مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 48 . العدد 5

1448 هـ - 2026 م

الأستاذ الدكتور طارق حسام الدين رئيس جامعة حمص **المدير المسؤول عن المجلة**

أ. د. وليد حمادة	**رئيس تحرير مجلة جامعة حمص للعلوم الإنسانية**
د.نعيمة عجيب	**رئيس تحرير مجلة جامعة حمص للعلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية**

د.محمد فراس رمضان	عضو هيئة التحرير
د. مضر سعود	عضو هيئة التحرير
د. ممدوح عبارة	عضو هيئة التحرير
د. موفق تلاوي	عضو هيئة التحرير
د. طلال رزوق	عضو هيئة التحرير
د. أحمد الجاعور	عضو هيئة التحرير
د. الياس خلف	عضو هيئة التحرير
د. روعة الفقس	عضو هيئة التحرير
د. محمد الجاسم	عضو هيئة التحرير
د. خليل الحسن	عضو هيئة التحرير
د. هيثم حسن	عضو هيئة التحرير
د. أحمد حاج موسى	عضو هيئة التحرير

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة حمص

سورية . حمص . جامعة حمص . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

. موقع الإنترنت : www.homs-univ.edu.sy

. البريد الالكتروني : journal.homs-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة حمص

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- **اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:**

يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقته على النشر في المجلة.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:**

يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :**

يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.

- **اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :**

يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):**

عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1- مقدمة

2- هدف البحث

3- مواد وطرق البحث

4- النتائج ومناقشتها .

5- الاستنتاجات والتوصيات .

6- المراجع.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب – الاقتصاد– التربية – الحقوق – السياحة – التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):**
- عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ- قياس الورق 17.5×25 B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 – يمين 2.5- يسار 2.5 سم

ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20

ـ كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي ـ العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.

8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.

9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.

10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة ـ الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة ـ سنة النشر ـ وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة ـ دار النشر وتتبعها فاصلة ـ الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة.

وفيما يلي مثال على ذلك:

–MAVRODEANUS, R1986– **Flame Spectroscopy**. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

ـــ بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة ـــ المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة ـــ أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases **Clinical Psychiatry News** , Vol. 4. 20 – 60

ج. إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة حمص

1. **دفع رسم نشر (50000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.**
2. **دفع رسم نشر (200000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .**
3. **دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .**
4. **دفع مبلغ (15000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.**

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
تأثير التسميد العضوي والمعدني في بعض مؤشرات النمو والإنتاجية في نبات البطاطا	د. نجوى العفاص د.م. محمد حسين احمد	44-11
أثر تطبيق أعماق مختلفة من الحراثة المطرحية مع إضافة سماد الفيرمي كومبوست في بعض الصفات الإنتاجية لنبات الفول السوداني في حمص	م. ميلاد الحسن أ.د. ميشيل زكي نقولا د. محمود الحمدان	78-45
تأثير استخدام أسمدة الزنك والحديد والمولبيدنيوم النانوي في بعض المؤشرات الإنتاجية لنبات الحمص في ظروف محافظة حمص	م. يامن الحسن أ.د. عبد الله العيسى د. محمود الحمدان	106-79
دراسة بعض الخصائص الأساسية لترب متشكلة على صخور كلسية وتصنيفها	د. نواف منصور	152-107

تأثير التسميد العضوي والمعدني في بعض مؤشرات النمو والإنتاجية في نبات البطاطا

*د.نجوى العفاص

**د.م.محمد حسين احمد

الملخص

تم تنفيذ هذا البحث خلال العروة الربيعية في الموسم الزراعي 2025 في ريف حمص الغربي، بهدف دراسة تأثير أنماط مختلفة من التسميد (التسميد المعدني NPK (14كغ /دونم) لكل عنصر، التسميد العضوي بشاي الفيرمي كمبوست ورقياً، التسميد المزدوج معدني (7 كغ /دونم) لكل عنصر) + شاي الفيرمي كمبوست ورقياً ومعاملة الشاهد) في بعض مؤشرات النمو والإنتاجية لصنفين من البطاطا (سبونتا ودراجا). نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية المنشقة لمرة واحدة.

أظهرت النتائج تفوق معاملة التسميد المزدوج ومعاملة التسميد المعدني بشكل معنوي على باقي المعاملات في جميع المؤشرات المدروسة (ارتفاع النبات، عدد الأزهار، الوزن الرطب والجاف للأوراق، عدد الدرنات في النبات الواحد والإنتاجية وجودة الدرنات من حيث المظهر)، تلتها معاملة الرش الورقي بشاي الفيرمي كمبوست، في حين سجلت معاملة الشاهد أدنى القيم. كما أظهر الصنف سبونتا تفوقاً طفيفاً على الصنف دراجا في معظم الصفات، لاسيما ارتفاع النبات، دون

وجود فروق معنوية واضحة في معظم المؤشرات الأخرى. تؤكد هذه النتائج فعالية التسميد المتكامل في تحسين نمو وإنتاجية البطاطا بغض النظر عن الصنف، مما يجعله خياراً واعداً في برامج الإدارة الزراعية الحديثة.

الكلمات المفتاحية: بطاطا، NPK، شاي الفيرمي كمبوست، النمو الخضري، الإنتاجية، جودة الدرنات

* قسم العلوم الاساسية جامعة حمص كلية الهندسة الزراعية

*قسم العلوم الأساسية جامعة حمص كلية الهندسة الزراعية ،اختصاص انتاج محاصيل حقلية

المقدمة والدراسة المرجعية:

تُعد البطاطا (*Solanum tuberosum*) من أهم المحاصيل الغذائية في العالم، إذ تحتل المرتبة الرابعة بعد القمح والأرز والذرة من حيث الأهمية الغذائية. تُزرع في أكثر من 125 دولة حول العالم، وتُعد مصدراً رئيساً للكربوهيدرات والطاقة في الأنظمة الغذائية للعديد من الشعوب (FAO, 2008; Camire *et al.*,2009).

تنتمي البطاطا إلى الفصيلة الباذنجانية (Solanaceae)، وهي نبات عشبي معمّر يُزرع سنوياً بهدف إنتاج الدرنات. تتكون النبتة من ساق تحت أرضية (درنات)، وساق فوق الأرض، وأوراق

مركبة، وزهور بيضاء أو بنفسجية اللون، وثمار صغيرة غير صالحة للاستهلاك البشري (Hawkes, 1990).

تحتوي درنات البطاطا على نسبة عالية من الكربوهيدرات، وتُعد مصدراً جيداً لفيتامين C، وفيتامين B6، والبوتاسيوم. وتُستخدم في العديد من الصناعات الغذائية مثل رقائق البطاطا، والنشاء، والمشروبات الكحولية، كما تدخل في تغذية الحيوانات (Camire *et al.*, 2009).

يتم إكثار البطاطا باستخدام الدرنات، حيث تُقطع إلى أجزاء تحتوي كل منها على عين واحدة على الأقل، وتُزرع في خطوط متوازية بعمق 10–15 سم، مع ترك مسافات مناسبة بين النباتات لضمان التهوية الجيدة والنمو السليم وتحتاج إلى مناخ معتدل ودرجات حرارة تتراوح بين 15–20 درجة مئوية لتحقيق نمو مثالي، كما تتطلب تربة جيدة الصرف، غنية بالمواد العضوية، وذات درجة حموضة تتراوح بين 5.5 و6.5 (Struik and Wiersema, 1999).

تعد البطاطا من المحاصيل الأساسية للأمن الغذائي السوري، وتؤدي دوراً مهماً في دعم معيشة سكان الريف، ووفقاً لآخر إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة FAO بلغ الانتاج الكلي في عام 2023م في سورية 619,568 طناً وتعد سهول حماة، حمص، الغاب، وحلب من أهم مناطق الإنتاج، حيث تسهم بأكثر من 60% من إجمالي الإنتاج، تليها المرتفعات المحيطة بدمشق (700–1400 م) بنسبة تقارب 30%، ثم السهول الساحلية في اللاذقية وطرطوس بنسبة 10%، وغالباً ما تزرع هناك بالاعتماد على الأمطار (FAO،2023) .

تعد زيادة إنتاجية البطاطا هدفاً أساسياً في الزراعة المستدامة، ويشكل استخدام السماد أحد العوامل الحاسمة لتحقيق هذا الهدف. إذ يسهم التسميد المتوازن وخاصة النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم في تعزيز نمو المجموع الخضري وتكوين درنات أكبر وأكثر عدداً، مما ينعكس مباشرة على كمية الإنتاج وجودته، وقد أظهرت دراسات عديدة ان التسميد المتكامل، الذي يجمع بين الأسمدة العضوية والمعدنية يعد من انجح الاستراتيجيات لتحقيق إنتاجية عالية مع الحفاظ على البيئة (Alam *et al*., 2007, Alimkhanov *et al*., 2021, Rehman *et al*., 2023).

في هذا السياق، أظهرت دراسة في بنغلادش أن استخدام 10 طن/هكتار من الفيرمي كمبوست مع 100% من الجرعة الموصى بها من NPKS أدى إلى تحقيق أعلى إنتاجية بلغت 25.56 طن/هكتار، بزيادة تراوحت بين 78% و198% مقارنة بالشاهد (Alam *et al*,2007).

إن شاي الفيرمي كومبوست هو مستخلص سائل يتم الحصول عليه من نقع أو تخمير الفيرمي كومبوست بهدف تحرير العناصر الغذائية الذائبة ونقل المجتمعات الميكروبية النافعة إلى صورة سائلة يمكن للنبات امتصاصها بسهولة، مما يجعله مدخلًا عضويًا فعالًا لتحسين نمو النبات وصحة التربة (Edwards *etal*, 2010).

وجد Al–Yasari وآخرون (2019) أن استخدام السماد العضوي زرق الدواجن (20طن/الهكتار) مع الرش الورقي بالحديد (100ملغ/لتر) والزنك النانوي (50ملغ/لتر) يمكن أن

يقلل الحاجة إلى الأسمدة الكيماوية NPK بنسبة 50% دون التأثير سلباً على الإنتاجية في نبات البطاطا.

وفي كازاخستان، أظهرت تجربة حقلية أن إضافة الأسمدة NPK بنسبة 125% من الجرعة الموصى بها (N150كغ/هكتار/P90كغ/هكتار/K120كغ/هكتار)، مع استخدام السماد العضوي، أدت إلى زيادة معنوية في إنتاجية البطاطا ومؤشرات النمو الخضري (طول النبات 78سم، وعدد السيقان 6 سوق /نبات، والأوراق134 ورقة /النبات) (Alimkhanov *et al*,2021).

كما بينت دراسات محلية في سورية أن استخدام الأسمدة العضوية (مخلفات الدواجن، الأبقار، الأغنام) أدى إلى تحسين نمو نبات البطاطا وزيادة الحاصل ومكوناته مقارنة بالشاهد، وكانت أفضل النتائج عند استخدام سماد الدواجن يليه سماد الأبقار (حمود وآخرون، 2012).

كما أكدت دراسة (حسين وآخرون،2017) أن التسميد العضوي والكيميائي معاً أدى إلى تحسين مؤشرات النمو وزيادة حاصل البطاطا، حيث تفوقت معاملة 32 طن/هكتار سماد عضوي مع 100% من معدل السماد الكيميائي NPK على باقي المعاملات.

تشير هذه النتائج إلى أن التسميد المتكامل يمكن أن يشكل بديلاً فعالاً ومستداماً للتسميد المعدني الكامل. خاصة في ظل التحديات البيئية والاقتصادية التي تواجه الزراعة الحديثة.

مبررات البحث:

تعد البطاطا من المحاصيل الغذائية والاستراتيجية ذات الأهمية البالغة في سورية، نظراً لدورها المحوري في تحقيق الامن الغذائي ودعم الاقتصاد، ومع تزايد التوجه نحو الزراعة المستدامة، تتباين الآراء حول جدوى استخدام الأسمدة المعدنية أو العضوية أو التكامل بينهما في تحسين إنتاجية وجودة المحصول. إن فرط استخدام الأسمدة المعدنية ونتائجها السلبية على التربة وكائناتها وأثرها المتبقي في المنتج الغذائي وغلاء سعرها، كان لابد من التوجه لإجراء تكامل بين الأسمدة المعدنية والأسمدة العضوية الصديقة للبيئة، وهنا تبرز الحاجة لدراسات ميدانية دقيقة تقارن بين أنماط التسميد المختلفة، بهدف تحديد الخيار الأمثل الذي يحقق إنتاجية عالية وجودة محسنة، وتدعم اتخاذ قرارات مستنيرة في إطار الزراعة المستدامة.

هدف البحث:

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير ثلاثة أنماط من التسميد في بعض مؤشرات النمو والإنتاجية لصنفين من البطاطا (سبونتا ودراجا) بالمقارنة مع الشاهد بدون تسميد، وذلك بهدف تحديد المعاملة السمادية المثلى التي تحقق أعلى إنتاجية وجودة للمحصول في ريف حمص الغربي.

مواد البحث وطرائقه:

1-المادة النباتية:

استخدم في التجربة صنفان من البطاطا (*Solanum tuberosum*) تم تأمينهما من مركز زراعي في المنطقة التي تم تنفيذ البحث بها هما:

- سبونتا Spunta: صنف هولندي، متوسط التبكير بالنضج يتميز بدرناته المتطاولة المنتظمة ذات القشرة الصفراء، ويعد من الأصناف الشائعة والمفضلة للاستهلاك المحلي، وهو ذو إنتاج جيد جداً، ومناسب لتحضير المقالي وهو من الأصناف الأكثر شهرة لدى المستهلكين. كما يتميز بأنه مقاوم لمرض التفاف الأوراق والفيروس A، ومتوسط المقاومة للفيروس X والجرب العادي (علبي و ونس،2018).
- دراجا Draga : صنف هولندي متوسط النضج، يتميز بدرناته الكبيرة والمتطاولة المناسبة للطهي المنزلي. جيد المقاومة للفحة وللفيروس A ومتوسط المقاومة للفيروسين Yو X(علبي و ونس،2018).

2- مكان تنفيذ البحث:

أجريت التجربة الحقلية خلال الموسم الزراعي 2025 في منطقة عيصون التابعة للريف الغربي لمحافظة حمص (على بعد 12 كم عن مدينة حمص). تميز الموقع بمناخ متوسطي معتدل، وتربة طينية جيدة الصرف، وتمت الزراعة في حقل خاص.

يبين الجدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة.

الجدول (1): التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع المدروس

توزع حجم جزيئات التربة			قوام التربة	النتروجين المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	المادة العضوية%	PH
رمل %	سلت %	طين %						
37	22	41	طينية	22.10	18.00	14.11	1.90	7.1

من خلال الجدول نلاحظ أن التربة طينية متوسطة المحتوى بالمادة العضوية وذات تفاعل خفيفة القلوية ومتوسطة المحتوى بالعناصر المعدنية.

المعطيات المناخية السائدة في مكان البحث:

تم التعرف على المعطيات المناخية بمنطقة البحث من أقرب محطة أرصاد جوية كما هو موضح بالجدول (2).

الجدول (2): الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة

الشهر	درجة الحرارة العظمى مْ	درجة الحرارة الدنيا مْ	الهطول (مم)
أيلول	**31.19**	**20.48**	**0.01**
تشرين الأول	**27.80**	**12.98**	**0.01**
تشرين الثاني	**20.45**	**15.64**	**34**
كانون الأول	**11.17**	**7.63**	**119**
كانون الثاني	**15.79**	**10.60**	**0**
شباط	**12.58**	**9**	**106.7**
اذار	**16**	**12**	**0**
نيسان	**18**	**16**	**0**
أيار	**31**	**24**	**0**
حزيران	**33**	**18**	**0**

المصدر: محطة الارصاد الجوية بحمص،2024/2025م

3- المعاملات المدروسة:

1. الشاهد (بدون أي إضافة سمادية)، بثلاثة مكررات لكل صنف.

2- التسميد المزدوج: 7NPK كغ /دونم لكل عنصر + شاي الفيرمي كمبوست المركز غير ممدد ورقياً. تم اضافة NPK أرضياً مرتين الأولى عند الإنبات والثانية بعد 20 يوم من الإنبات وكذلك شاي الفيرمي كمبوست المركز ورقياً بنفس التوقيت.

3- التسميد العضوي: الرش الورقي بشاي الفيرمي الكمبوست المركز غير الممدد مرتين الأولى عند الانبات والثانية بعد 20 يوم من الإنبات.

4- التسميد المعدني: NPK 14كغ /دونم لكل عنصر، أرضياً مرتين الأولى عند الانبات والثانية بعد 20 يوم من الإنبات.

4- تحضير الارض والزراعة:

تمت الزراعة في ٣ آذار (2025) في أرض تم تحضيرها من خلال حراثتها عدة مرات بالمحراث القرصي بعمق (25سم)، بهدف تنعيم التربة والتخلص من الأعشاب الموجودة في الحقل، ثم قسمت الأرض إلى ١٢ مسكبة لكل صنف، بمعدل ثلاث مكررات للمعاملة الواحدة بطول ٢م وعرض ٢م والفاصل بين المساكب ٥٠ سم، أما المسافة بين النبات والنبات الآخر على نفس الخط 25سم، أما المسافة بين الخط والآخر 50 سم.

وتمت زراعة جميع المساكب بطريقة الخطوط، وتم الري مباشرة بعد الزراعة ومراعاة عملية التعشيب حسب درجة ظهور الأعشاب، وتم الري لاحقاً عند الحاجة بطريقة السرح.

طريقة تحضير شاي الفيرمي كومبوست:

تم الحصول على الفيرمي كومبوست من مزرعة إنتاج فيرمي كمبوست في المنطقة، ولتحضير شاي الفيرمي كومبوست، تم نقع الفيرمي كومبوست (1كغ) بالماء الخالي من الكلور(10لتر ماء) وأضيف دبس التمر بمعدل 10غرام بهدف تنشيط نمو البكتيريا الهوائية وتم ضخ الهواء بمضخة هواء صغيرة داخل المحلول لمدة 48 ساعة (الشباط وآخرون،2023)، مع الانتباه الى أن هذا الشاي يجب رشه بنفس اليوم لأنه لا يصلح للتخزين لملاحظة حدوث تفاعلات تخمر به. وقد تم تحضير شاي الفيرمي كمبوست في مخبر النبات العام في كلية الهندسة الزراعية– جامعة حمص.

5- الصفات المدروسة:

تم أخذ القياسات على ثلاثة نباتات وسطية من كل مكرر في كل معاملة وتم أخذ المتوسطات. وقد تضمنت المؤشرات التالية:

1. ارتفاع النبات (سم): تم قياس ارتفاع النبات باستخدام بالمسطرة العادية، وذلك عند الوصول إلى النضج الكامل أي ما قبل مرحلة ذبول الأوراق الخضراء، قبل مرحلة الحصاد مباشرة، وذلك لأنها الفترة التي يتوقف فيها النبات عن النمو الخضري والطولي.

2.عدد الأزهار/نبات: تم عد الأزهار المتفتحة في كل نبات من كل مكرر وفي كل معاملة لكل صنف.

3.الوزن الرطب والجاف للأوراق: تم أخذ الوزن الرطب لأوراق ثلاث نباتات في كل مكرر ثم حساب متوسط المكررات لكل المعاملات. ثم جففت الأوراق نفسها في فرن عند حرارة 70 م° حتى ثبات الوزن من أجل الوزن الجاف للأوراق.

