن الإفراط في استخدامها قد يسهم في تدهور التربة وتلوث المياه الجوفية (Wang et al., 2008). في هذا السياق، تقدم تقنيات النانو حلولا مبتكرة لتحسين كفاءة استخدام الموارد الزراعية من خلال تعزيز فعالية الأسمدة والمبيدات وزيادة امتصاص العناصر الغذائية من قبل النباتات (Babu et al., 2022). تعد جسيمات أوكسيد الزنك (ZnO) النانوية من المواد الواعدة في هذا المجال نظرًا لخصائصها المميزة، مثل الاستقرار الحراري والسمية المنخفضة وسهولة التحضير بتكلفة منخفضة (Du et al., 2020). وقد أظهرت الدراسات أن أكسيد الزنك النانوي يعزز من نشاط الإنزيمات النباتية، ويحسن من عمليات التمثيل الضوئي ويزيد الإنتاجية، كما يحمي النباتات من الإجهاد البيئي بفضل خصائصه المضادة للأكسدة (Raliya et al., 2015; Salama et al., 2019).

يعد نخيل التمر (*Phoenix dactylifera* L.) من أهم المحاصيل الزراعية في المناطق الصحراوية، حيث يمتد تاريخه إلى أكثر من 5000 عام. يزرع هذا النبات في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ويلعب دورًا حيويًا في الاقتصاد المحلي والنظام الغذائي لسكان هذه المناطق .(Al-Khayri et al., 2018) توفر ثمار نخيل التمر مصدرًا غنيا بالطاقة والفيتامينات والمعادن، مما يجعلها غذاءً أساسيًا في العديد من المجتمعات (Zango et al., 2016).

تهدف هذه الدراسة إلى المقارنة بين تأثير الرش بأوكسيد الزنك بالحجم النانوي والاعتيادي في تحسين الصفات الثمرية والإنتاجية لنخيل التمر، ومن خلال نتائجه يمكن استكشاف إمكانات التقنيات النانوية في تحسين جودة وإنتاجية نخيل التمر

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

اجريت الدراسة في احد البساتين الاهلية في قضاء شط العرب في محافظة البصرة. بهدف مقارنة تأثير الرش بأوكسيد الزنك بالحجم النانوي والاعتيادي في بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لثمار نخيل التمر صنف الحلاوي. اختيرت 15 شجرة نخيل بعمر 10 سنوات من صنف الحلاوي متجانسة قدر الامكان. رشت اوراق الاشجار بأوكسيد الزنك بكلا الحجمين بتركيزين هما 250 و ملغم. لتر$^{-1}$ ، وبواقع 6 رشات ابتداء من بداية شهر تشرين الثاني وبفترة 21 يوم بين رشة واخرى . اجريت جميع القياسات في الثمار في مرحلة التمر، وتم حساب الصفات التالية:

وزن الثمرة

قيس وزن الثمرة الطري بأخذ 25 ثمرة بصورة عشوائية من كل مكرر باستعمال ميزان حساس Sartorius ثم حسب متوسط الوزن الطري للثمرة الواحدة بوحدة الغرام وذلك بقسمة مجموع وزن الثمار على العدد الكلي للثمار.

حجم الثمرة

قيس حجم الثمرة بأتباع طريقة الأسطوانة المدرجة والماء المقطر المزاح الناتج من وضع 25 ثمرة داخل الأسطوانة المدرجة حيث تم وضع حجم معلوم من الماء المقطر في الأسطوانة المدرجة وغمرت الثمار التي تم قياس وزنها داخل الأسطوانة المدرجة وتم قياس الحجم عن طريق أيجاد الفرق بين مستوى الماء في الحالتين ثم استخرج معدل حجم الثمرة الواحدة بقسمة حجم الماء المزاح على عدد الثمار. وحسب الحجم بوحدة (سم^3).

المواد الصلبة الذائبة الكلية :

قدرت المواد الصلبة الذائبة حسب الطريقة الموصوفة في Horwitz, (1975) وذلك بإضافة 30 مل ماء مقطر الى 10 غم من الثمار المقطعة، بعد ذلك هرست جيداً باستعمال هاون خزفي ثم رشحت باستخدام ورق ترشيح نوع Whatman No.42. قدرت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فيها باستعمال جهاز المكسار اليدوي Hand Refractometer، وذلك بأخذ قطرة من العصير ووضعها على موشور الجهاز. وعدلت النتائج على أساس درجة الحرارة المثلى (20 م°).

السكريات الكلية والمختزلة والسكروز

قدرت السكريات الكلية والمختزلة والسكروز في لحم الثمار في مختبرات مركز ابحاث النخيل، وذلك باستعمال طريقة Lane & Eynon المذكورة في Horwitz (1975) وذلك بأخذ 0.5 غم من لحم الثمار المجففة على درجة حرارة (65 م°) وأضيف لها

50 مل ماء مقطر ثم وضعت في حمام مائي على درجة حرارة (70 م°) ولمدة 45 دقيقة لأجل استخلاص السكريات من لحم الثمار ثم وضعت بجهاز الطرد المركزي لمدة 10 دقائق وذلك للتخلص من الراسب ثم اخذ الراشح واجري له عملية الترويق Clearing بإضافة 3 مل من خلات الرصاص المتعادلة ثم التخلص من الراسب باستعمال جهاز الطرد المركزي ، ثم أضيف للراشح 3 مل من أوكزالات البوتاسيوم ثم التخلص من الراسب بالطريقة نفسها، ثم اكمل الحجم 100 مل بالماء المقطر. قدرت السكريات المختزلة في المحلول الراشح بالتسحيح مع مزيج من محلول فهلنك (أ + ب) ولتقدير السكريات الكلية أجريت عملية التحليل الحامضي (Acid Hydrolysis) لتحليل السكروز ، حسبت النسبة المئوية للسكريات الكلية والمختزلة والسكروز وفقاً لما ذكره Howrtiz (1975)، وذلك وفقا للمعادلات التالية:

