دراسة التكامل بين التسميد الكيميائي وخل الخشب في تحسين نمو وإنتاجية محصول البطاطا *Solanum tuberosum* L.

1 د. روعة البيبلي 2 *د. فؤاد وسوف 3 د. أسامة العبد الله 4 د. نوفل الرضوان 5 د. بسام البستاني

الملخص

نفذ البحث في مركز بحوث حمص خلال الموسمين الزراعيين 2022-2023 بهدف دراسة تأثير التسميد بتراكيز مختلفة من التسميد الكيميائي NPK (0-50 و100% من التوصية السمادية) وخل الخشب (0، 3، 6%) في نمو وإنتاجية البطاطا، صممت التجربة كتجربة عاملية وفق القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات لكل معاملة.

بينت النتائج ان التسميد بنسبة 100% من التوصية السمادية الموصى بها من الأسمدة الكيميائية أدى إلى تفوق معنوي في زيادة (عدد الأفرع على النبات، عدد الدرنات متوسطة الحجم، عدد الدرنات كبيرة الحجم، النسبة المئوية للمادة الجافة، النسبة المئوية للنشاء). وقد بلغت (3.77 فرع/نبات، 2.66 درنة/نبات، 2.05 درنة/نبات، 18.24%، 8.12%) على الترتيب، ولم يكن بينها وبين التسميد بمعدل 50% من التوصية السمادية أي فروق معنوية تذكر. بينما حققت معاملة التسميد 50% من التوصية السمادية أعلى القيم من حيث ارتفاع النبات (55.56 سم) والإنتاجية (6.21 كغ/م^2)، وأقل قيمة لعدد الدرنات صغيرة الحجم (1.44 درنة/البنات).

أما فيما يتعلق بالتسميد بخل الخشب فقد كان له دور إيجابي في جميع الصفات المدروسة فقد أعطى التركيز 6% أعلى القيم في كل من (ارتفاع النبات، عدد الأفرع، عدد الدرنات متوسطة الحجم، عدد الدرنات كبيرة الحجم، الإنتاجية، النسبة المئوية للنشاء). وكانت على الترتيب (56.50 سم، 3.50 فرع/النبات، 2.66 درنة/النبات، 2.05 درنة/النبات، 5.97 كغ/م2، 8.04%) ولم يكن بينها وبين التركيز 3% أي فروق معنوية تذكر باستثناء صفة ارتفاع النبات. بينما انخفضت جميع القيم في معاملة الشاهد غير المسمد باستثناء عدد الدرنات صغيرة الحجم التي حققت أعلى القيم. فيما يتعلق بالتفاعل بين معاملات المدروسة كان معنوياً في كل المؤشرات

ولوحظ أن معاملة التسميد بـ 50% من التوصية مع خل الخشب بتركيز 100: 6 ساهم في زيادة معنوية واضحة لمؤشر الإنتاجية 6.89 كغ/م^2.

الكلمات المفتاحية: بطاطا، خل الخشب، أسمدة كيميائية، تسميد، إنتاجية.

---

1 3 باحث–إدارة بحوث البستنة–الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية–دمشق

2 * باحث–مركز بحوث حمص–الهيئة الهامة للبحوث العلمية الزراعية (التواصل لنشر البحث)

4.5 باحث–مركز بحوث حمص–الهيئة الهامة للبحوث العلمية الزراعية

A Study of the Integration of Chemical Fertilization and Wood Vinegar in Improving the Growth and Yield of Potatoes (*Solanum tuberosum* L.)

[1]Dr. Rawa Al–Babilie [2*]Dr. Fouad Wassouf [3] Dr. Ossama Al–Abdullah
[4] Dr. Nawfal Al–Radwan [5]Dr.Bass am albwstany

Abstract:

This research was conducted at the Homs Research Center during the 2022–2023 growing seasons to study the effect of fertilization with different concentrations of NPK chemical fertilizer (0–50% and 100% of the recommended fertilizer) and wood vinegar (0%, 3%, and 6%) on

potato growth and yield. The experiment was designed as a factorial experiment using a completely randomized block design with three replicates for each treatment. The results showed that fertilizing at 100% of the recommended amount of chemical fertilizer resulted in a significant increase in (number of branches per plant, number of medium-sized tubers, number of large-sized tubers, percentage of dry matter, and percentage of starch). These figures were (3.77 branches/plant, 2.66 tubers/plant, 2.05 tubers/plant,18.24%, and 8.12%), respectively. No significant differences were found between these figures and those of fertilizing at 50% of the recommended amount. However, the 50% fertilization treatment achieved the highest values in terms of plant height (55.56 cm) and yield (6.21 kg/m²), and the lowest value for the number of small tubers (1.44 tubers/plant). Regarding fertilization with wood vinegar, it had a positive effect on all studied traits. The 6% concentration yielded the highest values for plant height, number of branches, number of medium-sized tubers, number of large tubers, yield, and starch percentage. These values were, respectively, 56.50 cm, 3.50 branches/plant, 2.66 tubers/plant, 2.05 tubers/plant, 5.97 kg/m², and 8.04%. There were no significant differences between these values and the 3% concentration, except for plant height. In contrast, all values decreased in the unfertilized control treatment, except for the number of small tubers, which achieved the highest values. The interaction between the studied treatments was significant across all indicators. It was observed that the fertilization treatment using 50% of the recommended

amount with 100:6 wood vinegar significantly increased the yield index to 6.89 kg/m².

Keywords: potatoes, wood vinegar, chemical fertilizers, fertilization, yield.