4. عدد الدرنات/النبات: تم عد الدرنات في النبات الواحد، كما تم حساب المتوسط لعدد الدرنات لثلاث نباتات في القطعة التجريبية الواحدة.

5. الإنتاجية كغ/م^2:

تم وزن الدرنات الناتجة من كل نبات بعد تنظيفها جيداً من بقايا التراب العالقة بها، ومن ثم أخذ المتوسطات للنباتات في القطعة التجريبية الواحدة، ثم حساب المتوسط للمكررات الثلاث من كل معاملة.

6 – شكل الدرنات وتناسقها:

تم تقييم شكل الدرنات الناتجة بصرياً وفق معايير الشكل والانتظام عند الحصاد، وذلك من خلال فحص الدرنات الناتجة من كل مكرر وتحديد انتظامها من حيث الشكل والحجم. اعتمد التقييم

المعايير التالية: انتظام الشكل (متطاول، كروي، غير منتظم)، تجانس الحجم ضمن النبات الواحد وغياب التشوهات أو التفرعات الغير طبيعية.

تم تصنيف الدرنات إلى ثلاث درجات:

1- منتظمة الشكل: درنات متجانسة، متطاولة او كروية، خالية من التشوهات.

2- متوسطة التناسق: درنات ذات تفاوت طفيف في الشكل أو الحجم، مع وجود بعض الانحرافات البسيطة.

3- غير منتظمة: درنات مشوهة أو غير متجانسة بشكل واضح.

تم تسجيل الملاحظات وتوثيقها لكل مكرر في كل معاملة وصنف.

التحليل الإحصائي:

تم تصميم التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة المنشقة لمرة واحدة، حيث مثّل التسميد العامل الرئيسي، والصنف العامل الثانوي، مع ثلاث مكررات، وتم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي GenStat 12 وحساب أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى دلالة 5%.

النتائج والمناقشة:

1- **ارتفاع النبات:**

الجدول (3) تأثير المعاملات السمادية في متوسط ارتفاع النبات(سم)

ارتفاع النبات (سم)	الصنف		المتوسط
معاملة التسميد	سبونتا	دراجا	
الشاهد	c 59	c 51	**d 55**
شاي الفيرمي كمبوست	b 73.44	b 75.13	**c 74.29**
NPK	a 87.03	a 78.82	**b 82.93**
المزدوج	a 88.02	a 81.33	**a 84.68**
المتوسط	**A 76.87**	**B 71.57**	
L.S.D 5%	2.900 معاملات	1.88 صنف	2.430 معاملات*صنف

تشير الأحرف a, b, c و الأحرف A و B حالة وجود فروق معنوية أو عدم تواجدها بين المتوسطات (المتوسطات التي تملك نفس الأحرف لا يوجد فروق معنوية بينها، أما التي لا تمتلك نفس الحرف يوجد فروق معنوية بينها)

يعد ارتفاع النبات من المؤشرات المورفولوجية المهمة التي تعكس كفاءة النمو الخضري واستجابة النبات للظروف البيئية والتغذية المعدنية والعضوية. فقد أظهرت نتائج الجدول (3) أن جميع المعاملات السمادية أدت إلى زيادة معنوية في ارتفاع نبات البطاطا مقارنة بالشاهد، ما يعكس الدور الأساسي للتغذية المعدنية والعضوية في تعزيز النمو الطولي للنبات. فقد تفوقت معاملة التسميد المزدوج بمتوسط ارتفاع بلغ 84.68 سم، تلتها معاملة التسميد المعدني (NPK) (82.93) سم دون وجود فرق معنوي بينهما، مما يدل على أن الدمج بين التسميد العضوي والمعدني يعزز النمو الطولي للنبات، مع احتمال تحسين كفاءة امتصاص العناصر الغذائية. أما معاملة شاي

الفيرمي كمبوست فقد سجلت ارتفاعاً متوسطاً (74.29 سم)، وتفوقت معنوياً على الشاهد (55 سم)، ما يعكس قدرة السماد العضوي السائل على تحفيز النمو في نبات البطاطا.

أما من حيث تأثير الصنف، فقد تفوق الصنف سبونتا معنوياً بمتوسط ارتفاع بلغ 76.87 سم مقارنة بـ 71.57 سم في دراجا، مما قد يعزى إلى الفروق الوراثية في الكفاءة الامتصاصية للعناصر الغذائية أو الاستجابة الفيزيولوجية للتسميد.

وعند التداخل بين عاملي التجربة، لوحظ من نتائج الجدول (3) أن أعلى متوسط لارتفاع النبات (88.02) سم في معاملة التسميد المزدوج في الصنف سبونتا، بينما كان أقل متوسط لارتفاع للنبات (51) سم في معاملة الشاهد بدون تسميد في الصنف دراجا. ويمكن تفسير ذلك من الناحية الفيزيولوجية، حيث يعزى التحسن الكبير في النمو الطولي للنبات إلى توفر العناصر الكبرى (N, P, K) التي تدخل في تركيب البروتينات والأنزيمات والهرمونات النباتية، إضافة إلى الأحماض الدبالية والفيتامينات والهرمونات الطبيعية الموجودة في شاي الفيرمي كمبوست، والتي تحفز انقسام الخلايا واستطالتها، وتتوافق هذه النتائج مع ما أشار إليه Alimkhanov وآخرون Rehman (2021), وآخرون (2023) حول فعالية التسميد المتكامل في تعزيز النمو الخضري للبطاطا.

2- **عدد الازهار:**

جدول (4): تأثير المعاملات السمادية في عدد الأزهار في النبات الواحد

عدد الأزهار (زهرة/نبات)	الصنف		المتوسط
معاملة التسميد	سبونتا	دراجا	
الشاهد	c 11.66	c 10	**c 10.83**
شاي الفيرمي كمبوست	b 15	b 14	**b 14.5**
NPK	a 17	a 15.66	**a 16.33**
المزدوج	a 17	a 17	**a 17**
المتوسط	**A 15.17**	**A 14.17**	
L.S.D 5%	1.38 معاملات	1.77 صنف	
	1.922معاملات*صنف		

يعد عدد الأزهار في نبات البطاطا مؤشراً حيوياً على النشاط الفيزيولوجي للنبات، إذ يرتبط ارتباطاً وثيقاً بقدرة النبات على التمثيل الضوئي وتكوين المواد الكربوهيدراتية، التي تعد أساساً لتكوين الدرنات، كما أن التزهير الجيد يعكس توازناً غذائياً وهرمونياً داخل النبات، خاصة فيما يتعلق بعنصري النيتروجين والبوتاسيوم.

عدد الأزهار في البطاطا يُعتبر مؤشرًا على النشاط الفسيولوجي للنبات، حيث يرتبط بعوامل بيئية وفسيولوجية تؤثر أيضًا على تكوين الدرنات (Almekinders and Struik, 1996).

بينت النتائج في الجدول (4)، أن معاملتي التسميد المزدوج والتسميد المعدني حققتا أعلى عدد من الازهار بلغ 17 و16.33 زهرة/نبات على التوالي، بتفوق معنوي واضح على باقي المعاملات. أما معاملة التسميد بشاي الفيرمي كمبوست السائل فقد سجلت متوسط عدد أزهار (14.5 زهرة/نبات)، وتفوقت معنوياً على معاملة الشاهد (10.83 زهرة /نبات).

أما من ناحية تأثير الصنف في صفة عدد الأزهار، لم تسجل فروق معنوية بين صنف سبونتا ودراجا، حيث بلغ متوسط عدد الأزهار في سبونتا 15.17 زهرة/نبات و14.17 زهرة / نبات في صنف دراجا، مما يشير إلى أن الاستجابة للتسميد كانت متقاربة بين الصنفين، وقد يعود ذلك إلى توفر السماد وقدرة الصنفين على إنتاج الأزهار.

وعند التداخل بين عاملي التجربة، لوحظ من نتائج الجدول (4) أن أعلى متوسط لعدد الأزهار في النبات (17) في معاملة التسميد المزدوج في الصنفين سبونتا ودراجا، بينما كان متوسط لعدد الأزهار في النبات (10) في معاملة الشاهد بدون تسميد في الصنف دراجا. وهذا يشير إلى أن التسميد المعدني يوفر العناصر الأساسية اللازمة لتكوين الأزهار، بينما يعزز التسميد العضوي السائل (شاي الفيرمي كمبوست) من كفاءة هذه العناصر ويحفز النشاط الهرموني، مما يفسر الارتفاع الطفيف للمعاملة بالتسميد المزدوج في عدد الأزهار، بفضل احتوائه على الأوكسينات والجبريلينات والأحماض الدبالية التي تنشط الانقسام الخلوي وتكوين البراعم الزهرية (Rehman *et al.*, 2023).

3- الوزن الرطب:

الجدول (5) يبين تأثير المعاملات السمادية في وزن الأوراق الرطب (غ)

الوزن الرطب للأوراق (غ)	الصنف		المتوسط
معاملة التسميد	سبونتا	دراجا	
الشاهد	c 50.02	c 48.22	**c 49.12**
شاي الفيرمي كمبوست	b 83.20	b 81.32	**b 82.26**
NPK	a 99.92	a 98.02	**a 98.97**
المزدوج	a 102.11	a 99.91	**a 101.01**
المتوسط	**A 83.81**	**A 81.86**	
L.S.D 5%	16.20 معاملات	13.34 صنف	18.723 معاملات*صنف

يعد الوزن الرطب للأوراق مؤشراً مهماً على الكتلة الحيوية للنبات، ويعكس كفاءة النمو الخضري ومدى قدرة النبات على التمثيل الضوئي وتخزين الماء والمغذيات. فقد أظهرت النتائج (الجدول 5) أن معاملة التسميد المزدوج قد حققت أعلى وزن رطب للأوراق بمتوسط بلغ 101.01 غ/نبات، تلتها معاملة NPK بمتوسط (98.97 غ/نبات)، دون وجود فرق معنوي بينهما، مما يشير إلى أن التسميد المعدني يوفر وجود العناصر الكبرى الأساسية، بينما يعزز شاي الفيرمي كمبوست من كفاءة امتصاصها وتحسين بنية التربة. وجاءت بعدها معاملة التسميد بشاي الفيرمي كمبوست

بمتوسط وزن رطب بلغ 82.26 غ، متفوقة معنوياً على معاملة الشاهد التي سجلت أدنى قيمة بمتوسط 49.12 غ/نبات.

ومن ناحية تأثير الأصناف، لم يسجل فرق معنوي بين صنفي سبونتا ودراجا، حيث بلغ الوزن الرطب للأوراق 83.81 و81.86 غ/نبات على التوالي، مما يشير إلى أن الاستجابة الفيزيولوجية للتسميد كانت متقاربة بين الصنفين.

أما من ناحية التداخل بين عاملي التجربة، فقد تبين من الجدول (5) أن أعلى متوسط للوزن الرطب في الأوراق (102.11)غ في معاملة التسميد المزدوج في الصنف سبونتا، وأقل متوسط للوزن الرطب للأوراق (48.22)غ في معاملة الشاهد بدون تسميد في الصنف دراجا. ويعزى ذلك إلى فعالية التكامل بين السماد المعدني الذي يوفر العناصر الغذائية الأساسية للنبات، والسماد العضوي الذي يحفز النمو الخضري، وذلك بسبب احتواء هذا السماد على مركبات عضوية نشطة مثل الأحماض الامينية والفيتامينات والهرمونات النباتية، التي من شأنها تحفيز الانقسام الخلوي وزيادة كفاءة البناء الضوئي في النبات. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Al-Mamouri and Abdul-Ridha (2020) و Hussein *et al.* (2017) حيث بينوا أن التسميد المتكامل بين العضوي (شاي الفيرمي كمبوست) والمعدني يعزز النمو الخضري ويزيد من الكتلة الحيوية للنبات، والذي بدوره ينعكس لاحقاً على تحسين الإنتاجية.

4- الوزن الجاف:

الجدول (6): تأثير معاملات التسميد في وزن الأوراق الجاف (غ)

الوزن الجاف للأوراق (غ)	الصنف		المتوسط
معاملة التسميد	سبونتا	دراجا	
الشاهد	d 6.11	c 5.10	**c 5.61**
شاي الفيرمي كمبوست	c 8.18	b 7.01	**b 7.60**
NPK	b 11.8	a 10.13	**a 10.97**
المزدوج	a 13.11	a 11.20	**a 12.16**
المتوسط	**A 9.8**	**A 8.36**	
L.S.D 5%	1.25 معاملات	1.97 صنف	2.602
	معاملات*صنف		

يعد الوزن الجاف للأوراق مؤشراً مهماً ودقيقاً على الكتلة الحيوية الحقيقية في النبات، فهو يعكس كمية المادة العضوية المتراكمة بعد إزالة المحتوى المائي، وبالتالي يُستخدم لتقييم كفاءة التمثيل الضوئي وتراكم الكربون في الأنسجة النباتية. بينت النتائج في الجدول (6) أن معاملة التسميد المزدوج تفوقت معنوياً على باقي المعاملات السمادية وسجلت أعلى وزن جاف بلغ 12.16 غ/نبات، تلتها معاملة التسميد المعدني 10.97 غ/نبات، وكلاهما تفوق معنوياً على باقي المعاملات، وجاءت معاملة التسميد بشاي الفيرمي كمبوست السائل على الأوراق بمتوسط وزن جاف للأوراق 7.60 غ، نبات متفوقة معنوياً على معاملة الشاهد (5.61 غ/نبات)، مما يدل على

قدرة التسميد العضوي على تعزيز التراكم الحيوي بدون دعم من تسميد معدني، وذلك بفضل احتوائه على مركبات عضوية نشطة مثل الهرمونات النباتية والأحماض الدبالية، التي تحفز بناء البروتينات والانزيمات.

أما بالنسبة لتأثير الأصناف، لم تسجل فروق معنوية بين سبونتا ودراجا، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف للأوراق 9.8 و 8.36 غ/نبات على التوالي، وهذا يشير إلى تقارب الكفاءة الفيزيولوجية لتراكم المادة الجافة بين الصنفين تحت ظروف التسميد المختلفة.

أما التداخل بين عاملي التجربة فقد أظهرت نتائج الجدول (6) ان أعلى متوسط لوزن الأوراق الجاف (13.11)غ في معاملة التسميد المزدوج في الصنف سبونتا، بينما كان أقل متوسط لوزن الأوراق الجاف (5.10)غ في معاملة الشاهد بدون تسميد في الصنف دراجا. ويمكن أن تعزى الفروق بين المعاملات السمادية لاختلاف كفاءة امتصاص العناصر الغذائية وتوزيعها داخل النبات، حيث يوفر التسميد المعدني العناصر الكبرى بشكل مباشر، بينما يعزز شاي الفيرمي كمبوست النشاط الميكروبي في التربة، مما يزيد من جاهزية العناصر وتحسين امتصاصها (Al– yasari *et al.*, 2019 ،Rehman *et al.*, 2023).

5- عدد الدرنات /النبات:

الجدول (7): يبين تأثير المعاملات السمادية في عدد الدرنات في النبات الواحد في البطاطا

عدد الدرنات (درنة/نبات)	الصنف		المتوسط
معاملة التسميد	سبونتا	دراجا	
الشاهد	b 3.33	b 3	b 3.17
شاي الفيرمي كمبوست	a 4	b 3	a 3.5
NPK	a 4.10	a 4	a 4.05
المزدوج	a 5	a 4	a 4.5
المتوسط	A 4.20	A 3.5	
L.S.D 5%	1.10 معاملات	1.2000 صنف	
	0.673معاملات *صنف		

يعد عدد الدرنات المتكونة في النبات من أهم المؤشرات الإنتاجية التي تعكس كفاءة التحويل الفيزيولوجي من النمو الخضري إلى التكوين التخزيني، ويعبر عن مدى نجاح النبات في استثمار موارده الغذائية والمائية خلال مراحل النمو الحرجة. بينت النتائج (الجدول 7) أن معاملة التسميد المزدوج سجلت أعلى عدد درنات بمتوسط بلغ 4.5 درنة/نبات، دون تفوق معنوي على معاملة التسميد المعدني التي سجلت متوسط عدد الدرنات 4.05 درنة/نبات، إلا أن المعاملتين السابقتين تفوقتا معنوياً على باقي المعاملات، فقد سجلت معاملة شاي الفيرمي كمبوست متوسطاً 3.5

درنة/نبات، مما يدل على قدرة السماد العضوي على تكوين الدرنات بشكل فعال حتى في غياب التسميد المعدني، ويعود ذلك لتحسين بنية التربة وتنشيط الاحياء الدقيقة.

ومن حيث تأثير الأصناف، لم تسجل فروق معنوية بين سبونتا ودراجا، حيث بلغ متوسط عدد الدرنات 4.20 و3.5 درنة/نبات على التوالي، مما يدل على أن الاستجابة الوراثية للتكوين الدرني متقاربة بين الصنفين تحت ظروف التسميد المختلفة.

وبالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة فقد بين الجدول (7) أن أعلى متوسط لعدد الدرنات في النبات الواحد (5) درنة/نبات في معاملة التسميد المزدوج في الصنف سبونتا، بينما كان أقل متوسط لعدد الدرنات في النبات (3) في معاملة الشاهد بدون تسميد في الصنف دراجا.

ويمكن تفسير تفوق المعاملة السمادية المتكاملة (سماد معدني NPK + شاي الفيرمي كمبوست) على باقي المعاملات وبغض النظر عن الصنف، أن الدمج بين التسميد العضوي والمعدني يساعد في تعزيز تكوين الدرنات وتحقيق إنتاجية أعلى، بسبب توفر العناصر الغذائية الأساسية وزيادة كفاءة النبات في امتصاصها (Bahadirli and Dogan 2021 و Al-mamouri and Abdul-Ridha 2020).

6- الإنتاجية كغ /م^2:

الجدول (8): يبين تأثير المعاملات السمادية في إنتاجية (كغ/م^2) البطاطا لدى صنفين منها

الإنتاجية (كغ/م^2)	الصنف		المتوسط
معاملة التسميد	سبونتا	دراجا	
الشاهد	c 2.88	c 2.20	**c 2.54**
شاي الفيرمي كمبوست	b 6.91	b 6.55	**b 6.73**
NPK	a 8.82	a 7.98	**a 8.4**
المزدوج	a 8.91	a 8.10	**a 8.51**
المتوسط	**A 6.88**	**A 6.21**	
L.S.D 5%	0.80 معاملات	0.92 صنف	1.982 معاملات*صنف

تعد الإنتاجية الزراعية مؤشراً أساسياً على كفاءة النظام الزراعي، فهي تعكس قدرة النبات على تحويل المدخلات إلى ناتج اقتصادي ملموس، وتتكون الإنتاجية في نبات البطاطا من عدة مكونات أهمها عدد الدرنات، متوسط وزن الدرنة، وعدد النباتات المنتجة، وكلها عناصر تتأثر بالعوامل البيئية والإدارية والتسميد. إن تحسين مكونات الإنتاجية لا ينعكس فقط على كمية المحصول بل يسهم أيضاً في رفع جودة المحصول. وتعد الإنتاجية أيضاً هدفاً محورياً في الزراعة المستدامة، لما لها من دور في تحقيق الامن الغذائي، خاصة في ظل التحديات المناخية والاقتصادية. بينت النتائج حسب الجدول (8) وجود فروقات معنوية بين المعاملات السمادية المدروسة من حيث الإنتاجية في نبات البطاطا، حيث تفوقت معاملة التسميد المزدوج والتسميد المعدني معنوياً على

باقي المعاملات المدروسة، مسجلة أعلى إنتاجية بلغت 8.51 كغ/م2 في التسميد المزدوج و8.4 كغ/م2 في التسميد المعدني، تلتها معاملة التسميد العضوي بشاي الفيرمي كمبوست ورقياً على معاملة الشاهد، إذ بلغت الإنتاجية فيها 6.73 كغ/م2 مقارنة بالشاهد 2.54 كغ/م2.

