Journal homepage
www.ajas.uoanbar.edu.iq
Anbar Journal of Agricultural Sciences
(University of Anbar – College of Agriculture)

استجابة شتلات البرتقال المحلي للرش بالعناصر الصغرى وCPPU

احمد فتخان زبار الدليمي[1]* عمر عبداللطيف جاسم محمد[2]

[1] كلية الزراعة – جامعة الانبار

[2] مديرية زراعة الانبار– وزارة الزراعة

***المراسلة الى:** أ. د. احمد فتخان زبار الدليمي، قسم البستنة وهندسة الحدائق، كلية الزراعة، جامعة الانبار، الرمادي، العراق.

البريد الالكتروني: ag.ahmed.fatkhan@uoanbar.edu.iq

Article info

Received: 2023-07-07
Accepted: 2023-08-12
Published: 2024-12-31

DOI-Crossref:
10.32649/ajas.2024.184460

Cite as:
Al-Dulaimy, A. F. Z., and Mohammed, O. A. J. (2024). Response of local sweet orange transplants to spraying with micronutrients and cppu. Anbar Journal of Agricultural Sciences, 22(2): 806-823.

©Authors, 2024, College of Agriculture, University of Anbar. This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الخلاصة

نفذ البحث في الظلة الخشبية العائدة لقسم البستنة وهندسة الحدائق في كلية الزراعة–جامعة الأنبار للمدة من 2022/8/15 ولغاية 2023/6/1 وذلك بهدف دراسة تأثير الرش بتوليفة العناصر الصغرى Fe، Zn و Mn بالمستويات (0، 0.25، 0.50 غم لتر$^{-1}$) والتي رمز لها بالرموز (M1، M2 و M3) على التتابع، والرش بمنظم النمو CPPU بالتراكيز (0، 6، 12 ملغم لتر$^{-1}$) والتي رمز لها بالرموز (C1، C2 و C3) على التتابع، في بعض صفات النمو الخضري لشتلات البرتقال المحلي. نفذت تجربة عاملية بعاملين (3 × 3) وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D)، إذ احتوت التجربة على 9 معاملات وبمجموع كلي للشتلات بلغ 108 شتلة متماثلة قدر الامكان في النمو الخضري وبثلاثة مكررات وبواقع أربعة شتلات للوحدة التجريبية.

أثر الرش بتوليفة العناصر الصغرى معنويا في الصفات المدروسة كافة ولاسيما المستوى (M2) والذي حقق أفضل القيم للصفات كافة (معدل الزيادة في ارتفاع الشتلات 61.25 سم، معدل أطوال النموات الحديثة 32.20 سم، معدل الزيادة في قطر الأصل 6.27 ملم، معدل الزيادة في قطر الطعم 3.48 ملم، معدل الزيادة في عدد الأوراق 60.43 ورقة شتلة$^{-1}$، الوزن الجاف للمجموع الخضري 75.60 غم، المساحة الورقية 1468.75 سم^2 شتلة$^{-1}$. ومن جهة أخرى فقد اظهر الرش بمنظم النمو (CPPU) تأثيراً معنويا في الصفات كافة باستثناء قطري الأصل والطعم وقد حققت المعاملة (C2) أفضل تأثير معنوي للصفات (معدل الزيادة في ارتفاع الشتلات، أطوال النموات الحديثة، الوزن الجاف للمجموع الخضري والمساحة الورقية) والتي بلغت

بالتتابع (55.49 سم، 31.56 سم، 73.42 غم، 31.87 غم،1387.88 سم^2 شتلة$^{-1}$). بينما أظهرت المعاملة (C1) أعلى القيم لصفة معدل الزيادة في عدد الأوراق 58.63 ورقة شتلة$^{-1}$.

كلمات مفتاحية: رش ورقي، عناصر صغرى، CPPU، البرتقال المحلي، النمو الخضري.

RESPONSE OF LOCAL SWEET ORANGE TRANSPLANTS TO SPRAYING WITH MICRONUTRIENTS AND CPPU

A. F. Z. Al-Dulaimy[1]* O. A. J. Mohammed[2]

[1] College of Agriculture - University of Anbar
[2] Directorate of Anbar Agriculture - Ministry of Agriculture

***Correspondence to:** Prof. Dr. Ahmed Fatkhan Zabar Al-Dulaimy, Department of Horticulture and Landscape Gardening, College of Agriculture, University of Anbar, Ramadi, Iraq.
Email: ag.ahmed.fatkhan@uoanbar.edu.iq

Abstract

The experiment was carried out in Lath house belonging to Department of Horticulture and Landscape Gardening at College of Agriculture - University of Anbar for period 15/8/2022 to 1/6/2023, to study effect of spraying with each of combination of micronutrients Fe, Zn and Mn at a concentrations (0, 0.25 and 0.50 g L^{-1}), which are symbolized by symbols (M0, M1 and M2), respectively, and spraying with growth regulator CPPU at concentrations (0, 6 and 12 mg L^{-1}) which are symbolized by symbols (C0, C1 and C2), respectively. on some vegetative growth traits of Local Sweet Orange transplants. A two-factor experiment (3 × 3) was carried out according to a randomized complete block design (R.C.B.D). The experiment included 9 treatments, 108 uniform transplants were selected in their growth as much as possible as 3 replications, and 4 transplant for each experimental unit.

Spraying with combination of micronutrients had a significant effect on all studied traits, especially the high level (M2), which achieved best values for traits (increased of saplings 61.25 cm, shoot of lengths 32.20 cm sapling height, rootstock stem diameter increment 6.27 mm, scion stem diameter increment 3.48 mm, increased of leaves number of 60.43 leaf $sapling^{-1}$, The dry weight of vegetative system 75.60 g, leaves area 1468.75 cm^2 $sapling^{-1}$. On the other hand, spraying with growth regulator (CPPU) showed significant effect on all traits except of increased of rootstock and scion diameter. Treatment (C2) achieved best significant effect of traits (increased of transplant height, shoot lengths, dry weight of vegetative system and leaves area) which amounted (55.49 cm, 31.56 cm, 73.42 g, 31.87 g, 1387.88 leaves $sapling^{-1}$), respectively. Whereas, treatment (C1) showed the highest values for the trait (increased of leaves number 58.63 leaf $transplant^{-1}$). The interaction of two study

factors reached the level of significance in the effect on all the studied traits except the rate of the increase in the rootstock and scion diameter.

Keywords: Foliar application, Micronutrients, CPPU, Local orange, Vegetative growth.

المقدمة

تعود الحمضيات إلى العائلة السذبية (Rutaceae)، ثمارها من الثمار العنبية Berry تسمى Hesperidium، وتضم العائلة السذبية العديد من الأجناس ومن أهمها اقتصاديا الجنس Citrus، وتشير المصادر إلى أن الموطن الأصلي للحمضيات هو المناطق الدافئة والتي تشمل المناطق تحت الاستوائية، ومن هذه المناطق انتشرت الحمضيات إلى مناطق أخرى من العالم تمتد بين خطي عرض 40° شمال وجنوب خط الاستواء (40). يعد البرتقال من أكثر أنواع الحمضيات أهمية وانتشارا في العالم، ويعد الصنف المحلي هو الشائع في البساتين العراقية، إذ إن زراعته قديمة العهد تحت أشجار النخيل أو بالطريقة المكشوفة (7).

يبلغ تعداد أشجار البرتقال في العراق 6383881 شجرة، ويبلغ الانتاج الكلي 142717 ألف طن، وبمتوسط انتاج للشجرة الواحدة 22.4 كغم شجرة$^{-1}$، واحتلت محافظة صلاح الدين المركز الأول من حيث الإنتاج والذي قدُر بـ 52852 ألف طن بنسبة 37.0% من مجموع إنتاج العراق تلتها محافظة بغداد والذي قدُر إنتاجها 39337 ألف طن بنسبة 27.6% من مجموع إنتاج العراق، في حين احتلت محافظة ديالى المركز الثالث والذي قدُر إنتاجها بـ 31388 ألف طن بنسبة 22.0% من مجموع إنتاج العراق فيما شكلت بقية المحافظات نسبة مقدارها 12.5%. وتعاني اشجار الحمضيات في العراق بشكل عام من الإهمال، وتعد إنتاجية الشجرة متدنية قياسا بالدول المجاورة وتحتاج هذه الشجرة الى المزيد من الاهتمام، مثل إدخال نظم الزراعة الحديثة والمكننة الزراعية، علما بأن هناك اهمالا لعمليات التسميد في البساتين المحلية ولهذا ظهرت أعراض نقص بعض العناصر الكبرى والصغرى ولاسيما في الأراضي الكلسية (1)، اذ يسهم التسميد الورقي في رفع كفاءة استخدام الأسمدة وتحسين نمو وإنتاجية أشجار الفاكهة (17). تؤدي العناصر الغذائية الصغرى دورا مهما في نمو وتطور النبات، وذلك لعلاقتها المهمة في إجراء مختلف الفعاليات الحيوية والتي تعود تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة في تنشيطها للأنزيمات المختلفة وتكوين البروتينات والكربوهيدرات والتي تنعكس فعاليتها على النبات بشكل عام (43)، وتعد العناصر الصغرى مثل (Fe، Zn وMn) ضرورية للنباتات الراقية (34)، ويعود الدور المهم الحديد في تكوين الكلوروفيل على الرغم من كونه لا يدخل في تركيب هذه الصبغة، وان نقصه يؤدي إلى اصفرار الاوراق الفتية وخاصة بين العروق. وللحديد دور رئيس في تفاعلات التنفس الضوئي وفي تفاعلات الكلايكوليت، ويشترك في حماية الكلوروبلاست من الجذور الحرة الناتجة عن فصل الماء في عملية البناء الضوئي (11). كما يعد الزنك مهما في نمو النبات نتيجة لدخوله في تصنيع الحامض الأميني التربتوفان إذ يعد البادئ الأولي لتصنيع الأوكسين، ونتيجة لذلك فان للزنك دوراً في استطالة ونمو خلايا النبات (31). ويلعب عنصر المنغنيز دورا مركزيا في الحفاظ على التمثيل الغذائي للنبات والنمو والإنتاج، وتحمل الإجهاد ومقاومة الأمراض (41)، وبالرغم من كونه عنصر ضروري

للنباتات الا انه يكون عنصر سام عند استخدامه بمستويات فوق الحد الموصى به (30)، اذ تعمل النباتات على احداث توازن في امتصاص هذه العنصر واستخدامه وتخزينه للحفاظ على التوازن الأيوني المناسب (21).