---

1 3 Researcher – Horticulture Research Department – General Commission for Agricultural Scientific Research – Damascus
*2 Researcher – Homs Research Center – General Commission for Agricultural Scientific Research (Contact for research publication)
4,5 Researcher – Homs Research Center – General Commission for Agricultural Scientific Research

مقدمة:

تُعد البطاطا (*Solanum tuberosum* L.) ثالث أهم محصول غذائي في العالم بعد الأرز والقمح، إذ تلعب دوراً محورياً في الأمن الغذائي العالمي بفضل إنتاجها الكبير وقيمتها الغذائية العالية [18] فهي مصدر رئيسي للنشا عالي الجودة، والبروتينات، والألياف الغذائية، إضافة إلى الفيتامينات (B1، B6، C، E) والمعادن مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد والزنك، فضلاً عن المركبات الفعالة بيولوجياً كالأنثوسيانينات والفلافونويدات [25].

وفي سورية، تُعد البطاطا ثاني أهم محصول خضري بعد البندورة، وتلعب دوراً أساسياً في الأمن الغذائي والمعيشة الريفية، وقد بلغ إنتاج البطاطا عام 2023 حوالي 619,568 طن وفق بيانات منظمة الأغذية والزراعة [9] ونبات البطاطا نبات حولي من الفصيلة الباذنجانية، ويتميز بساق قائمة، أوراق مركبة، وأزهار بيضاء أو بنفسجية، هذا وتجود زراعته في التربة الرملية الخفيفة

أو المزيجية، جيدة الصرف والغنية بالمادة العضوية ويحتاج لمناخ معتدل ومائل للبرودة، يزرع درنياً لإنتاج درنات نشوية تحت الأرض والتي تعد مصدراً غنياً بالكربوهيدرات (النشا) لتوفير الطاقة، وتحتوي على فيتامينC، والبوتاسيوم، وفيتامين B6 وتكمن قيمتها الاقتصادية في كونها غذاء أساسياً، مادة خام للصناعات الغذائية، ومصدراً للتصدير مما يجعل زراعة البطاطا مربحة اقتصادياً رغم أن السياسات الزراعية الحالية لا تدعم المنتجين بشكل كاف [19].

هذا ويعد محصول البطاطا من محاصيل الخضر المجهدة للتربة لاحتياجاتها العالية من المغذيات، لذا فإن استعمال الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية والبوتاسية أصبحت ضرورة ملحة لتأمين احتياج هذا المحصول، ولما لها من دور هام في زيادة الانتاج الزراعي [6]، وقد أدى الاستخدام المكثف للأسمدة والمواد الكيميائية الزراعية إلى مخاطر بيئية وصحية واسعة النطاق [3، 23]، لذلك، تزايد الاهتمام بالمنتجات الطبيعية ذات الخصائص المحفزة للنمو، ومنها خل الخشب، هذا ويُعرف تقطير الخشب أيضاً باسم Pyroligneous acid أو Wood vinegar، وخل الخشب عبارة عن ناتج ثانوي من عملية التحلل الحراري للكتلة الحيوية النباتية، وهو غني polyphenols والأحماض العضوية والكحوليات، ويُستخدم تقليدياً فوائده الزراعية مثل الحد من مسببات الأمراض، وزيادة الإنتاجية، وزيادة نمو المجموع الخضري، وعدد الثمار، وحجمها [5، 20، 17، 21]، بالإضافة إلى تحسين محتوى الكلوروفيل، ومعدل التمثيل الضوئي، كما يساهم في مقاومة مسببات الأمراض [7، 16] وبالتالي تعزيز عمليات التمثيل الغذائي والبناء البروتيني وزيادة محتوى النشاء والبروتينات مما يعكس حالة فيزيولوجية جيدة للنبات [11،26].

أشارت نتائج [11] أن المعاملة بالأسمدة الكيميائية بمعدل (240، 120، 400 كغ/هـ من NPK ساهم في تحسين إنتاجية البطاطا (50.98 طن/هـ) وزيادة معنوية في محتوى الأوراق من عناصر الآزوت والفوسفور والبوتاس (2.07، 0.34، 2.66% على التوالي)، ومحتوى الدرنات من المادة الجافة والنشاء (18.34%، 12.35% على التوالي). وأوضح [1] أن إضافة 32 طن /هـ من

السماد العضوي + 100% من الأسمدة الكيميائية الموصى بها أعطى أعلى نسبة من إنبات درنات البطاطا (96.88%) وعدد الأوراق على البنات، ما ساهمت في تقليل النسبة المئوية للدرنات غير الصالحة للتسويق (2.75%) مقارنة مع معاملة الشاهد. وبيّن [24] أن معاملة التسميد بنسبة 50% من التوصية السمادية على محصول البطاطا تحقق نتائج أفضل من حيث الإنتاجية والجودة مقارنةً بالشاهد (بدون تسميد) ومعاملة 100% من التوصية.

أثبتت الدراسة [21] أن الرش الورقي بخل خشب الكستناء الحلو بتركيز (1: 500) على نباتات الخس، سواء منفرداً أو مع ليسيثين الصويا 3% (مادة دهنية طبيعية مستخرجة من فول الصويا)، يعزز محتوى الكلوروفيل والكتلة الحيوية بشكل ملحوظ (حوالي 50%) مقارنةً مع الشاهد.

قام [17] بتسميد التربة بخل الخشب بتركيز 1: 300 و1: 800 وبينت النتائج أن التركيز 1: 300 ساهم في زيادة إنتاجية البندورة بنسبة 40% أم التركيز 1: 800 أعطى زيادة أقل بحوالي 20% مقارنةً مع الشاهد.