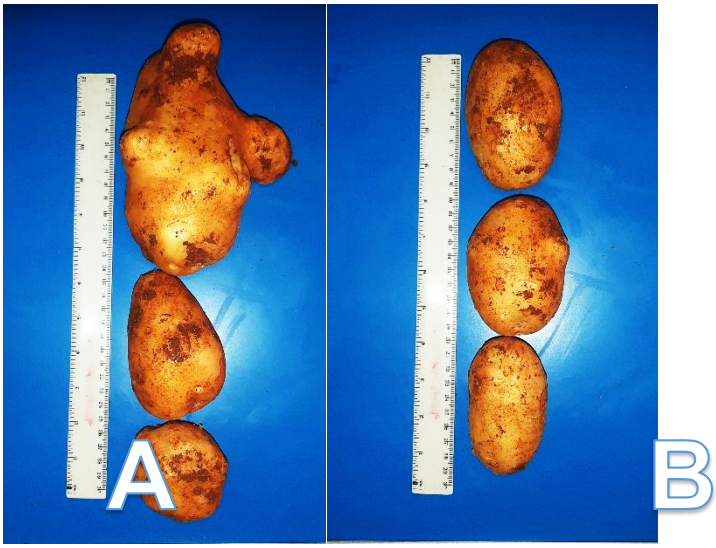
أما بالنسبة لتأثير متوسط الأصناف، فقد تبين أنه لا يوجد فرق معنوي بين إنتاجية الصنفين حيث بلغت إنتاجية سبونتا (6.88) كغ/م^2، وإنتاجية الصنف دراجا (6.21) كغ/م^2. ويمكن أن يعود ذلك إلى أن كفاءة الاستخدام الأمثل للأسمدة من قبل الصنفين كانت في أفضل حالاتها.

وبالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة فقد بين الجدول (8) أن أعلى متوسط للإنتاجية (8.91)كغ/م^2 في معاملة التسميد المزدوج في الصنف سبونتا، بينما كان أقل متوسط للإنتاجية (2.20)كغ/م^2 في معاملة الشاهد بدون تسميد في الصنف دراجا. وتتفق هذه النتائج مع Gul and Gidik (2024) حول فعالية التسميد بالفيرمي كمبوست السائل في تحسين إنتاجية البطاطا ومكوناتها، كما أشار Al–Mamouri and Abdul–Ridha (2020) إلى أن الدمج بين السماد العضوي والمعدني يعزز إنتاجية البطاطا ويحسن خصوبة التربة. كذلك أكدت دراسة Raza *et al.* (2023) أن استخدام نصف جرعة من شاي الكمبوست مع نصف جرعة من NPK أدت إلى تحقيق أعلى إنتاجية مقارنة باستخدام الأسمدة الكيميائية لوحدها، مما يدعم نتائج هذه الدراسة ويبرز أهمية التسميد المتكامل في الزراعة المستدامة.

7- شكل الدرنات وتناسقها:

أظهرت نتائج التقييم البصري لشكل الدرنات وتناسقها كماهو موضح بالشكل رقم (1) أن معاملة التسميد بشاي الفيرمي كمبوست الورقي أسهمت بشكل ملحوظ في تحسين انتظام شكل الدرنات وتجانسها مقارن بباقي المعاملات، بما في ذلك التسميد المعدني.

تميزت الدرنات الناتجة عن المعاملة بشاي الفيرمي كمبوست بانتظامها الشكلي (متطاولة أو كروية) وأحجامها المتجانسة، مع انخفاض واضح في نسبة التشوهات أو التفرعات غير الطبيعية. ويمكن أن يعزى التجانس إلى احتواء شاي الفيرمي كمبوست على مركبات عضوية نشطة، مثل الأحماض الدبالية والهرمونات النباتية (الجبريلينات والاوكسينات)، التي تسهم في تنظيم الانقسام الخلوي وتوجيه النمو نحو تكوين درنات سليمة ومتجانسة. في المقابل، وعلى الرغم من أن معاملة التسميد المعدني حسنت الإنتاجية الكلية، إلا أن الدرنات الناتجة أظهرت تفاوتاً أكبر في الحجم والشكل، مما يشير إلى أن التسميد العضوي السائل لا يقتصر تأثيره على الكمية فقط، بل يمتد ليشمل تحسين الصفات النوعية المرتبطة بجودة المحصول.



الشكل (1) التقييم البصري لجودة الدرنات (المظهر).

A – الدرنات الناتجة عن المعاملات بشاي الفيرمي كمبوست تتميز بانتظامها الشكلي (متطاولة أو كروية) وأحجامها متجانسة مع انخفاض واضح في نسبة التشوهات أو التفرعات غير الطبيعية

B – الدرنات الناتجة عن معاملة التسميد المعدني تفاوت في الحجم والشكل

الاستنتاجات:

- إن استخدام التسميد المزدوج 7NPK كغ /دونم لكل عنصر + شاي الفيرمي كمبوست المركز ورقياً أدى إلى تحقيق أعلى القيم في كل المؤشرات المدروسة سواء نمو أو إنتاجية، متفوقاً على باقي المعاملات، مما يؤكد فعاليته في تحسين نمو البطاطا وزيادة إنتاجيتها.

- كما أظهرت معاملة التسميد المعدني (NPK 14كغ /دونم لكل عنصر) أرضياً نتائج قريبة من التسميد المزدوج، مع عدم وجود فروق معنوية في بعض المؤشرات.
- ساهم التسميد العضوي باستخدام شاي الفيرمي كمبوست المركز ورقياً في تحسين مؤشرات النمو والإنتاجية وكذلك تجانس الدرنات بالشكل والحجم مقارنة بالشاهد، مما يبرز دوره كبديل مستدام.
- تفوق الصنف سبونتا على الصنف دراجا في بعض الصفات المدروسة، لا سيما ارتفاع النبات وعدد الدرنات، إلا ان الفروق لم تكن معنوية بين الصنفين في معظم المؤشرات المدروسة.

التوصيات:

يوصى تطبيق السماد المزود بين NPK بمعدل (7) كغ/دونم لكل عنصر مع الرش الورقي بشاي الفيرمي كمبوست المركز لصنفي البطاطا (سبونتا ودراجا) عند الزراعة في ريف حمص الغربي (منطقة عيصون).

Effect of Organic and Mineral Fertilization on Some Growth and Productivity parameters of Potato Plant

Phd.najwa alafas*

Phd.Mohamad hussin ahmad

Abstract

This research was conducted during the spring growing season of 2025 in the western Homs countryside. The aim was to study the effect of different fertilization methods (mineral fertilization with NPK 14 kg/dunum) For each chemical element, organic fertilization with vermicompost tea applied as a foliar spray, and a combined mineral fertilization (7 kg/dunum + vermicompost tea applied as a foliar spray) on some growth and productivity indicators of two potato varieties (Spunta and Draga). The experiment was conducted using a randomized split-plot design. The results showed that the combined fertilization and mineral fertilization treatments were significantly superior to the other treatments in all studied indicators (plant height, number of flowers, fresh and dry leaf weight, number of tubers per plant, productivity,and quality of tubers from appearance side). The vermicompost tea foliar spray treatment followed, while the control treatment recorded the lowest values. The Spunta variety also showed a slight advantage over the Draga variety in most indicators.

The characteristics, particularly plant height, showed no significant differences in most other indicators. These results confirm the effectiveness of integrated fertilization in improving potato growth and yield regardless of variety, making it a promising option in modern agricultural management programs.

Keywords: potato, NPK, vermicompost tea, vegetative growth, yield, quality of tubers.

***Department of Basic Sciences, University of Homs, Faculty of Agricultural Engineering**

****Department of Basic Sciences, University of Homs, Faculty of Agricultural Engineering, specializing in field crop production**

المراجع العلمية:

المراجع العربية:

1- الشباط، حسان، عباس، فادي،خزام، بشرى،سعدية، سلوى، تأثير الرش الورقي بشاي الفيرمي كمبوست في نمو وانتاج بعض خضار الفصيلة السرمقية (Chenobodiaceae)، المجلة السورية للبحوث العلمية الزراعية10(5):365-376.

2- حمود، نوال مهدي، وجبار، زينب عبد الكاظم. (2012). تأثير نوع ومستوى السماد العضوي في نمو وحاصل البطاطا (Solanum tuberosum L.). مجلة الكوفة للعلوم الزراعية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق، 5(2)، 32-55.

3- حسين، محمد جابر، وعباس، جمال أحمد. (2017). تأثير التسميد العضوي والكيميائي في بعض مؤشرات النمو والحاصل لنبات البطاطا (Solanum tuberosum L. صنف Safrane)، الجامعة الأردنية ،مجلة الجامعة الأردنية للعلوم الزراعية، 5(15)، 515-532.

4- علبي، محمد مروان، ونس، غيثاء، انتاج الخضار الصيفية، منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة الزراعية، ص٢٧٨

المراجع الأجنبية:

1-Al-Mamouri, A. S., and Abdul-Ridha, M. J. (2020). Effect of addition of vermicompost, bio and mineral fertilizer on the availability of some

nutrients in soil and potato yield. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 51(6), 1521–1532.

2-Alam, M. N., Jahan, M. S., Ali, M. K., Ashraf, M. A., and Islam, M. K. (2007). Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in Barind soils of Bangladesh. Journal of Applied Sciences Research, 3(12), 1879–1888 .

3-Alimkhanov, Y., Yeleshev, R., Yertayeva, B., and Aitbayeva, A. (2021). Responses of potato (*Solanum tuberosum L.*) varieties to NPK fertilization on tuber yield in the southeast of Kazakhstan. Eurasian Journal of Soil Science, 10(4), 285–289. https://doi.org/10.18393/ejss.954899

4-Al-Yasari, M. N., and Al-Hilli, M. M. (2019). Effect of NPK, organic fertilization and iron with zinc paper spray based on normal and nanotechnology methods on soil NPK readiness and *Solanum tuberosum L.* production. Biochem. Cell. Arch., 19(1), 1515–1525 .

5-Almekinders, C. J. M., and Struik, P. C. (1996). Shoot development and flowering in potato (*Solanum tuberosum L.*). Potato Research, 39(4), 581–607. https://doi.org/10.1007/BF02357942

6-Bahadirli, M. and K. Dogan. 2021. The effect of organic and mineral fertilizer applications on yield and soil microbial activities in potato (*Solanum tuberosum* L.). EJOSAT., 22: 140-145

7-Camire, M. E., Kubow, S., and Donnelly, D. J. (2009). Potatoes and human health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 49(10), 823–840 .

8-Edwards, C. A., Arancon, N. Q., & Greytak, S. (2010). Effects of vermicompost teas on plant growth and disease suppression. In: Edwards, C. A., Arancon, N. Q., & Sherman, R. (Eds.), Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management (pp. 231–259). CRC Press8-Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). Potato production and consumption: Syrian Arab Republic. FAOSTAT. Retrieved from https://www.potatopro.com/potato-markets/syrian-arab-republic

9-FAO. (2008). International Year of the Potato. Retrieved from https://www.fao.org/potato-2008/en/

10-Hawkes, J. G. (1990). The Potato: Evolution, Biodiversity and Genetic Resources*. Cambridge University Press

11-Gul, V., and Gidik, B. (2024). The effect of different doses of liquid vermicompost application on yield and yield components of some potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. Pakistan Journal of Botany, 56(1), 20-30.

12-Raza, A., Ali, Z., and Ali, S. A. (2023). Standardization of protocol for the formulation of compost tea and its efficacy study on potato. Pure and Applied Biology, 12(2), 1044-1055

13-Rehman, S. U., De Castro, F., Aprile, A., Benedetti, M., and Fanizzi, F. P. (2023). Vermicompost: Enhancing plant growth and combating abiotic and biotic stress. Agronomy, 13(4), 1134

14-Struik, P. C., and Wiersema, S. G. (1999). Seed Potato Technology. Wageningen Academic Publishers.

أثر تطبيق أعماق مختلفة من الحراثة المطرحية مع إضافة سماد الفيرمي كومبوست في بعض الصفات الإنتاجية لنبات الفول السوداني في حمص

م. ميلاد الحسن [1] أ. د. ميشيل زكي نقولا [2] د. محمود الحمدان [3]

(1). طالب دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص. سورية.

(2). أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص. سورية

(3). مدير بحوث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حمص.

الملخص:

نفذ البحث خلال الموسمين الزراعيين 2022–2023، 2023–2024 في – مركز البحوث العلمية الزراعية – في حمص، بهدف دراسة تأثير تطبيق أعماق مختلفة من الحراثة المطرحية (20–30–40) سم مع إضافة سماد الفيرمي كومبوست بمعدل (5–10) طن/هـ في بعض الصفات الإنتاجية لمحصول الفول السوداني (*Arachis hypogaea L.*).

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD حيث كان عدد المعاملات 7 معاملة، وكل معاملة كررت ثلاث مرات بحيث تشمل التجربة ثلاثة قطاعات رئيسة تضم عمق الحراثة الأساسية المطرحية، بالإضافة إلى الشاهد بلا حراثة، وفي كل قطاع تم توزيع معاملات التسميد العضوي بالفيرمي كومبوست عشوائياً.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن تطبيق الحراثة المطرحية بأعماق (20–30–40) سم مع إضافة سماد الفيرمي كومبوست بالمعدلين (5–10) طن/هـ قد أدى إلى ظهور فروق معنوية في معظم الصفات الإنتاجية المدروسة لنبات الفول السوداني مقارنة بالشاهد (بلا حراثة وبلا أسمدة عضوية)، وحققت الحراثة المطرحية بعمق 40 سم مع إضافة سماد الفيرمي كومبوست خاصة بالمعدل 10 طن/هـ أعلى المتوسطات في كل من (عدد القرون على النبات بقيمة بلغت 148.8 قرن/نبات– عدد البذور على النبات بقيمة بلغت 276.98 بذرة/نبات– وزن ال 100 بذرة بمتوسط

بلغ 51.45 غ كذلك وزن البذور على النبات بقيمة بلغت 133.87 غ) مقارنة مع بقية المعاملات الأخرى المستخدمة في البحث إضافة لمعاملة الشاهد التي سجلت أقل المتوسطات لجميع الصفات المدروسة، في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: الفول السوداني، الحراثة المطرحية، التسميد العضوي، فيرمي كومبوست، صفات إنتاجية.

Effect of Different Disk Plowing Depths and Vermicompost Application on Some Yield Traits of Peanut in Homs

Milad Al Hasan[(1)] Michel Zaki Nichola[(2)] Mahmoud Al Hamdan[(3)]

1. PhD. Student. Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Homs Univ. Homs, Syria.
2. Professor of Field Crops, Faculty of Agriculture, Homs Univ. Homs, Syria.
3. Researches manager, General Commission for Scientific Agricultural Researches (GCSAR), Agriculture Research Center of Homs. Syria.

Abstract:

The study was conducted during the two agricultural seasons of 2022-2023 and 2023-2024 at - the Agricultural Scientific Research Center - in Homs, The objective was to investigate the effect of applying different depth of disk plowing (20, 30, 40 cm) combined with the application of vermicompost at two rates (5 and 10 tons\ha) on some yield traits of the peanut crops (*Arachis hypogaea* L.).

The experiment was designed according to the Randomized Complete Block Design (RCBD), Comprising 7 treatments, each replicated three times. The experiment included three main blocks representing the

plowing depths, in addition to a control (without plowing and organic fertilizer), within each block, the treatments of the organic fertilizer (vermicompost) were distributed randomly.

The statistical analysis revealed that the application of disk plowing at depth of 20, 30, and 40 cm, along with the addition of vermicompost at rates of 5,10 tons\ha, led to a significant increase in most of the studied yield traits of the peanut plants compared with the control (without plowing and without organic fertilization). The treatments of 40 cm plowing depth combined with vermicompost particularly at the rate of 10 tons\ha recorded the highest mean values for the Number of pods per plant (148.48 pods/plant) - Number of seeds per plant (276.98 seeds/plant)- 100-seed weight (51.45 g)- seed weight per plant (133.87 g) Comparison with the rest of the other treatments used in the study, in addition to the control treatment, which recorded the lowest averages for all studied traits within the study area.

Keywords: Peanut, Disk plowing, Organic fertilization, Vermicompost, Yield traits

1. المقدمة والدراسة المرجعية:

إن التربة أهم وسيلة من وسائل الإنتاج الزراعي بشكليه النباتي والحيواني، فالتعامل مع التربة بشكل علمي صحيح وتجهيزها للزراعة من خلال إثارتها والخدمة التي تنفذ عليها بوساطة المحاريث لخلق مرقد مناسب للتقاوي وضمان استمرار هذه الظروف حتى يكمل النبات دورة حياته يساعد على إعطاء أكبر غلة ممكنة وأعلى إنتاج (1).

تعد الحراثة أهم عملية ميكانيكية تجرى للتربة الزراعية قبل زراعتها بهدف خلق مهد مناسب لنمو المحصول المراد زراعته (2).

يعد أسلوب حراثة التربة من أهم أساليب المكننة الزراعية الحديثة، وذلك لتطوير العمل الزراعي وزيادة إنتاجية المحاصيل، وتحسين خواص التربة الزراعية لجعلها المرقد المناسب لنمو النباتات المزروعة (3).

وجد (4) أن الحراثة القلابة المطرحية التي تقلب طبقات التربة مع السماد العضوي المضاف تمتلك أهمية أكبر بالمقارنة مع الطريقة السطحية التي لا تقلب التربة والتي تبقي السماد العضوي على سطح التربة واستخدام المحراث المطرحي لحراثة التربة لا يعمل على رص حبيبات التربة، وبالتالي يحسن من خواصها الفيزيائية.

إن اتباع الأساليب المتطورة في زراعة وخدمة المحاصيل الحقلية ومن ضمنها تطبيق العمليات الزراعية المناسبة كالحراثة وإضافة السماد العضوي تؤدي إلى زيادة إنتاجيتها، وتتباين أعماق الحراثة في تأثيرها على تركيز المادة العضوية والعناصر الغذائية في التربة ومحتواها الرطوبي، وانضغاط التربة وتراصها، وإنبات البذور، وانتشار الجذور وتوغلها في التربة، ونمو النبات وتطوره (5).

إن لتحديد عمق الحراثة ونوع السماد المضاف أثر واضح في زيادة الإنتاج الزراعي وبخاصة إنتاج المحاصيل الحقلية، حيث تشكل دوراً هاماً في العمليات الزراعية التي تقوم بتحويل التربة وجعلها صالحة للزراعة، وتأمين الظروف الملائمة لتغذية النبات وزيادة إنتاجه وتحسين نوعيته (6).