ملغم من السكر (من الجدول ما يعادل قراءة السحاحة)

$$\text{السكريات المختزلة (\%)} = \frac{\text{ملغم من السكر (من الجدول ما يعادل قراءة السحاحة)}}{\text{وزن أو حجم العينة} \times 1000} \times \text{التخفيفات} \times 100$$

السكريات الكلية = النسبة المئوية للسكريات المختزلة + النسبة المئوية للسكروز

النسبة المئوية للسكروز = السكريات الكلية % − السكريات المختزلة % × 0.95

البروتينات الذائبة الكلية

استخلصت البروتينات الذائبة الكلية من أنسجة الأوراق اعتماداً على الطريقة المذكورة في (Bavei et al., 2011)، إذ تم هرس 0.3 غم من الأنسجة في النتروجين السائل ثم مزج المهروس في 3 مل من المحلول الدارئ Tris−HCl (تركيز 0.1 مولار والرقم الهيدروجيني 7.5) المحتوي على مادة PMSF (Phenylmetmanesulfonylfluoride)، على درجة حرارة 4 م°، ثم أجريت عملية الطرد المركزي بسرعة 13000 دورة/دقيقة ولمدة 10 دقائق، استخدم الراشح في تقدير البروتينات الذائبة الكلية حسب طريقة Bradford (1976) باستخدام كاشف Bradford، وذلك باخذ 40 مايكروليتر من الراشح وأضيف لها 2 مل من كاشف Bradford، المحضر بإذابة 0.1 غم من صبغة كوماسي الزرقاء Coomassie Blue في 50 مل من محلول (1:1) (كحول الايثانول 95% :حامض الفسفوريك 80%)، ثم قيست الامتصاصية على طول موجي 595 نانوميتر واستخدم الماء المقطر بدلاً من الراشح في تحضير العينة الضابطة، وحُسِبت البروتينات الذائبة الكلية باستخدام منحنى الألبومين القياسي.

كمية الحاصل لكل نخلة

تركت ستة عذوق على كل نخلة بعد عملية الاخصاب وازيلت العذوق الأخرى. حسبت كمية الحاصل في مرحلة التمر بعد جني الثمار لكل نخلة على حدة ووزنت بواسطة ميزان حقلي ومن ثم استخرج معدل وزن الحاصل الكلي لكل معاملة بـ (كغم).

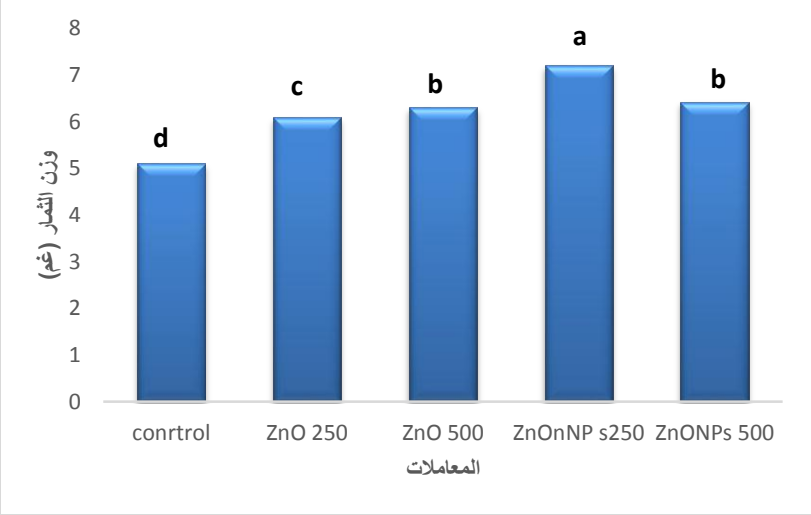
التحليل الاحصائي

صممت التجربة وفقا لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (CRBD) بواقع ثلاث مكررات لكل معاملة تجريبية، وحللت النتائج باستخدام برنامج التحليل الاحصائي SPSS v.22، واختبرت معنوية الفروق بين متوسطات المعاملات باستخدام اختبار اقل فرق معنوي (LSD)، عند مستوى معنوية 0.05.

النتائج **Results**

وزن الثمرة (غم)

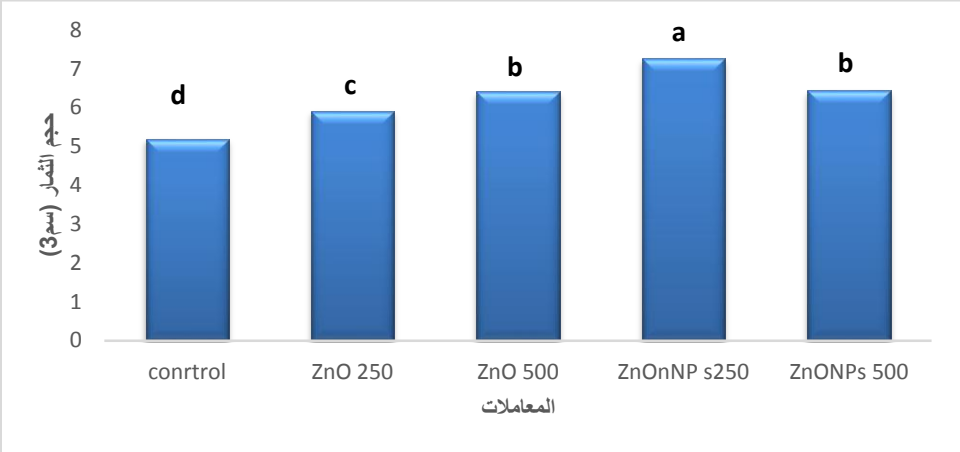
اشارت النتائج الموضحة في الشكل (1) الى أن جميع التراكيز المختبرة من اوكسيد الزنك النانوي والتقليدي تفوقت معنويا في زيادة وزن الثمرة على معاملة المقارنة (ماء مقطر فقط). كما اظهرت النتائج ان الرش بأوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ تفوق معنويا على بقية المعاملات الاخرى. ولوحظ من النتائج ان اقل معدل لوزن الثمرة سجل في معاملة المقارنة وبلغ 5.10 غم، في حين ان اعلى معدل سجل في المعاملة بأوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ وبلغ 7.20 غم، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 29.16% عن معاملة المقارنة.