وجد [15] أن إضافة خل الخشب إلى مياه الري بتركيز 1:200 ساهم في زيادة امتصاص المنغنيز والبوتاسيوم، وتحسّين النمو الخضري. وأوضح [13] أن إضافة خل الخشب بتركيز 1:200 إلى التربة، مع أنواع مختلفة من البيوچار (نباتي وحيواني)، ساهم بشكل معنوي في زيادة الكتلة الحيوية للبندورة بنسبة تفوق 30%، بالإضافة إلى تحسّن امتصاص الأزوت والفوسفور مقارنةً مع الشاهد.

أهمية البحث وأهدافه:

مع ازدياد توصيات المعنيين بالقطاع الزراعي بتقنين الإضافات الكيميائية إلى التربة، والاتجاه نحو غذاء أمن وصحي خالي من الأثر المتبقي للمواد الكيميائية، ونظراً لأهمية محصول البطاطا، ولكونه محصول مجهد يحتاج إلى توفر جيد للعناصر الغذائية لزيادة إنتاجيته، فقد هدف هذا

البحث إلى دراسة حالة التكامل بين التسميد الكيميائي والتسميد العضوي بخل الخشب في نمو وإنتاج البطاطا (صنف سبونتا) في العروة الربيعية وإمكانية تقليل التسميد الكيميائي باستعمال رديف من الاسمدة العضوية.

مواد البحث وطرائقه:

-**المادة النباتية:** استخدم في التجربة صنف البطاطا سبونتا وهو صنف هولندي متأخر (100-110 أيام من الزراعة)، درناته بيضاوية متطاولة الشكل ومرغوبة في الأسواق، لون القشرة أصفر واللب أصفر فاتح، العيون نصف غائرة، حجم الدرنات الناتجة من النبات الواحد كبيرة، وإنتاجه كبير في العروة الربيعية.

خل الخشب سيك التجاري المطبق:

سائل عضوي 100 ٪، عالي الكثافة وتكاليفه التجارية والاقتصادية معقولة. يحتوي على 80 – 90٪ من الماء مع مجموعة كبيرة من المواد العضوية الطبيعية تصل إلى 200 مركب مثل حمض الخليك 426.5 ppm والميثانول 1174 ppm، الفينول 1.1%، الأسيتون 247.4 ppm، حمض الفورميك 410.6 ppm، حمض البوتريك 49.5 ppm، حمض البروبونيك 257 ppm.

-**موقع التنفيذ:** نفذت التجربة في مقر مركز بحوث حمص خلال الموسمين الزراعيين 2022-2023، تربة مركز بحوث حمص بنية محمرة طينية، خفيفة القلوية إلى متعادلة، فقيرة بالمادة العضوية، وجيدة المحتوى بالآزوت والبوتاسيوم والفوسفور (جدول 1).

جدول(1) : بعض خصائص تربة موقع تنفيذ البحث

مادة عضوية%	آزوت معدني PPM	بوتاسيوم متاح PPM	فوسفور متاح PPM	التحليل الميكانيكي			pH
				رمل%	سلت%	طين%	
1.6	19.1	350	20.8	16	20	64	7.8

-المعاملات المدروسة:

-المعاملة 1: التسميد بخل الخشب تركيز 3:100 وبدون تسميد (NPK).

-المعاملة 2: التسميد بخل الخشب تركيز 3:100 مع 100% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 3: التمسيد بخل الخشب تركيز 3:100 مع 50% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 4: التسميد بخل الخشب تركيز 6:100 وبدون تسميد كيميائي (NPK).

-المعاملة 5: التسميد بخل الخشب تركيز 6:100 مع 100% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 6: التسميد بخل الخشب تركيز 6:100 مع50% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 7: 100% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 8: 50% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 9: بدون تسميد.

خطوات تنفيذ البحث:

تم إعداد الأرض وتجهيزها للزراعة بحراثتها حراثتين متعامدتين على عمق 30–35 سم وقبل الفلاحة الأخيرة أضيف السماد الكيميائي (حسب المعادلة السمادية الموصى بها من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (180N، 90P، 90K كغ/هـ)) وتم إضافة الأسمدة التالية بعد تحليل التربة (5.85غ/نبات يوريا 46%، 8.5 غ/نبات سوبر فوسفات ثلاثي 46%، 6.5 غ /نبات سلفات البوتاسيوم 50%)) عند المستوى 100% ونصفها عند المستوى 50% من الكمية الموصى بها وحسب المعاملات المدروسة، ومن ثم تم تخطيط الحقل إلى قطع تجريبية تضم كل قطعة 3 خطوط بطول 105 سم ويضم الخط 3 نباتات وعلى بعد 35 سم بين النباتات والمسافة بين الخطوط 75 سم (كل قطعة تضم 9 نباتات) وتمت عملية الزراعة في بداية شهر آذار لكلا الموسمين، أما خل الخشب فقط تم التسميد به على 3 دفعات بمقدار 1 ليتر من المستخلص لكل نبات (وذلك بمزج 3 مل من خل الخشب مع 1 ليتر من الماء) وذلك بعد الري (الطريقة المتبعة هي الري السطحي):

–الدفعة الأولى: بعد اكتمال الإنبات بفترة 10 أيام وبتركيزين 3:100 و6:100.

–الدفعة الثانية: بعد أسبوعين من الدفعة الأولى وبتركيزين 3:100 و6:100.

–الدفعة الثالثة: في مرحلة الإباضة (وضع الدرنات) بعد أسبوعين من الدفعة الثانية وبتركيزين 3 و .%

الحصاد: تمت عملية الفطام قبل عشرة أيام من الجني عند ظهور علامات النضج (جفاف واصفرار المجموع الخضري) وتم الحصاد لكلا الموسمين في بداية شهر 7، وتم جمع إنتاج كل مكرر وكل معاملة على حدة، وحُسبت الإنتاجية، وفرزت الدرنات.