ظهرت أهمية الزراعة العضوية نتيجة للأثار الضارة لاستخدام الكيميائيات في الزراعة حيث تستخدم الزراعة العضوية فقط المدخلات العضوية كمصدر للعناصر الغذائية وادارة الآفات والأمراض (7).

تعد المادة العضوية من أهم مكونات التربة التي تحسن من خصوبة التربة والتحبب فيها وتحافظ على بناءها الجيد وتحسن من التهوية مما يؤثر إيجاباً في إنتاجية المحصول (8).

لقد أكد (9) أنه لمعرفة العمق الملائم للحراثة يتوجب التعمق بعلم أساسيات المحاصيل ومعرفة متطلبات كل محصول زراعي للوصول إلى إنتاجية عظمى، فمن الواجب دراسة الخواص البيولوجية للمحصول ومدى تفاعله مع طبقات التربة المتمايزة من ناحية الخصوبة خاصة لتحديد عمق الحراثة

الأنسب له، كما أن اختيار السماد والعمق المناسب لتهيئة وحراثة التربة يتعلق أيضاً بالخواص الزراعية والفيزيائية لمتطلبات المحاصيل الزراعية الحقلية.

درس (10) تأثير السماد العضوي والحيوي (الفيرمي كومبوست) والكيميائي على خصائص التربة ونمو نبات فول الصويا، حيث أظهرت النتائج زيادة في عدد العقد 43 عقدة/نبات، وعدد القرون وعدد البذور بنسبة 172% و43% مقارنة مع الشاهد فيما سجلت الإنتاجية 1.92 طن/هـ.

أشار (11) إلى أن نمو المحاصيل يكون عادةً في أرض تحتوي على بقايا نباتات لمحصول سابق وأسمدة عضوية أضيفت قبل إجراء الحراثات الأساسية، وفي المناطق الرطبة يستخدم المحراث المطرحي على نطاق واسع لدفن مثل هذه البقايا والإضافات السطحية، حيث أنها تعمل دور المغذي للنبات الذي سوف يزرع وبالتالي تحسن من نمو وإنتاجية المحصول.

تفوقت القطعة التجريبية المحروثة حراثة مطرحية بقيم عناصر الغلة البذرية لنبات البازلاء (عدد بذور نبات البازلاء 18.7 بذرة/نبات، طول النبات 109.9 سم، عدد القرون 3.6 قرن/نبات، وزن ال 1000 بذرة 243 بذرة) وذلك بمقارنتها مع الشاهد ومع الحراثة (الحراثة الدنيا) بالدورة الزراعية (12).

بينت نتائج (13) أن خفض الكثافة الظاهرية للتربة نتيجة الحراثة العميقة أدى إلى زيادة في الكتلة الجذرية بنسبة 7.5%، وارتفاع في غلة الفول السوداني بنسبة 4.6%، مما يدل على أن تخفيف الإجهاد الناتج عن انضغاط التربة عبر الحراثة العميقة يعد استراتيجية فعالة لزيادة الإنتاجية.

من المعروف أن الأسمدة العضوية ومقارنة مع الكيميائية تحتوي على كميات أقل من المواد الغذائية وتعمل ببطء أكبر، لكنها أكثر فعالية منها، حيث تمتاز بزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وتعمل على التحفيز الميكروبي والتمعدن التدريجي للعناصر في التربة وبالتالي زيادة الكتلة الحية للنبات وعدد النورات في النبات وتحسين الغلة البيولوجية (14).

درس (15) تأثير عدة أنواع من الأسمدة العضوية في نمو وإنتاجية الحمص، فوجد عند استخدام السماد البلدي بمعدل 5 طن/ هكتار، ارتفاع في طول النبات بمقدار 2 سم مقارنةً بالشاهد، وزيادة عدد العقد البكتيرية على النبات من 33.01 في الشاهد إلى 38–49 عقدة على النبات في معاملة

التسميد العضوي، كما زاد الوزن الجاف الكلي بحدود 2 غ / النبات، كما زاد عدد القرون على النبات من 45.66 إلى 48.29، قرن /النبات، وبالمحصلة ارتفعت الغلة البذرية عند استخدام السماد العضوي من 1310 إلى 1636 كغ/هكتار.

يعد الفيرمي كومبوست: وهو سماد عضوي حيوي يحتوي على مغذيات متنوعة للنبات من معادن كبرى وصغرى وعدة مجموعات بكتيرية وأنزيمية وفطور ومنظمات نمو تساهم في زيادة إنتاجية النبات ورفع مقاومته الجهازية وتحسين خواص التربة ورفع خصوبتها (16).

حققت معاملة الفيرمي كومبوست بمعدل 8 طن/هـ أفضل المؤشرات الإنتاجية للفول (عدد القرون 22.13 قرن/نبات، عدد البذور 4.7 بذرة/نبات، وزن 100 بذرة 124.15 غ، الغلة البذرية 3311.2 كغ/هـ) مقارنة بالتسميد المعدني والشاهد (17).

يرتبط المحتوى من العناصر في الفيرمي كمبوست بشكل كبير بطبيعة ونوع المواد التي تتغذى عليها الديدان، وهو بشكل عام يحتوي على كميات أكبر من العناصر المغذية بحالتها الجاهزة للنبات مقارنةً بالمادة الأصل (18). وهو يحسن الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة (19)، كما يعمل على تعزيز نمو النبات وتحسين غلته (20، 21).

بين (22) أن إضافة السماد العضوي بمعدل 30 طن/هـ مع السماد المعدني سبب زيادة وزن المسطح الورقي الأخضر وترتب من ذلك زيادة معنوية في عدد الجوزات لنبات القطن وإنتاجية أعلى.

أوضح (23) أن تطبيق سماد الفيرمي كومبوست أدى إلى تحسن واضح في النشاط الميكروبي للتربة ورفع جاهزية العناصر الغذائية، كما حسن من بنية التربة وسعتها على الاحتفاظ بالماء، مما انعكس إيجاباً على إنتاجية النبات.

أكد (24) أن تطبيق سماد الفيرمي كومبوست بمعدل 4.5 طن/هـ رفع غلة القرون بنسبة 17% والبذور بنسبة 20% مقارنة بالشاهد كما أوضح أن الفيرمي كومبوست رفع الغلة البذرية للفول السوداني بنسبة وصلت إلى 20% بالمقارنة مع الشاهد، مما يعكس الدور الحيوي لهذا السماد في تحسين نمو الفول السوداني ورفع إنتاجيته عند دمجه مع ممارسات إدارة التربة الملائمة.

أوضح (25) أن معاملة الفيرمي كومبوست أدت إلى زيادة معنوية في عدد القرون على النبات ووزن البذور وعددها، حيث تراوح عدد القرون بين 23.3 في معاملة الشاهد و33.4 في معاملة

الفيرمي كومبوست، وارتفعت غلة القرون من 3579 كغ/هـ إلى 4873 كغ/هـ، مما يشير إلى دور السماد العضوي في تحسين خصوبة التربة وزيادة كفاءة امتصاص العناصر الغذائية وتعزيز الإنتاجية الكلية لنبات الفول السوداني.

2. مبررات البحث وأهدافه:

من الدراسات السابقة لتجارب زراعة الفول السوداني ننطلق من المشكلة الحقيقية في واقع زراعة هذا المحصول أو مشكلة الفلاح في منطقة الدراسة على أهمية تحديد عمق الحراثة لتهيئة الأرض ونوع السماد ومعدله للهروب من تراجع حالة التربة سلباً، أي الفقد المحتمل والضياع الممكن لخصوبتها ولتكسب التربة حالتها المتوازنة والمستقرة بعد الحراثة بهدف زراعة المحصول الملائم مع المعاملة المناسبة لنموه وإنتاجيته.

بناءً على ما سبق يهدف هذا البحث إلى:

تحديد عمق الحراثة المطرحية المناسب والمعدل السمادي الأمثل من الفيرمي كومبوست اللذان يحققان أفضل الصفات الإنتاجية لنبات الفول السوداني.

3. مواد وطرائق البحث:

1.3. المادة النباتية: صنف الفول السوداني سوري–2، وهو بالأصل سلالة أدخلت عن طريق المركز الدولي ايكرسات بالهند إلى الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية عام 1998 وتم الحصول على بذار الصنف من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، ونورد فيما يلي أهم مواصفاته الفينولوجية والموروفولوجية والتركيب الكيميائي، الجدول (1).

جدول (1) أهم مواصفات صنف الفول السوداني سوري–2

الصفة	الصنف سوري –2
عدد الأيام حتى الإنبات/ يوم	13–10
عدد الأيام حتى الإزهار/ يوم	60–49
عدد الأيام حتى النضج/ يوم	165–155
الإنتاجية كغ/هـ	3691
شكل التفرع	نصف قائم
عدد البذور في القرن وحجمها	بذرتين صغيرتين
حجم القرون	صغير
لون الورقة وشكلها	أخضر/ بيضوية
وجود شعيرات على الساق والأوراق	يوجد
لون الزهرة	أصفر
نسبة الزيت%	39.20
نسبة البروتين%	18.56
وزن 100 بذرة /غ	55

المصدر: الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

2.3. فترة ومكان تنفيذ البحث: نفذ البحث خلال الموسمين الزراعيين (2022، 2023)، (2023–2024) في مركز البحوث العلمية الزراعية في مدينة حمص، ويقع موقع الزراعة على خط عرض 33.78 وخط طول 36.73 ويرتفع عن سطح البحر 415 م.

3.3. المعطيات المناخية خلال مدة تنفيذ التجربة:

نورد في الجدولين (2)، (3) المعطيات المناخية السائدة في منطقة إجراء البحث خلال الموسمين الزراعيين (2022، 2023) – (2023–2024).

جدول (2): المعطيات المناخية للموسم الزراعي الأول (2022–2023) في منطقة الدراسة:

الشهر	العام	متوسط درجة الحرارة العظمى مْ لكل شهر	متوسط درجة الحرارة الصغرى مْ لكل شهر	كمية الهطول المطري ملم
تشرين الثاني	2022	19.30	6.80	21.00
كانون الأول	2022	12.80	3.60	74.20
كانون الثاني	2023	12.10	2.10	91.10
شباط	2023	14.00	2.80	75.50
آذار	2023	18.00	5.50	54.20
نيسان	2023	23.30	9.20	31.90
أيار	2023	28.40	13.50	13.20
حزيران	2023	31.70	17.70	2.20
تموز	2023	33.50	20.60	0.4
آب	2023	33.80	20.90	0
أيلول	2023	32.30	18.10	0
تشرين الأول	2023	27.90	13.10	0
المجموع				363.70

المصدر: المحطة المناخية في مركز بحوث حمص لعام (2022–2023).

جدول (3): المعطيات المناخية للموسم الزراعي الثاني (2023–2024) في منطقة الدراسة:

الشهر	العام	متوسط درجة الحرارة العظمى مْ لكل شهر	متوسط درجة الحرارة الصغرى مْ لكل شهر	كمية الهطول المطري ملم
تشرين الثاني	2023	26.94	10.22	66.20
كانون الأول	2023	14.05	6.53	33.80
كانون الثاني	2024	12.16	3.94	69.20
شباط	2024	13.41	3.18	133.30
آذار	2024	18.52	9.27	57.40
نيسان	2024	21.16	9.78	32.00
أيار	2024	27.24	13.64	3.20
حزيران	2024	30.30	18.86	0
تموز	2024	34.70	22.20	0
آب	2024	34.97	23.00	6.80
أيلول	2024	32.70	20.36	0.70
تشرين الأول	2024	27.03	16.25	0
المجموع				402.6

المصدر: المحطة المناخية في مركز بحوث حمص لعام (2023–2024).

من الجدولين (2، 3) يتضح أن المعطيات المناخية كانت مناسبة لزراعة ونمو محصول الفول السوداني.

4.3. التربة الزراعية: تم إجراء بعض التحاليل الأساسية لتربة التجربة قبل إجراء الفلاحات الأساسية وقبل إضافة السماد العضوي (فيرمي كومبوست) حيث درست بعض الخصائص الفيزيائية

والكيميائية لها وذلك في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية–مركز بحوث حمص حسب الطرائق المخبرية اللازمة، جدول (4).

جدول (4) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة للموسمين الزراعيين (2022–2023، 2023–2024)

الموسم	توزع حجم جزيئات التربة			قوام التربة	النتروجين المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	التحليل الكيميائي لمستخلص عجينة التربة		
	رمل %	سلت %	طين %					حموضة التربة PH	التوصيل الكهربائي ميليموس / سم	المادة العضوية %
2023	20	18	62	طينية	25.80	11.30	172.60	7.42	0.45	1.12
2024	19	18	63	طينية	37.20	9.80	176.60	7.70	0.17	1.17

من الجدول تبين أن تربة التجربة طينية، قلوية بدرجة بسيطة، متوسطة المحتوى بالمادة العضوية وجيدة المحتوى بالنتروجين والفوسفور والبوتاس المتاح.

4. طرائق تنفيذ البحث:

تم تحديد أرض التجربة بالمنطقة المراد زراعتها وتم تقسيمها إلى قطع تجريبية متماثلة من حيث الصفات والمساحة لعدد من المكررات وذلك حسب أعماق الحراثة المطرحية الأساسية المستخدمة في البحث وحسب معدل السماد المضاف (فيرمي كومبوست) التي تمت عملية إنتاجه في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص، حيث تم تحضير زبل الأغنام من خلال عملية Precomposting، وتضمن العملية تقليب وترطيب المخلفات كل يومين مرة ولمدة شهر كامل في الهواء الطلق ومن ثم تغذية الديدان على زبل الأغنام المحضر فقط دون إضافة أي مخلفات

أخرى معه، واستغرقت العملية 120 يوم، وتم الحصول على مخلفات الأغنام من مركز بحوث سلمية، وتم تأمين الرطوبة اللازمة لوسط التربية عن طريق رش الماء على سطح الحوض مع المحافظة على رطوبة مناسبة 70–80% مع تقليب الأحواض مرة واحدة كل عشرين يوم لضمان التهوية بالإضافة إلى تغطية سطح وسط التربية بأكياس القنب (الخيش) التي تؤمن عزل ضوئي وحراري وتحاكي وجود طبقة الأوراق السطحية على سطح التربة في الطبيعة، وتمت عملية حصاد الفيرمي كومبوست بعد ظهور علامات النضج على وسط تربية الديدان، حيث تم إزالة الديدان من الأحواض بطريقة المصائد وجرى غربلة السماد الناتج بواسطة غربال يدوي (منخل) قطر ثقوبه 2 ملم وتعبئته وحفظه في مكان معتم بعيداً عن أشعة الشمس والحرارة واستغرقت عملية الحصاد ثمانية أيام (الشباط وآخرون، 2023).

وبالتحليل الفيزيائي والكيميائي لسماد الفيرمي كومبوست تبين أنه يحوي بعض الخصائص كالمادة العضوية بنسبة (38.56%) – الكربون العضوي (22.37%) – EC-Ds\m (1.3) – آزوت كلي (1.12%) – فوسفور كلي (0.64%) – بوتاس كلي (0.81%)، كما تم إجراء التحاليل اللازمة لتربة التجربة، مع التعرف على المعطيات المناخية من المحطة المناخية في مكان التجربة كما هو مبين في الجداول (2، 3) علماً أنه تم زراعة الموسم الأول بتاريخ (2023/3/23) والموسم الزراعي الثاني بتاريخ (2024/4/3) وفي الموعد المناسب قمنا بتطبيق عوامل التجربة والتي كانت كما يلي:

1 – أعماق الحراثة المطرحية الأساسية:

تمت الحراثة المطرحية بواسطة المحراث المطرحي Turning plough المؤلف من ثلاث محاريث مطرحية مزودة بمطرحة ودولاب من الحديد لتحديد العمق المطلوب بواسطة ساعد دوار، يعمل هذا المحراث على قطع الطبقة المحروثة بشكل عمودي وأفقي ثم قلبها نحو الجانب الظهري للمطرحة وبالتالي تفكيكها، وتبلغ زاوية القلب 180° جاعلاً عاليها أسفلها. وتمت الحراثة على ثلاثة أعماق (20، 30، 40) سم.

2 – معاملات التسميد العضوي:

1. التسميد العضوي بسماد الفيرمي كومبوست بمعدل 5 طن/هـ يضاف مع الزراعة.

2. التسميد العضوي بسماد الفيرمي كومبوست بمعدل 10 طن/هـ يضاف مع الزراعة.

وبالتالي يكون لدينا 7 معاملة تجريبية ولكل معاملة رمزها اللاتيني وهي:

1. معاملة الشاهد بلا حراثة وبلا أسمدة عضوية. (Con)
2. حراثة مطرحية بعمق 20 سم والتسميد بالفيرمي كومبوست 5 طن/هـ. (TD1, D)
3. حراثة مطرحية بعمق 20 سم والتسميد بالفيرمي كومبوست 10 طن/هـ. (TD1, E)
4. حراثة مطرحية بعمق 30 سم والتسميد بالفيرمي كومبوست 5 طن/هـ. (TD2, D)
5. حراثة مطرحية بعمق 30 سم والتسميد بالفيرمي كومبوست 10 طن/هـ. (TD2, E)
6. حراثة مطرحية بعمق 40 سم والتسميد بالفيرمي كومبوست 5 طن/هـ. (TD3, D)
7. حراثة مطرحية بعمق 40 سم والتسميد بالفيرمي كومبوست 10 طن/هـ. (TD3, E)

5. تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

تم تصميم التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD حيث كان عدد المعاملات 7 معاملة، وكل معاملة كررت ثلاث مرات بحيث تشمل التجربة ثلاثة قطاعات رئيسة تضم عمق الحراثة الأساسية المطرحية، بالإضافة إلى الشاهد بلا حراثة. وفي كل قطاع تم توزيع معاملات التسميد العضوي عشوائياً، وتم تحليل مصادر التباين (ANOVA) للعوامل الأساسية والتفاعل بينها، كما تم إجراء عمليات التحليل الإحصـائي لكافة الصفات التي تشملها الدراسة وتقدير أقل فرق معنـوي (L.S.D) عند مستوى المعنوية 5%، باستخدام البرنامج الإحصائي Gen.stat .v.12

عدد الخطوط في القطعة التجريبية 4 خطوط، طول الخط 5 م. المسافة بين الخطوط 70 سم، ومساحة القطعة التجريبية 14 م^2، عدد القطع التجريبية = 21 قطعة، ومساحة التجربة المزروعة فعلاً = 294 م^2

يفصل بين القطع التجريبية ممرات خدمة بعرض 1 م من كل الجهات وتحاط التجربة بنطاق 2 م.

	R1		R2		R3
TD1	D		E		E
	E		D		D
TD2	D		E		E
	E		D		D
TD3	D		E		E
	E		D		D
	Con		Con		Con

الشكل (1) يبين مخطط التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة حيث:

TD1، TD2،TD3: أعماق الحراثة المطرحية 20، 30، 40 سم.

D: التسميد بالفيرمي كومبوست 5 طن/هـ.

E: التسميد بالفيرمي كومبوست 10 طن/هـ.

Con: الشاهد بلا حراثة ولا تسميد.

R1، R2، R3: مكررات التجربة.

علماً أن الرموز اللاتينية للقطع التجريبية تم ذكرها وشرحها سابقاً.