استعملت منظمات النمو في العمليات الزراعية التطبيقية في الكثير من البلدان بهدف تحسين النمو الخضري للنباتات والذي ينعكس بدوره ايجابيا في زيادة الحاصل وتحسين صفاته (3 و4)، ومن هذه المنظمات الـ (CPPU) N–(2–chloro–4–pyridyl)–N–phenylurea ويسمى ايضا KT–30 أو Forchlorfenuron وهو من السايتوكاينينات الصناعية ذات الفعالية التي تفوق فعالية بنزل الأدنين (BA) بمقدار 10–100 مرة (20)، إذ يمتاز بمقاومته للأيض السريع لذا فهو يمتلك مدة تأثير طويلة تسهم في فعاليته العالية (32)، وتتمثل الفعالية الفسيولوجية له في تحفيز انقسام الخلايا وزيادة توسعها (50)، كما يعمل على كسر السيادة القمية وتحفيز نمو البراعم الجانبية (36 و44)، فضلاً عن تحسين نوعية وكمية الكثير من الحاصلات البستانية (25).

ومما ذكر آنفاً فقد هدف البحث الى تطوير النموات الخضرية والجذرية لشتلات البرتقال المحلي مما يخدم سرعة وصولها الى مرحلة النقل الى المكان المستديم في أقصر مدة ممكنة ودراسة استجابتها للمعاملة بالعناصر الصغرى ومنظم النمو (CPPU)، فضلا عن خفض الكلفة العالية لإضافة الاسمدة الكيميائية الى التربة وذلك من خلال استخدامها بتراكيز منخفضة رشا على المجموع الخضري للشتلات، فضلا عن الابتعاد عن المشاكل التي تواجه اضافة تلك العناصر بشكل مباشر الى التربة.

المواد وطرائق العمل

نفذت دراسة على شتلات البرتقال المحلي *Citrus sinensis* L. Osbeck بعمر سنتين ومطعمة على أصل الليمون الخشن بهدف البحث في تأثير الرش بالعناصر الصغرى (Fe، Zn وMn) ومنظم النمو (CPPU) في بعض صفات النمو للشتلات. أجريت عمليات الخدمة من مكافحة وري بالتنقيط بشكل متساوي للمعاملات قيد الدراسة، وتم اجراء تحليل للصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الزراعة وكما مبين في جدول 1.

جدول 1: بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الزراعة.

درجة التفاعل (pH)	7.6	Ca^{++}	2.34	سنتمول كغم$^{-1}$
التوصيل الكهربائي (EC)	1.42 ديسي سيمنز م$^{-1}$	Mg^{++}	0.57	
النتروجين الجاهز	78.5 ملغم كغم$^{-1}$	Na^{+}	1.31	
الفسفور الجاهز	31.8 ملغم كغم$^{-1}$	$CO3^{=}$	Nil	
البوتاسيوم الجاهز	126.4 ملغم كغم$^{-1}$	$HCO3^{=}$	1.46	
معادن الكربونات	137.2 ملغم كغم$^{-1}$	$SO4^{=}$	1.18	
المادة العضوية (O.M)	1.8 غم كغم$^{-1}$			
مفصولات التربة	الطين	171.8		غم كغم$^{-1}$ تربة
	الغرين	180.0		
	الرمل	648.2		
النسجة		مزيجة رملية		

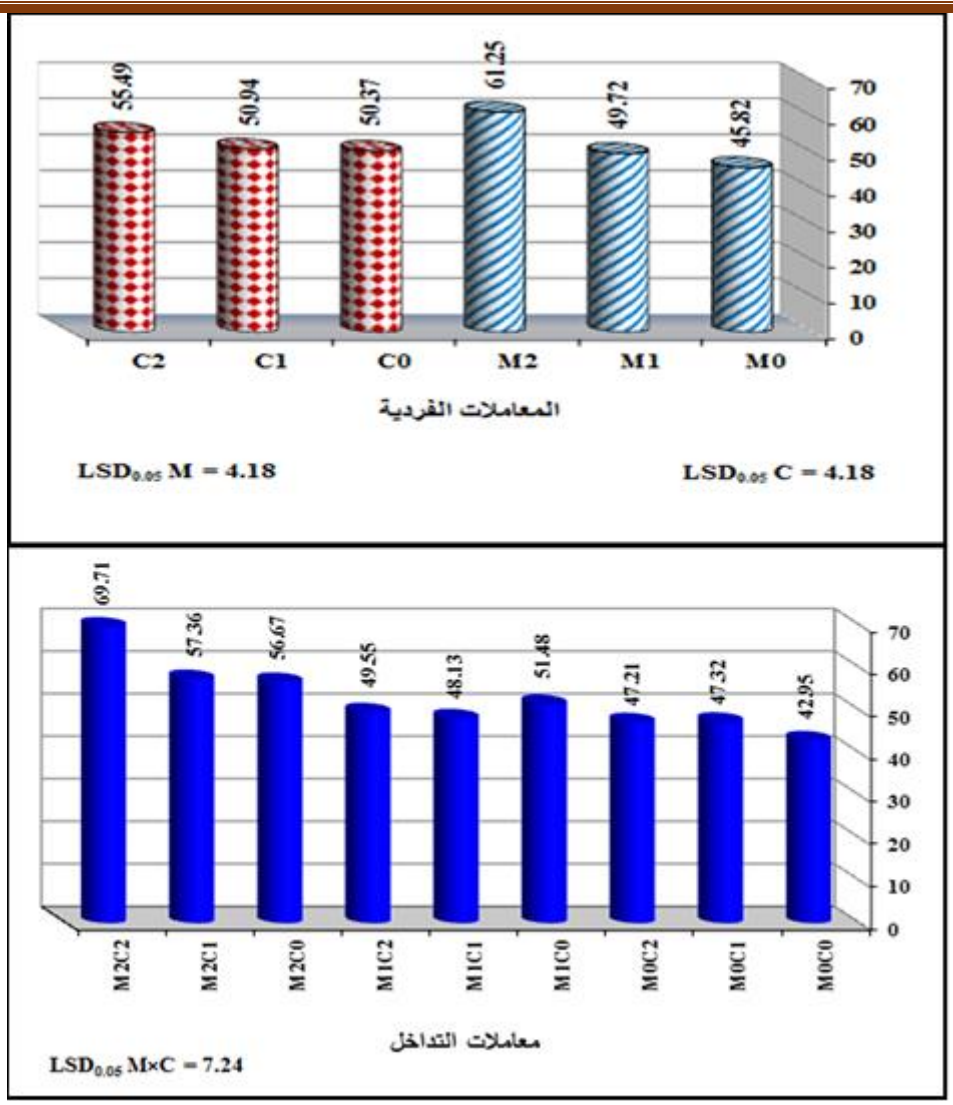
The first table shows analyses of the chemical and physical properties of the orchard's soil. The analyzes were included pH, Ec, available nitrogen, available phosphorus, available potassium, carbonate minerals, organic matter and soil texture (clay, silt and sand). The analysis was done in the laboratories of the College of Agriculture, University of Baghdad.

تم خلال البحث دراسة عاملين الأول الرش بتوليفة العناصر الصغرى (Fe، Zn وMn) وبثلاثة تراكيز (0، 0.25 و0.50 غم لتر$^{-1}$) وقد رمز لها بالرموز (M0، M1 وM2) على التتابع. وتم استخدام السماد المعدني "MAGMA" والمصنع من قبل الشركة الاسبانية Masso"" والذي يحتوي على العناصر الصغرى (Fe، Zn وMn). أما العامل الثاني فتضمن الرش بمنظم النمو (CPPU) بالتراكيز (0، 6 و12 ملغم لتر$^{-1}$) وقد رمز لها بالرموز (C0، C1 وC2) على التتابع. رشت الشتلات بكلا عاملي الدراسة بالمواعيد 2022/9/1، 2022/10/1، 2023/3/1، 2023/4/1، 2023/5/1، وذلك باستعمال مرشة يدوية سعة 8 لتر حتى درجة البلل الكامل مع إضافة المادة الناشرة (صابون سائل) وبمعدل 0.1 مل لتر$^{-1}$، لتقليل الشد السطحي لجزيئات الماء، وقد تم الرش في الصباح الباكر. أما الشتلات غير المعاملة (المقارنة) فقد رشت بالماء المقطر مع المادة الناشرة فقط.