شكل (1): تأثير الرش بتراكيز مختلفة من أوكسيد النانوي التقليدي في وزن ثمار نخيل التمر صنف الحلاوي (غم)

حجم الثمرة (سم^3)

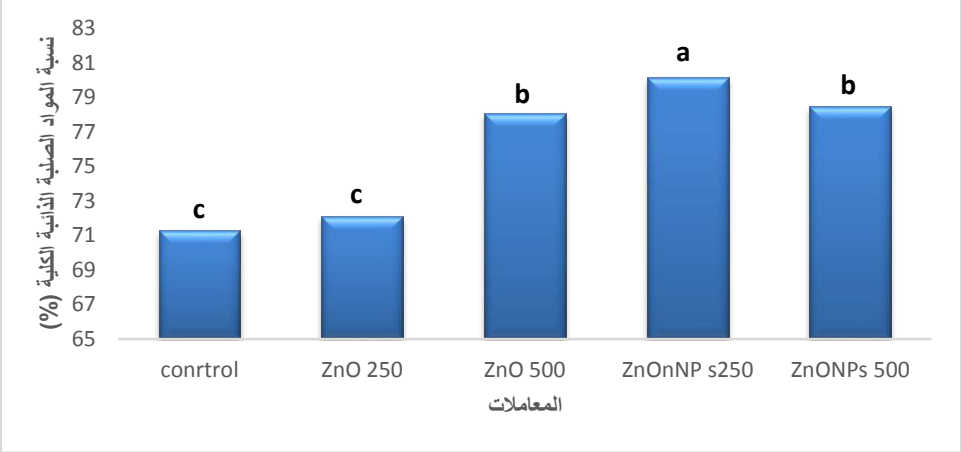
اشارت النتائج الواردة في الشكل (2) الى تأثير تراكيز مختلفة من اوكسيد الزنك النانوي و التقليدي في حجم ثمار نخيل التمر صنف الحلاوي. اشارت النتائج الى ان جميع التراكيز المختبرة من اوكسيد الزنك النانوي و التقليدي تفوقت معنويا على معاملة المقارنة التي سجلت ادنى معدل في حجم الثمرة وبلغ 5.19 سم^3 في حين بلغ اعلى معدل لحجم الثمرة في ثمار الاشجار المعاملة بأوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ وبلغ 7.27 سم^3، أي بنسبة زيادة بلغت 28.61% مقارنة بمعاملة المقارنة.



شكل 2: تأثير الرش بتراكيز مختلفة من أوكسيد النانوي التقليدي في حجم ثمار نخيل التمر صنف الحلاوي (سم^3)

المواد الصلبة الذائبة الكلية (%)

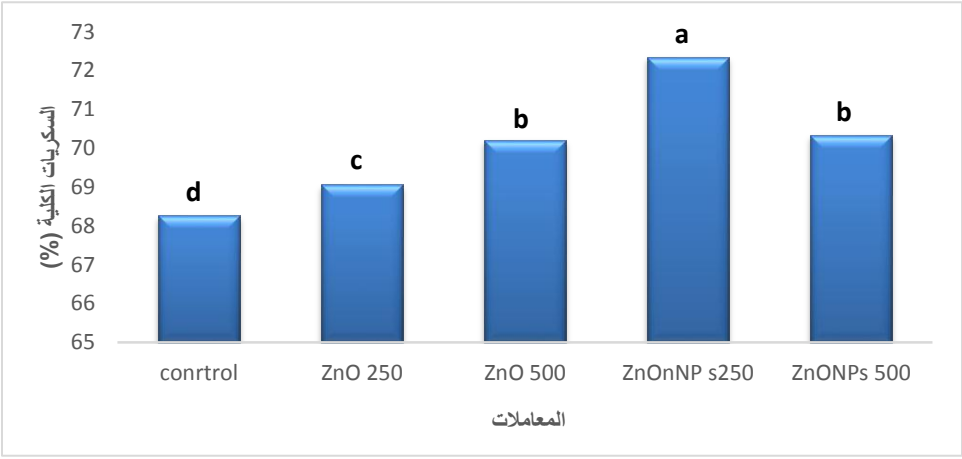
بينت النتائج المبينة في الشكل (3) الى ان جميع التراكيز المدروسة من اوكسيد الزنك النانوي و التقليدي تفوقت معنويا في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) على معاملة المقارنة. واشارت نتائج التحليل الاحصائي الى ان المعاملة بأوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ قد تفوقت معنويا على جميع المعاملات الاخرى، والتي سجلت اعلى نسبة من المواد الصلبة الذائبة الكلية وبلغت 80.12% في حين سجلت ادنى نسبة في ثمار معاملة المقارنة وبلغت 71.30% ، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 11%



شكل 3: تأثير الرش بتراكيز مختلفة من أوكسيد النانوي التقليدي في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في ثمار نخيل التمر صنف الحلاوي (%)

3-4: نسبة السكريات الكلية (%)