قمنا بتحديد أرض التجربة بالمنطقة المراد زراعتها ومعرفة طولها وعرضها أي مساحتها والتي وصلت حتى 294 م^2 وتم البدء بتحضيرها بشهر كانون الأول حيث حرثت خريفياً حراثة خفيفة بالكلتيفاتور بعمق 10 سم للقضاء على مخلفات المحصول السابق وهو القمح القاسي *Triticum durum* بتاريخ 2022/12/24 للموسم الزراعي الأول وبتاريخ 2023/12/28 للموسم الزراعي الثاني، وفي فصل الربيع وقبل الزراعة تم إضافة السماد العضوي المستخدم في التجربة (الفيرمي كومبوست) بالمعدلات المطلوبة (5–10) طن/هـ بعد تقسيم التجربة للقطع التجريبية المخصصة

لذلك على سطح التربة بشهر آذار لكلا الموسمين الزراعيين الأول بتاريخ 2023/3/8 والثاني بتاريخ 2024/3/18 ، بعد ذلك بتاريخ 2023/3/16 بالموسم الزراعي الأول قمنا بحراثة التربة حراثة مطرحية بواسطة المحراث المطرحي لدفن الفيرمي كومبوست في طبقات التربة حسب الأعماق (20، 30، 40) سم بالقطع التجريبية المخصصة لذلك وبتاريخ 2024/3/25 للموسم الزراعي الثاني، ثم قمنا بالموسم الزراعي الأول بإجراء عمليات التنعيم للتربة وتخطيطها حسب الاتجاه اللازم باتجاه (شرق–غرب) علماً أن المسافة بين الخطوط المتجاورة (70) سم والمسافة بين جور الزراعة أي البذور على نفس الخط (30) سم، وبلغ عمق الزراعة (5) سم وذلك بتاريخ 2023/3/22 ونفس العمليات السابقة بتاريخ 2024/3/30 للموسم الزراعي الثاني، علماً أن الزراعة في الموسم الزراعي الأول تمت 2023/3/23 وللموسم الزراعي الثاني بتاريخ 2024/4/3، وتمت إضافة الأسمدة العضوية (الفيرمي كومبوست) بالقطع التجريبية المخصصة لذلك وفقاً للمعدلات التالية (5–10) طن/هـ علماً أن الفول السوداني هو من نباتات النهار المحايد وهو محصول صيفي متطلب للحرارة وقد قمنا بري القطع التجريبية بكافة مكرراتها عند اللزوم بنفس المعدل لكل المعاملات التجريبية، ومما سبق يتبين أنه تم البدء بالموسم الزراعي الأول بتاريخ 2022/12/24 والثاني بتاريخ 2023/12/28 ومنه ينتج أن الموسم الزراعي الأول هو 2023/2022 والموسم الزراعي الثاني هو 2024/2023.

6. الصفات الإنتاجية المدروسة:

حُسب بطور النضج لنبات الفول السوداني (عدد القرون على النبات الواحد وعدد البذور، ووزن ال 100 بذرة كذلك وزن بذور نبات الفول السوداني في النبات الواحد) حيث حصدت النباتات المدروسة الناتجة عندما ظهرت علامات نضج المحصول وهي اصفرار الأوراق السفلية وتم قلعها وتُركت عدة أيام في أرض البحث حتى جفاف القرون الكامل حيث تركت القرون للجفاف بأشعة الشمس لمدة (10 يوم) وذلك للموسمين الزراعيين أي الجفاف الطبيعي، ثم تم فصل القرون يدوياً عن النبات، وقدرت الصفات الإنتاجية لنبات الفول السوداني الصنف سوري–2 (عدد القرون على النبات، عدد البذور في النبات الواحد، ووزن 100 بذرة، ووزن البذور في النبات) بطور النضج عن طريق أخذ عينات عشوائية بواسطة إطار خشبي مساحته (0.25) م^2، أبعاده (50x50) سم لعدد من المرات (4) مرات بكل مكرر على شكل حزم ثم حُسبت المتوسطات اللازمة ووُضعت بجداولها الخاصة، حسب (26).

7. النتائج والمناقشة:

1.7. عدد القرون على نبات الفول السوداني:

يبين الجدول (5) تأثير عمق الحراثة المطرحية والتسميد العضوي بالفيرمي كومبوست في عدد القرون على نبات الفول السوداني المزروع في منطقة الدراسة للموسمين (2022–2023)، (2023–2024):

جدول (5) تأثير عمق الحراثة المطرحية والسماد العضوي (فيرمي كومبوست) في عدد القرون على النبات (قرن/نبات):

رقم المعاملة	المعاملة	الموسم الأول	الموسم الثاني	متوسط الموسمين
	عمق الحراثة			
	حراثة مطرحية 20 سم	87.43 c	96.68 c	92.06 c
	حراثة مطرحية 30 سم	96.86 b	105.66 b	101.26 b
	حراثة مطرحية 40 سم	107.89 a	119.13 a	113.51 a
	L.S.D 0.05	3.296	0.731	5.40
	السماد العضوي			
	فيرمي كومبوست 5 طن/هـ	116.29 b	125.50 b	120.90 b
	فيرمي كومبوست 10 طن/هـ	122.67 a	135.28 a	128.98 a
	L.S.D 0.05	2.691	0.597	4.41
	التأثير المشترك			
1	الشاهد	50.33 e	58.90 f	54.62 e
2	حراثة 20 + فيرمي 5	108.37 d	115.65 e	112.01 d
3	حراثة 20 + فيرمي 10	113.43 cd	123.45 d	118.44 cd
4	حراثة 30 + فيرمي 5	114.50 cd	122.45 d	118.48 cd
5	حراثة 30 + فيرمي 10	119.80 bc	130.20 c	125.00 bc
6	حراثة 40 + فيرمي 5	126.00 b	138.40 b	132.20 b
7	حراثة 40 + فيرمي 10	134.77 a	152.20 a	143.48 a
	L.S.D 0.05	6.537	1.157	7.63

الموسم الأول:

بينت نتائج التحليل الإحصائي المبينة في الجدول (5) لمؤشر عدد القرون على النبات، أن زيادة عمق الحراثة المطرحية قد أثر معنوياً في زيادة عدد القرون على النبات، إذ سجل العمق 40 سم أعلى متوسط لعدد القرون على النبات والذي بلغ 107.89 قرن/نبات متفوقاً بذلك معنوياً على عمقي الحراثة 20، 30 سم اللذين سجلا قيماً بلغت 87.43، 96.86 قرن/نبات على الترتيب.

بدراسة نتائج التحليل الإحصائي لمؤشر عدد القرون على النبات من حيث معدل السماد العضوي المضاف (فيرمي كومبوست) لوحظ أن إضافة سماد الفيرمي كومبوست أدت إلى تحقيق زيادة معنوية في عدد القرون، حيث سجل التسميد بالمعدل 10طن/هـ أعلى متوسط لعدد القرون والذي بلغ 122.67 قرن/نبات، مقارنةً مع المعدل 5 طن/هـ الذي سجل متوسطاً بلغ 116.29 قرن/نبات.

عند دراسة تأثير التفاعل المشترك لعاملي عمق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف كانت الفروق معنوية، حيث تفوقت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) معنوياً على بقية المعاملات بقيمة بلغت 134.77 قرن/نبات تلاها بفروق معنوية المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) بقيمة بلغت 126.00 قرن/نبات، وتفوقت المعاملتين السابقتين بنسبة 167.77%، 150.35% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سجلت أقل عدد للقرون على النبات بقيمة بلغت 50.33 قرن/نبات.

الموسم الثاني:

تبين النتائج الموضحة في الجدول (5) أن تأثير أعماق الحراثة المطرحية كان معنوياً على عدد القرون المتشكلة على النبات، حيث تفوق العمق 40 سم وسجل أعلى متوسط لعدد القرون والذي بلغ 119.13 قرن/نبات، تلاه بفروق معنوية العمق 30 سم بعدد قرون بلغ 105.66 قرن/نبات، بينما سجل العمق 20 سم أقل عدد قرون بقيمة بلغت 96.68 قرن/نبات.

أما بالنسبة لتأثير معدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف فقد كان معنوياً أيضاً، حيث حقق التسميد بالمعدل 10 طن/هـ أعلى قيمة لعدد القرون والتي بلغت 135.28 قرن/نبات، مقارنةً مع المعدل 5 طن/هـ الذي سجل متوسطاً بلغ 125.50 قرن/نبات.

عند دراسة تأثير التفاعل المشترك لعاملي عمق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف كانت الفروق معنوية، حيث تفوقت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست

10 طن/هـ) معنوياً على بقية المعاملات بقيمة بلغت (152.20 قرن/نبات)، تلاها بفروق معنوية المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5طن/هـ) بقيمة بلغت 138.40 قرن/نبات، وتفوقت كلتا المعاملتين بنسبة 158.40%، 134.97% على التوالي على معاملة الشاهد التي سُجل عندها أقل عدد للقرون على النبات بقيمة بلغت 58.90 قرن/نبات.

متوسط الموسمين:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير التداخل بين أعماق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف بالنسبة لمؤشر عدد القرون على النبات جدول (5)، أن المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) تفوقت بشكل معنوي على بقية معاملات التجربة وحققت أعلى متوسط لعدد القرون المتشكلة على النبات بمتوسط بلغ 143.48 قرن/نبات، تلاها بفروق معنوية المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) بمتوسط بلغ 132.20 قرن/نبات، وتفوقت المعاملتين السابقتين بنسبة 168.69%، 142.04% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سُجل عندها أدنى متوسط لعدد القرون المتشكلة على النبات بقيمة بلغت 54.62 قرن/نبات.

ويمكن ترتيب المعاملات المشتركة تنازلياً من الأعلى للأدنى بالنسبة لمؤشر عدد القرون على النبات كالتالي:

(حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) – (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ، حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ، حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ)

– معاملة الشاهد.

2.7. عدد البذور على النبات:

يبين الجدول (6) تأثير عمق الحراثة المطرحية والتسميد العضوي بالفيرمي كومبوست في عدد البذور على نبات الفول السوداني المزروع في منطقة الدراسة للموسمين (2022–2023)، (2023–2024):

جدول (6) تأثير عمق الحراثة المطرحية والسماد العضوي (فيرمي كومبوست) في عدد البذور على النبات (بذرة/نبات):

رقم المعاملة	المعاملة	الموسم الأول	الموسم الثاني	متوسط الموسمين
	عمق الحراثة			
	حراثة مطرحية 20 سم	153.98 c	165.03 c	159.51 c
	حراثة مطرحية 30 سم	174.11 b	188.85 b	181.48 b
	حراثة مطرحية 40 سم	197.44 a	219.62 a	208.53 a
	L.S.D 0.05	6.25	4.897	9.44
	السماد العضوي			
	فيرمي كومبوست 5 طن/هـ	217.64 b	226.97 b	222.31 b
	فيرمي كومبوست 10 طن/هـ	231.28 a	254.40 a	242.84 a
	LSD 0.05	5.11	3.999	7.71
	التأثير المشترك			
1	الشاهد	65.43 f	70.25 f	67.84 f
2	حراثة 20 + فيرمي 5	199.39 e	201.10 e	200.25 e
3	حراثة 20 + فيرمي 10	209.85 d	225.20 d	217.53 d
4	حراثة 30 + فيرمي 5	214.12 d	223.90 d	219.01 d
5	حراثة 30 + فيرمي 10	225.22 c	242.79 c	234.01 c
6	حراثة 40 + فيرمي 5	239.40 b	255.90 b	247.65 b
7	حراثة 40 + فيرمي 10	258.75 a	295.20 a	276.98 a
	LSD 0.05	10.33	6.879	12.69

الموسم الأول:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي المبينة في الجدول (6) لمؤشر عدد البذور على النبات، وجود فروق معنوية بين أعماق الحراثة المطرحية، حيث أدت زيادة العمق حتى 40 سم إلى زيادة معنوية

في عدد البذور بقيمة بلغت 197.44 بذرة/نبات وتفوق بذلك العمق 40 سم معنوياً على عمق الحراثة 30 سم الذي سجل متوسطاً قدره 174.11 بذرة/نبات، بينما سُجلت أدنى القيم عند العمق 20 سم بمعدل بلغ 153.98 بذرة/نبات.

بينت النتائج أيضاً أن استخدام سماد الفيرمي كومبوست قد حقق زيادة معنوية واضحة في عدد البذور على النبات، وبلغت القيم (217.64، 231.28) بذرة/نبات عند استخدام (فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) على التوالي، ولوحظ تفوق المعدل 10 طن/هـ بقيمة بلغت 231.28 بذرة/نبات مقارنةً بالمعدل 5 طن/هـ الذي سجل متوسطاً قدره 217.64 بذرة/نبات.

عند دراسة تأثير التفاعل المشترك لعاملي عمق الحراثة المطرحية ومعدل السماد العضوي المضاف (فيرمي كومبوست) كانت الفروق معنوية، حيث تفوقت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) معنوياً على بقية المعاملات بقيمة بلغت 258.75 بذرة/نبات تلاها بفروق معنوية المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) بقيمة بلغت 239.40 بذرة/نبات، وتفوقت كلتا المعاملتين بنسبة 295.46%، 265.89% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سجلت أقل عدد للبذور على النبات بقيمة بلغت 65.43 بذرة/نبات.

الموسم الثاني:

دلت النتائج الإحصائية الموضحة في الجدول (6) ان تأثير أعماق الحراثة المطرحية كان معنوياً في مؤشر عدد البذور المتشكلة على النبات، حيث تفوق العمق 40 سم معنوياً وسجل زيادة في عدد البذور المتشكلة بمتوسط بلغ 219.62 بذرة/نبات مقارنةً ب 188.85 بذرة/نبات عند العمق 30 سم، بينما سجل العمق 20 سم أقل عدد للبذور وبقيمة بلغت 165.03 بذرة/نبات.

أما بالنسبة لتأثير معدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف فقد كان معنوياً أيضاً، حيث حقق التسميد بالمعدل 10 طن/هـ أعلى قيمة لعدد البذور والتي بلغت 254.40 بذرة/نبات، مقارنةً بالمعدل 5 طن/هـ الذي سجل متوسطاً بلغ 226.97 بذرة/نبات.

عند دراسة تأثير التفاعل المشترك لعاملي عمق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف كانت الفروق معنوية، حيث تفوقت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) معنوياً على بقية المعاملات بقيمة بلغت 295.20 بذرة/نبات تلاها بفروق معنوية

المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) بقيمة بلغت 255.90 بذرة/نبات، وتفوقت كلتا المعاملتين بنسبة 320.21%، 264.27% على التوالي على معاملة الشاهد التي سجل عندها أقل عدد للبذور على النبات بقيمة بلغت 70.25 بذرة/نبات.

متوسط الموسمين:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير التداخل بين أعماق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف بالنسبة لمؤشر عدد البذور على النبات الموضحة في الجدول (6)، أن المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) تفوقت بشكل معنوي على بقية معاملات التجربة وحققت أعلى متوسط لعدد البذور المتشكلة على النبات بمتوسط بلغ 276.98 بذرة/نبات، تلاها بفروق معنوية المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) بمتوسط بلغ 247.65 بذرة/نبات، وتفوقت المعاملتين السابقتين بنسبة 308.28%، 265.05% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سُجل عندها أدنى متوسط لعدد البذور المتشكلة على النبات بقيمة بلغت 67.84 بذرة/نبات.

ويمكن ترتيب المعاملات المشتركة تنازلياً من الأعلى للأدنى بالنسبة لمؤشر عدد البذور على النبات كالتالي:

(حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) – (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) – (حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) – (حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) – (حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) – معاملة الشاهد.

3.7. وزن ال 100 بذرة:

يبين الجدول (7) تأثير عمق الحراثة المطرحية والتسميد العضوي بالفيرمي كومبوست في وزن 100 بذرة لنبات الفول السوداني المزروع في منطقة الدراسة للموسمين (2022–2023)، (2023–2024):

جدول (7) تأثير عمق الحراثة المطرحية والسماد العضوي (فيرمي كومبوست) في وزن ال 100 بذرة (غ):

رقم المعاملة	المعاملة	الموسم الأول	الموسم الثاني	متوسط الموسمين
	عمق الحراثة			
	حراثة مطرحية 20 سم	45.38 c	49.16 a	47.27 a
	حراثة مطرحية 30 سم	45.93 b	48.79 a	47.36 a
	حراثة مطرحية 40 سم	46.62 a	50.79 a	48.71 a
	L.S.D 0.05	0.463	2.899	2.504
	السماد العضوي			
	فيرمي كومبوست 5 طن/هـ	47.00 b	51.01 ab	49.01 ab
	فيرمي كومبوست 10 طن/هـ	47.54 a	52.95 a	50.25 a
	L.S.D 0.05	0.378	2.367	2.045
	التأثير المشترك			
1	الشاهد	37.97 c	39.45 c	38.71 b
2	حراثة 20 + فيرمي 5	46.63 b	50.20 b	48.42 a
3	حراثة 20 + فيرمي 10	46.83 b	52.10 ab	49.47 a
4	حراثة 30 + فيرمي 5	46.83 b	50.54 ab	48.69 a
5	حراثة 30 + فيرمي 10	47.10 ab	52.55 ab	49.83 a
6	حراثة 40 + فيرمي 5	47.53 ab	52.30 ab	49.92 a
7	حراثة 40 + فيرمي 10	48.70 a	54.20 a	51.45 a
	L.S.D 0.05	1.679	3.879	3.375

الموسم الأول:

تبين نتائج التحليل الإحصائي لمؤشر وزن 100 بذرة الموضحة في الجدول (7) وجود فروق معنوية بين أعماق الحراثة المطرحية، حيث أدت زيادة العمق حتى 40 سم إلى زيادة معنوية في

وزن 100 بذرة، وحقق العمق 40 سم متوسطاً بلغ 46.62 غ متفوقاً بذلك معنوياً على عمقي الحراثة 20، 30 سم اللذين سجلا قيماً بلغت 45.38، 45.93 غ على الترتيب.

كان لمعدل معدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف تأثيراً معنوياً في مؤشر وزن 100 بذرة، وبلغت القيم (47.00، 47.54) غ عند استخدام (فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) على التوالي، وحقق استخدام سماد الفيرمي كومبوست خاصةً بالمعدل 10 طن/هـ أعلى القيم بمتوسط بلغ 47.54 غ.

بينت نتائج التحليل الإحصائي لعاملي عمق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف وجود فروق معنوية، حيث تفوقت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) معنوياً على بقية المعاملات بقيمة بلغت 48.70 غ تلاها بفروق غير معنوية المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) بقيم بلغت 47.53 غ، 47.10 وتفوقت المعاملات السابقة بنسبة 28.26%، 25.18%، 24.05% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سجلت أقل وزن 100 بذرة بقيمة بلغت 37.97 غ.

الموسم الثاني:

لم يكن لأعماق الحراثة المطرحية تأثيراً في مؤشر وزن 100 بذرة كما هو موضح في الجدول (7)، ولم تسجل أي فروق معنوية بين الأعماق المدروسة حيث سجل العمق 40 سم أعلى متوسط لوزن 100 بذرة بلغ 50.79 غ، تلاه العمق 20 سم بقيمة بلغت 49.16 غ ثم العمق 30 سم الذي سجل أدنى قيمة لوزن 100 بذرة وبلغت 48.79 غ.