نفذت تجربة عاملية ذات عاملين (3 × 3) على وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) إذ احتوت التجربة على 9 معاملات وبثلاثة مكررات، وبواقع أربعة شتلات للمكرر وبذلك أصبح عدد الشتلات الكلية المستخدمة في التجربة 108 شتلات، وتم توزيع المعاملات توزيعاً عشوائيا وحللت البيانات إحصائياً، وقورنت المتوسطات باستعمال اختبار اقل فرق معنوي (L.S.D.) وعلى مستوى احتمال 5% (8)، وتم التحليل بواسطة برنامج الـ Genstat. تم خلال التجربة قياس الصفات التالية: معدل الزيادة في ارتفاع الشتلات (سم)، معدل أطوال النموات الحديثة (سم)، معدل الزيادة في قطري الأصل والأصل (ملم)، معدل الزيادة في عدد الأوراق (ورقة شتلة$^{-1}$)، الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم شتلة$^{-1}$)، المساحة الورقية للشتلة (سم^2 شتلة$^{-1}$) وذلك وفقاً للمعادلة الآتية: المساحة الورقية للشتلة=عدد الأوراق لكل شتلة ×متوسط مساحة الورقة الواحدة (سم^2).

النتائج والمناقشة

معدل الزيادة في ارتفاع الشتلات (سم): يتضح من نتائج الشكل 1 أن الرش بالعناصر الصغرى (M) أدى الى حدوث فروق معنوية في معدل الزيادة في ارتفاع شتلات البرتقال المحلي، وذلك من خلال تفوق المعاملة (M2) معنوياً على المعاملتين (M0 وM1) وأعطت أعلى معدل بلغ 61.25 سم، في حين ظهر أقل معدل للزيادة في ارتفاع الشتلات عند معاملة عدم الرش (M0) وبلغ 45.82 سم والتي لم تختلف معنويا عن المعاملة (M1). كما وأعطى الرش بمنظم النمو (CPPU) نتائج معنوية في هذه الصفة ولاسيما عند المعاملة (C2) والتي اختلفت معنوياً عن المعاملتين (C1 وC0)، وأعطت أعلى قيمة بلغت 55.49 سم مقارنة بأقل معدل بلغ 50.37 و50.94 سم وذلك عند المعاملتين (C0 وC1) على التتابع، ولم تظهرا أي اختلافات معنوية فيما بينهما. ووصل التداخل الثنائي بين عاملي الدراسة مستوى المعنوية لاسيما عند المعاملة (M2C2) والتي أعطت أعلى معدل زيادة في ارتفاع الشتلات بلغ 69.71 سم، في حين انخفض معدل الزيادة معنويا لأدنى مستوى بلغ 42.95 سم وذلك عند معاملة المقارنة (M0C0).

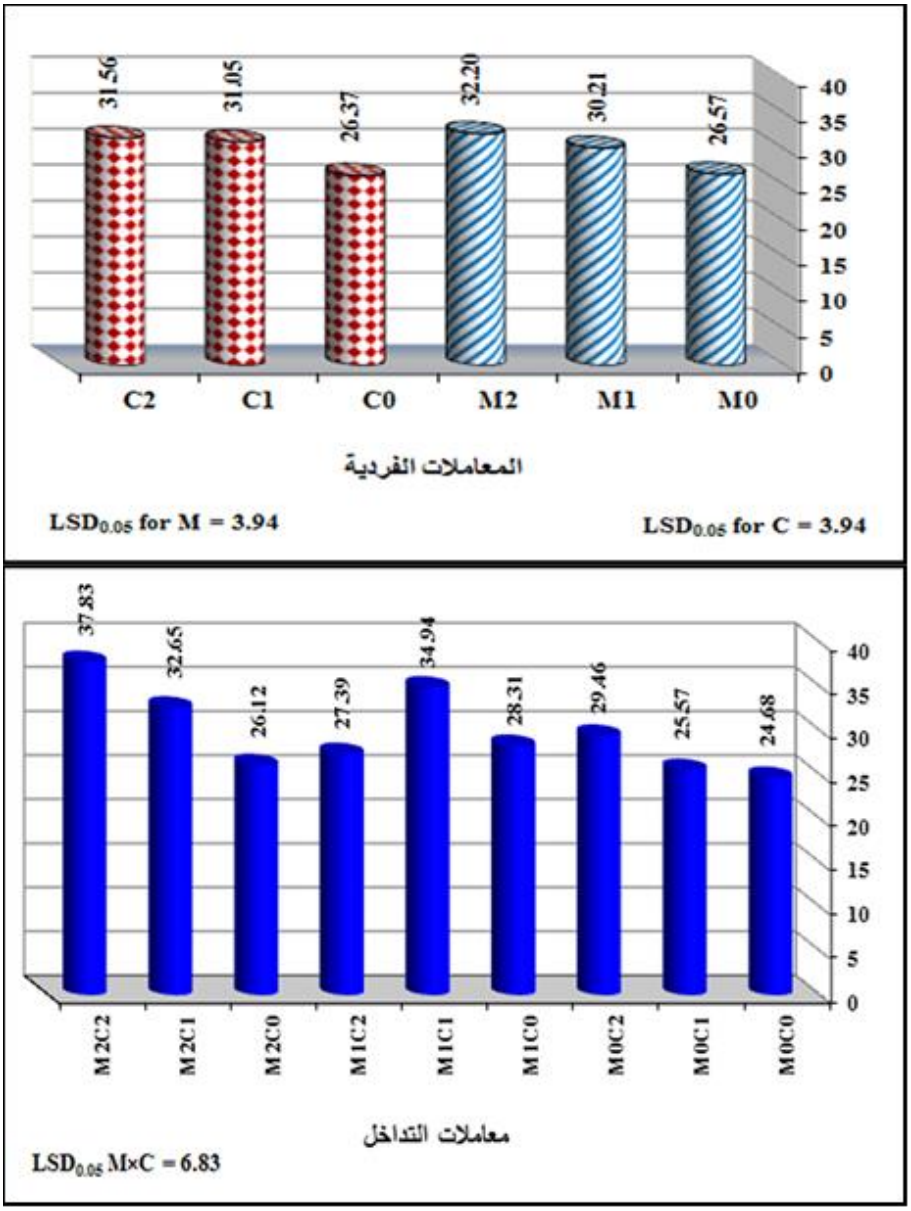


شكل 1: تأثير الرش بالعناصر الصغرى والـ CPPU والتداخل بينهما في معدل الزيادة في ارتفاع شتلات البرتقال المحلي (سم).

It is clear from the results of Figure 1 that spraying with microelements (M) led to significant differences in the rate of increase in the height of local orange seedlings, through the significant superiority of the treatment (M2) by giving it the highest value, while the lowest rate of increase in the height of seedlings appeared. When treating no spraying (M0). Spraying with the growth regulator (CPPU) also gave significant results in this characteristic, especially in treatment (C2), which gave the highest value compared to the lowest rate in the two treatments (C0 and C1).

معدل أطوال النموات الحديثة (سم): يتضح من نتائج الشكل 2 أن الرش بالعناصر الصغرى أحدث فروقا معنوية في معدل أطوال النموات الحديثة لشتلات البرتقال المحلي، وذلك من خلال تفوق المعاملة (M2) معنوياً عن المعاملة (M0) فقط وأعطت أعلى معدل 32.20 سم محققةً بذلك نسبة زيادة بلغت 21.19% عن المعاملة (M0) والتي انخفضت فيها القيمة الى 26.57 سم ولم تختلف معنويا عن المعاملة (M1). كما وحقق الرش بمنظم النمو نتائج معنوية في هذه الصفة ولاسيما المعاملة (C2) والتي اختلفت معنوياً عن المعاملة (C0) فقط وأعطت أعلى قيمة بلغت 31.56 سم مقارنة بأقل طول للنموات الحديثة 26.37 سم، والذي ظهر عند معاملة عدم الرش (C0) والتي اختلفت بدورها معنوياً عن المعاملة (C1). ووصل التداخل الثنائي بين عاملي الدراسة

مستوى المعنوية ولاسيما عند المعاملة (M2C2) والتي أعطت أعلى قيمة لأطوال النموات الحديثة بلغ 37.83 سم، في حين انخفضت القيمة معنوياً لأدنى مستوى بلغ 24.68 سم وذلك عند معاملة القياس (M0C0).