– طريقة العمل:

تم إعداد الأرض وتجهيزها للزراعة بحراثتها حراثتين متعامدتين على عمق 30–35 سم، وقبل الفلاحة الأخيرة أضيف السماد الكيميائي (وذلك بعد تحليل التربة وحسب المعادلة السمادية الموصى بها من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (180N، 90P، 90K كغ/هـ)) وتم إضافة الأسمدة التالية:

(5.85غ/نبات يوريا 46%، 8.5 غ/نبات سوبر فوسفات ثلاثي 46%، 6.5 غ /نبات سلفات البوتاسيوم 50%)) عند مستوى 100% من التوصية ونصف الكمية عند مستوى 50% من التوصية السمادية.

- **المؤشرات المدروسة:**

مؤشرات المجموع الخضري: تم حسابها عند مرحلة اكتمال النمو الأعظمي (مرحلة الازهار) (5 نباتات في كل مكرر):

- متوسط ارتفاع النبات (سم): تم قياس ارتفاع النبات ابتداء من سطح التربة (منطقة اتصال الساق مع الجذور) وصولاً إلى القمة.
- متوسط عدد السوق عند النبات الواحد (ساق/ نبات).

مؤشرات الإنتاجية:

-**متوسط عدد الدرنات/النبات:** بعد قلع الدرنات تم فرزها الى ثلاث مجموعات وفقاً لوزنها: درنات صغيرة الحجم (يقل وزنها عن 35 غ، درنات متوسطة الحجم يتراوح وزنها بين 35 و80 غ، درنات كبيرة الحجم يزيد وزنها عن 80 غ)

-**الإنتاجية (كغ/ م^2):** حسبت إنتاجية القطعة التجريبية من الدرنات بعد الانتهاء من عملية العلاج التجفيفي.

-**التحاليل الكيميائية:**

-تقدير المادة الجافة%: يتم من خلال تقطيع الدرنات إلى شرائح يؤخذ منها 100غ وتجفف في فرن كهربائي على درجة حرارة 70مْ، ثم يقدر الوزن وتحسب النسبة المئوية للمادة الجافة.

-تقدير نسبة النشاء%: حسب الطريقة الواردة في A.O.A.C من خلال المعاملة التالية:

النسبة المئوية للنشاء% = 17,55 + 0.891(المادة الجافة% – 24.18).

-**تصميم التجربة والتحليل الاحصائي:**

نُفذت التجربة كتجربة عاملية بعاملين وفق التصميم العشوائي الكامل، العامل الأول هو مستويات التسميد الكيميائي (0، 50، 100% من التوصية السمادية) والعامل الثاني معاملات التسميد بخل الخشب (0، 3، 6%) وبثلاثة مكررات لكل معاملة، وتم تحليل البيانات وحساب معنوية الفروق والمقارنة بين متوسطات المعاملات المدروسة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى ثقة 5% للقراءات الحقلية والمخبرية باستخدام برنامج GenStat 12th.

النتائج والمناقشة:

1-تأثير التسميد الكيميائي وخل الخشب في مؤشرات النمو الخضري لصنف البطاطا سبونتا:

1-1-متوسط ارتفاع النبات/سم:

تبين المعطيات الواردة في الجدول (2) أن معاملات التسميد الكيميائي وبغض النظر عن معاملات التسميد خل الخشب ساهمت بشكل إيجابي في زيادة ارتفاع نباتات البطاطا، فقد تفوقت معاملة التسميد بـ50% من التوصية السمادية بمتوسط ارتفاع نباتاتها (55.56 سم) وبفروق معنوية على معاملتي التسميد 100% والشاهد بدون تسميد (51.06، 47.56 سم، على التوالي) ولم يلاحظ أي فروق معنوية بينهما.

كما تبين نتائج التسميد بخل الخشب تفوق المعاملة بالتركيز 6:100 بارتفاع نباتاتها (56.50 سم) وبفروق معنوية على معاملتي التسميد بالتركيز 3% والشاهد 0% (49.11، 48.56 سم، على التوالي) ولا يوجد أي فروق معنوية بين هاتين المعاملتين.

أما فيما يتعلق بالتفاعل بين معاملات التسميد الكيميائي ومعاملات التسميد بخل الخشب فتبين النتائج أن المعاملة 0% تسميد كيميائي مع التركيز 6:100 من خل الخشب تفوقت معنوياً بارتفاع نباتاتها (59.00 سم) على كل من المعاملات التسميد 100 و50% من الكمية الموصى بها من الأسمدة الكيميائية وبدون إضافة خل الخشب (47.00، 51.67 سم) ومعاملة الشاهد غير المسمد بالأسمدة

الكيمائية مع إضافة خل الخشب بتركيز 3:100 (40.83 سم) ومعاملة التسميد 100% من الأسمدة الكيميائية مع تركيز 6:100 (42.83 سم) بينما لم تكن الفروق معنوية مع باقي المعاملات.

