مجلة الزراعة العراقية البحثية
وزارة الزراعة
ISSN Print: 2790-5306 – ISSN Online: 2790-5314
http://ijarmoa.gov.iq — OPEN ACCESS
2026 (1) العدد 30 مجلد

DOI: https://doi.org/10.65814/ijar.30.1.29

تأثير إضافة السماد العضوي السائل والرش بالبرولين النانوي والبورون في بعض الصفات الكيموحيوية لثمار نخيل التمر صنف زهدي *Phoenix dactylifera* L.

عمر صائب سرحان الخفاجي[1]
ome22g500@2uonbar.edu.iq

حميد حمدان العلي[2]
hameed.alali@uoanbar.edu.iq

© 2026 Directorate of Agricultural Research, Ministry of Agriculture. This is an open-access article under the CC by Licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الملخص

نفذت هذه الدراسة في مزرعة نخيل خاصة واقعة في مدينة هيت التي تبعد 65 كم غرب الرمادي مركز محافظة الأنبار في العراق في اثناء موسم النمو 2025 لدراسة تأثير إضافة السماد العضوي السائل **Liquid organic fertilizer** في موعدين 3/15 و6/15 من الموسم حول حوض النخلة بنصف قطر متر واحد وبثلاثة تراكيز (0 ، 10 ، 20 مل.لتر$^{-1}$) والرش الورقي بحامض البرولين النانوي **Nano-proline** حتى البلل التام بتاريخ 2025/2/20 وبتركيزين (0 ، 200 ملغم.لتر$^{-1}$) وحامض البوريك **Boric Acid** بموعدين 3/25 و 4/15 من الموسم وبثلاثة تراكيز (0 ، 0.5 ، 1 غم.لتر$^{-1}$) وتداخلهما في الصفات الكيميائية لثمار النخيل صنف زهدي.

نفذت تجربة عاملية (3×2×3) ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاث مكررات، إذ تضمنت الوحدة التجريبية شجرة واحدة واختبرت المعاملات حسب اختبار LSD عند مستوى احتمال 5%. وقد بينت النتائج التأثير الإيجابي عند إضافة السماد العضوي السائل في معظم الصفات المدروسة لثمار أشجار النخيل، إذ أدى التركيز F2 (20 مل لتر$^{-1}$) تفوقاً معنوياً في الصفات المدروسة جميعها، وأما بخصوص رش البرولين النانوي فقد سجل التركيز P1 (200 مل غم$^{-1}$) فرقاً معنوياً في جميعها الصفات المدروسة، فيما يخص البورون أيضاً أعطى التركيز B2 (1 غم.لتر$^{-1}$) تفوقاً معنوياً في جميع الصفات المدروسة كافة.

أما مايخص التداخلات الثنائية فقط أعطت المعاملة F2B2 (20 مل.لتر$^{-1}$ + 1 غم لتر$^{-1}$) تفوق معنوي في المادة التانينية، إذ إنخفضت القيمة وزاد من قيم الـ TSS والسكريات الكلية، بينما المعاملة F0B0 (0 مل لتر$^{-1}$ + 0 غم.لتر$^{-1}$) أعطت أقل القيم، بخصوص المعاملة F2P1 (20 مل.لتر$^{-1}$ + 200 ملغم.لتر$^{-1}$) فقد أعطت أعلى القيم في الصفات المدروسة كافة ، والمعاملة P1B2 (200 ملغم.لتر$^{-1}$ + 1 غم.لتر$^{-1}$) سجلت أعلى القيم في الـ TSS والسكريات الكلية. وفيما يخص التداخل الثلاثي فقد أعطت المعاملة F2P0B2 (20 مل لتر$^{-1}$ + 0 ملغم.لتر$^{-1}$ + 1 غم.لتر$^{-1}$) أكبر القيم في السكريات الكلية، أما السكريات المختزلة فقد أعطت المعاملة F2P1B2 (20 مل.لتر$^{-1}$ + 200 ملغم.لتر$^{-1}$ + 1 غم.لتر$^{-1}$) أعلى القيم.

الكلمات الدالة: نخيل التمر، صنف زهدي، السماد العضوي السائل، البرولين النانوي، البورون.

[1] **مديرية زراعة الانبار، الانبار، العراق**

[2] **جامعة الانبار، كلية الزراعة، الانبار، العراق.**

- **تاريخ تسلم البحث:** 13/تشرين ثاني/2025
- **تاريخ قبول البحث:** 7/كانون اول/2025
- **متاح على الانترنت:** 30/حزيران/2026.

المقدمة

تتميز نخلة التمر بقدرتها على النمو خضرياً ضمن مدى واسع من الظروف المناخية المختلفة. النخلة شجرة مباركة توارث العرب زراعتها عبر الأجيال والتمور تعد المنتج الرئيس في معظم الدول العربية [20]. وقد رفع الله قيمة النخلة وثمارها المباركة بذكرها في القرآن الكريم وكذلك ذكرها النبي محمد (ﷺ) في أحاديث عديدة ووصفها بالبركة [27]. تنتمي أشجار نخيل التمر *Phoenix dactylifera* L. إلى العائلة Arecaceae وإلى الرتبة Palmae، وتعد من أهم أشجار ذوات الفلقة الواحدة، ويبلغ عدد أشجار النخيل في العراق 9464308 تسعة ملايين وأربعمائة وأربعة وستون ألف وثلاثمائة وثمانية نخلة ويبلغ معدل إنتاج التمور مايقارب من 750240 سبعمائة وخمسين ألف ومائتين وأربعين طناً، ويعد صنف الزهدي من الأصناف الرئيسيه للنخيل في العراق لما له من أهمية عالية في إنتاج التمور، إذ حيث ينتج مايقارب من 404730 طناً، إذ تبلغ نسبته 54% تقريباً من المجموع الكلي للتمور في العراق البالغ 750240 طناً [12].