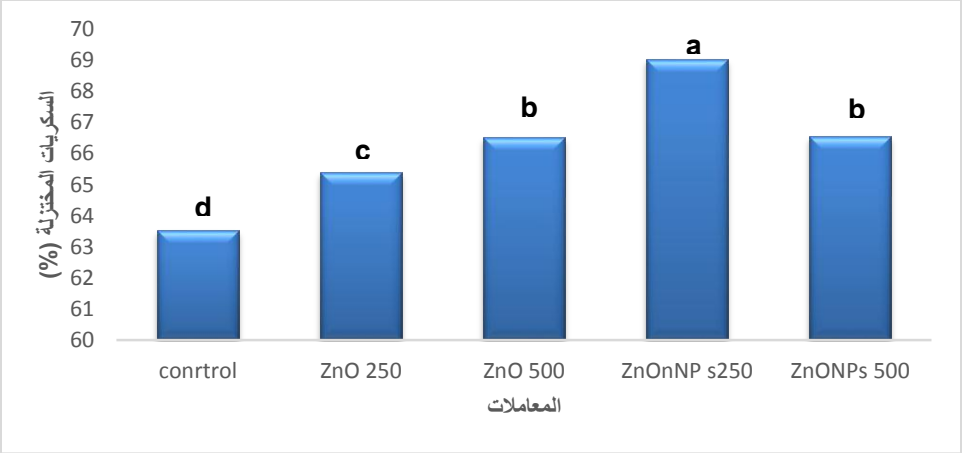
بينت نتائج الشكل (4) ان جميع المعاملات التجريبية قد تفوقت تفوقاً معنوياً على معاملة المقارنة، ولوحظ التفوق المعنوي لمعاملة الرش بأوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ معنويا على جميع المعاملات الأخرى، إذ سجلت هذه المعاملة اعلى محتوى من السكريات الكلية وبلغ 72.35% فيما بلغت ادنى نسبة 68.26% وسجلت في معاملة المقارنة ، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 5.65% عن معاملة المقارنة.



شكل 4: تأثير الرش بتراكيز مختلفة من أوكسيد النانوي والتقليدي في نسبة السكريات الكلية (%) في ثمار نخيل التمر صنف الحلاوي

السكريات المختزلة (%)

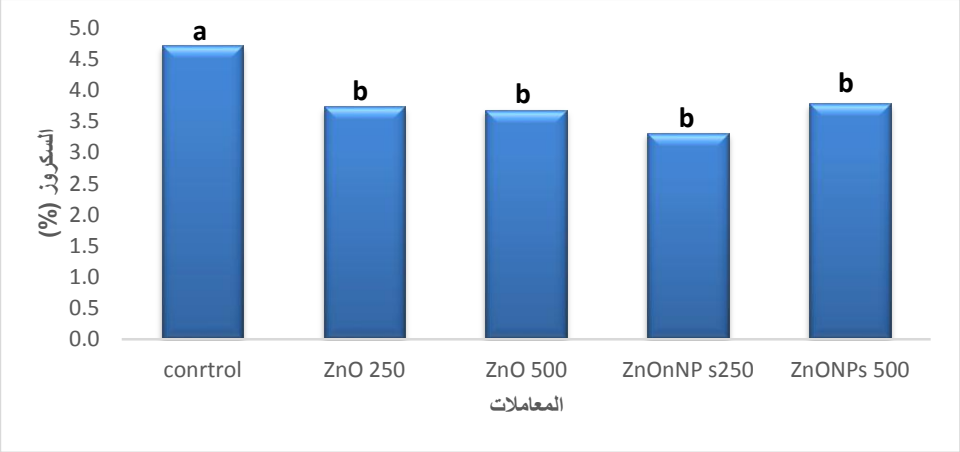
بينت النتائج في شكل (5) ان نتائج السكريات المختزلة كانت متوافقة مع نتائج السكريات الكلية، اذ تفوقت جميع المعاملات معنوياً على معاملة المقارنة، التي بلغت نسبة السكريات المختزلة فيها 63.53%، في حين تفوقت معاملة الرش بأوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ معنوياً على جميع المعاملات الاخرى وبلغت نسبة السكريات المختزلة الكلية فيها 69.03 %، أي بنسبة زيادة بلغت 7.96% عن معاملة المقارنة.



شكل 5: تأثير الرش بتراكيز مختلفة من أوكسيد النانوي والتقليدي في نسبة السكريات المختزلة (%) في ثمار النخيل التمر صنف الحلاوي.

السكروز (%)

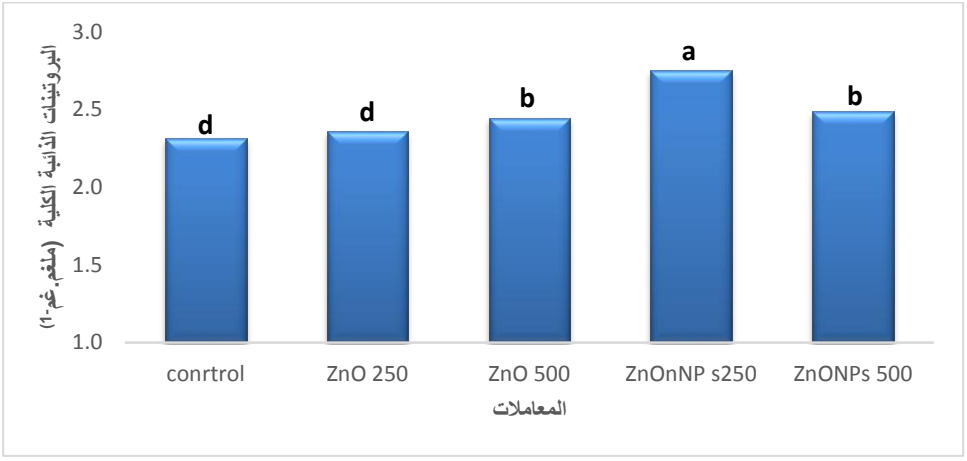
اظهرت النتائج في شكل (6) أن رش اوراق نخيل التمر صنف الحلاوي بأوكسيد الزنك النانوي و التقليدي ادى الى خفض محتوى الثمار من السكروز. اذ أدت المعاملة بأوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ الى تسجيل ادنى نسبة من السكروز في الثمار وبلغت 3.31%، وبدون فارق معنوي عن المعاملات الأخرى عدا المقارنة التي بلغت نسبة السكروز في ثمارها 4.73%، وهو ما يمثل انخفاضًا بنسبة 30.02% مقارنة بمعاملة المقارنة.