أما بالنسبة لتأثير معدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف فقد كان غير معنوي أيضاً، حيث حقق التسميد بسماد الفيرمي كومبوست بالمعدل 10 طن/هـ أعلى متوسط لوزن 100 بذرة بلغ 52.95 غ مقارنةً مع المعدل 5 طن/هـ الذي سجل متوسطاً بلغ 51.01 غ.

بدراسة تأثير التداخل بين عاملي عمق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف تبين وجود فروق معنوية، حيث تفوقت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) معنوياً على بقية المعاملات بقيمة بلغت 54.20 غ، تلاها بفروق غير معنوية المعاملات

(حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 10طن/هـ، حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ، حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) بقيم بلغت 52.55، 52.30، 52.10، 50.54 غ على التوالي، وكانت الفروق بين هذه المعاملات غير معنوية، وتفوقت المعاملات السابقة بنسبة 37.39%، 33.21%، 32.57%، 32.06%، 28.11% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سُجل عندها أقل وزن 100 بذرة بقيمة بلغت 39.45 غ.

متوسط الموسمين:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لعاملي عمق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف بالنسبة لمؤشر وزن 100 بذرة المبينة في الجدول (7)، أن المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) حققت أعلى معدل لوزن 100 بذرة بمتوسط بلغ 51.45 غ، تلاها بفروق غير معنوية جميع معاملات التسميد بالفيرمي كومبوست التي تفوقت جميعها على الشاهد بقيم بلغت (49.92، 49.83، 49.47، 48.69، 48.42) غ على الترتيب، وتفوقت المعاملات السابقة بنسبة 32.91%، 28.96%، 28.73%، 27.80%، 25.78%، 25.08% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سُجل عندها أقل متوسط لوزن 100 بذرة بقيمة بلغت 38.71 غ.

ويمكن ترتيب المعاملات المشتركة تنازلياً من الأعلى للأدنى بالنسبة لمؤشر وزن 100 بذرة على النبات كالتالي:

(حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ، حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ، حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ، حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) – معاملة الشاهد.

4.7. وزن البذور على النبات:

يبين الجدول (8) تأثير عمق الحراثة المطرحية والتسميد العضوي بالفيرمي كومبوست في وزن البذور على نبات الفول السوداني المزروع في منطقة الدراسة للموسمين (2022–2023)، (2023–2024):

جدول (8) تأثير عمق الحراثة المطرحية والسماد العضوي (فيرمي كومبوست) في وزن البذور على النبات (غ):

رقم المعاملة	المعاملة	الموسم الأول	الموسم الثاني	متوسط الموسمين
	عمق الحراثة			
	حراثة مطرحية 20 سم	70.42 c	79.55 c	74.99 c
	حراثة مطرحية 30 سم	80.42 b	96.47 b	88.45 b
	حراثة مطرحية 40 سم	92.76 a	112.68 a	102.72 a
	L.S.D 0.05	3.955	2.396	6.99
	السماد العضوي			
	فيرمي كومبوست 5 طن/هـ	102.35 b	115.79 b	109.07 b
	فيرمي كومبوست 10 طن/هـ	110.14 a	125.80 a	117.97 a
	L.S.D 0.05	3.229	1.957	5.71
	التأثير المشترك			
1	الشاهد	25.00 f	27.30 f	26.15 e
2	حراثة 20 + فيرمي 5	92.99 e	102.76 e	97.87 d
3	حراثة 20 + فيرمي 10	98.28 de	113.50 d	105.89 cd
4	حراثة 30 + فيرمي 5	100.28 cd	115.70 d	107.99 c
5	حراثة 30 + فيرمي 10	106.08 c	122.20 c	114.14 bc
6	حراثة 40 + فيرمي 5	113.80 b	128.90 b	121.35 b
7	حراثة 40 + فيرمي 10	126.06 a	141.69 a	133.87 a
	L.S.D 0.05	6.182	3.257	9.24

الموسم الأول:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لمؤشر وزن البذور على النبات الموضحة في الجدول (8) وجود فروق معنوية بين أعماق الحراثة المطرحية، حيث أدت زيادة عمق الحرث حتى 40 سم إلى تحقيق

أعلى متوسط لوزن البذور والذي بلغ 92.76 غ وتفوق هذا العمق معنوياً على عمقي الحراثة 20، 30 سم اللذين حققا قيماً بلغت 70.42، 80.42 غ على الترتيب.

بينت النتائج أن استخدام سماد الفيرمي كومبوست قد أثر معنوياً في مؤشر وزن البذور على النبات، وبلغت القيم (102.35، 110.14) غ عند استخدام (فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) على التوالي، وتظهر النتائج تفوق سماد الفيرمي كومبوست خاصة بالمعدل 10 طن/هـ مقارنةً بالمعدل 5 طن/هـ.

عند دراسة تأثير التفاعل المشترك لعاملي عمق الحراثة المطرحية ونوع ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف كانت الفروق معنوية، حيث تفوقت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) معنوياً على بقية المعاملات بقيمة بلغت 126.06 غ تلاها بفروق معنوية المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) بقيمة بلغت 113.80 غ، وتفوقت المعاملتين السابقتين بنسبة 404.24%، 355.20% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سجلت أقل وزن للبذور بقيمة بلغت 25.00 غ.

الموسم الثاني:

كان تأثير أعماق الحراثة المطرحية في مؤشر وزن البذور على النبات معنوياً كما هو موضح في الجدول (8)، حيث حقق العمق 40 سم أعلى متوسط لوزن البذور على النبات بلغ 112.68 غ متفوقاً بشكل معنوي على باقي الأعماق، تلاه العمق 30 سم بقيمة بلغت 96.47 غ، أما العمق 20 سم فقد سجل أدنى متوسط لوزن البذور والذي بلغ 79.55 غ.

أما بالنسبة لتأثير معدل سماد الفيرمي المضاف فقد كان معنوياً أيضاً، حيث حقق التسميد بسماد الفيرمي كومبوست بمعدل 10 طن/هـ أعلى بمتوسط لوزن البذور بمعدل بلغ 125.80 غ، تلاه بفروق معنوية التسميد بنفس السماد بمعدل 5 طن/هـ وبقيمة بلغت 115.79 غ.

عند دراسة تأثير التفاعل المشترك لعاملي عمق الحراثة المطرحية ومعدلات سماد الفيرمي كومبوست المضاف كانت الفروق معنوية، حيث تفوقت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) معنوياً على بقية المعاملات بقيمة بلغت 141.69 غ، تلاها بفروق معنوية

المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) وتفوقت كلتا المعاملتين بنسبة 419.01%، 372.16% على التوالي على معاملة الشاهد التي سجل عندها أقل وزن للبذور بقيمة بلغت 27.30 غ.

متوسط الموسمين:

دلت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير التداخل بين أعماق الحراثة المطرحية ومعدل سماد الفيرمي كومبوست المضاف بالنسبة لمؤشر وزن البذور على النبات الموضحة في الجدول (8)، أن المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) تفوقت بشكل معنوي على بقية معاملات التجربة وحققت أعلى متوسط لوزن البذور المتشكلة على النبات بقيمة بلغت 133.87 غ، تلاها بفروق معنوية المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) بمتوسط بلغ 121.35 غ، وتفوقت المعاملتين السابقتين بنسبة 411.93%، 364.05% على الترتيب على معاملة الشاهد التي سجل عندها أدنى متوسط لوزن البذور المتشكلة على النبات بقيمة بلغت 26.15 غ.

ويمكن ترتيب المعاملات المشتركة تنازلياً من الأعلى للأدنى بالنسبة لمؤشر وزن البذور على النبات كالتالي:

(حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) – (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ، حراثة مطرحية 30 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ، حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ، حراثة مطرحية 20 سم + فيرمي كومبوست 5 طن/هـ) – معاملة الشاهد.

أظهرت نتائج الدراسة الموضحة في الجداول (5، 6، 7، 8) أن تطبيق معاملات الحراثة المطرحية بالأعماق (20–30–40) سم مع إضافة سماد الفيرمي كومبوست بمعدل (5–10) طن/هـ جميعها أدت إلى تحسين الصفات الإنتاجية لنبات الفول السوداني (عدد القرون على النبات– عدد البذور على النبات– وزن 100 بذرة– وزن البذور على النبات) مقارنةً مع الشاهد (بلا حراثة وبلا تسميد) مع أفضلية واضحة لمعاملة الحراثة مطرحية 40 سم مع إضافة الفيرمي كومبوست بمعدل 10 طن/هـ على بقية المعاملات.

ساهمت الحراثة المطرحية بعمق 40 سم مع التسميد العضوي بالفيرمي كومبوست خاصة بالمعدل 10 طن/هـ في زيادة عدد القرون والبذور المتشكلة على نبات الفول السوداني حيث زاد عدد القرون بمعدل تجاوز الضعف مقارنةً مع الشاهد، في حين زاد عدد البذور مقارنةً مع الشاهد بمقدار ثلاثة أضعاف، ويعود ذلك إلى الدور الكبير والإيجابي للحراثة المطرحية بعمق 40 سم والتي تعمل على قلب طبقات التربة المحروثة وإضافة السماد العضوي (الفيرمي كومبوست) بمعدل 10 طن/هـ، مما خلق ظروفاً مناسبة لنمو نبات الفول السوداني الصنف (سوري–2) مع توفر المادة العضوية والعناصر الغذائية التي أتاحها الفيرمي كومبوست، وهذا انعكس في الزيادة في عدد القرون والبذور في النبات الواحد.

أوضح (25) أن معاملة الفيرمي كومبوست أدت إلى زيادة معنوية في عدد القرون على النبات ووزن البذور وعددها، حيث تراوح عدد القرون بين 23.3 في معاملة الشاهد و33.4 في معاملة الفيرمي كومبوست، وارتفعت غلة القرون من 3579 كغ/هـ إلى 4873 كغ/هـ، مما يشير إلى دور السماد العضوي في تحسين خصوبة التربة وزيادة كفاءة امتصاص العناصر الغذائية وتعزيز الإنتاجية الكلية لنبات الفول السوداني.

زاد وزن 100 بذرة في جميع المعاملات مقارنةً بالشاهد (بلا حراثة وبلا تسميد)، حيث حققت الحراثة المطرحية العميقة بعمق 40 سم وإضافة السماد العضوي (الفيرمي كومبوست) بمعدل 10 طن/هـ زيادة بنسبة تجاوزت 30% مقارنةً بالشاهد، وذلك بسبب زيادة كفاءة امتصاص النبات للعناصر الغذائية في ظل الإمداد المتواصل من تلك العناصر والذي يوفره الفيرمي كومبوست

كسماد عضوي وذلك في بيئة مثالية لنمو نبات الفول السوداني المزروع مما أسهم في انتقال نواتج التمثيل إلى أماكن التخزين وهي البذور الأمر الذي انعكس بشكل واضح على وزن ال 100 بذرة. أدى تطبيق الحراثة المطرحية مع التسميد العضوي بالفيرمي كومبوست إلى زيادة في وزن البذور على النبات في جميع المعاملات مقارنةً بالشاهد، وأدت المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) إلى زيادة وزن البذور بنسبة تجاوزت أربعة أضعاف مقارنةً مع الشاهد (بلا حراثة وبلا تسميد)، ويعزى ذلك إلى الدور الهام للحراثة المطرحية في تفكيك التربة المحروثة وقلبها مما أدى لقدرة أكبر على امتصاص العناصر الكبرى والصغرى الغذائية المتوفرة في السماد العضوي (الفيرمي كومبوست) وبالتالي تأمين تغذية متوازنة للنبات طوال مراحل نموه، مما أدى لزيادة عدد القرون وامتلائها كذلك وزن البذور.

في دراسة (27) على الفول السوداني تم تقييم تأثير إضافة 10 طن/هـ من الفيرمي كومبوست من خلال تجربة عاملية شملت أيضاً نوعين من مياه الري والتلقيح البكتيري، أظهرت النتائج في معاملات الفيرمي كومبوست أن متوسط عدد القرون على النبات بلغ 78.3 قرن/نبات مقارنة ب 63.8 قرن/نبات في معاملات الشاهد، بزيادة قدرها 22.7%، كما ارتفع متوسط وزن 1000 بذرة من 860 غ إلى 1050 غ، بنسبة زيادة 22.1%.

8. الاستنتاجات:

أدت دراسة تأثير الحراثة المطرحية بالأعماق (20، 30، 40) سم والتسميد بالفيرمي كومبوست بالمعدلين (5، 10) طن/هـ على نبات الفول السوداني المزروع في ظروف محافظة حمص خلال الموسمين الزراعيين 2022، 2023 إلى التوصل للاستنتاجات التالية:

– أدت الحراثة المطرحية والتسميد بالفيرمي كومبوست إلى تفوق المعاملة السابعة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) بعدد القرون على النبات مقارنةً ببقية المعاملات الأخرى والشاهد.

– لوحظ تفوق المعاملة (حراثة مطرحية 40 سم + فيرمي كومبوست 10 طن/هـ) على الشاهد وبقية المعاملات التجريبية الأخرى من حيث عدد البذور على النبات.

– كان وزن ال 100 بذرة لمحصول الفول السوداني في المعاملة السابعة حراثة مطرحية على عمق 40 سم مع إضافة السماد العضوي (الفيرمي كومبوست) هو الأعلى مقدراً بال (غ).

– من حيث وزن البذور في النبات الواحد (الفول السوداني) فقد تفوقت المعاملة السابعة (حراثة مطرحية على عمق 40 سم مع إضافة سماد الفيرمي كومبوست 10 طن/هـ) ووصلت إلى 133.87 غ مع وجود فروق معنوية واضحة مقارنة بالمعاملات الأخرى.

9. المقترحات:

استخدام معاملة الحراثة المطرحية بعمق 40 سم مع إضافة 10 طن/هـ من سماد الفيرمي كومبوست لنبات الفول السوداني في ظروف المنطقة الشمالية لمدينة حمص، حيث ثبت تفوقها في الصفات المدروسة وهي عدد القرون على النبات وعدد البذور على النبات كذلك وزن 100 بذرة ووزن البذور على النبات الواحد، وذلك مقارنةً مع المعاملات الأخرى المدروسة في البحث.

10. المراجع العلمية References:

1.10. المراجع العربية:

(1) نصـــور، محمد، حســـين الشـــبعاني، أحمد، (1995). **الآلات الزراعية**، منشـــورات جامعة دمشق، ص294.

(2) نقولا، ميشـيل زكي، (2003). العلاقة المتبادلة بين المعاملات الزراعية والنشـاط البيولوجي للتربة ومحصول البازلاء ضمن دورة زراعية، مجلة جامعة حمص (البعث سابقاً)، كلية الزراعة.

(5) نقولا، ميشيل زكي، (2003). العلاقة المتبادلة بين المعاملات الزراعية والنشاط البيولوجي للتربة ومحصول البازلاء ضمن دورة زراعية، مجلة جامعة حمص (البعث سابقاً)، كلية الزراعة.

(6) نقولا، ميشيل زكي، (2008). العلاقة بين طرائق تحضير التربية والخصائص الإنتاجية المحصول البازلاء، مجلة جامعة حمص (البعث سابقاً)، المجلد (30)، العدد (9).

(9) نقولا، ميشيل زكي، (2002) تأثير اساليب الحراثة في بعض خصائص التربة وانتاجيتها من الحمص، مجلة جامعة حمص (البعث سابقاً)، المجلد الرابع والعشرون.

(12) نقولا، ميشيل زكي، 2013 – دراسة الاختلافات الانتاجية لمحصول البازلاء باستخدام اسلوبي الحراثة الدنيا والحراثة القلاية في المنطقة الغربية من محافظة حمص، المجلة العلمية فيسنيك، جامعة الفوف الوطنية، سلسلة الهندسة الزراعية، رقم 17.

(16) الشباط، حسان، غزالة، جلال، سعدية، سلوى، (2023). الدليل العلمي لتربية ديدان السماد جنس Eisenea وإنتاج الفيرمي كومبوست في سورية. المركز الوطني للسياسات الزراعية. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، صفحة 45.

(17) سعدية، سلوى، عباس، فادي، الشباط، حسان، السيد، ديمة، (2023). تأثير التسميد بالفيرمي كومبوست والأسمدة العضوية على النمو والإنتاجية لفول الصويا (*Vicia faba L.*) في ظروف حمص–سوريا. مجلة العلوم الزراعية السورية، 38(2)، 209–219.

2.10. المراجع الأجنبية:

(2) Klutev A., (2008)– Tillage effects on hydraulic properties of soil. Areview.In: Predicting Tillage Effects on soil physical properties and processes. P.W.Unger and Van Doren, D.M.(eds.)ASA Special Publication, No.44:29-43p.

(4) Chekola, (1999). Mikroaranezim e blarodia potchfa, M., 247.

(7) Ramesh, P. (2005). Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. J. of Agronomy and Crop Science 185 (2): 83-89.

(8) Naik. VR, Patel PB, Patel BK. (2014). Study on effect of different organics on yield and quality of organically grown onion. The Bioscan. 9(4):1499- 1503.

(10) Devi, K.N., Singh, T.B., Athokpam, H.S. Singh, N.B., & Shamurailatpam, D. (2013). Influence of inorganic, biological and organic manures on nodulation and yield of soybean (Glycine max L.) and soil properties. Crop Research, 45(1-3), 116-121.

(11) Retzer J.L, (2005)- soil Development in the Rocky Mountains, Soil Sci.Soc. Am.Proc.,13:446-448P.

(13) Shen, P., Wu, Z., Wang, C., Luo, S., Zheng, Y., Yu, T., and He, X.,(2016). Contributions of rational soil tillage to compaction stress in main peanut producing areas of China. Scientific Reports, 6, 38629.

(14) Naguib, N.Y.M. (2011). Organic vs Chemical fertilization of medicinal plants: a concise review of researches. Advances in Environmental Biology, 5(2), 394-400.

(15) Yadave, J.K., M. Sharma, R.N. Yadave, S.K. Yadave (2017). Effect of different Organic manures on growth and yield of chick pea (Cicer arietinum L.). Journal of pharmacognosy and phytochemistry. 6(5): 1857-1860.

(18) Edwards, C.A., P.J. Bohlen, D.R. Linden and S. Subler, (1995). Earthworms in agroecosystems. In: Earthworm Ecology and Biogeography in North America. (Hendrix, P.F. Ed.), Lewis Publisher, BocaRaton, FL, pp: 185-213.

(19) Kale, R.D., (1998). Earthworm Cinderella of Organic Farming Prism Book Pvt Ltd, Bangalore, India, p:88.
(20) Reddy, M.V., (1988). The effect of casts of Pheretima alexandri on the growth of Vinca rosea and Oryza sativa. In: Earthworms in environmental and waste management. (Edwards, C.A. and E.F. Neuhauser (Eds.)), SPB Bakker, The Netherlands, pp: 241-248.
(21) Rajkhowa, D.J.; A.K. Gogoi; R. Kandal and K.M. Rajkhowa, (2000). Effect of vermicompost on Greengram nutrition. J. Indian Soc. Soil Sci., 48: 207-208.
(22) Narimanov, A.A., (2017). Effect of Organic mater and mineral fertilization on leaf area and its desfficiency on cotton yield scientific work- tashkcnt, uisc. Vol (60): P 24-29.
(23) Arancon, N.Q., Galvis, P.A., & Edwards, C.A., (2006). Suppression of insect pest populations and damage to plants by Vermicompost. Pedobiologia, 50(1), 23-29.
(24) Ebbisa, A.F., (2024). Modifying row-configuration and vermicompost application for peanut: Effects on pod and seed yield. Experimental Agriculture, 60(2).
(25) Yilmaz, M., (2023). The effect of Vermicompost Treatments on Yield and Yield Components of Peanut (Arachis hypogaea L.), Bioagro, 35(3), 209-216.
(26) Tikhanov A.B.,1979- Khakasberekaioshe Abrabotka Botshfe B Odesske Oblacte, Odessa, Maiak,186.p.11-12P.
(27) Nguyen, V.C. Nguyen, N.N.P., Phan, T. H. D., & Tran, T. L. (2026). Positive responses of nitrogen- fixing bacteria combined with vermicompost on farmland health and peanut yield. Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences, 14 (1), 147-156.