وفي السنوات الأخيرة زاد إستخدام الأسمدة العضوية الذائبة التي تحتوي على بعض الأحماض العضوية مثل أحماض الهيومك والفولفيك والأحماض الأمينية وغيرها من المركبات التي تتميز برخص ثمنها وسهولة إستعمالها وقلة تلويثها للبيئة والمنتجات الزراعية ومساهمتها في تحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة والذي ينعكس بصورة إيجابية على نمو وإنتاج النباتات المختلفة [9]. إن إستخدام المنتجات الطبيعية في التطبيقات البستنية أصبح الهدف الرئيس في إنتاج العديد من أنواع الفاكهة، إذ تحسن الأسمدة العضوية الصفات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية لكل أنواع الترب فتزيد من جاهزية العناصر الغذائية وتعادل حموضة التربة ومن هذه الأسمدة المستخلصات النباتية السائلة ومخلفات النباتات المتحللة التي يمكن أن تؤثر في ظروف المنطقة الجذرية والمجموع الخضري فضلاً عن إن إنتاج هذه المخلفات بعملية التخمر يتم من خلالها إستخلاص الأحياء الدقيقة ثم نموها ومضاعفتها كالبكتيريا والفطريات وغيرها [21].

النانو كلمة مشتقة من الكلمة الإغريقية نانوس nanos التي تعني كل شيء صغير وهي كلمة يونانية تعني (القزم) وهي تشير إلى نقصان في الحجم، والنانو هو وحدة قياس رياضية وتساوي جزءاً واحداً من المليار من المتر، أما اليوم فهذه الكلمة مطلقة تعني أكثر من إنها وحدة رياضية وإنها تمثل علماً أو تقنية النانو برمته [3]. والآن أصبح هناك العديد من التقدم والتطور الحالي والمتوقع في علم النانو بتطبيقاتها في الزراعة والإلكترونيات والطاقة والطب ... إلخ، وهي في تزايد سريع جداً [16، 25].

يعد حامض البرولين (Proline acid) من الأحماض الأمينية ، اذ يسهم في العمليات الكيموحيوية المهمة عند تراكمه تحت ظروف الإجهاد المائي من أهمها ضبط الضغط الأزموزي ويحافظ على ثبات الاغشية والبروتينات واقتناص الجذور الحرة [14]. وله عمل في تأخير شيخوخة الخلايا عن طريق حماية الخلية النباتية من التحطم والهدم [31].

يعد البورون من أحد العناصر الصغرى الأساسي غير المتحركة داخل النبات، ويعد حامض البوريك الصورة الجاهزة للإمتصاص من النبات وقد أثبتت أهمية هذا العنصر لنمو النبات منذ عام 1910 [18]. وهو عنصراً أساسي لنمو النبات ويجب أن يتوفر بكميات كافية لضمان الحصول على نمو وإنتاج مثالي [26]. وتعود أهميته عمله الأساسي في انقسام الخلايا في القمم النباتية الخضرية والجذرية وفي الأوراق والبراعم الحديثة، ، إذ أن نقصه يسبب فشل نمو النبات كما يعمل على تكوين معقدات مع المركبات السكرية ويسهل حركتها وانتقالها داخل النبات وإلى مواقع التخزين في الثمار، وله عمل في تنظيم الهرمونات النباتية [10]. ويزيد من نسبة العقد لأثره الإيجابي في نمو وتطور الأنبوبة اللقاحية [29]. ومن أهم الفعاليات الحيوية التي يقوم بها البورون هي أنه يسهل حركة وانتقال نواتج التركيب الضوئي من الأوراق إلى المناطق الفعالة في النبات، وقد يعود ذلك إلى اتحاد البورات مع جذر الهيدروكسيل في السكريات أو الكحول أو الأحماض العضوية ليكون أسترات، وإن انتقال السكريات المتحدة مع البورون يكون أسهل وأسرع [32].

المواد وطرق البحث

موقع البحث وتحضير وتهيئة عينات التربة

تم تنفيذ التجربة في بستان خاص يقع في مدينة هيت/محافظة الأنبار تقع في خطي الطول والعرض (42.8253662 شرقاً × 33.6435199 شمالاً) في موسم شتاء 2025، تم إختيار 54 نخلة صنف زهدي بعمر 15 سنة تروى بطريقة الري السيحي متجانسة قدر الإمكان، تم إجراء كافة عمليات الخدمة البستانية كافة على أشجار النخيل كلها طوال مدة الدراسة، تم توحيد العذوق إلى 8 عذوق لكل نخلة ولقحت بواقع مرتين في الموسم بتاريخ 3/20 و 2025/4/1، تم أخذ عينات من تربة البستان وتحليلها كما في جدول رقم 1.

Table 1: Physical, Chemical, and Organic Properties of Soil

Boron ($mg.kg^{-1}$)	Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	Nitrogen ($mg.g^{-1}$)	CEC (cmol. charge.kg^{-1})	TDS (ppm)	Lime (g/kg^{-1})	Gypsum (g/kg^{-1})	Soil fractions ($g.kg^{-1}$)		
							silt	Clay	sand
3.6	0.3	0.37	26	506	212	9.81	175	175	650

Dissolved positive and negative ions (mmol L-1)						pH	ECDs.m^{-1}
Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	$CO_3^{=}$	$HCO_3^{=}$		
1.2	Nil	1.19	1.4	2.6	18.7	6.72	6.72

المعاملات: تضمنت التجربة المعاملات التالية:

العامل الأول/ إضافة السماد العضوي السائل (Liquid organic fertilizer)

أستخدم السماد العضوي السائل وهو سماد عضوي نتروجيني عالي التركيز، بشكل سائل لونه بني غامق يتكون من عدة مكونات عديدة وهي 3% نتروجين عضوي و 15.2% كربون عضوي و 16% حمض الفولفيك، تمت الإضافة الأولى بتاريخ 3/15 مع بداية تفتح الأغاريض والإضافة الثانية بعد ثلاثة اشهر من الإضافة الأولى في مرحلة الجمري بتاريخ 6/15 [17] بإستخدام ثلاث مستويات (0 ، 10 ، 20 مل.لتر$^{-1}$) وقت إضافتها حول حوض النخلة وبنصف قطر 1 متر (حسب التوصية السمادية المبينة على العبوة) علماً أنه تمت إضافة 20 لتر ماء لكل نخلة.