جدول (2) : تأثير التسميد بخل الخشب في صفة ارتفاع النبات لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي/سم:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	التسميد بخل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	47.00 cd	55.83 ab	42.83 d	51.06 b
2	%50	51.67 bc	54.83 ab	56.00 ab	55.56 a
3	%0	54.50 ab	40.83 d	59.00 a	47.56 b
المتوسط		48.56 b	49.11 b	56.50 a	
CV		11.8			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		7.084	4.090	4.090	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

1-2-متوسط عدد الأفرع/النبات:

تشير المعطيات الواردة في الجدول (3) أن خفض التسميد الكيميائي من 100 إلى 50% من التوصية السمادية وشاهد بدون تسميد ساهم معنوياً في خفض عدد الأفرع على النبات من 3.78 فرع/النبات إلى (3.56 ،2.44 فرع/النبات، على التوالي)، بالمقابل التسميد بخل الخشب بالتركيز 3:100 و6:100 ساهم في زيادة معنوية في عدد الأفرع على النبات (3.50، 3.50 فرع/النبات، على التوالي) مقارنةً مع الشاهد غير المسمد (2.78 فرع/النبات)، أما التداخل بين التسميد الكيميائي والتسميد بخل الخشب تبين النتائج تفوق معنوي لمعاملات التسميد بالمستوين 50 و100% من

التوصية السمادية مع إضافة خل الخشب بتركيز 6:100 (4.00، 4.333 فرع/النبات على التوالي) ومعاملة التسميد 100% من كامل التوصية بالأسمدة الكيميائية مع خل الخشب بتركيز 3:100 (4.500 فرع/النبات) معنوياً على باقي المعاملات المدروسة باستثناء معاملة التسميد 50% أسمدة كيميائية مع خل الخشب 3:100 (3.667 فرع/النبات) حيث لم يكن هناك فروق معنوية بينها.

جدول (3): تأثير التسميد بخل الخشب في صفة عدد الأفرع لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي فرع/النبات:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	2.833 bc	4.500 a	4.000 a	3.778 a
2	%50	2.667 c	3.667 ab	4.333 a	3.556 a
3	%0	2.833 bc	2.333 c	2.167 c	2.444 b
المتوسط		2.778 b	3.500 a	3.500 a	
CV		9.9			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		0.914	0.527	0.527	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

2-تأثير التسميد بخل الخشب في مؤشرات الإنتاجية لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي:

2-1-عدد الدرنات الصغيرة على النبات:

لعبت معاملات التسميد الكيميائي دوراً في تقليل عدد الدرنات الصغيرة على النبات حيث تفوقت المعاملتين 100 و50% من التوصية السمادية معنوياً بهذه الصفة (1.89، 1.44 درنة/النبات) على معاملة الشاهد بدون تسميد (3.17 درنة/النبات) وبدون أي فروق معنوية بينهما.

كما ساهمت التراكيز المطبقة من خل الخشب 6:100 و 3:100 في تقليل عدد الدرنات صغيرة الحجم (1.78، 1.56 درنة/النبات، على التوالي) معنوياً مقارنةً مع الشاهد (3.17 درنة/النبات) الذي أعطى العدد الأكبر، أما بالنسبة للتفاعل بين معاملات التسميد الكيميائي وخل الخشب يلاحظ من الجدول أن معاملة التسميد 50% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 من خل الخشب أعطت العدد الأقل من الدرنات 0.833 درنة/النبات (جدول 4) وبفروق معنوية مع المعاملات التالية: 0% تسميد كيميائي وبدون إضافة خل الخشب (2.833 درنة/النبات) ومعاملات 100 و50 و0% تسميد كيميائي عند التركيز 3:100 (3.500، 2.167، 3.833 درنة/النبات، على التوالي) ومعاملة 0% تسميد كيميائي مع إضافة خل الخشب بتركيز 3:100 (2.833 درنة/النبات) وبدون أي فروق معنوية مع بقية المعاملات المدروسة.

جدول (4): تأثير التسميد بخل الخشب في عدد الدرنات صغيرة الحجم لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي درنة/النبات:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	1.167 cd	3.500 a	1.000 d	1.889 b
2	%50	1.333 cd	2.167 bc	0.833 d	1.444 b
3	%0	2.833 ab	3.833 a	2.833 ab	3.167 a
المتوسط		3.167 a	1.556 b	1.778 b	
CV		11.4			

	التسميد	خل الخشب	التفاعل	
	0.289	0.289	0.501	LSD 5%

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

2-2-عدد الدرنات متوسطة الحجم على النبات:

توضح المعطيات في الجدول (5) أن التسميد الكيميائي بمستوى 100 و50% من التوصية السمادية أدى إلى زيادة معنوية في عدد الدرنات متوسطة الحجم (2.67، 2.50 درنة/النبات، على التوالي) مقارنة مع الشاهد غير المسمد (1.83 درنة/النبات).

كما تفوقت معاملة التركيز 6:100 من خل الخشب بمتوسط عدد الدرنات متوسطة الحجم (2.67 درنة/النبات) معنوياً على الشاهد (2.06 درنة/النبات) وبدون أي فروق معنوية مع التركيز 3% (2.28 درنة/النبات)، أما بالنسبة للتفاعل بين عاملي التسميد فتشير البيانات أن معاملة التسميد 100% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 من خل الخشب أعطى العدد الأكبر من الدرنات متوسطة الحجم (2.833 درنة/النبات) وبفروق معنوية فقط على معاملة 0% تسميد كيميائي وبدون إضافة خل الخشب (1.167 درنة/النبات) ومعاملة 0% تسميد كيميائي مع خل الخشب بتركيز 3:100 (1.833 درنة/النبات).

جدول (5): تأثير التسميد بخل الخشب في عدد الدرنات متوسطة الحجم لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	2.500 ab	2.667 a	2.833 a	2.667 a
2	%50	2.500 ab	2.333 ab	2.667 a	2.500 a
3	%0	1.167 c	1.833 bc	2.500 ab	1.833 b
	المتوسط	2.056 b	2.278 ab	2.667 a	

CV%	15.4			
LSD 5%	التفاعل	خل الخشب	التسميد	
	0.6821	0.3938	0.3938	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

2-3-عدد الدرنات كبيرة الحجم على النبات:

تشير النتائج المتحصل عليها من الجدول (6) إلى تفوق معنوي لمعاملة التسميد 100% من التوصية السمادية في صفة عدد الدرنات كبيرة الحجم (2.07 درنة/النبات) على كل من المعاملتين 50% (1.56 درنة/النبات) ومعاملة الشاهد بدون تسميد (1.50 درنة/النبات).