تأثير استخدام أسمدة الزنك والحديد والمولبيدنيوم النانوي في بعض المؤشرات الإنتاجية لنبات الحمص في ظروف محافظة حمص

م. يامن الحسن[1] ا.د. عبد الله العيسى [2] د. محمود الحمدان [3]

الملخص:

نُفِذّ البحث تحت الظروف الحقلية في مركز البحوث العلمية الزراعية بمحافظة حمص – سورية، خلال الموسم الزراعي 2024. استُخدِمت تراكيز محددة من الأسمدة النانوية شملت: أكسيد الزنك النانوي (1 كغ/هكتار)، وشيلات الحديد النانوية (1 كغ/هكتار)، ومولبيدات الأمونيوم النانوية (50 مل/هكتار)، بهدف دراسة تأثيرها على بعض المؤشرات الإنتاجية لمحصول الحمص. أسفرت النتائج عن تفوق معنوي للمعاملات على الشاهد غير المُسمد، فازداد ارتفاع النبات بشكل ملحوظ تحت تأثير التسميد المنفرد بالزنك النانوي مُسجلاً أعلى قيمة (58 سم)، كما تحسنت كفاءة تكوين العقد الجذرية بشكل كبير تحت تأثير المعاملة الثنائية (الحديد + المولبيدنيوم)، حيث بلغ عددها (39 عقدة/ نبات)، وازداد عدد القرون والبذور تحت تأثير نفس المعاملة مسجلاً (82 قرون/ نبات) و(83 بذرة/ نبات) على التوالي، وارتفع وزن البذور معنوياً ليبلغ (51 غ/ نبات) تحت تأثير نفس المعاملة، وهو ما انعكس بدوره على الانتاجية الكلية، حيث سجلت أعلى قيمة (451 كغ/دونم).

الكلمات المفتاحية: الحديد النانوي، الزنك النانوي، المولبيدنيوم النانوي، المؤشرات الإنتاجية، الحمص.

1- طالب دراسات عليا (دكتوراه)، قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص

2- أستاذ في قسم التربة واستصلاح الاراضي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، سوريا

3- مدير بحوث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حمص، سوريا

The effect of using nano zinc, iron, and molybdenum fertilizers on some production indicators of chickpea plants under the conditions of Homs Governorate.

Yamen Al-Hasan [1] Prof. Dr. Abdulla Alissa [2] Dr. Mahmoud Al-Hamdan[3]

Abstract:

The research was conducted under field conditions at the Agricultural Scientific Research Center in Homs Governorate - Syria, during the 2024 agricultural season. Specific concentrations of nano-fertilizers were used, including: nano zinc oxide (1 kg/hectare), nano iron chelates (1 kg/hectare), and nano ammonium molybdate (50 ml/hectare), aiming to study their effect on some production indicators of the chickpea crop. The results revealed a significant superiority of the treatments over the unfertilized control. Plant height increased significantly under the influence of individual nano-zinc fertilization, recording the highest value (58 cm). Furthermore, the efficiency of root nodule formation improved significantly under the dual treatment (nano iron + molybdenum), reaching (39 nodules/plant). The number of pods and seeds increased

under the same treatment, recording (82 pods/plant) and (83 seeds/plant) respectively. Seed weight increased significantly, reaching (51 g/plant) under the same treatment, which in turn was reflected in the total productivity, where the highest value (451 kg/dunum) was recorded.

Keywords: Nano iron, Nano zinc, Nano molybdenum, Production indicators, Chickpea.

(1) Graduate Student (PhD), Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agricultural Engineering, Homs University

(2) Professor, Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agricultural Engineering, Homs University, Syria

(3) Director of Research at the General Commission for Scientific Agricultural Research, Homs, Syria

1- المقدمة والدراسة المرجعية:

تشهد الزراعة المعاصرة تحديّات جسيمة، أبرزها تغير المناخ والضغط المتصاعد على الموارد المائية والزراعية، الأمر الذي يستدعي تطوير حلول مبتكرة لتعزيز الإنتاجية وتحقيق الأمن الغذائي (Raliya *et al*., 2017)، في هذا الإطار برزت تقنية النانو كأحد الحلول الواعدة لإحداث نقلة نوعية في القطاع الزراعي، من خلال تصميم أسمدة ذكية تزيد من كفاءة امتصاص العناصر الغذائية وتحد من الفاقد الناتج عن الأساليب التقليدية منخفضة الكفاءة (Yadav *et al*., 2023).

يُعد محصول الحمص (*Cicer arietinum* L.) الذي يتبع العائلة البقولية Leguminoseae، محصولاً استراتيجياً ذا قيمة غذائية عالية، حيث يشكل مصدراً أساسياً للبروتين في البلدان النامية، بالإضافة إلى احتوائه على كربوهيدرات ومعادن وفيتامينات أساسية (Yegrem, 2021)، وقد احتل المرتبة الثانية من حيث المساحة المزروعة 15.3٪ والثالث في الإنتاج 15.4٪ عالمياً، مع زيادة ملحوظة في الاستهلاك بلغت 14.2٪ في المساحة و27.3٪ في الإنتاج منذ عام 2010 (Merga and Haji, 2019)، وعلى الرغم من مميزاته المتعددة كالقدرة على التكيف مع الظروف المناخية المتباينة، وانخفاض تكلفة زراعته، ودوره في تثبيت النيتروجين وتحسين خصوبة التربة (Pegoraro *et al*., 2018)، فإنه يشهد تدهوراً ملحوظاً نتيجة لنقص العناصر الصغرى في التربة، لا سيما الزنك (Zn) والحديد (Fe)، وهي من أكثر حالات نقص المغذيات انتشاراً على مستوى العالم (Cakmak, 2008 ;Godecke *et al*., 2019)، كما أنه يعاني من نقص حاد في الأبحاث التي تُعنى بدراسة تأثير العناصر المغذية الصغرى على نموه وإنتاجيته، علماً أن عدم توفر هذه العناصر بتركيزات كافية في التربة يؤدي إلى انخفاض كبير في المحصول (Sabaghnia and Janmohammadi, 2015)، وفي سورية يبرز الحمص الشتوي كمحصول بقولي مهم، حيث تشكل مساحته المزروعة حوالي 35% من إجمالي المساحة المزروعة بالحمص في سورية، وتنتشر زراعته في عدة محافظات كدرعا وحمص وحلب والسويداء (مهنا وحياص، 2006)، حيث بلغت مجموع المساحة المزروعة عام 2023 (51 الف هكتار) بإنتاجية (30 الف طن) وكانت المردودية (582 كغ/هكتار)، وفي محافظة حمص بلغت المساحة المزروعة (1946 هكتار) بإنتاجية (2160 طن) ومردودية (1110 كغ/هكتار) (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2023) ، ويعود تدني إنتاجية الحمص في سورية لعدم الاستخدام الصحيح للأسمدة وعدم استخدام أصناف ذات قدرة إنتاجية مرتفعة.

يعتبر الزنك عنصراً أساسياً لأكثر من 2500 بروتين ويدخل في تركيب ست فئات إنزيمية، فضلاً عن كونه حاسماً في انقسام الخلايا والتمثيل الضوئي وتخليق البروتين (Lacerda *et al*., 2018; Hacisalihoglu, 2020)، بينما يعد الحديد مكوناً رئيسياً للعديد من الإنزيمات والبروتينات الأساسية في عمليتي البناء الضوئي والتنفس (Schmidt et al., 2020). كما يبرز دور الموليبدينوم كمكون أساسي لإنزيمات رئيسية مثل النتروجيناز ونترات الريداكتيز (العيسى،2005)، والتي تُعتبر حجر الزاوية في عملية تثبيت النيتروجين واستقلابه داخل النبات (Rana *et al*., 2020; Mendel, 2013). على الرغم من أهمية هذه العناصر، فإن كفاءة استفادة النبات من أسمدتها التقليدية مثل كبريتات الزنك منخفضة جداً ولا تتجاوز 4–8٪، وذلك بسبب ظروف التربة المختلفة التي تحولها إلى أشكال غير قابلة للامتصاص(Hussain *et al*., 2015; Umar *et al*., 2021)، لذلك تبرز الأسمدة النانوية مثل جسيمات أكسيد الزنك النانوية (ZnO NPs) وأكسيد الحديد النانوية (Fe_2O_3/Fe_3O_4 NPs)، كبدائل واعدة بفضل خصائصها الفريدة مثل حجمها المتناهي الصغر ونسبة السطح إلى الحجم المرتفعة، مما يسهل اختراقها للأنسجة النباتية ويحسن من توافرها الحيوي ودخولها الى سلسلة الغذاء، ويمنحها كفاءة امتصاص عالية ونقل مُحسّن إلى الأجزاء الصالحة للأكل من النباتات مقارنة بالأشكال المعدنية التقليدية (Dhaliwal *et al*., 2021; Mazhar *et al*., 2023)، وقد أظهر الاستخدام المشترك لهذه العناصر في شكلها النانوي تأثيرات تآزرية معنوية في تحسين محصول وجودة الحبوب في محاصيل بقولية أخرى (Dhaliwal *et al*., 2022)، وفي هذا السياق أظهرت العديد من الدراسات التطبيقية فعالية هذه الأسمدة النانوية بشكل واضح، فقد أوضحت دراسة Raliya *et al* (2017) أن الجسيمات النانوية لأكاسيد المعادن لا تُحسن امتصاص العناصر الغذائية ذاتها فحسب، بل تعمل أيضاً كمحفزات استقلابية داخل النبات؛ حيث عززت جسيمات أكسيد الزنك النانوية (ZnO NPs) نشاط الإنزيمات المحللة للفوسفور في

جذور النبات، مما أدى إلى تحرير الفوسفور المثبت في التربة وزيادة كفاءة استخدام المغذيات، كما أظهرت دراسة Mahajan *et al*(2011) أن تطبيق تركيز 1 مغ/لتر من جسيمات ZnO NPsعلى الحمص أدى إلى زيادة ملحوظة في طول الساق بنسبة 6%، ووزن المجموع الخضري بنسبة 27%، وطول الجذر بنسبة 53%، ووزن الجذر بنسبة 37%. أشارت دراسة Burman *et al* (2013)إلى أن التطبيق الورقي بتركيز 1.5 جزء في المليون من جسيمات ZnO NPsأدى إلى زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري للحمص، من خلال تقليل الإجهاد التأكسدي والحفاظ على سلامة الأغشية الخلوية، وللتطبيقات المشتركة للأسمدة النانوية تأثير تآزري ملحوظ، حيث أظهرت دراسة Pawar *et al* (2024) أن المعاملة المشتركة لنقع البذور بالزنك والحديد النانوي مع الرش الورقي لنفس الجسيمات على نبات الحمص كانت الأكثر فاعلية، حيث حققت أعلى عدد من القرون، وأعلى إنتاجية، كما أوضحت دراسة (2021) Dhaliwal *et al*أن الرش الورقي بمزيج من جسيمات أكسيد الزنك وأكسيد الحديد الثلاثي النانوية (بنسبة 0.5 % لكل منهما) حقق أعلى محصول بذور وأعلى تركيز للزنك والحديد في بذور الحمص، وأشارت دراسة Taran *et al* (2014) إلى أن معاملة للبذور بمحلول غروي لجسيمات المولبيدنيوم النانوية عززت تكوين العقد الجذرية في نبات الحمص مقارنة بالشاهد الغير معامل.

ركزت معظم الدراسات السابقة على التطبيق الورقي – بشكل منفرد أو مشترك – للعناصر الغذائية (كالحديد والزنك..... الخ) لتحسين إنتاجية الحمص، إلا أنّ دراسة التأثير التكاملي لهذه العناصر –خاصة في صورتها النانوية– عند إضافتها إلى التربة، تبقى مجالاً بحثياً غير مطروق بالقدر الكافي، لا سيما في الظروف السورية، ومن هذا المنطلق تبرز أهمية هذه الدراسة التي تهدف إلى سد هذه الفجوة المعرفية من خلال تقييم منهجي لأثر التطبيق المشترك والمنفرد للتسميد النانوي إلى التربة على المؤشرات الإنتاجية للحمص، وكما تسعى إلى بلورة توصيات

عملية من شأنها الإسهام في رفع الإنتاجية لهذا المحصول الاستراتيجي، ودعم جهود تحقيق الأمن الغذائي.

2- هدف البحث:

دراسة تأثير التسميد بمركبات الزنك والحديد والمولبيدنيوم النانوية في بعض المؤشرات الإنتاجية لمحصول الحمص الشتوي، وذلك في ظروف محافظة حمص.

3- مواد وطرائق البحث: تم تنفيذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص. يقع المركز شمال مدينة حمص على مسافة 5 كم، على خط طول 36.43، وخط عرض 34.42، ويبلغ ارتفاعه عن مستوى سطح البحر 482م، ويقع ضمن منطقة الاستقرار الأولى وبمعدل هطول مطري سنوي 439 مم، وكانت تربة التجربة حمراء طينية. درجة تفاعلها متعادلة. منخفضة الملوحة. فقيرة إلى متوسطة المحتوى من المادة العضوية، وذات محتوى مقبول من كربونات الكالسيوم، وفقيرة المحتوى من الزنك و الحديد والمولبيدنيوم جدول(1).

الجدول(1): بعض الخصائص الكيميائية لتربة الموقع المدروس من عمق (0-30 سم)

التحليل الميكانيكي			pH	الناقلية الكهربائية ملموز/ سم	المادة العضوية %	كربونات الكالسيوم %	الحديد مغ/كغ	الزنك مغ/كغ	المولبيدنيوم مغ/كغ
رمل %	سلت %	طين %	1:2.5						
32	21	47	7.20	0.38	1.55	12	3.6	1.1	0.07

تم زراعة الحمص *Cicer arietinum* L ، الصنف المحلي غاب 5 في كانون الثاني (2024). حُرثت أرض التجربة حراثتان متعامدتان بوساطة المحراث المطرحي القلاب بعمق 30 سم، ونُعمت التربة بعد إضافة الدفعة الأولى من السماد الآزوتي يوريا (46%) البالغة 20 كغ /

هـ والسماد الفوسفوري P_2O_5 (46%) 60 كغ / هـ والسماد البوتاسيK_2O (50%) 40 كغ/ هـ وذلك حسب التوصية السمادية من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، و من ثمّ تم تسوية التربة آلياً وفتح خطوط الزراعة، حيث قُسمت أرض التجربة إلى وحدات تجريبية بأبعاد 6x4=24م^2 بحيث ضمت كل وحدة تجريبية خمسة خطوط بطول 6 م ومسافة بين الخط والآخر 50 سم وبين النبات والأخر 10 سم، وتُركت مسافة 2 م بين القطع التجريبية والمعاملات كممرات خدمة، وكان معدل البذار 90 كغ/هـ، حيث تم وضع البذار يدوياً ضمن حفر بمعدل 1–2 بذرة على مسافة 5–10 بين البذرة والأخرى، ثم فُرّدت النباتات إلى نبات واحد في كل جورة وذلك بعد أسبوعين من الزراعة، ورويت القطع التجريبية بعد الزراعة مباشرة بالري السطحي بشرائح، وكانت المياه غير مالحة، وذات pH متعادلة إلى خفيفة الحموضة بين 6.78 إلى 7.2، وأذيبت العناصر السمادية النانوية (الزنك– الحديد– الموليبدنيوم) بكمية مناسبة من الماء ثمّ تم توزيعها بشكل متجانس على كافة القطع التجريبية.

، وأجريت كافة عمليات الخدمة (تفريد – تعشيب – ري – تسميد – مكافحة....) في مواعيدها وحسب الحاجة. تم الحصاد والانتهاء من التجربة في شهر أيار لعام 2024.

حُضرت أسمدة الحديد والزنك النانوي بالطريقة الفيزيائية عن طريق الطحن من أسمدة شيلات الحديدي EDDHA (13%) وأوكسيد الزنك ZnO (80%) في مطاحن خاصة بمخابر هيئة الطاقة الذرية السورية والغربلة عن طريق مناخل من رتبة النانوية 10^{-9}م وذلك حسب (Suryanarayana,2001)، أما الموليبدنيوم النانوي تم تحضيره باستخدام جسيمات الموليبدينوم النانوية بطريقة الاختزال الكيميائي في سوائل أيونية وذلك بالهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، بالاعتماد على الطريقة المطورة من قبل Ayi *et al* (2015) حيث تم استخدام موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$ (54%) كمصدر للموليبدينوم، وبورهيدريد

الصوديوم ($NaBH_4$) كمادة مختزلة، في وسط من السائل الأيوني [im][ESEm] عند درجة حرارة 180°م.

تم اضافة أسمدة أكسيد الزنك وشيلات الحديد بمعدل 1 كغ/هـ لكل منهما، وأضيف سماد مولبيدات الأمونيوم بمعدل 50 مل/هـ، وكان لكل معاملة ثلاثة مكررات. تم إضافة الأسمدة على مرحلتين، الأولى: بعد شهر من الزراعة، والثانية: قبل مرحلة الإزهار، حيث تم إذابة العناصر السمادية (الزنك– الحديد – المولبيدنيوم) بكمية مناسبة من الماء ثمّ تم توزيعها بشكل متجانس على القطع التجريبية كافة، ثمّ متابعة الري السطحي بالطريقة المعتادة. والجدول (2) يبيّن معاملات البحث.

جدول (2): معاملات البحث

المعاملة السمادية	كمية الإضافة الأرضية	رمز المعاملة
شاهد بدون إضافة	–	C
سماد الزنك	Zn (1 Kg/h)	Zn(N)
سماد الحديد	Fe(1 Kg/h)	Fe(N)
سماد المولبيدنيوم	Mo(50 ml/h)	Mo(N)
سماد الزنك مع سماد المولبيدنيوم	Zn (0.5 Kg/h)+ Mo(25 ml/h)	Zn+Mo (N)
سماد الحديد مع سماد المولبيدنيوم	Fe(0.5 Kg/h) + Mo(25 ml/h)	Fe+Mo(N)
سماد الزنك مع سماد الحديد	Zn (0.5 Kg/h)+ Fe(0.5 Kg/h)	Zn+Fe(N)
سماد الزنك والحديد	Zn (0.33 Kg/h)+ Fe(0.33 Kg/h)+ Mo(16.6 ml/h)	Zn+Mo+Fe(N)

والموليبدنيوم معاً		

صُممت التجربة حسب القطاعات العشوائية الكاملة وفق ترتيب القطع المنشقة، وب3 مكررات للمعاملة الواحدة، مساحة القطعة التجريبية 6 م2، وتم تحليل نتائج البحث باستعمال برنامج SPSS v20 وذلك لحساب أقل فرق معنوي بين المتوسطات L.S.D عند مستوى 5%. أجري التحليل الميكانيكي للتربة بطريقة الهيدروميتر حسب (الجردي، 1992)، وحدد القوام بالاعتماد على المثلث الأمريكي للقوام .بالاعتماد على الخطوات الموضحة في دليل (راين وآخرون، 2003). أجريت التحاليل الكيميائية حسب (عودة وشمشم، 2008)، إذ تم تقدير ال pH التربة باستخدام جهاز pH meter في معلق تربة ماء 1:2.5 (Maclean,1982)، وقُدرت الناقلية الكهربائية EC بواسطة جهاز الناقلية الكهربائية conductivity-meter في مستخلص مائي للتربة 5:1 (Baruah,1997)، وقُدرت الكربونات الكلية بالطريقة الحجمية (Richards,1954)، وقدرت المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة بواسطة ديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة (Walkley and Black,1934).