العامل الثاني/ رش حامض البرولين النانوي (Nano-proline)

تم الحصول على الحامض الأميني البرولين من مكاتب المواد المختبرية في بغداد وتم تحويلها وتحضيرها إلى جسيمات نانوية في دائرة الطاقة المتجددة والمياه التابعة لوزارة العلوم والتكنولوجيا في بغداد – العراق [2, 28]. تضاف على دفعة واحدة بتاريخ 2/20 قبل موسم التلقيح وتم إستخدامه بمستويين (0 ، 200 ملغم.لتر$^{-1}$) على المجموع الخضري [8, 15].

العامل الثالث / رش حامض البوريك (Boric Acid)

تم إستخدام حامض البوريك (H3BO3) يحتوي على عنصر البورون بنسبة (17%) بثلاثة تراكيز رشاً على العذوق (0 ، 0.5 ، 1 غم.لتر$^{-1}$) وثلاث مواعيد، الرشة الأولى بعد التلقيح بتاريخ 5/1 والموعد الثاني بعد الموعد الأول بإسبوعين بتاريخ 5/15 والموعد الثالث بعد الموعد الثاني بإسبوعين بتاريخ 6/1 [4, 6].

التحليل الإحصائي

نفذت التجربة عاملية ذات ثلاثة عوامل (3×2×3) حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Factorial experimental with (Randomized Complete Block Design) (RCBD) بحيث تضمنت التجربة 18 معاملة بثلاثة مكررات وعدت كل شجرة وحدة تجريبية فيصبح مجموع الأشجار 54 شجرة ضمن التجربة. حللت النتائج إحصائياً حسب التصميم المستخدم وباستعمال الحاسوب الإلكتروني بإستخدام برنامج GENSTAT، وتم اختبار المتوسطات باستعمال اختبار L.S.D عند مستوى احتمال 5% [7].

الصفات المدروسة

1- إنزيم الإنفرتيز في مرحلة الرطب: حسب طريقة Lu *et al*. [23].

2- المادة التانينية الذائبة في مرحلة الرطب: استناداً الى الطريقة التي اوضحها Dewia *et al*. [13].

3- المادة الفينولية في مرحلة التمر: تم تقدير المواد الفينولية وفق طريقة Arnow's method باستخدام جهاز الامتصاص الضوئي وحسب الطريقة التي ذكرها Mahadevan وSridhar [24].

4- النسبة المئوية للمادة الصلبة الذائبة في الثمار (TSS): تم قياس النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية في الثمرة بإستخدام جهاز المكسار Hand Refractometer وعدلت النتائج على أساس درجة حرارة المختبر 25 مْ [1].

5- السكريات الكلية في الثمار: تم تقدير السكريات الكلية في لحم الثمار وذلك حسب ماذكره Howrtiz [19].

6- السكريات المختزلة في الثمار: تم تقدير السكريات المختزلة في لحم الثمار وذلك حسب ماذكره Howrtiz [19].

النتائج والمناقشة

إنزيم الإنفرتيز في مرحلة الرطب (وحدة غرام ساعة)

يبين جدول 2 وجود فروق معنوية بخصوص اضافة السماد العضوي السائل، إذ أعطت المعاملة F2 أعلى قيمة في محتوى إنزيم الإنفرتيز بلغت (0.175 وحدة غرام.ساعة) تلتها المعاملة F1 التي تفوقت معنوياً على المقارنة F0 التي أعطت أقل قيمة بلغت (0.158 وحدة غرام.ساعة)، ويلاحظ من الجدول نفسه هناك تفوق معنوي عند الرش بالبرولين النانوي، إذ أعطت المعاملة P1 أعلى قيمة (0.171 وحدة غرام.ساعة) بينما بلغت المعاملة P0 أقل قيمة (0.162 وحدة غرام ساعة)، أما فيما يخص الرش بالبورون فيلاحظ هناك تفوق معنوي بتركيز B2، إذ سجلت أكبر قيمة في محتوى الإنزيم (0.170 وحدة غرام ساعة) تلتها المعاملة B1 والتي تفوقت على معاملة المقارنة B0 التي بلغت أقل قيمة (0.164 وحدة غرام.ساعة).

أما التداخلات الثنائية، أظهر التداخل الثنائي F*B عدم وجود فروق معنوية بينها، وبخصوص التداخل F*P هناك فروق معنوية، إذ سجلت المعاملة F2P1 أكبر قيمة من محتوى الإنزيم بلغت (0.180 وحدة غرام.ساعة) وبلغت المعاملة F0P0 أقل قيمة من محتوى إنزيم الإنفرتيز بلغت (0.155 وحدة غرام.ساعة)، وما يخص التداخل P*B لم تظهر أي فروق معنوية.

أما التداخل الثلاثي فقط أظهرت فروق لكنها لم تصل إلى درجة المعنوية.