كما انخفض عدد الدرنات كبيرة الحجم معنوياً من 2.06 درنة/النبات عند التركيز 6:100 من خل الخشب إلى 1.22 درنة /النبات عند الشاهد غير المسمد ولم يلاحظ أي فروق معنوية في هذا المؤشر عند التسميد بالتركيزين 6 و3% من خل الخشب، ويبين التداخل بين معاملات التسميد كافة وجود تفاعل معنوي في هذه الصفة حيث تفوقت معاملة التسميد 100% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 من خل الخشب في هذه الصفة وأعطت العدد الأكبر من الدرنات كبيرة الحجم (2.33 درنة/النبات) وبفروق معنوية فقط على كل من المعاملة 50 و0% من التوصية السمادية وبدون إضافة خل الخشب (0.833، 1.000 درنة/النبات، على التوالي).

جدول 6: تأثير التسميد بخل الخشب في عدد الدرنات كبيرة الحجم لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي درنة/النبات:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	1.833 a	2.000 a	2.333 a	2.056 a
2	%50	0.833 c	1.833 a	2.000 a	1.556 b
3	%0	1.000 bc	1.667 ab	1.833 a	1.500 b
المتوسط		1.222 b	1.833 a	2.056 a	
CV		17.5			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		0.7346	0.4241	0.4241	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

2-4الإنتاجية كغ/م^2:

تعكس الإنتاجية في وحدة المساحة الدور الهام لمستويات التسميد الكيميائي المطبقة فقد أشارت النتائج (جدول 7) إلى وجود زيادة معنوية في متوسط الإنتاجية من الدرنات عند تطبيق المعاملة 50% من التوصية السمادية (6.21 كغ/م^2) مقارنةً مع المعاملة 100% (5.31 كغ/م^2) والتي تفوقت بدورها معنوياً على الشاهد بدون تسميد (4.98 كغ/م^2).

أما معاملات التسميد بخل الخشب فقد بينت النتائج تفوق التركيز 6:100 في الإنتاجية بمتوسط بلغ (5.98 كغ/م^2) معنوياً على الشاهد (4.71 كغ/م^2) ولم يلاحظ أي فروق معنوية بين التركيزين 6:100 و3:100.

أما فيما يتعلق بالتفاعل بين معاملات التسميد فتبين المعطيات أنه كان معنوياً حيث تفوقت المعاملة 50% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 من خل الخشب معنوياً (6.889 كغ/م^2) على

كافة المعاملات، بينما أعطت معاملة الشاهد (بدون تسميد كيميائي أو إضافة خل الخشب) الإنتاجية الأقل (4.296 كغ/م^2).

جدول 7: تأثير التسميد بخل الخشب في متوسط الإنتاجية لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي كغ/م^2:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	4.459 f	5.807 c	5.674 cd	5.314 b
2	%50	5.363 de	6.385 b	6.889 a	6.212 a
3	%0	4.296 f	5.274 e	5.363 de	4.978 c
المتوسط		4.706 b	5.822 a	5.975 a	
CV		6.1			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		0.3889	0.2245	0.2245	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

3-تأثير التسميد بخل الخشب في نسبة المواد الصلبة الذائبة والنشاء لدرنات صنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي:

3-1-النسبة المئوية للمادة الجافة:

تشير البيانات في الجدول (8) إلى تفوق نباتات المعاملة 100% من التوصية السمادية بمتوسط نسبة المادة الجافة في درناتها (18.24%) وبفروق معنوية على الشاهد (15.47%) ولم يلاحظ أي فروق معنوية بين المعاملة 50% والشاهد.

كما ازداد محتوى الدرنات من المادة الجافة عند التسميد بخل الخشب تركيز 3:100 (18.25%) وبفروق معنوية على الشاهد (15.46%). أما فيما يتعلق بالتداخل بين معاملات التسميد فتشير البيانات أنه كان معنوياً في هذه الصفة حيث تفوقت معاملة التسميد الكيميائي 100% من التوصية السمادية وبدون إضافة خل الخشب (19.70%) معنوياً على كل من معاملة التسميد 50 و0% تسميد كيميائي وبدون إضافة خل الخشب (15.47، 11.22%، على التوالي)، ومعاملة 0% تسميد كيميائي مع التركيز 3:100 (15.53%) ومعاملة 100 و50% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 (15.40، 15.64%، على التوالي) وبدون أي فروق معنوية مع بقية المعاملات المدروسة.

جدول 8: تأثير التسميد بخل الخشب في نسبة المادة الجافة لدرنات صنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي %:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	19.70 a	19.63 a	15.40 b	18.24 a
2	%50	15.47 b	19.58 a	15.64 b	16.90 ab
3	%0	11.22 c	15.53 b	19.65 a	15.47 b
المتوسط		15.46 b	18.25 a	16.90 ab	
CV		16.4			
LSD 1%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		3.704	2.138	2.138	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

3-2-النسبة المئوية للنشاء:

محتوى درنات البطاطا من النشاء سلك سلوكاً مشابهاً لنسبة المادة الجافة فقد تفوق نباتات المعاملة 100% من التوصية السمادية بمتوسط نسبة النشاء في درناتها (8.13%) وبفروق معنوية على الشاهد (7.69%) ولم يلاحظ أي فروق معنوية بين المعاملة 50% والشاهد.

كما ازداد محتوى الدرنات من النشاء عند التسميد بخل الخشب تركيز 6% (8.05%) وبفروق معنوية على الشاهد (7.61%).