شكل 6: تأثير الرش بتراكيز مختلفة من أوكسيد النانوي والتقليدي في نسبة السكروز (%) في ثمار نخيل التمر صنف الحلاوي

البروتينات الذائبة الكلية (ملغم.غم$^{-1}$)

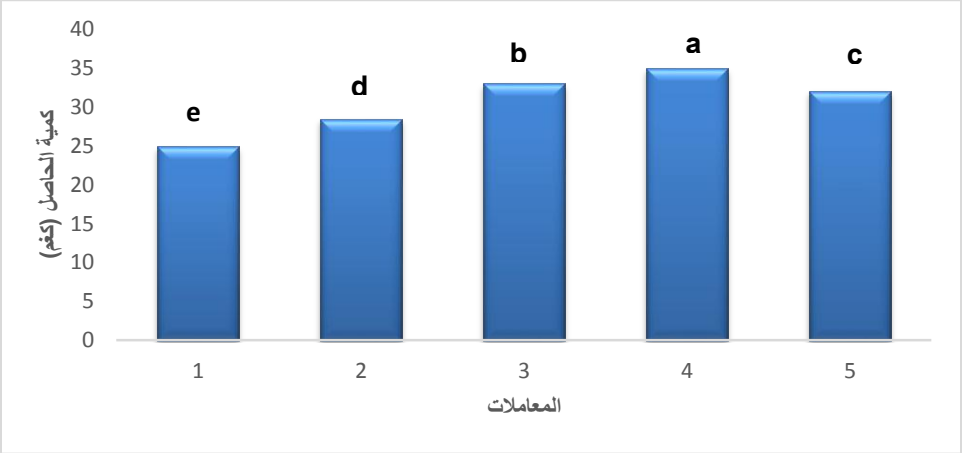
بينت النتائج في شكل (7) زيادة معنوية في محتوى ثمار النخيل من البروتينات الذائبة الكلية عند رش الاشجار بأوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$، مقارنة ببقية المعاملات الاخرى. اذ ادت هذه المعاملة الى رفع محتوى الثمار من البروتينات الذائبة الكلية من 2.31 ملغم.غم$^{-1}$ في معاملة المقارنة الى 2.75 ملغم.غم$^{-1}$ وهو ما يمثل زيادة بنسبة 16%.



شكل 7: تأثير الرش بتراكيز مختلفة من أوكسيد النانوي والتقليدي في محتوى ثمار النخيل صنف الحلاوي من البروتينات الذائبة الكلية (ملغم.غم$^{-1}$)

كمية الحاصل (كغم)

بينت النتائج في شكل (8) ان المعاملة بأوكسيد الزنك النانوي و التقليدي بالتركيزين 250 و 500 ملغم.لتر$^{-1}$ تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة. اظهرت النتائج ان اعلى كمية حاصل سجلت في معاملة الرش بالتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ من أوكسيد الزنك النانوي و بلغت 35.01 كغم وبنسبة زيادة بلغت 28.76% مقارنة بمعاملة المقارنة التي بلغت كمية الحاصل فيها 24.94 كغم.



شكل 8: تأثير الرش بتراكيز مختلفة من أوكسيد النانوي والتقليدي في كمية حاصل نخيل التمر صنف الحلاوي (كغم)

المناقشة **Discussion**

تعتبر الأسمدة النانوية تقنية مبتكرة في المجال الزراعي، حيث تمثل وسيلة فعّالة لتعزيز النمو النباتي وتحسين إنتاجية المحاصيل مقارنة بالأسمدة التقليدية. من خلال تحسين امتصاص المغذيات وتوفير العناصر الغذائية بشكل أكثر دقة وفعالية، إذ تسهم الأسمدة النانوية في تعزيز العمليات الفسيولوجية للنبات، بما في ذلك التمثيل الضوئي وتكوين الكربوهيدرات والبروتينات (Lira-Saldivar et al., 2022). أظهرت نتائج الدراسة الحالية تفوق الأسمدة النانوية في تحسين العديد من المؤشرات الزراعية مثل وزن وحجم الثمار ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) والسكريات الكلية والمختزلة مقارنة بالأسمدة التقليدية ومعاملة المقارنة. تشير الدراسات الحديثة إلى أن الأسمدة النانوية، بسبب حجم جزيئاتها الصغير، تمتلك قدرة أكبر على اختراق جدران الخلايا النباتية وزيادة فعالية امتصاص المغذيات (Qian et al., 2019). هذا التميز في خصائص الأسمدة النانوية مقارنة بالأسمدة التقليدية يفسر الفروقات الكبيرة في الصفات التي تم مناقشتها في هذه الدراسة ، كما أكدت ذلك العديد