Table 2: Effect of adding liquid organic fertilizer and spraying with nano-proline and boron, and their interaction, on invertase enzyme content (unit gram hour)

F×B	Nano-Proline (P)		Boric Acid (B)	Liquid Organic Fertilizer (F)
	P_1	P_0		
0.155	0.158	0.152	B_0	F_0
0.158	0.161	0.155	B_1	
0.161	0.163	0.159	B_2	
0.165	0.170	0.160	B_0	F_1
0.169	0.174	0.163	B_1	
0.171	0.176	0.166	B_2	
0.171	0.176	0.167	B_0	F_2
0.174	0.179	0.168	B_1	
0.179	0.185	0.173	B_2	
Average F				
0.158	0.161	0.155	F_0	F×P
0.168	0.174	0.163	F_1	
0.175	0.180	0.169	F_2	
Average B				
0.164	0.168	0.160	B_0	P×B
0.167	0.172	0.162	B_1	
0.170	0.175	0.166	B_2	
	0.171	0.162	Average P	

LSD 0.05						
F×P×B	P×B	F×P	F×B	B	P	F
N.S	N.S	0.0012	N.S	0.0008	0.0007	0.0008

محتوى المادة التانينية في مرحلة الرطب (%)

إتضح من جدول 3 وجود فروق معنوية بخصوص إضافة السماد العضوي السائل، إذ أعطت المعاملة F2 أقل قيمة في محتوى المادة التانينية فبلغت (0.44) % تلتها المعاملة F1 التي تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة F0 التي بلغت أعلى قيمة من المادة التانينية بلغت (0.50) %، ويلاحظ من الجدول نفسه هناك تفوق معنوي للرش بالبرولين النانوي، إذ سجلت تفوق التركيز P1 (0.46) % على تركيز المقارنة P0 التي أعطت (0.50) %، وأما بالنسبة الرش بالبورون فقد أعطت تفوقاً معنوياً بتركيز B2، إذ سجلت أقل محتوى من المادة التانينية مقداره (0.47) % تلتها المعاملة B1 التي تفوقت معنوياً على المعاملة B0 التي أعطت أعلى محتوى من المادة التانينية بقيمة (0.49) %.

أما ما يخص التداخلات الثنائية فقد تبين هناك فروق معنوية للتداخل الثنائي F*B، إذ أعطت المعاملة F2B2 أقل محتوى من المادة التانينية بلغ (0.43) % وأعطت معاملة المقارنة F0B0 أعلى محتوى من المادة التانينية بلغ (0.52) %، بينما أظهرت التداخل الثنائي F*P هناك فروق معنوية حيث تفوقت المعاملة F2P1 التي أعطت أقل محتوى من المادة التانينية بلغت (0.41) % وسجلت معاملة المقارنة F0P0 أعلى القيم بلغت (0.51) %، وفي التداخل الثنائي P*B لم تظهر أي فروق معنوية.

أما التداخل الثلاثي فقط أظهرت فروقاً لكنها لم تصل إلى درجة المعنوية.

Table 3: Effect of adding liquid organic fertilizer and spraying with nano-proline and boron, and their interaction, on tannin content (%)

F×B	Nano-Proline (P)		Boric Acid (B)	Liquid Organic Fertilizer (F)
	P_1	P_0		
0.52	0.51	0.54	B_0	F_0
0.50	0.49	0.50	B_1	
0.49	0.47	0.50	B_2	
0.49	0.47	0.50	B_0	F_1
0.49	0.47	0.50	B_1	
0.47	0.46	0.49	B_2	
0.46	0.42	0.49	B_0	F_2
0.45	0.42	0.47	B_1	
0.43	0.40	0.46	B_2	
Average F				
0.50	0.49	0.51	F_0	F×P
0.48	0.47	0.50	F_1	
0.44	0.41	0.47	F_2	
Average B				
0.49	0.47	0.51	B_0	P×B
0.48	0.46	0.49	B_1	
0.47	0.45	0.48	B_2	
	0.46	0.50	Average P	
LSD 0.05				

F×P×B	P×B	F×P	F×B	B	P	F
N.S	N.S	0.009	0.011	0.007	0.005	0.007

المادة الفينولية في مرحلة التمر (%)

المادة الفينولية مركبات مهمة تساعد على منع أكسدة السكريات أثناء مراحل النضج بسبب قدرتها على تثبيط الجذور الحرة وحماية المكونات الغذائية داخل الثمرة ويحافظ على جودة الثمار ويقلل التلف أثناء التخزين [5, 10]، يلاحظ من جدول 4 وجود فروق معنوية بالنسبة بخصوص إضافة العضوي السائل، إذ أعطى التركيز F2 أعلى قيمة لمحتوى المادة الفينولية فبلغت (0.54) % تلتها التركيز F1 التي تفوقت على المقارنة بتركيز F0، إذ بلغت أقل محتوى من المادة الفينولية (0.49) %، ويلاحظ من الجدول نفسه هناك تفوق معنوي للرش بالبرولين النانوي مسجل تفوقاً التركيز P1 (0.53) % وسجل تركيز المقارنة P0 الذي أعطى أقل محتوى من المادة الفينولية بلغ (0.50) %، وأما الرش بالبورون أعطت تفوق معنوي عند التركيز B2 حيث سجل أكبر قيمة لمحتوى المادة الفينولية قدره (0.53) % تلتها التركيز B1 التي تفوقت على معاملة المقارنة B0 التي سجلت أقل قيمة من محتوى المادة الفينولية (0.50) %.

اما التداخلات الثنائية الخاصة بالتداخل F*B فلم تعطِ أي فروق معنوية. بينما التداخل F*P فقد اعطى فروقاً معنوية، إذ أعطت المعاملة F2P1 أعلى قيمة بمحتوى المادة الفينولية، إذ بلغت (0.54) % مقارنة بالمعاملة F0B0 التي أعطت أقل قيمة بمحتوى المادة الفينولية بلغت (0.48) %. وبخصوص التداخل P*B فلم تظهر هناك فروق معنوية في محتوى المادة الفينولية.

أما التداخل الثلاثي فقط أظهرت فروقاً لكنها لم تصل إلى درجة المعنوية.