أما فيما يتعلق بالتداخل بين معاملات التسميد فتشير البيانات أنه كان معنوياً وتفوقت نباتات المعاملة 100% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 في محتواها من النشاء (8.978%) وبفروق معنوية على كافة المعاملات المطبقة باستثناء المعاملة 50% والتركيز 6:100 (8.500%) حيث لم تكن الفروق بينهما معنوية (جدول 9).

جدول 9: تأثير التسميد بخل الخشب في نسبة النشاء لدرنات صنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي %:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	7.233 c	8.167 b	8.978 a	8.126 a
2	%50	7.333 c	7.333 c	8.500 ab	7.722 ab
3	%0	7.917 bc	7.333 c	7.833 bc	7.694 b
المتوسط		7.611 b	7.883 ab	8.048 a	
CV		7.8			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		0.7165	0.4137	0.4137	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

المناقشة:

بالمحصلة مما سبق فقد تحسنت مؤشرات النمو الخضري لنباتات البطاطا عند تطبيق التسميد الكيميائي NPK والذي انعكس ايجاباً على الإنتاجية والصفات النوعية لدرنات البطاطا وتتوافق هذه النتيجة مع ما بينه كل من [11، 1] على نبات البطاطا، وبالمقارنة بين المعاملات المطبقة (كامل الكمية الموصى بها أو النصف) لوحظ عدم وجود فروق معنوية بينهما في كثير من المؤشرات ومنها عدد الدرنات الصغيرة والمتوسطة الحجم على النبات والنسبة المئوية للمادة الجافة والنشاء مع تفوق الإنتاجية عند المستوى 50% من التوصية السمادية، تتوافق هذه النتيجة مع ما بينه [24] الذي أوضح أن معاملة التسميد بنسبة 50% من التوصية السمادية تحقق نتائج أفضل من حيث الإنتاجية والجودة مقارنة بالشاهد (بدون تسميد) ومعاملة 100% من التوصية، ويعزى ذلك إلى أن نباتات البطاطا تمتلك قدرة محدودة على امتصاص العناصر الغذائية، وعند زيادة الكمية المضافة (100%) يحدث فقدان بالغسل أو تثبيت في التربة أما عند إضافة 50% من التوصية فتكون الكمية أقرب إلى قدرة الامتصاص الفعلية للنبات، مما يزيد من كفاءة النمو الخضري ويعطي إنتاجية أعلى لكل وحدة سماد مضافة مما ينسجم مع مبادئ الزراعة المستدامة [14].

وبالمقابل كان لخل الخشب دور هام في تحسين النمو والإنتاجية وخاصة عند التسميد بالتركيز 6:100 وتتوافق النتائج المتحصل عليها مع دراسات سابقة على محاصيل أخرى، حيث أدت المعاملة بخل الخشب إلى تعزيز عمليات التمثيل الغذائي والبناء البروتيني وزيادة محتوى النشاء والبروتينات مما يعكس حالة فيزيولوجية جيدة للنبات [11،26].

ويمكن أن يعزى ذلك إلى التركيب الكيميائي لخل الخشب الغني بمضادات الأكسدة التي تحفّز بعض الإنزيمات النباتية كما أنه غني بالبولي فينولات، وهي مرتبطة بزيادة الكلوروفيل والنمو عبر تعزيز الانقسام الخلوي [8، 4]

وبالمقابل إن تطبيق التسميد الكيميائي بنسبة 50% من التوصية بالاشتراك مع خل الخشب تركيز 6% يساهم ايجاباً في زيادة كفاءة الامتصاص حيث يجعل خل الخشب العناصر المعدنية أكثر جاهزية، وبالتالي تصبح نصف الكمية من السماد الكيميائي أكثر فاعلية [22] بالإضافة إلى تحفيز نمو الجذور والميكروبات النافعة مما يحسن امتصاص الماء والعناصر ويزيد من إنتاجية الدرنات [12] وتحسين جودة الدرنات حيث ترتفع نسبة المادة الجافة والكربوهيدرات، مع انخفاض تراكم النترات مقارنة بالتسميد الكامل بنسبة 100% [10].

الاستنتاجات:

1-بينت النتائج ان التسميد بنسبة 100% من التوصية السمادية الموصى بها من الأسمدة الكيميائية أدى إلى تفوق معنوي في زيادة العديد من المؤشرات المدروسة على البطاطا ولم يكن بينها وبين التسميد بمعدل 50% من التوصية السمادية أي فروق معنوية تذكر.

2-أما التسميد بخل الخشب فقد أعطى التركيز 6:100 أعلى القيم في بعض المؤشرات المدروسة ولم يكن بينها وبين التركيز 3:100 أي فروق معنوية تذكر.

3- لوحظ أن معاملة التسميد بـ 50% من التوصية مع خل الخشب بتركيز 6% ساهم في زيادة معنوية لمؤشر الإنتاجية 6.89 كغ/م^2.

التوصيات:

تطبيق التسميد بخل الخشب تركيز 6:100 بثلاث دفعات مع نصف الكمية الموصى بها من الأسمدة المعدنية NPK لتحسين نمو وإنتاجية البطاطا الربيعية صنف سبونتا.