من الأبحاث التي أوضحت أن الأسمدة النانوية تزيد من الكفاءة الزراعية وتحسن جودة المحاصيل (Siddiqui & Al-Whaibi, 2014). يلعب الزنك ادوارا مهمة في النبات، وان توفره بكميات مناسبة للنبات فإنه يعمل على تنشيط الأنزيمات المسؤولة عن تركيب بعض البروتينات، و تكوين صبغة الكلوروفيل وبعض الكربوهيدرات وتحويل النشويات إلى سكريات ابسط (Awad, 2020; Nandal & Solanki, 2021) يعتبر الزنك ضروريًا لنشاط carbonic anhydrase الذي يتوسط في إماهة ثاني أكسيد الكربون إلى بيكربونات في البلاستيدات الخضراء (Zabaleta et al., 2012)، كما ويشارك هذا الانزيم في التحكم في الثغور (Hu et al., 2011). لذا، فإن الإمداد الأمثل بالزنك يساعد النباتات على تحسين عملية البناء الضوئي (Srivastav et al., 2021) ، هناك العديد من الدراسات التي توصلت الى نفس النتائج على انواع نباتية اخرى، كما في القمح (Bharti et al., 2014) والرز (Ahmed et al., 2022) والذرة (Ahmad et al., 2022). ان كفاءة التمثيل الضوئي الناجمة عن توفر الزنك وزيادة محتوى الاوراق من الكلوروفيل ستكون سببا في زيادة قدرة النبات على انتاج المزيد من البروتينات (Xiong et al., 2015)، إذ يرتبط توفر او نقص الزنك ارتباطًا وثيقًا باستقلاب النيتروجين. فعندما تنخفض مستويات الزنك، ينخفض تركيز البروتينات، بينما يزداد تركيز الأحماض الأمينية. وعند استعادة الزنك، يتم تحفيز تخليق البروتين بسرعة وينتج تثبيط تخليق البروتين في ظل نقص الزنك بشكل أساسي عن انخفاض الحمض النووي الريبي (RNA) ويعزى ذلك إلى انخفاض نشاط انزيمات Polymerase الحاوية على الزنك ، وانخفاض السلامة البنيوية للريبوسومات وزيادة تحلل حمض RNA (Kirkby & Roemheld, 2004) لذلك يمكن ان يكون توفر الزنك بالكميات المناسبة قد ادى الى زيادة عملية تخليق البروتين بسرعة كبيرة ما نجم عنه زيادة في محتوى ثمار النخيل المدروسة من البروتين. تتفق هذه الدراسة مع عديد الدراسات السابقة الى اشارت الى التأثير الإيجابي للزنك على محتوى النباتات من البروتين كدراسة (Singh et al., 2015) على القمح و (Rafiq et al., 2010) على الذرة. يمكن ان يعزى القصور الذي اظهرته المعاملات التقليدية لأوكسيد الزنك بالتركيزين 250 و 500 ملغم.لتر$^{-1}$ في تحسين الصفات المدروسة الى عدم قدرة هذين التركيزين على تلبية حاجة أشجار النخيل من الزنك إذ اشارت دراسات عديدة الى ان نقص الزنك يمكن ان يؤدي الى انخفاض عام في النمو وفي تراكم السكريات و البروتينات والاحماض الامينية (Kitagishi & Obata, 1986) فيما اكدت دراسة اخرى إن الزنك الزائد يؤدي إلى تقليل محتوى الحمض النووي والحمض النووي الريبوزي والبروتين في نباتات الذرة الرفيعة وهذا يمكن ان يكون سبباً في تراجع الصفات المدروسة عند استخدام التركيز النانوي 500 ملغم.لتر$^{-1}$ مقارنة بالتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ (Usha Shri,

(2024 ما يعني انه يجب المحافظة على كميات مثلى من الزنك للحصول زيادة محتوى البروتين والكربوهيدرات والكلوروفيل وغيرها ، وهذا ما حققه نسبياً السماد النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ مقارنة بالتراكيز الاخرى ، إذ وفر كمية مناسبة من الزنك استطاعت الدخول الى مسار عملية الايض وتحقيق زيادة معنوية في محتوى البروتين.

ان تراكم المواد الصلبة الذائبة الكلية في ثمار نخيل التمر هو نتيجة طبيعة لكفاءة التمثيل الضوئي الذي حفزه توافر الزنك (Biswal et al., 2012; Borowiak et al., 2015) .إن تراكم السكريات والبروتينات والمواد الصلبة الذائبة الاخرى يمكن ان تساهم في زيادة وزن وحجم الثمار (Kano, 2005) ، كما يساعد الزنك في تنظيم عمل الجينات التي تشرف على انقسام الخلايا من خلال بروتينات تسمى عوامل النسخ المرتبطة بالزنك (Zinc–finger proteins)، وهي بروتينات ترتبط بالحمض النووي وتساعد في التعبير الجيني، مما يؤثر بشكل مباشر على انقسام الخلايا ، كما يمكن أن يعزز الزنك النانوي من امتصاص المغذيات النباتية من الوسط (Hafeez, 2013) . بالإضافة الى عمله كعامل مساعد يحفز العديد من الإنزيمات الحيوية، مثل إنزيم اختزال النترات (Alharby et al., 2016) وبالتالي زيادة في وزن وحجم الثمار، تتوافق هذه النتائج مع نتائج (Ramezani & Shekafandeh, 2009) على الزيتون ودراسة (Arshad & Ali, 2016) على الجوافة و (Gurjar et al., 2018) على اليوسفي . إن الدور الذي يلعبه الزنك في عملية تكوين الازهار والاخصاب من خلال عمله في تركيب ونقل وتنظيم عمل الهرمونات بما فيها الاوكسين الذي يتراكم بمستويات عالية ابتداءً من الإخصاب حتى نضج البذور والدور المحوري الذي يلعبه في نموها وتأثيره الكبير على انقسام الخلايا وتوسعها (Locascio et al., 2014) يمكن ان يكون احد اسباب زيادة الحاصل كنتيجة لزيادة نسبة الاخصاب وعدد الثمار، تساعد في ذلك الزيادة في وزن الثمار وحجمها وتراكم السكريات والمواد الصلبة الذائبة الكلية التي عادة ما تؤدي الى زيادة كمية الحاصل (Paponov et al., 2023; Qiu et al., 2020). تتوافق هذا النتائج مع ما توصل اليه (Elsheery et al., 2020) عند استخدام اوكسيد الزنك النانوي على اشجار المانجو وكذلك نتائج (Prasad et al., 2012) على الفول السوداني ونتائج (Hajira Khanm et al., 2017) على الطماطة ونتائج (Hussain et al., 2018) على القمح.