Table 4: Effect of adding liquid organic fertilizer and spraying with nano-proline and boron, and their interaction, on phenolic content (%)

F×B	Nano-Proline (P)		Boric Acid (B)	Liquid Organic Fertilizer (F)
	P_1	P_0		
0.48	0.50	0.46	B_0	F_0
0.49	0.51	0.48	B_1	
0.50	0.52	0.49	B_2	
0.50	0.51	0.49	B_0	F_1
0.51	0.53	0.50	B_1	
0.52	0.54	0.51	B_2	
0.52	0.53	0.52	B_0	F_2
0.53	0.54	0.53	B_1	
0.55	0.56	0.54	B_2	
Average F				
0.49	0.51	0.48	F_0	F×P
0.51	0.53	0.50	F_1	
0.54	0.54	0.53	F_2	
Average B				
0.50	0.52	0.49	B_0	P×B
0.51	0.53	0.50	B_1	
0.53	0.54	0.51	B_2	
	0.53	0.50	Average P	

LSD 0.05						
F×P×B	P×B	F×P	F×B	B	P	F
N.S	N.S	0.006	N.S	0.004	0.003	0.004

نسبة المادة الصلبة الذائبة الكلية TSS (%)

أكدت النتائج من الجدول 5 وجود فروق معنوية الخاصة بإضافة السماد العضوي السائل ،إذحيث أعطى التركيز F2 أعلى نسبة من المادة الصلبة الذائبة الكلية TSS بلغت (44.17) % وتلتها المعاملة F1 التي تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة F0 التي أعطت أقل نسبة TSS بلغت (38.17) %، ويظهر من الجدول نفسه هناك تفوق معنوي للرش بالبرولين النانوي ،إذ حيث أعطت التركيز P1 أعلى قيمة لنسبة من المادة الصلبة الذائبة الكلية، فبلغت حيث بلغت (42.11) % بينما أعطى التركيز P0 أقل نسبة من TSS بلغت (40.96) %. أما فيما يخص الرش بالبورون، إذ فقد حيث أعطى التركيز B2 نسبة المادة الصلبة الذائبة الكلية أعلى، إذ بلغت (44.89) % وتلتها المعاملة B1 التي تفوق على معاملة المقارنة B0 التي بلغت أقل نسبة TSS فبلغت (38.00) %.

أما التداخلات الثنائية بخصوص التداخل F*B أعطت فروقاً معنوية، إذ أعطت المعاملة F2B2 أعلى قيمة بنسبة المادة الصلبة الذائبة الكلية، إذ بلغت (47.67) % مقارنة بالمعاملة F0B0 التي أعطت أقل قيمة بنسبة TSS بلغت (35.50) %. بينما فيما يخص التداخل F*P أعطت فروقا معنوية، إذ أعطت المعاملة F2P1 أعلى قيمة بنسبة TSS فبلغت (44.56) % مقارنة بالمعاملة F0P0 التي أعطت أقل قيمة بنسبة المادة الصلبة الذائبة الكلية TSS بلغت (37.11) %. اما التداخل P*B فقد أعطت المعاملة P1B2 أعلى قيمة من TSS، إذ بلغت (45.67) % بينما أعطت معاملة المقارنة أقل قيمة من نسبة المادة الصلبة الذائبة الكلية TSS، إذ بلغت (38.22) %.

أما بالنسبة للتداخل الثلاثي فقط أظهرت فروقات لكنها لم تصل إلى درجة المعنوية.

Table 5: Effect of adding liquid organic fertilizer and spraying with nano-proline and boron, and their interaction, on total soluble solids (TSS) (%)

F×B	Nano-Proline (P)		Boric Acid (B)	Liquid Organic Fertilizer (F)
	P_1	P_0		
35.50	35.33	35.67	B_0	F_0
38.17	39.67	36.67	B_1	
40.83	42.67	39.00	B_2	
38.00	37.67	38.33	B_0	F_1
42.67	43.67	41.67	B_1	
46.17	46.33	46.00	B_2	
40.50	40.33	40.67	B_0	F_2
44.33	45.33	43.33	B_1	
47.67	48.00	47.33	B_2	
Average F				
38.17	39.22	37.11	F_0	F×P
42.28	42.56	42.00	F_1	
44.17	44.56	43.78	F_2	
Average B				
38.00	37.78	38.22	B_0	P×B
41.72	42.89	40.56	B_1	
44.89	45.67	44.11	B_2	
	42.11	40.96	Average P	

LSD 0.05						
F×P×B	P×B	F×P	F×B	B	P	F
N.S	0.66	0.66	0.81	0.47	0.38	0.47

نسبة السكريات الكلية (%)

أظهرت النتائج في الجدول 6 وجود فروق معنوية الخاصة بإضافة لإضافة السماد العضوي السائل، إذ أعطى التركيز F2 أعلى قيمة لنسبة السكريات الكلية، إذ بلغت (52.8) % وتلتها المعاملة F1 التي تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة بتركيز F0 التي بلغت نسبة السكريات الكلية (51.5)%، ومن الجدول نفسه يلاحظ هناك تفوق معنوي للرش بالبرولين النانوي، إذ سجلت تفوق التركيز P1 (52.4) % وسجلت المعاملة P0 التي أعطت أقل نسبة السكريات الكلية بلغت (52.1) %، وأما بخصوص الرش بالبورون فقد أعطت تفوقاً معنوياً عند التركيز B2، إذ سجلت المعاملة أعلى نسبة من السكريات الكلية بلغت (52.6)% ثم تلتها المعاملة B1 التي تفوقت على معاملة المقارنة B0، إذ أعطت أقل نسبة للسكريات الكلية بقيمة (51.9) %.

أما التداخلات الثنائية الخاصة بالتداخل F*B فقد أعطت فروقاً معنوية، إذأعطت المعاملة F2B2 أعلى قيمة بنسبة السكريات الكلية، إذ بلغت (53.1) % مقارنة بالمعاملة F0B0 التي أعطت أقل قيمة بنسبة السكريات الكلية، إذ بلغت (50.9) %. بينما التداخل F*P فأن هناك فروقاً معنوية ،إذ أعطتيا المعاملتان F2P0 وF2P1 أعلى القيم في نسبة السكريات الكلية حيث فبلغتا نفس القيمة نفسها مقدرها (52.8) % مقارنة بالمعاملة F0P0 التي أعطت أقل قيمة بنسبة السكريات الكلية، بلغت (51.3) %. وبالنسبة للتداخل P*B، إذ أعطت المعاملة P1B2 أعلى قيمة من السكريات الكلية، إذ بلغت (52.6) % بينما أعطت معاملة المقارنة أقل قيمة من نسبة السكريات الكلية حيث بلغت (51.5) %.