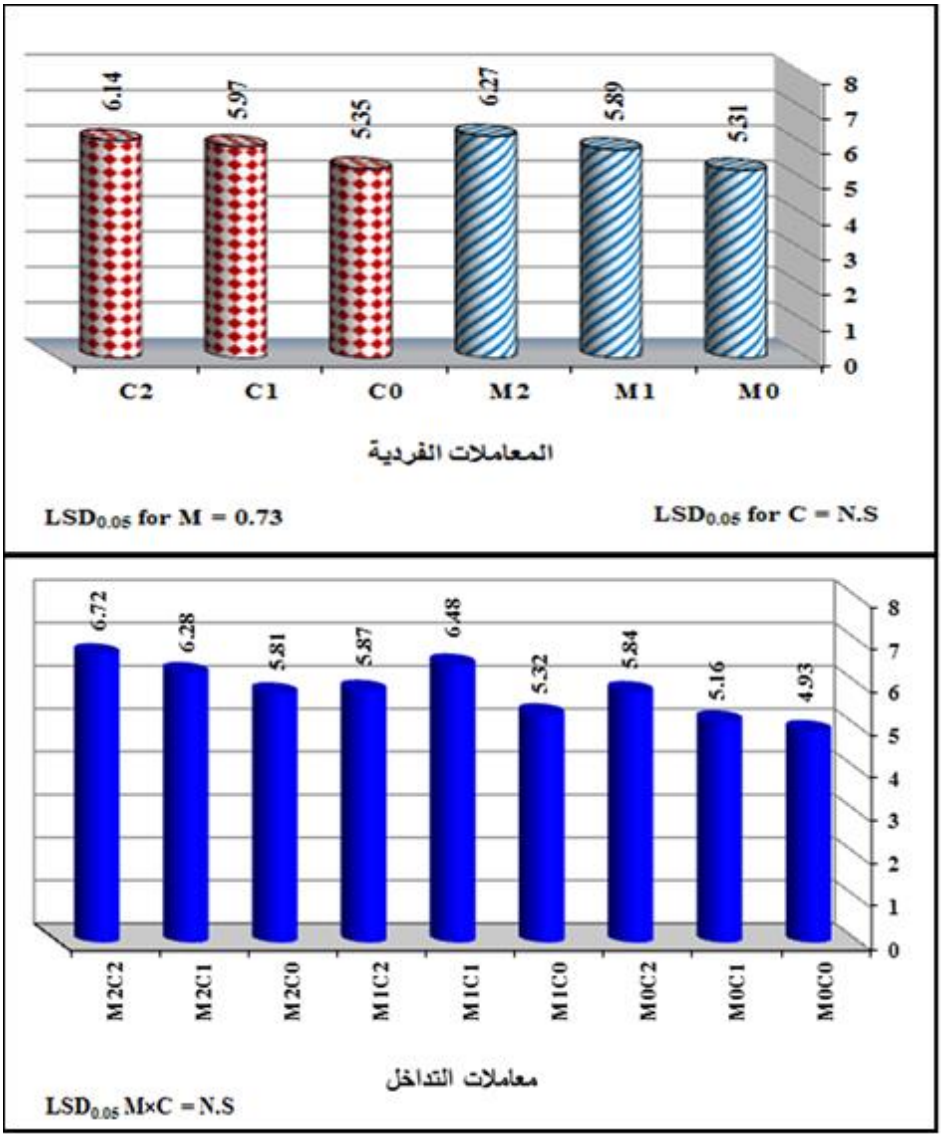


شكل 2: تأثير الرش بالعناصر الصغرى والـ CPPU والتداخل بينهما في معدل أطوال النموات الحديثة لشتلات البرتقال المحلي (سم).

The results of Figure 2 show that spraying with micronutrients caused significant differences in the average length of new growth of Local Orange seedlings, through the superiority of the treatment (M2) and gave the highest rate, while the treatment (M0) gave the lowest value. Spraying with a growth regulator also achieved significant results in this trait, especially the treatment (C2), which gave the highest value compared to the lowest value that appeared in the no-spraying treatment (C0).

معدل الزيادة في قطر الأصل (ملم): يلاحظ من الشكل 3 بأن معدل الزيادة في قطر الأصل بتأثير الرش بالعناصر الصغرى بلغ مستوى المعنوية وذلك من خلال تفوق المعاملة (M2) معنوياً على المعاملة M0 فقط وأعطت أعلى قيمة بلغت 6.27 ملم، فيما انخفضت القيمة لأدنى مستوياتها عند المعاملة M0 وبلغت 5.31 ملم،

ولم تختلف معاملتا الرش (M0 و M1) معنوياً فيما بينهما. وبالمقابل لم يصل أي من الرش بمنظم النمو وتداخل عاملي الدراسة مستوى المعنوية في التأثير في الصفة المدروسة.

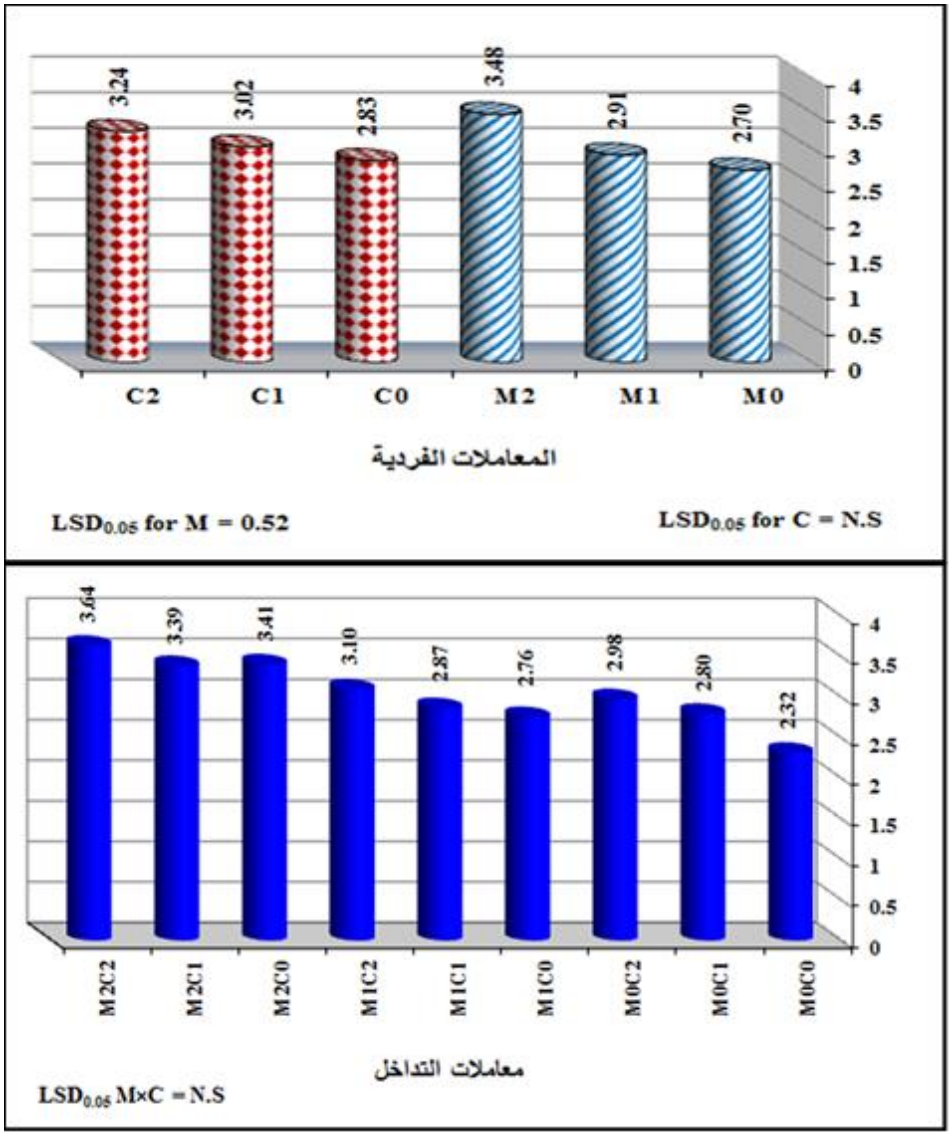


شكل 3: تأثير الرش بالعناصر الصغرى والـ CPPU والتداخل بينهما في معدل الزيادة في قطر الأصل لشتلات البرتقال المحلي (ملم).

It is noted from Figure 3 that the rate of increase in the diameter of the stock due to the effect of spraying with microelements reached the level of significance, through treatment (M2) being significantly superior and giving the highest value, while the value decreased to its lowest levels at treatment M0, and in contrast, none of the spraying reached the growth regulator and interaction between two study factor is the level of significance in the effect on the studied trait.

معدل الزيادة في قطر الطعم (ملم): أظهرت معاملات الرش بالعناصر الصغرى على شتلات البرتقال المحلي والمبينة في الشكل 4 تأثيرا بلغ مستوى المعنوية في التأثير في صفة معدل الزيادة في قطر الطعم لاسيما المعاملة (M2) والتي اختلفت معنويا عن المعاملتين (M0 و M1) وحققت أعلى قيمة بلغت 3.48 ملم، وبالمقابل بلغ

المعدل أقل مستوى 2.70 ملم وذلك عند المعاملة (M0) والتي لم تختلف بدورها معنويا عن المعاملة (M1). فيما لم يصل أي من الرش بمنظم النمو وتداخل عاملي الدراسة مستوى المعنوية في التأثير في الصفة المدروسة.