Conclusions الاستنتاجات

يمكن ان نستنتج من هذه الدراسة ان الاسمدة النانوية قد حسنت وبشكل كبير من الصفات الفزيائية والكيميائية لثمار النخيل وتحسين الانتاج مقارنة بالأسمدة التقليدية ، كما بينت الدراسة ان اوكسيد الزنك النانوي بتركيز 250 ملغم.لتر$^{-1}$ قد تفوق على جميع المعاملات المستخدمة الاخرى لذلك يمكن ان يوصى باستخدامه لتحسين الصفات الثمرية وزيادة انتاج نخيل التمر.

References المصادر

Ahmad, W., Nepal, J., & Xin, X. (2022). Nano Zinc-Oxide Enhanced Photosynthetic Apparatus and Photosystem Efficiency of Maize (*Zea Mays* L.) in Sandy-Acidic Soils. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1236243/v1

Ahmed, N., Hussain, H. Z., Ali, M. A., Rahi, A. A., Saleem, M., & Ahmad, F. (2022). Effect of zinc on chlorophyll contents, gas exchange attributes and zinc concentration in rice. Pakistan Journal of Botany, 54(1). https://doi.org/10.30848/PJB2022-1(14)

Alharby, H. F., Metwali, E. M. R., Fuller, M. P., & Aldhebiani, A. Y. (2016). Impact of application of zinc oxide nanoparticles on callus induction, plant regeneration, element content and antioxidant enzyme activity in tomato (*Solanum lycopersicum* mill.) under salt stress. Archives of Biological Sciences, 68(4), 723–735. https://doi.org/10.2298/ABS151105017A

Arshad, I., & Ali, W. (2016). Effect of Foliar Application of Zinc on Growth and Yield of Guava (Psidium Guajava L.). Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, 1(1), 19–22. https://doi.org/10.25046/01/01/03

Awad, K. (2020). In vitro Assessment of ZnO Nanoparticles on *Phoenix dactylifera* L. Micropropagation. Basic and Applied Sciences - Scientific Journal of King Faisal University. https://doi.org/10.37575/b/agr/2000

Bavei, V., Shiran, B., Khodambashi, M., & Ranjbar, A. (2011). Protein electrophoretic profiles and physicochemical indicators of salinity tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* l.). African Journal of Biotechnology, 10(14), 2683–2697. https://doi.org/10.5897/ajb09.754

Bharti, K., Pandey, N., Shankhdhar, D., Srivastava, P. C., & Shankhdhar, S. C. (2014). Effect of exogenous zinc supply on photosynthetic rate, chlorophyll content and some growth parameters in different wheat genotypes. Cereal Research Communications, 42(4), 589–600. https://doi.org/10.1556/CRC.2014.0015

Biswal, A. K., Pattanayak, G. K., Pandey, S. S., Leelavathi, S., Reddy, V. S., Govindjee, & Tripathy, B. C. (2012). Light intensity-dependent modulation of chlorophyll b biosynthesis and photosynthesis by overexpression of chlorophyllide a oxygenase in tobacco. Plant Physiology, 159(1), 433–449. https://doi.org/10.1104/pp.112.195859

Borowiak, K., Gąsecka, M., Mleczek, M., Dąbrowski, J., Chadzinikolau, T., Magdziak, Z., Goliński, P., Rutkowski, P., & Kozubik, T. (2015). Photosynthetic activity in relation to chlorophylls, carbohydrates, phenolics and growth of a hybrid Salix purpurea × triandra × viminalis 2 at various Zn concentrations. Acta Physiologiae Plantarum, 37(8). https://doi.org/10.1007/s11738-015-1904-x

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein–dye binding. Anal Biochem, 72(1–2), 248–254. https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Elsheery, N. I., Helaly, M. N., El-Hoseiny, H. M., & Alam-Eldein, S. M. (2020). Zinc oxide and silicone nanoparticles to improve the resistance mechanism and annual productivity of salt-stressed mango trees. Agronomy, 10(4). https://doi.org/10.3390/agronomy10040558

Gurjar, M. K., Kaushik, R. A., Rathore, R. S., & Sarolia, D. K. (2018). Growth, yield and fruit quality of Kinnow mandarin as affected through foliar application of zinc and boron. Indian Journal of Horticulture, 75(1), 141–144. https://doi.org/10.5958/0974-0112.2018.00025.7

Hafeez, B. (2013). Role of Zinc in Plant Nutrition- A Review. American Journal of Experimental Agriculture, 3(2), 374–391. https://doi.org/10.9734/ajea/2013/2746

Hajira Khanm et al., H. K. et al. . (2017). Nano Zinc Oxide Boosting Growth and Yield in Tomato: The Rise of "Nano Fertilizer Era." International Journal of Agricultural Science and Research, 7(3), 197–206. https://doi.org/10.24247/ijasrjun201724

Horwitz, W. (1975). Official method of analysis. Association of official analytical chemists. AOAC International.

Hu, H., Boisson-Dernier, A., Israelsson-Nordström, M., Böhmer, M., Xue, S., Ries, A., Godoski, J., Kuhn, J. M., & Schroeder, J. I. (2011). Erratum: Carbonic anhydrases are upstream regulators of CO2-controlled stomatal movements in guard cells. Nature Cell Biology, 13(6), 734. https://doi.org/10.1038/ncb0611-734c

Hussain, A., Ali, S., Rizwan, M., Zia ur Rehman, M., Javed, M. R., Imran, M., Chatha, S. A. S., & Nazir, R. (2018). Zinc oxide nanoparticles alter the wheat physiological response and reduce the cadmium uptake by plants. Environmental Pollution, 242, 1518–1526. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.036

Kano, Y. (2005). Comparison of the effects of 4-CPA and CPPU treatment on melon cell size and sugar accumulation. Environmental Control in Biology, 43(3), 147–154. https://doi.org/10.2525/ecb.43.147

Kirkby, E. A., & Roemheld, V. (2004). Micronutrients in plant physiology: Functions, uptake and mobility. Proc. - Int. Fert. Soc., 543, 1–51.