أما التداخل الثلاثي فقط أظهرت فروقاً معنوية عالية، إذ بلغت المعاملة F2P0B2 أعلى قيمة في نسبة السكريات الكلية مقدرها (53.2) % بينما أعطت المقارنة F0P0B0 أقل نسبة من السكريات الكلية بلغت (50.2) %.

Table 6: Effect of adding liquid organic fertilizer and spraying with nano-proline and boron, and their interaction, on total sugar (%)

F×B	Nano-Proline (P)		Boric Acid (B)	Liquid Organic Fertilizer (F)
	P_1	P_0		
50.9	51.6	50.2	B_0	F_0
51.7	51.7	51.7	B_1	
51.9	51.9	51.9	B_2	
52.1	52.3	52.0	B_0	F_1
52.5	52.6	52.3	B_1	
52.7	52.9	52.6	B_2	
52.6	52.9	52.3	B_0	F_2
52.8	52.6	52.9	B_1	
53.1	53.0	53.2	B_2	
Average F				
51.5	51.7	51.3	F_0	F×P
52.5	52.6	52.3	F_1	
52.8	52.8	52.8	F_2	
Average B				
51.9	52.3	51.5	B_0	P×B
52.3	52.3	52.3	B_1	
52.6	52.6	52.5	B_2	
	52.4	52.1	Average P	

LSD 0.05						
F×P×B	P×B	F×P	F×B	B	P	F
0.14	0.08	0.08	0.10	0.06	0.05	0.06

نسبة السكريات المختزلة (%)

أظهرت النتائج في جدول 7 وجود فروقاً معنوية بالنسبة اضافة السماد العضوي السائل، إذ أعطى التركيز F2 أعلى قيمة لنسبة السكريات المختزلة حيث بلغت (43.87) % وتلتها المعاملة F1 التي تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة بتركيز F0 التي بلغت نسبة السكريات المختزلة (43.18) %، ومن الجدول نفسه يلاحظ هناك تفوق معنوي للرش بالبرولين النانوي، إذ سجلت تفوق التركيز P1 (43.90) % وسجلت المعاملة P0 التي أعطت أقل نسبة السكريات المختزلة بلغت (43.24) %، أما لرش بالبورون فقد أعطى تفوق معنوياً عند التركيز B2، إذ سجلت المعاملة أعلى نسبة من السكريات المختزلة بلغت (43.96) % ثم تليها المعاملة B1 التي تفوقت على معاملة المقارنة B0، إذ أعطت أقل نسبة للسكريات المختزلة بقيمة (43.21) %.

أما التداخلات الثنائية الخاصة بالتداخل F*B فلم تظهر هناك أي فروقاً معنوية، بينما فيما التداخل F*P هناك فروقات معنوية، إذ أعطت المعاملة F2P1 أعلى القيم في نسبة السكريات المختزلة فبلغت (44.12) % مقارنة بالمعاملة F0P0 التي أعطت أقل قيمة بنسبة السكريات المختزلة بلغت (42.54) %. بخصوص التداخل P*B فلم تظهر هناك فروق معنوية في نسبة السكريات المختزلة.

فيما يخص التداخل بالنسبة للتداخل الثلاثي فقط أظهرت فروقاً معنوية عالية، إذ بلغت المعاملة F2P1B2 أعلى قيمة في نسبة السكريات المختزلة مقدرها (44.47) % بينما أعطت المقارنة F0P0B0 أقل نسبة من السكريات المختزلة بلغت (42.13) %.

Table 7: Effect of adding liquid organic fertilizer and spraying with nano-proline and boron, and their interaction, on reducing sugars (%)

F×B	Nano-Proline (P)		Boric Acid (B)	Liquid Organic Fertilizer (F)
	P_1	P_0		
42.83	43.53	42.13	B_0	F_0
43.08	43.77	42.40	B_1	
43.62	44.13	43.10	B_2	
43.32	43.33	43.30	B_0	F_1
43.70	43.80	43.60	B_1	
44.00	44.17	43.83	B_2	
43.47	43.73	43.20	B_0	F_2
43.87	44.17	43.57	B_1	
44.27	44.47	44.07	B_2	
Average F				
43.18	43.81	42.54	F_0	F×P
43.67	43.77	43.58	F_1	
43.87	44.12	43.61	F_2	
Average B				
43.21	43.53	42.88	B_0	P×B
43.55	43.91	43.19	B_1	
43.96	44.26	43.67	B_2	
	43.90	43.24	Average P	

LSD 0.05						
F×P×B	P×B	F×P	F×B	B	P	F
0.191	N.S	0.110	N.S	0.078	0.064	0.078

يعزى سبب زيادة الصفات المدروسة عند إضافة السماد السائل العضوي إلى القدرة على تحفيز إمتصاص العناصر الغذائية من خلال أنشطة تشبه الهرمونات النباتية ما ينعكس إيجابياً على العديد من الصفات الكيميائية للثمار خاصة في أشجار الفاكهة [22].

أما فيما يخص الحامض الأميني البرولين النانوي حيث يعزى سبب زيادة أغلب الصفات المدروسة عند الرش إلى تأثير البرولين في العمليات الكيموحيوية المهمة عند تراكمه في النبات من أهمها ضبط الضغط الأزموزي ويحافظ على ثبات الأغشية والبروتينات لكونه مخزن للنتروجين والكربون والطاقة اللازمة للنمو [14].