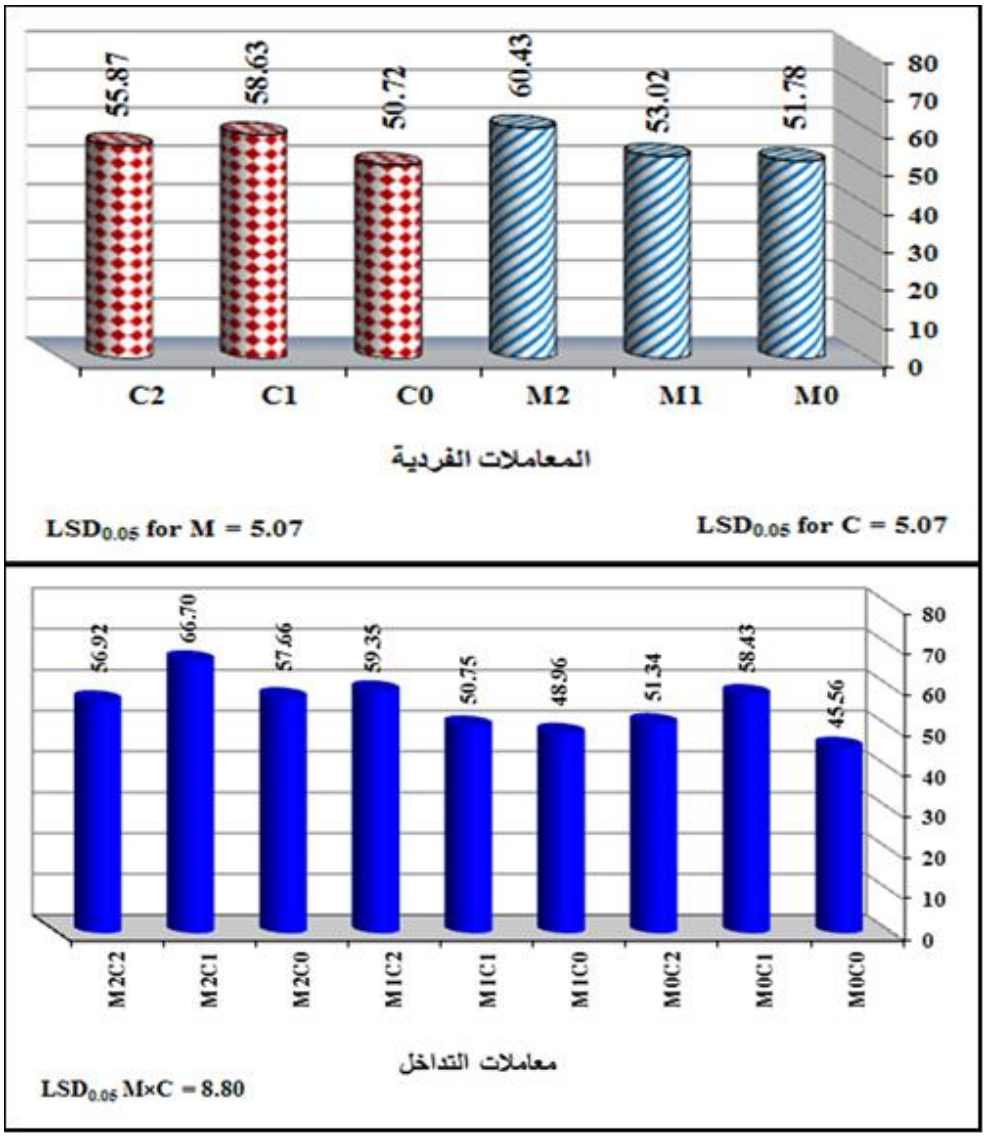


شكل 4: تأثير الرش بالعناصر الصغرى والـ CPPU والتداخل بينهما في معدل الزيادة في قطر الطعم لشتلات البرتقال المحلي (ملم).

Spraying treatments with micronutrients on local orange seedlings, shown in Figure 4, showed an effect that reached the level of significance in affecting the rate of increase in the diameter of the rootstock, especially the treatment (M2), which achieved the highest value. In contrast, the rate reached the lowest level when the no-spraying treatment (M0). On the other hand, neither spraying with the growth regulator (CPPU) nor the interaction of the two study factors reached the level of significance in affecting the studied trait.

معدل الزيادة في عدد الأوراق (ورقة شتلة$^{-1}$): أظهرت معاملة الرش بالعناصر الصغرى (M2) تفوقها المعنوي عن المعاملتين (M1 وM0) وأعطت أعلى معدل زيادة في عدد الأوراق بلغ 60.43 ورقة شتلة$^{-1}$ محققةً بذلك نسبة زيادة بلغت 16.71% عن المعاملة (M0) والتي انخفض فيها المعدل الى 51.78 ورقة شتلة$^{-1}$ ولم تظهر بدورها اختلافاً معنوياً عن المعاملة (M1). كما وأعطت معاملات الرش بمنظم النمو تأثيراً معنوياً في هذه الصفة،

وذلك بتفوق المعاملة (C1) معنوياً عن المعاملة (C0) فقط وأعطت أعلى معدل بلغ 58.63 ورقة شتلة$^{-1}$، فيما انخفض عدد الأوراق في شتلات المعاملة (C0) الى أدنى معدل بلغ 50.72 ورقة شتلة$^{-1}$ وقد اختلفت معنوياً عن المعاملة C2 (شكل 5). أما فيما يتعلق بالتداخل الثنائي فقد بلغ مستوى المعنوية ولاسيما عند المعاملة (M2C1) والتي أعطت أعلى قيمة بلغت 66.70 ورقة شتلة$^{-1}$، وبالمقابل ظهرت أقل قيمة عند معاملة المقارنة (M0C0) وبلغت 45.56 ورقة شتلة$^{-1}$.

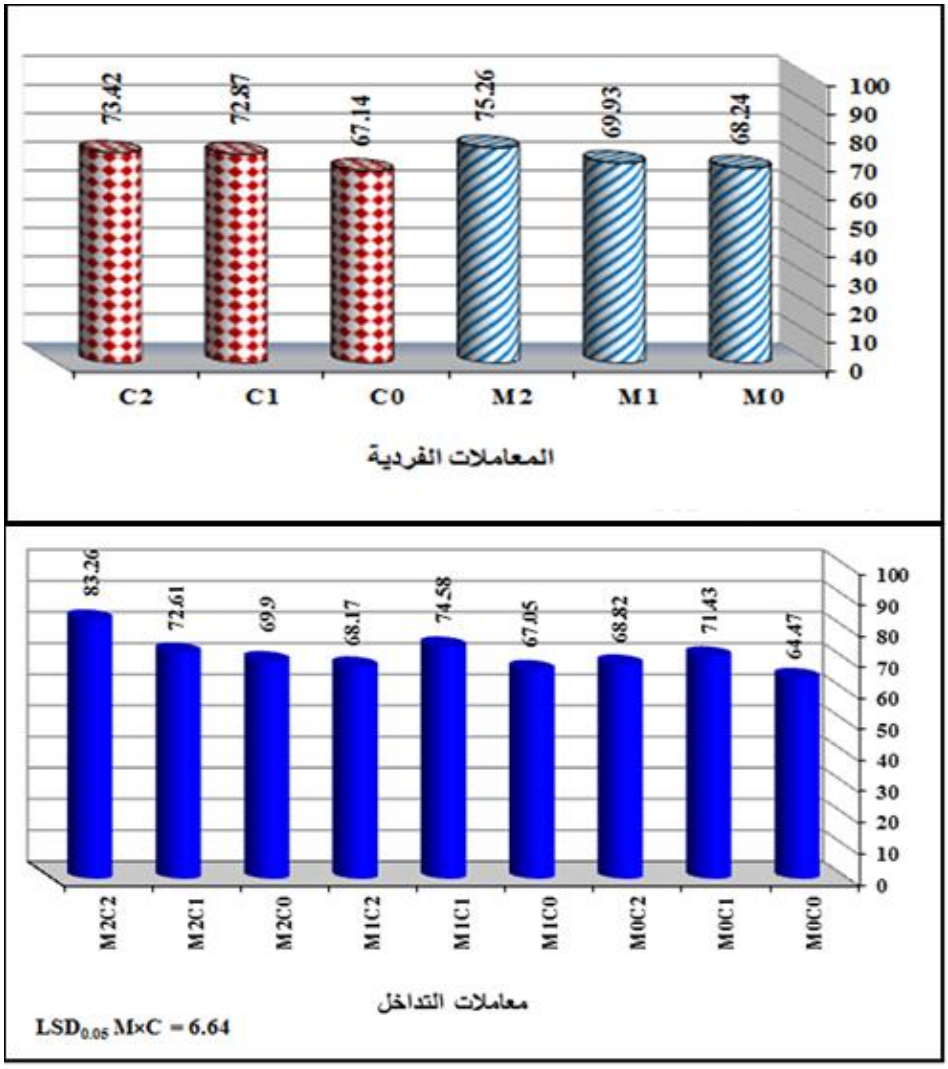


شكل 5: تأثير الرش بالعناصر الصغرى والـ CPPU والتداخل بينهما في معدل الزيادة في عدد الأوراق لشتلات البرتقال المحلي (ورقة شتلة$^{-1}$).

Figure 5 shows that the spraying treatment with microelements (M2) gave the highest rate of increase in the number of leaves, while the treatment (M0) gave the lowest rate. Spraying with CPPU also had a significant effect, giving treatment (C1) the highest rate, while the trait decreased to the lowest rate at the treatment (C0). As for the interaction between two factors reached the level of significance, especially in the treatment (M2C1), which gave the highest value.

الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم): تشير بيانات الشكل 6 أن الرش بالعناصر أثر معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الخضري إذ تفوقت المعاملة (M2) معنوياً وأعطت أعلى قيمة بلغت 75.26غم، فيما انخفضت القيمة

للأدنى عند المعاملتين (M0 و M1) لتبلغ 68.24 و69.93 غم على التتابع. كما أظهر الرش بمنظم النمو تأثيرا معنوياً بتفوق المعاملة (C2) عن المعاملة (C0) وأعطت أعلى قيمة بلغت 73.42 غم، فيما سجلت المعاملة (C0) أقل قيمة 67.14 غم. وحقق التداخل تأثيراً معنويا وبالأخص عند المعاملة (M2C2) والتي أعطت أعلى قيمة بلغت 83.26 غم، فيما انخفضت القيمة أدناها عند المعاملة (M0C0) وبلغت 64.47 غم.

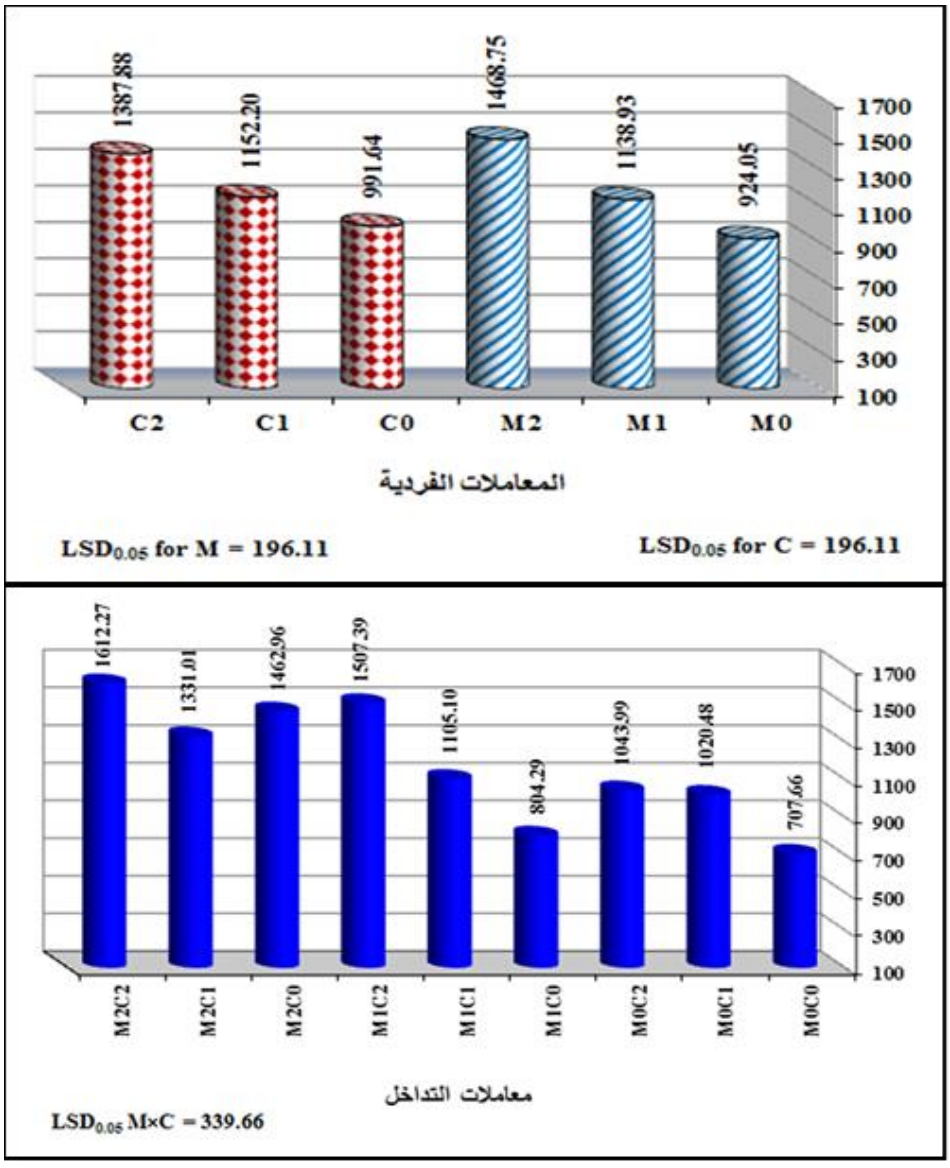


شكل 6: تأثير الرش بالعناصر الصغرى والـ CPPU والتداخل بينهما في الوزن الجاف للمجموع الخضري لشتلات البرتقال المحلي (غم).

The statistical data shown in Figure 6 indicate that spraying with micronutrients significantly affected the dry weight of the vegetative plant, as the treatment (M2) excelled and gave the highest value, while the value decreased to the lowest level in the two treatments (M0 and M1). Spraying with a growth regulator also showed a significant effect over treatment (C2) and gave the highest value, while treatment (C0) recorded the lowest value. The interaction of the two study factors achieved an effect that reached the level of significance, especially in the treatment (M2C2), which gave the highest dry weight of the shoots, while the value decreased to the lowest in the comparison treatment (M0C0).

المساحة الورقية للشتلة (سم^2 شتلة$^{-1}$): يلاحظ من نتائج الشكل 7 أن المعاملة (M2) للعناصر أظهرت تفوقاً معنوياً عن المعاملتين (M0 و M1) وأعطت أعلى مساحة ورقية بلغت 1468.75 سم^2 شتلة$^{-1}$، فيما بلغت أدنى مساحة 924.05 سم^2 شتلة$^{-1}$، وذلك عند المعاملة (M0) والتي اختلفت معنوياً عن المعاملة (M1). أما بالنسبة

للرش بمنظم النمو (CPPU) فقد بلغ مستوى المعنوية بتأثيره في الصفة المدروسة ولاسيما المعاملة (C2) والتي أعطت أعلى قيمة بلغت 1387.88 سم^2 شتلة$^{-1}$ وقد أظهرت اختلافاً معنوياً عن المعاملتين (C0 و C1)، وبالمقابل أظهرت معاملة عدم الرش (C0) أقل قيمة بلغت 991.64 سم^2 شتلة$^{-1}$ ولم تختلف بدورها معنوياً عن المعاملة (C1). وفيما يتعلق بالتداخل الثنائي فقد اظهر تأثيراً معنوياً ولاسيما عند المعاملة (M2C2) والتي أعطت أعلى مساحة ورقية للشتلة بلغت 1612.27 سم^2 شتلة$^{-1}$، بينما أعطت معاملة القياس (M0C0) اقل قيمة بلغت 707.66 سم^2 شتلة$^{-1}$.



شكل 7: تأثير الرش بالعناصر الصغرى والـ CPPU والتداخل بينهما في المساحة الورقية الكلية لشتلات البرتقال المحلي (سم^2 شتلة$^{-1}$).

Figure 7 shows that the (M2) treatment of the elements gave the highest paper space, while the lowest space was achieved in the (M0) treatment. As for spraying with the growth regulator (CPPU), it reached the level of significance, especially the treatment (C2), which gave the highest value, and in contrast, the non-spraying treatment (C0) showed the lowest value. The binary intervention showed a significant effect, especially in the treatment (M2C2), which gave the highest leaf area of the seedling, while the comparison treatment (M0C0) gave the lowest value.