المراجع:

1. عباس، سلمان جمال أحمد، حسين، السيد محمد جابر. (2016). تأثير التسميد العضوي والمعدني في بعض صفات النمو والحاصل لنبات البطاطا صنف سفران. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 8(2): 75-81.
2. الفضيلي، جواد طه محمود. (2011). تأثير السماد العضوي والمعدني في نمو وحاصل البطاطا. أطروحة دكتوراه. جامعة بغداد كلية الزراعة، قسم علوم التربة والموارد المائية.
3. ALEWU, B., NOSIRI, C.(2011) –Health Effects of Pesticide Residues in Food. Int. J. Chem. Environ. Eng. Syst. 2(1): 1–7.
4. BECAGLI, M., ARDUINI, I., CANTINI, V., CARDELLI, R. (2023) . Soil and Foliar Applications of Wood Distillate Differently Affect Soil Properties and Field Bean Traits in Preliminary Field Tests. Plants 12: 121.
5. BELOCh, P. A., ABRO, B. A., CHANDIO, A. S., DEPAR, N., & Ansari, M. A .(2015) Growth and Yield Response of Maize to Integrated Use of Gliricidia sepium, Farm Manure and NPK Fertilizers. Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences, Vol. 31 No. 1,
6. BOWEN, J. (2003). Pyroligneous Acid – Evaluation of Impacts on Aquatic and Terrestrial Biota. Northside Industries Pty Ltd.
7. CHEN, C. (2016). Evaluation on Efficiency of Pyroligneous Acid From Palm Kernel Shell As Antifungal and Plant Growth Promoter. Sains Malaysiana., 45(10): 1423–1434.

8. ESSA, R. E., AFIFI, A. A., THALOOTH, A. T., EL-ASHRY, S. M. (2023). Maximizing Productivity of Some Faba Bean Varieties by Foliar of Wood Vinegar and Algae Under Sandy Soil Conditions. J. Plant Prod., Mansoura Univ. 14(11): 309–316.
9. FAO DATA VIA POTATOPRO. (2023). Potato Production in Syrian Arab Republic. https://www.potatopro.com/potato-markets/syrian-arab-republic.
10. FAO. (2019). Potato Production and Management Guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
11. FEDELI, R., VANNINI, A., Celletti, S., MARESCA. V., MUNZI, S., Cruz, C., ALEXANDROV, D., GUARNIERI, M., LOPPI, S (2022).Foliar application of wood distillate boosts plant yield and nutritional parameters of chickpea. Ann. Appl. Biol. https://doi.org/10.1111/aab.12794.
12. HAGNER, M., PENTTINEN, O. (2011). Effects of wood vinegar on soil properties and plant growth. Agric. Food Sci. 20(3): 215–226.
13. IDOWU, O., NDEDE, E. O., KUREBITO, S., TOKUNARI, T., JINDO, K. (2023). Effect of the interaction between wood vinegar and biochar feedstock on tomato plants. J. Soil Sci. Plant Nutr. 23: 1599–1610.
14. IERNA, A., PANDINO, G., MAUROMICALE, G. (2011). Tuber yield, water and fertilizer use efficiency in early potato as affected by nitrogen fertilization. Agric. Water Manag. 98(6): 1009–1016.

15. MIRSOLEIMANI, A., NAJAFI-GHIRI, M., BOOSTANI, H. R., HEYDARI, H. (2024). Effect of wood vinegar on vegetative growth and nutrient uptake in two citrus rootstocks. J. Hort. Postharvest Res. 7(4): 301–316.

16. MOURANT, D., YANG, D. Q., LU, X., ROY, C. (2005). Anti-fungal properties of the pyroligneous liquors from the pyrolysis of softwood bark. Wood Fiber Sci. 37(3): 542–548.

17. MUNGKUNKAMCHAO, T., KESMALA, T., PIMRATCH, S., TOOMSAN, B., JOTHITYANGKOON, D. (2013). Wood vinegar and fermented bioextracts: Natural products to enhance growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Sci. Hortic. 154: 66–72.

18. QU, L., HUANG, X., SU, X., ZHU, G., ZHENG, L., LIN, J., WANG, J., XUE, H. (2024). Potato: from functional genomics to genetic improvement. Mol. Hortic. 4(34). https://doi.org/10.1186/s43897-024-00105-3

19. SAFFAF, M. J. N., SULEIMAN, H. (2025). Analysis of the impact of agricultural policy on potato production in Syria using the Agricultural Policy Analysis Matrix (PAM). Tishreen Univ. J. Res. Sci. Stud. – Biol. Sci. Ser.

20. THEERAKULPISUT, P., KANAWAPEE, N., PANWONG, B. (2016). Seed priming alleviated salt stress effects on rice seedlings by improving Na+/K+ and maintaining membrane integrity. Int. J. Plant Biol. 7(1): 53–58.

21. VANNINI, A., MORATELLI, F., MONACI, F., LOPPI, S. (2021). Effects of wood distillate and soy lecithin on the photosynthetic performance and growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). SN Appl. Sci. 3(113). https://doi.org/10.1007/s42452-020-04028-8

22. WESTERMANN, D. T. (2005). Nutritional requirements of potatoes. Am. J. Potato Res. 82(4): 301–307.

23. WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1990). Safe use of pesticides. WHO Tech. Rep. Ser. No. 813. Geneva: WHO.

24. ZEBARTH, B. J., ROSEN, C. J. (2007). Nitrogen management for potato: Current practices and future challenges. Am. J. Potato Res. 84(1): 3–18.

25. ZHENG, X., LI, M., ZHANG, X., CHEN, J., GE, X., LI, S., TIAN, J., TIAN, S. (2024). Unraveling the mechanism of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber sprouting using transcriptome and metabolome analyses. Front. Plant Sci. 14: 1300067. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1300067

26. ZHU, K., GU, S., LIU, J., LUO, T., KHAN, Z., ZHANG, K., HU, L. (2021). Wood vinegar as a complex growth regulator promotes the growth, yield, and quality of rapeseed (*Brassica napu*s L.). Agronomy 11(3): 510. https://doi.org/10.3390/agronomy11030510