ويعزى سبب تفوق الصفات المدروسة للثمار عند رش البورون إلى أهمية البورون في المساعدة على إنقسام الخلايا وتصنيع البروتينات والأحماض النووية والهرمونات النباتية ويعمل على تحسين من عملية التلقيح والإخصاب كما يسهل البورون في عملية إنتقال السكريات إلى الثمار بتكوينه معقد السكر والبورات الذي يكون إنتقاله خلال الأغشية الخلوية أسهل [32 ،30 ،26].

الاستنتاجات

كان لإستخدام السماد العضوي السائل والرش بالنانو برولين والبورون تأثير إيجابي على الخصائص الكيموحيوية لثمار نخيل التمر، وبالتالي تحسين نوعية الثمار من ناحية السكريات وعمل الإنزيمات والمركبات الفينولية المفيدة في حماية الثمار. لذلك هناك ضرورة توسيع نطاق الدراسة لتشمل تركيزات وطرق تطبيق مختلفة في أوقات مختلفة ولأصناف مختلفة، وذلك لمعرفة تأثير هذه العوامل على أشجار نخيل التمر بصورة أوسع وأوضح، ومعالجة المشاكل التي تواجه بساتين النخيل في العراق وخصوصاً في الصفات الكيموحيوية التي لها دور في تحسين نوعية الثمار لغرض التخزين والتسويق.

REFERENCES

1- A.O.A.C. (1980). Official Methods of Analysis. 13th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.

2- Abd El-Ghaffar, M. A. and M. S. Hashem (2010). Chitosan and its amino acids condensation adducts as reactive natural polymer supports for cellulase immobilization. Carbohydrate polymers, 81(3), 507-516. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.02.025

3- Abdullah, R. A. (2014). Introduction to the world of nanotechnology. London Books. Vol. 97.

4- Al-Ahmad, A. A.; M. Batha and B. Muzhar (2023). Impact Of Thinning And Foliar-Boron-Zinc Spray On Some Morphological And Physiological Indicators In Apple Tree (*Malus Domestica* Cv. Golden Delicious)-" Tartous Governorate". Iraqi Journal Of Agricultural Sciences, 54(3):874-883. https://doi.org/10.36103/ijas.v54i3.1771

5- Al-Farsi, M. A. and C. Y. Lee (2008). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(10):877-887. https://doi.org/10.1080/10408390701724264

6- Al-Khafaji, O. S. S. and H. H. Al-Ali (2021). Response of Olive Trees c.v Chemlali to Foliar Nutrition with Boric Acid and Seaweed Extract in some Vegetative Characteristics and Chemical Content. Iraqi Journal of Desert Studies, 11(1):11-28. https://www.researchgate.net/publication/367512956_

7- Al-Mohammadi, S. M. and F. M. Al-Mohammadi (2012). Statistics and Experimental Design. Dar Osama for Publishing and Distribution. Amman - Jordan. Vol. 376.

8- Al-Shaheen, M. R.; R. M. Hamad and H. G. Khaleefa (2021). Morphological response of *Stevia rebaudiana* Bertoni to Organic fertilizer and Proline. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (761(1) p. 012039). IOP Publishing. https://www.researchgate.net/publication/351937007

9- Alwan, J. M. and R. I. A. Al-Hamdani (2012). Organic Agriculture and the Environment. Dar Ibn Al-Atheer for Printing and Publishing. University of Mosul. Iraq. Vol. 280.

10- Biglari, F., AlKarkhi, A. F., and Easa, A. M. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits from Iran. Food chemistry, 107(4), 1636-1641. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.033

11- Blevins, D. G., and Lukaszewski, K. M. (1998). Boron in plant structure and function. Annual review of plant biology, 49(1), 481-500. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.49.1.481

12- Central Statistical Organization. (2021). Annual Statistical Abstract. Ministry of Planning - Department of Publishing and Public Relations - Baghdad - Iraq.

13- Dewia, M. A.; J. Ratnawatia, R. W. Purwasih (2014). Determination of Total Tannin of White and Red Rind Pomegranate (*Punica granatum* L.) by Colorimetry Method Using Reagent 1, 10 Phenantroline. Procedia Chemistry 13: 214 – 217. https://doi.org/10.1016/j.proche.2014.12.030

14- El Moukhtari, A.; C. Cabassa-Hourton; M. Farissi and A. Savouré (2020). How does proline treatment promote salt stress tolerance during crop plant development?. Frontiers in plant science, 11: 1127. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01127

15- Faisal, H. A. and Q. J. Adhafa (2018). Study physiology overlaps among fertilization nitrogen and proline on some fruit characteristies *Phoenix dactylifera* L. cv. Aljbjab under sait stress. Misan Journal of Academic Studies. 478-486.

16- Ghorbanpour, M. and J. Hadian (2015). Multi-walled carbon nanotubes stimulate callus induction, secondary metabolites biosynthesis and antioxidant capacity in medicinal plant Satureja khuzestanica grown in vitro. Carbon, 94:749-759. https://doi.org/10.1016/j.carbon.2015.07.056

17- Hashim, A. H. and T. H. K. Al-Salihi (2020). Effect of the method adding of modified nutrient solution (folia stim ultra) and its interactions on some chemical traits and the yield of date palm (*phoenix dactylifera* L.) Zahdi cultivar. Plant archives (09725210), 20(2). https://doi.org/10.1016/j.carbon.2015.07.056

18- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., and Nelson, W. L. (2005). Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management Prentice Hall. New J.

19- Howrtiz, W. (1995). Official methods of Analysis. 16th editio Association of official Analyticl chemists. Washington, DC, USA.

20- Ibrahim, A. A. (2019). Date Palm Cultivation and Date Quality between Environmental Factors, Service and Care Programs. United Arab Emirates, Abu Dhabi: Khalifa International Award for Date Palm and Agricultural Innovation. International Book Classification Number ISBN 978-9948-37-107-6. Vol. 436.