إن التأثير الايجابي لرش شتلات البرتقال المحلي بتوليفة العناصر الصغرى (Fe وZn وMn) في تحسين كافة صفات النمو الخضري المدروسة ربما تعزى الى الدور المباشر أو غير المباشر لهذه العناصر في الفعاليات الحيوية للنبات اذ يسهم الحديد في العديد من العمليات الحيوية في النبات والتي لها علاقة بزيادة صفات النمو الخضري، إذ ان له دور في تمثيل الاحماض النووية والبروتينات والانزيمات التي تشجع على زيادة الانقسامات الخلوية واستطالة الخلايا (33)، الامر الذي يؤدي الى زيادة محتوى الكلوروفيل ومن ثم تحسين كفاءة البناء الضوئي وزيادة صفات النمو الخضري (24)، كما ان للحديد دور فعال في تفاعلات الاكسدة والاختزال في عمليتي التنفس والبناء الضوئي وان اضافته تحدث توازن في التصنيع الغذائي في انسجة الورقة مما يشجع زيادة نواتج عملية البناء الضوئي ومن ثم زيادة معدل النمو الخضري (9)، ويدخل الحديد أيضا في تراكيب مهمة اذ يعد احد مكونات لبيدات اغشية النوية والكلوروبلاست والمايتوكوندريا (43)، ولربما يعود الى دخوله في تكوين السايتوكرومات المهمة في عملية البناء الضوئي والتنفس إذ وجد أن 70% من الحديد الكلي يوجد في البلاستيدات الخضراء، فضلا عن دوره في بناء الكلوروفيل على الرغم من كونه لا يدخل في تركيبه (13). أما عن تأثير العناصر الصغرى في زيادة مساحة الورقة فربما يعزى الى دخولها في الكثير من العمليات الحيوية والفسلجية أو تحفز على القيام بها والتي لها علاقة بتصنيع الغذاء داخل النبات او تحفيز انقسام الخلايا واستطالتها وتركيب الاغشية الخلوية والتي تؤدي بالنتيجة الى زيادة النمو الخضري وزيادة مساحة الورقة (28 و38). أما فيما يتعلق بتأثير الزنك فقد يعزى الى دخوله في تركيب غشاء البلازما ويشترك في العديد من وظائف الخلايا النباتية، كما انه يزيد من قابلية النبات على امتصاص عدة عناصر اخرى من التربة وله ايضا دور أساسي في حماية خلايا النبات من الاكسدة (22). وقد أكدت الدراسات الى ان تجهيز النبات بالمستوى المطلوب من هذا العنصر يؤثر في زيادة مساحة الاوراق وانتاج المادة الجافة (14). كما يسهم الزنك في تصنيع الكلوروفيل وتكوين الحامض الاميني "Tryptophan" وهو المصدر الأساس لبناء أندول حامض الخليك (IAA) المسؤول المباشر عن عملية الاستطالة من جهة وزيادة كفاءة عملية البناء الضوئي من جهة أخرى (27) لأن الزنك يعد متخصصا لأنزيم Carbonic anhydrase والذي يعد كعامل مساعد في عملية البناء الضوئي مما ينتج عنه زيادة في تراكم المواد الكربوهيدراتية ومركبات الطاقة المصنعة في الأوراق (2) ومن ثم تحقيق زيادة ايجابية في المساحة الورقية ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل وزيادة في المادة الجافة للأوراق. وقد أثبتت الدراسات أن نقص الزنك في النبات يثبط هذه العملية بنسب تتراوح بين 50–70% اعتماداً على نوع النبات ومستوى نقص العنصر، وقد يؤدي نقص الزنك في النبات إلى قصور في إمكانية الخلية على إنتاج البروتين بسبب انخفاض وجود RNA وقلة وجود الرايبوسومات (23). كما يؤدي الزنك دوراً مهماً في زيادة كفاءة امتصاص الجذور للأملاح المعدنية والمغذيات من التربة مما ينعكس إيجابا على زيادة صفات النمو الخضري (18). كما ان للزنك اثراً في تنشيط أكثر من 300 انزيماً منها انزيم "Enolase وCarbonicanhydrase" الموجودة في الكلوروبلاست وينظم درجة حموضته ويمنع التغير في صفات بروتينات الكلوروبلاست (12). كما إن الزنك يؤثر في عمليات ايض الكربوهيدرات بمستويات مختلفة، وهذه التأثيرات تتعلق مباشرة بعمليات تحول صيغ السكر (31). كما ينظم هذا العنصر تصنيع البروتينات في النبات من خلال تأثيره على الحامض النووي Ribonucleic acid (46). او ربما يعود ذلك الى دور الزنك في

تصنيع النشا في النبات اذ انه ضروري لعملية الفسفرة وتكوين الكلوكوز (14). كما ان للزنك دور في تحولات عنصر النتروجين حيث ثبت اهميته في عملية تكوين (RNA) الضروري في عملية تكوين البروتين. ويسهم الزنك أيضا في بناء الاغشية الخلوية ووظائفها مما يؤثر حتما في اجزاء عديدة من النبات مثل الجذور التي يؤثر نقص الزنك في وظائفها بتأثيره على الاغشية الخلوية مما يؤثر على تدفق وانتقال المواد المختلفة داخل الجذور كالأحماض الامينية والسكريات والفينولات ومن ثم يظهر التأثير على كامل عمليات النمو والتكاثر في النبات (37). أما التأثير الايجابي لعنصر المنغنيز فيكمن في دوره في تحسين الفعاليات الحيوية للنبات من خلال مشاركته في عمليات الاكسدة والاختزال في نظام الانتقال الالكتروني في تفاعلات الضوء في عملية البناء الضوئي (16)، اذ يسهم في تكوين العديد من المركبات (كالسايتوكرومات والفيروكسين) ذات الاهمية الكبيرة في عملية البناء الضوئي والذي بدوره يدفع باتجاه زيادة معدلات التمثيل ومن ثم زيادة تصنيع وتراكم المادة الجافة مما يؤدي إلى زيادة معدلات النمو (49). كما ان لعنصر المنغنيز أدوار هامة في زيادة نشاط الانزيمات كأنزيم dehydrogenase الذي يشارك في دورة كربس (TCA) ويؤدي دورا مهما في انتاج الكلوروفيل كما يعمل على تمثيل وزيادة السكر وأيضا له دور مهم في عملية تبادل المركبات النتروجينية (45). كما يشترك عنصر المنغنيز باختزال النترات الى نتريت ثم امونيا داخل النبات وتوفير الاحماض الكيتونية لتكوين الاحماض الامينية التي تعد الحجر الاساس لتكوين البروتين (26). ويؤدي المنغنيز دورا في زيادة محتوى الاوراق من الكلوروفيل لأنه يزيد من مقدرة النبات على امتصاص عنصر النتروجين الذي يدخل في تركيب جزيئة الكلوروفيل، ومن جهة اخرى فقد أكد (19) ان المنغنيز يكون مرافق لفعالية 35 انزيما داخل النبات.

أما فيما بالتأثير الايجابي للرش بمنظم النمو (CPPU) في تحسين كافة مظاهر النمو الخضري لشتلات البرتقال المحلي باستثناء قطري الساق والطعم فقد يعزى أسبابه إلى الدور الواسع الذي يؤديه منظم النمو في تنظيم مظاهر النمو والتطور النباتي حيث يعمل على كسر السيادة القميه المستحثه بواسطة الاوكسين وتحفيز نمو البراعم الجانبية (6)، فضلا عن دوره في زيادة الانقسام الخلوي في المرستيمات القميه وإضافة خلايا جديدة إلى النبات (10 و48)، كما يسهم في تحفيز فعالية ونشاط الانزيمات المسؤولة عن بناء وتكوين الاحماض النووية والبروتينات التي تسهم في نشاط الفعاليات الحيوية للنبات كالتمثيل الضوئي وتمثيل الكربوهيدرات (15 و42). ويؤدي منظم النمو دورا اساسيا في تشجيع نمو مبادى الأوراق من خلال انقسام الخلايا وتمايزها فضلاً عن دوره في تحفيز تطور البلاستيدات الخضراء اثناء نشوء الورقة وتطورها (33 و39) مما يزيد من كفاءة عملية التمثيل الضوئي وتوفير الطاقة اللازمة لنمو وبناء المجموع الخضري. كما ويسهم منظم النمو في زيادة ارتفاع الشتلات واطوال النموات الحديثة (الشكلين 1 و2) للشتلات مؤديا بالنتيجة إلى زيادة عدد الأوراق والمساحة الورقية (الشكلين 5 و7) وبالتالي زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري (الشكل 6) اذ يسهم منظم النمو في تنشيط فعالية انزيم NADH–Protochlorophyllid reductase فضلا عن دوره في تحفيز تطور الكلوروبلاست (47) وانعكاس ذلك كله في تنشيط عملية البناء الضوئي وبالتالي زيادة كمية الكربوهيدرات المنتجة بهذه العملية والتي يستعمل جزء منها في نمو الأوراق فيما ينتقل الجزء الاخر إلى باقي أعضاء النبات كالأفرع والساق والجذور ليسهم في

بناءها ونموها، فيما يخزن الفائض في تلك الأجزاء النباتية (5)، إذ أكد (29) إلى ان النمو عالي الكفاءة له علاقة كبيرة بمستوى المواد الكربوهيدراتية المخزونة مؤديا بالنتيجة إلى زيادة المادة الجافة كونها تشكل نسبة عالية منها.

الاستنتاجات

ومن خلال النتائج التي تم التوصل اليها يمكن استنتاج حصول استجابة معنوية لشتلات البرتقال المحلي عند الرش بكل من توليفة العناصر الصغرى (Fe، Zn وMn) ولكافة الصفات ولاسيما عند التركيز 0.50 غم لتر$^{-1}$ ومنظم النمو (CPPU) باستثناء قطري الساق والطعم وبالأخص عند التركيز 12 ملغم لتر$^{-1}$ ولذا نوصي بإجراء تسميد تكميلي لشتلات البرتقال المحلي من خلال استخدام توليفة العناصر الصغرى ومنظم النمو CPPU وبالتركيزين المبينة أعلاه بهدف تحسين النمو الخضري لتلك لشتلات إذ إن سوء التغذية ينعكس تأثيره سلبا على نموها وسرعة وصولها لمرحلة الانتاج.

Supplementary Materials:
No Supplementary Materials.

Author Contributions:
Author A. F. Z. Al-Dulaimy; writing—review and editing. Author Omar A.J. Mohammed methodology, writing—original draft preparation. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding:
This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement:
The study was conducted following the protocol authorized by the Head of the Ethics Committee, University of Anbar, Iraq Republic.

Informed Consent Statement:
No Informed Consent Statement.

Data Availability Statement:
No Data Availability Statement.

Conflicts of Interest:
The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments:
The authors haven't received any financials support.