Kitagishi, K., & Obata, H. (1986). Effects of zinc deficiency on the nitrogen metabolism of meristematic tissues of rice plants with reference to protein synthesis. Soil Science and Plant Nutrition, 32(3), 397–405. https://doi.org/10.1080/00380768.1986.10557520

Lira-Saldivar, R. H., Vera-Reyes, I., Méndez-Arguello, B., Cardiel-Alanís, A., & Santos-Villarreal, G. de los. (2022). Physiological Responses of Crop Plants To Metal and Carbon Nanoparticles. Journal of Engineering Research, 2(4), 2–26. https://doi.org/10.22533/at.ed.317242203032

Locascio, A., Roig-Villanova, I., Bernardi, J., & Varotto, S. (2014). Current perspectives on the hormonal control of seed development in Arabidopsis and maize: A focus on auxin. Frontiers in Plant Science, 5(AUG). https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00412

Nandal, V., & Solanki, M. (2021). Zn As a Vital Micronutrient in Plants. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 11(3), 1–9. https://doi.org/10.15414/JMBFS.4026

Paponov, M., Verheul, M. J., Dobrev, P. I., & Paponov, I. A. (2023). Additive effects of light and branching on fruit size and chemical fruit quality of greenhouse tomatoes. Frontiers in Plant Science, 14. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1221163

Prasad, T. N. V. K. V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Raja Reddy, K., Sreeprasad, T. S., Sajanlal, P. R., & Pradeep, T. (2012). Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, 35(6), 905–927. https://doi.org/10.1080/01904167.2012.663443

Qian, Y., Qin, C., Chen, M., Lin, S., Rop, K., Karuku, G. N., Mbui, D., Njomo, N., Michira, I., Shang, Y., Kamrul Hasan, M., Ahammed, G. J., Li, M., Yin, H., Zhou, J., Machrafi, H., Siddiqui, M. H., Firoz, M. H. A., Impact, T., … Michira, I. (2019). Applications of nanotechnology in plant growth and crop protection: A review. Molecules, 64(14), 9–19. https://doi.org/10.1016/j.aoas.2019.05.010%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110815%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137778

Qiu, G. L., Zhuang, Q. G., Li, Y. F., Li, S. Y., Chen, C., Li, Z. H., Zhao, Y. Y., Yang, Y., & Liu, Z. Bin. (2020). Correlation between fruit weight and nutritional metabolism during development in CPPU-treated Actinidia chinensis “Hongyang.” PeerJ, 8. https://doi.org/10.7717/peerj.9724

Rafiq, M. A., Ali, A., Malik, M. A., & Hussain, M. (2010). Effect of fertilizer levels and plant densities on yield and protein contents of autumn planted maize. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 6(1), 201–208. http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:42000915

Ramezani, S., & Shekafandeh, A. (2009). Roles of gibberellic acid and zinc sulphate in increasing size and weight of olive fruit. African Journal of Biotechnology, 8(24), 6791–6794.

Siddiqui, M. H., & Al-Whaibi, M. H. (2014). Role of nano-SiO2 in germination of tomato (Lycopersicum esculentum seeds Mill.). Saudi Journal of Biological Sciences, 21(1), 13–17. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.04.005

Singh, L. B., Yadav, R., & Abraham, T. (2015). Studies on the effect of Zinc levels , and methods of boron application on growth , yield and protein content of Wheat (Triticum aestivum L .). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 4(January), 108–113.

Srivastav, A., Ganjewala, D., Singhal, R. K., Rajput, V. D., Minkina, T., Voloshina, M., Srivastava, S., & Shrivastava, M. (2021). Effect of zno nanoparticles on growth and biochemical responses of wheat and maize. Plants, 10(12). https://doi.org/10.3390/plants10122556

Usha Shri, P. (2024). Alterations in the Nucleic Acid and Protein Content in Sorghum Bicolor Plants Under Zinc Excess. International Journal of Advanced Research, 12(03), 1069–1076. https://doi.org/10.21474/ijar01/18494

Xiong, D., Chen, J., Yu, T., Gao, W., Ling, X., Li, Y., Peng, S., & Huang, J. (2015). SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics. Scientific Reports, 5. https://doi.org/10.1038/srep13389

Zabaleta, E., Martin, M. V., & Braun, H. P. (2012). A basal carbon concentrating mechanism in plants? Plant Science, 187, 97–104. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.02.001

The Effect of Nano Zinc Oxide Spraying in the Fruit and Yield Characteristics of Date palm (*Phoenix dactylifera* L.)

Ali S. Mahdi

Date palm Research Centre-University of Basrah -Iraq

Abstract

Nanomaterials are considered one of the promising modern tools for enhancing agricultural production and improving crop quality. In this context, nano zinc oxide plays a significant role as a catalyst for enhancing fruit traits and nutritional value. The study was conducted in one of the orchards in the Shatt Al-Arab district, Basrah Governorate, to evaluate the impact of nano-fertilizer (zinc oxide) on certain physiological, fruit, and productivity characteristics of date palm trees. Two concentrations of both nano zinc oxide and conventional zinc oxide fertilizers (250 and 500 $mg.L^{-1}$) were used, in addition to a control treatment with water sprayed on the leaves. The study demonstrated the superiority of nano-fertilizer over conventional fertilizer. The 250 $mg.L^{-1}$ concentration of nano zinc oxide showed a significant improvement over all treatments, enhancing fruit weight, volume, total soluble solids, total and reducing sugars, total soluble proteins, and yield by percentages of 29.16%, 28.61%, 11.00%, 5.65%, 7.96%, 16.00%, and 28.76%, respectively, while reducing sucrose content by 30.02%.

Keywords: Carbohydrates, Foliar Fertilization, Nano Fertilization, Proteins, Total Solids