21- Ingham, E. (2005). The compost tea brewing manual (Vol. 728). Corvallis, OR, USA: Soil Foodweb Incorporated.

22- Jindo, K., Luciano, P.C., Alfonso, A., Lidiane, F.D.S., Rafael Luiz, F.R., Daiane, C.B., Natália, O.A.C., Travis, L.G. and Fábio, L.O. (2020). Interaction between humic substances and plant hormones for phosphorous acquisition. Agronomy, 10(5), 640. https://www.mdpi.com/2073-4395/10/5/640

23- Shaowei, L.; T. Li and J. Jiang (2010). Effects of salinity on sucrose metabolism during tomato fruit development. African Journal of Biotechnology, 9(6): 842-849. https://doi.org/10.5897/AJB09.1602

24- Mahadevan, A. and R. Sridhar (1986). Methodes in physiological plant pathology. 3rd ed., Sivakami Publications Indira Nagar, Madra, India.

25- Mansoori, G. A.; N. Enayati and L. B. Agyarko (2015). Energy: Sources, utilization, legislation, sustainability, Illinois as model state. World Scientific.

26- Morales- Payan, J. P. and W. M. Stall (2003). Effect of substrates, boron and humic acid on the growth of papaya transplants. Proc. Fla.state Hort. Soc.116:28-30. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193164632,

27- Mutar, A. M. (1991). Palm cultivation and production. Dar Al-Hikma Press, University of Basra, Iraq. Vol. 420.

28- Nasti, A.; N. M. Zaki; P. De Leonardis; S. Ungphaiboon; P. Sansongsak, M. G. Rimoli and N. Tirelli (2009). Chitosan/TPP and chitosan/TPP-hyaluronic acid nanoparticles: systematic optimisation of the preparative process and preliminary biological evaluation. Pharmaceutical research, 26:1918-1930.

29- Racsko. J. (2009). Crop load. Fruit thinning and their effects on fruit quality of apple (*Malus domestica Borkh*). J. Agric. Sci. Debrecen. 24: 29 – 35.

30- Rainham, D. (2001). G.P.Dall. Horticultural Consultant 7(4).

31- Siddique, A., Kandpal, G., and Kumar, P. (2018). Proline accumulation and its defensive role under diverse stress condition in plants: An overview. Journal of Pure and Applied Microbiology, 12(3): 1655-1659.

32- Sutcliffe, J. F. and D. A. Baker (1981). Plants and Mineral Salts. Studies in Biology No. 48. 2nd Edn., Edward Arnold (Publishers) Limited. 41, Bedford Square, London.

Iraqi Journal of Agricultural Research (IJAR)
Ministry of Agriculture
ISSN Print: 2790-5306 – ISSN Online: 2790-5314
http://ijarmoa.gov.iq — OPEN ACCESS
VOL. 30 NO. (1) 2026

DOI: https://doi.org/10.65814/ijar.30.1.29

EFFECT OF ADDING LIQUID ORGANIC FERTILIZER AND SPRAYING WITH NANO-PROLINE AND BORON ON SOME CHEMICAL AND ENZYMATIC PROPERTIES OF ZAHDI DATE PALM *Phoenix dactylifera* L.

Omar Saeb Sarhan Al Khafaji[1] ome22g500@2uonbar.edu.iq

Hamid Hamdan Al-Ali[2] hameed.alali@uoanbar.edu.iq

© 2026 Directorate of Agricultural Research, Ministry of Agriculture. This is an open-access article under the CC by Licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

ABSTRACT

This study was conducted on a private palm farm located in the city of Hit, 65 km west of Ramadi, the center of Anbar Governorate in Iraq, during the 2025 growing season to study the effect of adding liquid organic fertilizer on two dates, 3/15 and 6/15 of the season, around the palm basin within a radius of one meter and at three concentration levels (0, 10, 20 ml L^{-1}), and foliar spraying with nano-proline acid until complete wetness on 2/20/2025 at two concentration levels (0, 200 mg L^{-1}), and boric acid on two dates, 3/25 and 4/15 of the season at three concentration levels (0, 0.5, 1 g L^{-1}), and their interference on the chemical characteristics of the Zahdi palm fruit.

A factorial experiment (3×2×3) was conducted within a randomized complete block design (RCBD) with three replicates, where the experimental unit included one tree, and the treatments were tested according to the LSD test at a probability level of 5%. The results showed a positive effect of adding liquid organic fertilizer on most of the studied properties of date palm fruits. Concentration F2 (20 ml L^{-1}) significantly improved all studied properties. Regarding nano-proline spraying, concentration P1 (200 mg L^{-1}) showed a significant difference in all studied properties, and for boron, concentration B2 (1 g L^{-1}) significantly improved all studied properties.

In binary interferences, treatment F2B2 (20 ml L^{-1} + 1 g L^{-1}) significantly improved tannins, TSS, and total sugars, while treatment F0B0 (0 ml L^{-1} + 0 g L^{-1}) showed the lowest values. Treatment F2P1 (20 ml L-1 + 200 mg L-1) showed the highest values for all studied properties, and treatment P1B2 (200 mg L^{-1} + 1 g L^{-1}) showed the highest values for TSS and total sugars. In ternary interference, treatment F2P0B2 (20 ml L^{-1} + 0 mg L^{-1} + 1 g L^{-1}) showed the highest values for total sugars, while treatment F2P1B2 (20 ml L^{-1} + 200 mg L^{-1} + 1 g L^{-1})) showed the highest values for reducing sugars.

Keywords: Date Palms, Zahdi cultivar, liquid Organic Fertilizer, Nano-Proline, Boron.

[1]Directorate of Agriculture in Anbar Governorate, Anbar, Iraq.
[2]College of Agriculture, University of Anbar, Anbar, Iraq.

- **Received:** November 13, 2025.
- **Accepted:** December 7, 2025.
- **Available online:** June 30, 2026.