Disclaimer/Journal's Note:
The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of AJAS and/or the editor(s). AJAS and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

المصادر

1. Agha, J. T., and Dawood, A. D. (1999). Production of Evergreen Fruits – 1st ed. Dar Al-Kutub for printing and publishing.
2. Alam, S. M., and Raza, S. (2001). Micronutrient fertilizers. Pakistan Journal of Biological Science, 4(11): 1446-1450. https://doi.org/10.3923/pjbs.2001.1446.1450.
3. Al-Dulaimy, A. F. Z., and Jubair, N. A. (2023). Improving chemical content of date palm cv. Khastawi under different levels of spraying with micro-elements,

gibberellic acid and salicylic acid. Anbar Journal of Agricultural Sciences., 22(1): 147-159. DOI: 10.32649/ajas.2024.146174.1115.

4. Al-Jaf, I. H. M., Mubarak, A. K., Abed, B. M., and Al-Dulaimy, A. F. Z. (2023). Artificial seeds technology: a review. Sciences, 12(2): 396-407. DOI: 10.32649/ajas.2024.146174.1115.
5. Al-Juboori, A. Y. S. (2016). Effect of Benzyl adenine and Gibberllic Acid on growth of two Citrus Root Stocks (Swingle citrumelo and Troyer citrange). Euphrates Journal of Agricultural Science, 8(2): 82-92.
6. Al-Khafaji, M. A. (2014). Plant growth regulators, applications and horticultural uses. College of Agriculture, University of Baghdad, Ministry of Higher Education and Scientific Research, 1-347.
7. Al-Khafaji, M. A., Attra, S. O., and Mohammed, A. A. (1990). The evergreen fruits. College of Agriculture, University of Bagdad, Ministry of Higher Education and Scientific Research. 338p.
8. Al-Mohammedi, S. M., and Al-Mohammadi, F. M. (2012). Statistics and Experiments Design. Dar Osama for Publishing and Distribution, Amman-Jordan, 1-376.
9. Al-Nuaimi, S. N. A. (2000). Fertilizers and Soil Fertility. Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Iraq. p. 238.
10. Aremu, A. O., Fawole, O. A., Makunga, N. P., Masondo, N. A., Moyo, M., Buthelezi, N. M., ... and Doležal, K. (2020). Applications of cytokinins in horticultural fruit crops: Trends and future prospects. Biomolecules, 10(9): 1222. https://doi.org/10.3390/biom10091222.
11. Barker, A. V., and Pilbeam, D. J. (Eds.). (2015). Handbook of plant nutrition. CRC press., pp: 245.
12. Brennan, R. F. (2005). Zinc application and its availability to plants (Doctoral dissertation, Murdoch University).
13. Broadley, M. R., White, P. J., Hammond, J. P., Zelko, I., and Lux, A. (2007). Zinc in plants. New phytologist, 173(4): 677-702. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.01996.x.
14. Bubán, T. (2000). The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. Plant growth regulation, 32(2): 381-390. https://doi.org/10.1023/A:1010785604339.
15. Davies, P. J. (Ed.). (2004). Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action!. Springer Science and Business Media., p.717.
16. Epstein, E., and Bloom, A. J. (2005). Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. Second Edition. Sinauer Associates. Sunderland, MA.
17. Fageria, N. K., Baligar, V. C., and Clark, R. B. (2002). Micronutrients in crop production. Advances in agronomy, 77: 185-268. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(02)77015-6.
18. Garcia, E., Birkett, L., Bradshaw, T., Benedict, C., and Eddy, M. (2004). Cold climate, grape production. Grape Newsletter. Univ. Vermont Ext, pp. 1-16. 19

19. Gordon, B. (2007). Manganese nutrition of glyphosate-resistant and conventional soybeans. Better Crops, 91(4): 12-13.
20. Green plant chem. Co., Ltd. (2002). Forchlorfenuron. CPPU. Available from http://www.gplantchem.com/forchlorfenuron.htm.
21. Grotz, N., and Guerinot, M. L. (2006). Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research, 1763(7): 595-608. https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2006.05.014.
22. Hänsch, R., and Mendel, R. R. (2009). Physiological functions of mineral micronutrients (cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, cl). Current opinion in plant biology, 12(3): 259-266. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.05.006.
23. Heckman, J. R. (2003). Iron need of soil and crop in new Jersey-Rutgers cooperative extension, N. J. Agric. EXP. Station.www.ree.rutgers.edu.
24. Hussein, S. A., Kanber, H. S., and Lateef, M. A. A. (2022). Growth regulator's role on the growth and yield of grapes (Vitis vinifera L.): A review. European Journal of Research Development and Sustainability, 3(2): 85-88.
25. Idris, M. H. (2009). Plant Physiology. Suzanne Mubarak Scientific Exploration Center.
26. Jubair, N. A., and Al-Dulaimy, A. F. (2023). Response of Date Palm Cv. Khastawi to Foliar Spray with Micro-Elements, Gibberellic Acid and Salicylic Acid. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1158(4): p. 042063. DOI: 10.1088/1755-1315/1158/4/042063.
27. Kessel, C. (2006). Strawberry Diagnostic workshops: Nutrition. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
28. Kuepper, G. (2003). Manures for organic crop production. National Sustainable Agriculture Information Service, publication.
29. Kumar, A., Bhuj, B. D., and Dhar, S. (2022). Effect of plant hormones and micro nutrients on fruit production: A Review. International Journal of Plant Science and Horticulture, 4: 62-90. https://doi.org/10.36811/ijpsh.2022.110038.
30. Li, J., Li, C., and Smith, S. M. (2017). Hormone metabolism and signaling in plants. Academic press.
31. Mahmood, M. M., and Al-Dulaimy, A. F. (2022). Effect of media culture, nano and normal micronutrients on some flowers and yield traits of Strawberry. In AIP Conference Proceedings. 2394(1). https://doi.org/10.1063/5.0121341.
32. Marschner, H. (2011). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. San Diego, CA, USA. PP. 651.
33. Mcneilly, D. (2004). Forchlorfenuron. EPA. Pesticide Fact Sheet. Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs. Washington, D.C. 20460.
34. Mengel, K., and Kirkby, A. (2001). Principles Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers.
35. Mok, D. W., and Mok, M. C. (2001). Cytokinin metabolism and action. Annual review of plant biology, 52(1): 89-118. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.52.1.89.
36. Oshchepkov, M. S., Kalistratova, A. V., Savelieva, E. M., Romanov, G. A., Bystrova, N. A., and Kochetkov, K. A. (2020). Natural and synthetic cytokinins

and their applications in biotechnology, agrochemistry and medicine. Russian Chemical Reviews, 89(8): 787. https://doi.org/10.1070/rcr4921.

37. Rahman, R., Sofi, J. A., Javeed, I., Malik, T. H., and Nisar, S. (2020). Role of micronutrients in crop production. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 8: 2265-2287.
38. Sakakibara, H. (2006). Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. Annu. Rev. Plant Biol., 57(1): 431-449. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105231.
39. Saunt, J. (2000). Citrus varieties of the world: an illustrated guide. 2nd ed., P.156. Norwich, England: Sinclair International Limited.
40. Shahzad, Z., and Amtmann, A. (2017). Food for thought: how nutrients regulate root system architecture. Current Opinion in Plant Biology, 39: 80-87. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2017.06.008.
41. Shingles, R., Wimmers, L. E., and McCarty, R. E. (2004). Copper transport across pea thylakoid membranes. Plant physiology, 135(1): 145-151. https://doi.org/10.1104/pp.103.037895.
42. Stirk, W. A., Novák, O., Strnad, M., and Van Staden, J. (2003). Cytokinins in macroalgae. Plant growth regulation, 41: 13-24. https://doi.org/10.1023/A:1027376507197.
43. Taiz, L., and Zeiger, E. (2010). Plant physiology.5th ed. Sin Auer Associates Inc. Publisher Sunderland, Massachus - AHS. U.S.A.
44. Trejo, E. O., Brizzolara, S., Cardillo, V., Ruperti, B., Bonghi, C., and Tonutti, P. (2023). The impact of PGRs applied in the field on the postharvest behavior of fruit crops. Scientia Horticulturae, 318: 112103. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112103.
45. Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, S., Mishra, S., Chauhan, D. K., and Dubey, N. K. (2015). Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. Acta Physiologiae Plantarum, 37: 1-14. https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3.
46. Tsonev, T., and Cebola Lidon, F. J. (2012). Zinc in plants-an overview. Emirates Journal of Food and Agriculture (EJFA), 24(4): 322–333.
47. Werner, T., and Schmülling, T. (2009). Cytokinin action in plant development. Current opinion in plant biology, 12(5): 527-538. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.07.002.
48. Werner, T., Motyka, V., Strnad, M., and Schmülling, T. (2001). Regulation of plant growth by cytokinin. Proceedings of the National Academy of Sciences, 98(18): 10487-10492. https://doi.org/10.1073/pnas.171304098.
49. Wittwer, S. H., and Lansing, E. (2005). Foliar application of fertilizer. Michigan State University.
50. Yu, J. Q., Li, Y., Qian, Y. R., and Zhu, Z. J. (2001). Cell division and cell enlargement in fruit of Lagenaria leucantha as influenced by pollination and plant growth substances. Plant Growth Regulation, 33: 117-122. https://doi.org/10.1023/A:1017502816250.