تم اختيار خمسة نباتات من الخطين الوسطين لكل قطعة تجريبية وحسب المعاملات المدروسة لدراسة الصفات التالية في مرحلة النضج التام: ارتفاع النبات (سم) وقُدر بمسطرة مدرجة، بقياس طول الساق الرئيس اعتباراً من نقطة اتصال الساق الرئيسية بالأرض حتى أعلى قمة نامية بالنبات (Tekhanov,1979)، وعدد العقد الجذرية بأخذ من كل قطعة تجريبية خمس نباتات وتم قلع الجذور وعدّ العقد المتوضعة عليها، وعدد القرون في النبات و ذلك بعدّ جميع القرون على النباتات التي تم اخيارها ثم تم أخذ متوسط عدد القرون على النبات الواحد، وعدد البذور في النبات حُدد بتفريط جميع القرون على كل نبات تم اختيارها ومن ثم عدّها وذلك قبل

حصاد النباتات، ووزن البذور في النبات(غ) تم تحديده بتفريط جميع القرون على كل نبات تم اختيارها ومن ثم وزنها، والإنتاجية (كغ/هـ) قُدرت بالطريقة الحسابية وذلك بعد الحصول على وزن البذور على كل نبات.

4- النتائج والمناقشة :

4-1- ارتفاع النبات :

أدى استخدام الأسمدة النانوية للزنك والحديد والموليبدينوم إلى زيادة معنوية في ارتفاع نبات الحمص عند غالبية المعاملات مقارنة بالشاهد جدول (3)؛ حيث تفوقت المعاملة المنفردة للزنك النانوي Zn(N) وحققت أعلى قيمة لارتفاع النبات بلغت 58 سم، وبزيادة معنوية نسبتها 18.4% مقارنة بالشاهد الذي بلغ ارتفاع النبات فيه 49 سم، ويرجع هذا التفوق إلى الدور الفيزيولوجي الأساسي للزنك في تنظيم هرمون النمو (الأوكسين) وتحفيز استطالة الخلايا (Broadley *et al*., 2007)، وهو ما أكدته نتائج دراسات سابقة (Burman *et al*., 2013; Kaningini *et al*., 2024) من أن تطبيق الزنك النانوي على الحمص يحفز النمو الخضري ويزيد الكتلة الحيوية بشكل ملحوظ، كما سجلت المعاملة المنفردة للموليبدينوم النانوي Mo(N) ارتفاعاً بلغ 56 سم بزيادة معنوية نسبتها 14.3% عن الشاهد، ويمكن أن يعزى هذا التحسن إلى دور المولبيدنيوم الحيوي في تعزيز كفاءة استقلاب النيتروجين، حيث يدخل في تركيب Nitrogenase المسؤول عن تثبيت النيتروجين الجوي في البقوليات، و Nitrate reductase الضروري لاختزال النترات وتمثيلها داخل النبات (Mendel, 2013;Taran *et al*., 2014)، مما يدعم بدوره تكوين البروتينات والأحماض الأمينية المحفزة للنمو الخضري، في حين لم تُظهر معاملة الحديد النانوي Fe(N) إلّا ارتفاعاً مقداره 51 سم دون فرق معنوي عن الشاهد، وأما في المعاملات الثنائية فقد تفوقت معاملة Fe+Mo(N) بارتفاع بلغ 55 سم وبزيادة معنوية نسبتها 12.2% عن الشاهد، وذلك لدور الحديد المحوري في تركيب الكلوروفيل وتحسين

كفاءة عملية التمثيل الضوئي(Dey *et al*., 2018; Moinuddin *et al*., 2017) ، وبدعم من دور الموليبدينوم في تعزيز استخدام النيتروجين (Mendel, 2013)، كما سجلت المعاملة الثنائية Zn+Mo(N) ارتفاعاً معنوياً بلغ 54 سم بزيادة 10.2% عن الشاهد، وذلك نتيجة التكامل بين آلية الزنك في استطالة الخلايا وتفعيل الموليبدينوم للتمثيل الغذائي للنيتروجين، في حين سجلت معاملة الزنك مع الحديد النانوي Zn+Fe(N) ارتفاعاً بلغ 52 سم دون فرق معنوي عن الشاهد، وبالنسبة للمعاملة الثلاثية Zn+Fe+Mo(N) ، فقد سجلت ارتفاعاً بلغ 53 سم بزيادة معنوية 8.2% عن الشاهد، مما يعكس وجود تفاعلات تآزرية بين هذه العناصر، وبشكل عام تفوقت الأشكال النانوية معنوياً في زيادة ارتفاع النبات عند غالبية المعاملات، وذلك لقدرتها على اختراق الأنسجة النباتية بكفاءة عالية، وإطلاق المغذيات بشكل منتظم، ونقلها عبر الأنظمة الوعائية بفعالية (Raliya et al., 2017)، مما يضمن تفعيلاً أقوى للإنزيمات المرتبطة بالنمو.

4-2- العقد الجذرية:

أظهرت النتائج المُدرجة في الجدول (3) تأثيراً واضحاً للتسميد النانوي بالعناصر (الزنك- الحديد- الموليبدنيوم) على مؤشر عدد العقد الجذرية في نبات الحمص، حيث تفوّقت معنوياً المعاملة المنفردة للموليبدنيوم النانوي Mo(N) على جميع المعاملات المنفردة، وسجلت 36 عقدة / نبات بزيادة نسبتها 63.6% عن الشاهد الذي سجل 22 عقدة / نبات، وهذا يتفق مع نتيجة Taran *et al* (2013)، وجاءت المعاملة المنفردة للزنك النانوي Zn(N) في المرتبة التالية ببلوغها عدد عقد 31 عقدة/ نبات بزيادة معنوية 40.9% مقارنة بالشاهد، وهذه النتيجة تتفق مع ما أكدته دراسة (Raliya *et al*., 2016) من أن استخدام الزنك النانوي أدى إلى زيادة عدد العقد الجذرية بنسبة 58.9%، بينما سجلت المعاملة المنفردة للحديد النانوي Fe(N)

عدد عقد بلغ 25 عقدة/ نبات بزيادة ظاهرية عن الشاهد، أما فيما يخص المعاملات المشتركة فقد برزت المعاملة الثنائية Fe+Mo(N) لتسجل أعلى عدد للعقد بلغ 39 عقدة/ نبات، محققة زيادة معنوية نسبتها 77.3% مقارنة بالشاهد، وجاءت المعاملة الثنائية Zn+Mo(N) في مرتبة مماثلة دون فرق معنوي مع المعاملة السابقة، حيث سجلت 35 عقدة/ نبات بزيادة معنوية 59.1% عن الشاهد، فيما سجلت المعاملة الثلاثية Zn+Fe+Mo(N) عدد عقد بلغ 32 عقدة/ نبات بزيادة معنوية نسبتها 45.5%، بينما لم تُظهر المعاملة الثنائية Zn+Fe(N) فرقاً معنوياً عن الشاهد حيث سجلت 27 عقدة/ نبات، ويعزى هذا التفوق الواضح للمعاملات المحتوية على الموليبدينوم النانوي - خاصة في الصيغ الثنائية – إلى أن الاستخدام المشترك للزنك والموليبدينوم يدعم بشكل تآزري عملية تكوين العقد؛ فبينما يعمل الزنك النانوي على تحفيز نمو الجذور وزيادة مساحتها السطحية (Raliya *et al.*, 2016)، مما يوفر مواقعاً أكثر لا ستعمار بكتيريا العقد الجذرية، فإن الموليبدينوم يدعم بشكل مباشر نشاط إنزيم النيتروجيناز الضروري لتثبيت النيتروجين، وأما التفوق الملحوظ للمعاملة الثنائية Fe+Mo(N) فيعود إلى الدور التكاملي بين العناصر، حيث يتآزر الحديد مع الموليبدينوم بشكل مباشر في النيتروجيناز نفسه، حيث يدخل الحديد في تركيب مجموعات الحديد–كبريت (Fe- S clusters) التي تُشكل الموقع الفعال للإنزيم (العيسى، 2007)، بينما يشكل الموليبدينوم الجزء المركزي في العامل المساعد (Moco)الضروري لاختزال النيتروجين الجوي (Mendel, 2013)، وقد ارتبط النشاط الفيزيولوجي للعقد الجذرية بلونها الذي يُعتبر مؤشراً حيوياً على تركيز صبغة الليغهيموغلوبين المنظمة لعملية تثبيت النيتروجين، إذ اتصفت المعاملات الأعلى كفاءة Fe+Mo(N) و Zn+Mo(N) بلون وردي (أحمر)، مما يشير إلى نشاط تثبيت نيتروجين عالٍ وكفاءة في عملية التكافل، وفي المقابل اتسمت العقد في معاملة الشاهد بلون بني فاتح أو شاحب، وهو مؤشر على ضعف النشاط التكافلي أو انعدامه، وأما العقد في المعاملات الأخرى فقد تراوحت

ألوانها بين البنّي المتوسط والغامق، مما قد يعكس درجات متفاوتة من مستوى النشاط، وبشكل عام تؤكد النتائج أن الموليبدينوم النانوي كان المحرك الرئيسي لتحفيز تكوين العقد الجذرية ووظيفتها مع وجود تأثير تآزري واضح عند دمجه مع الحديد أو الزنك، مما يدل على أهمية التوازن في تطبيق هذه العناصر لتحقيق أقصى استفادة من التكافل البكتيري وتثبيت النيتروجين.

جدول (3): تأثير التسميد بالزنك والحديد والمولبيدنيوم النانوي على: ارتفاع النبات– عدد العقد الجذرية

المؤشر الإنتاجي / المعاملات	ارتفاع النبات	العقد الجذرية
	سم	عقدة/ نبات
c	49^{ed}	22^{d}
Zn(N)	58^{a}	31^{b}
Fe(N)	51^{de}	25^{d}
Mo(N)	56^{ab}	36^{ab}
Zn+Fe(N)	52^{cde}	27^{cd}
Zn+Mo(N)	54^{bcd}	35^{ab}
Fe+Mo(N)	55^{abc}	39^{a}
Zn+Fe+Mo(N)	53^{bd}	32^{bc}
LSD_N 0.05	3.77	5.68

* تدل أحرف الدلالات الإحصائية على المعاملات المعنوية حسب الترتيب الأبجدي اعتماداً على قيم LSD

4-3 - عدد القرون والبذور:

أسفر التطبيق النانوي للعناصر (الزنك- الحديد- المولبيدنيوم) عن استجابة إيجابية في صفتي عدد القرون والبذور لنبات الحمص جدول (4)، إذ انتهت أعلى قيم لعدد القرون إلى المعاملة الثنائية Fe+Mo(N) التي بلغت 82 قرن/ نبات، محققة زيادة معنوية نسبتها 121.6% مقارنة بالشاهد الذي سجل 37 قرن/ نبات، كما سجلت نفس المعاملة عدداً للبذور بلغ 83 بذرة/ نبات بزيادة معنوية نسبتها 88.6% عن الشاهد الذي حقّق 44 بذرة/ نبات، وجاءت المعاملة الثلاثية Zn+Fe+Mo(N) في مرتبة مماثلة دون فرق معنوي مع المعاملة السابقة، حيث أحرزت عدد قرون 79 قرن/ نبات و عدد بذور بلغ 78 بذرة/ نبات بزيادة معنوية 113.5% و 77.3% مقارنة بالشاهد على التوالي. أما فيما يخص المعاملات المنفردة، فقد حقّقت معاملة المولبيدنيوم النانوي Mo(N) عدد قرون بلغ 73 قرن/ نبات، وعدد بذور 81 بذرة/ نبات، وبارتفاع معنوي نسبته 97.3% و 84.1% عن الشاهد على الترتيب، فيما تميّزت معاملة الزنك النانوي المنفردة Zn(N) بحصولها على أعلى عدد للبذور بين جميع المعاملات المنفردة وبلغت 88 بذرة/ نبات، وتفوقت معنوياً على الشاهد بنسبة 100%، إلى جانب تحقيقها تحسّن بأعداد القرون بلغ 71 قرن/ نبات بزيادة معنوية نسبتها 91.9% عن الشاهد، وفي المقابل أحرزت معاملة الحديد المنفردة Fe(N) قيماً أقل نسبياً كانت 61 قرن/ نبات و 67 بذرة/ نبات، وبزيادة معنوية نسبتها 64.9% و 52.3% مقارنة بالشاهد على التوالي، وتتفق هذه النتائج مع دراسة Morovat *et al*(2019) الذي لاحظ زيادة في عدد القرون عند اضافة الزنك والحديد النانوي. أما المعاملات الثنائية Zn+Fe(N) و Zn+Mo(N) فقد بلغ تحت تأثيرها عدد القرون والبذور (52، 47 قرن/ نبات) و (57، 54 بذرة/ نبات) على التوالي، مما يمثل زيادة معنوية عن الشاهد بنسب (40.5، 27)% و (29.5، 22.7)% على الترتيب، وهذه النتيجة تتوافق مع ما أكدته دراسات Pawar *et al* (2024) و Morovat *et al*(2019) من أن التطبيق النانوي للزنك

والحديد حقق زيادة في عدد قرون وبذور نبات الحمص، وعلى الرغم من أن هذه الزيادة كانت معنوية إحصائياً عند المعاملتين الثنائيتين، إلا أنها كانت الأقل بين جميع المعاملات النانوية، مما يشير إلى عدم تحقيق تآزر مثالي عند الجمع بين الزنك والحديد أو الزنك والمولبيدنيوم في هذه التركيبة والجرعة النانوية المحددة. يمكن تفسير هذا التفوق الواضح للمعاملات المحتوية على المولبيدنيوم النانوي خاصة عند دمجه مع الحديد، من خلال آلياته الحيوية المتخصصة في دعم عمليات تكوين القرون والبذور، حيث يعمل المولبيدنيوم كعامل مساعد حيوي لإنزيم نترات الريداكتيز (Mendel, 2013)، الضروري لتوفير النيتروجين العضوي اللازم لتخليق البروتينات والأحماض النووية خلال المراحل الحرجة لتكوين براعم الزهور، وعلاوة على ذلك يدخل الموليبدينوم كعامل مساعد في تنشيط إنزيمات استقلاب البيورينات مثل Xanthine Dehydrogenase التي توفر اللبنات الأساسية لـ DNA و RNA (Mendel, 2013)، مما يدعم الانقسام الخلوي النشط في المبايض وأنسجة حبوب اللقاح، كما يتآزر الحديد مع المولبيدنيوم بشكل خاص في دعم عملية التمثيل الضوئي من خلال دور الحديد المحوري في تركيب الكلوروفيل وسلسلة نقل الإلكترون (Schmidt *et al*., 2020)، مما يضمن توفير الطاقة (ATP) والمواد البنائية (الكربوهيدرات) اللازمة لتكوين القرون وملئِها، وأما الزنك يساهم في زيادة عدد قرون وبذور الحمص عبر آليات متعددة؛ فهو ينظم هرمون الأوكسين المحفز لتكوين الأزهار، ويدعم حيوية وخصوبة حبوب اللقاح، مما يرفع من كفاءة عملية التلقيح والإخصاب، وهو ما يُفسّر تفوق المعاملة المنفردة للزنك في تحقيق أعلى عدد للبذور بين المعاملات، كما يتوسع تأثير الزنك ليشمل تعزيز نقل الكربوهيدرات(المواد الغذائية) من الأوراق إلى القرون والبذور النامية، وذلك من خلال تنشيط الإنزيمات المسؤولة عن تعبئتها مبكراً، مما يضمن استمرارية نمو البذور وامتلاءها ويحد من ظاهرة توقف تطورها داخل القرون (Broadley *et al*., 2007; Pawar *et al*., 2024; Shewangizaw, 2017).

بشكل عام أسهم التطبيق المتوازن لهذه العناصر في صيغتها النانوية، وخاصة في المعاملة الثنائية Fe+Mo(N) في توفير بيئة فيزيولوجية داعمة لزيادة العدد النهائي لقرون وبذور نبات الحمص، حيث عززت الخصائص النانوية في بلوغ هذه الكفاءة من خلال ضمانها توصيلاً أمثل للمغذيات إلى مواقع الفعل الفيزيولوجي داخل الأنسجة النباتية، كما أسهمت آليات التحرر المُتحكم به والمستمر في تلبية الاحتياجات الغذائية للنبات خلال المراحل الحرجة للتكاثر وتكوين القرون وملء البذور (Raliya *et al*., 2017).

4-4- وزن البذور:

أظهرت النتائج المُدرجة في الجدول (4) استجابة معنوية واضحة للمعاملات النانوية للزنك والحديد والمولبيدنيوم في تحسين وزن بذور نبات الحمص، حيث تفوقت المعاملة الثنائية Fe+Mo(N) معنوياً على جميع المعاملات النانوية، وسجلت أعلى وزن للبذور بلغ 51 غ/ نبات، محققة زيادة معنوية نسبتها 96.2% عن الشاهد الذي كان 26 غ/ نبات، وجاءت المعاملة الثلاثية Zn+Fe+Mo(N) في مرتبة مماثلة دون وجود فرق معنوي إحصائياً مع المعاملة السابقة، حيث حققّت وزن بذور 49 غ/ نبات بارتفاع معنوية نسبته 88.5% مقارنة بالشاهد، وفي المعاملات المنفردة تميّزت معاملة الزنك النانوي Zn(N) بتحقيق وزن بذور بلغ 47 غ/ نبات بزيادة معنوية نسبتها 80.8% عن الشاهد، وهذا يتفق مع نتائج Kaningini *et al* (2024)، فيما أحرزت معاملة المولبيدنيوم المنفردة Mo(N) وزن بذور بلغ 46 غ/نبات بارتفاع معنوي نسبته 76.9% مقارنة بالشاهد، أما معاملة الحديد المنفردة Fe(N) فقد وصل وزن بذورها لـ 41غ/ نبات بنسبة زيادة معنوية 57.7% عن الشاهد، وفي المقابل حققّت المعاملات الثنائية Zn+Fe(N) و Zn+Mo(N) أدنى الأوزان بين المعاملات النانوية حيث بلغت (37، 35 غ/ نبات) على التوالي دون وجود فرق معنوي بينهما، مما يمثل ارتفاع معنوي

عن الشاهد بنسب (42.3، 34.6)%. يمكن تفسير التفوق المعنوي لهذه المعاملات في زيادة وزن البذور من خلال تركيزها على آلية ملء الحبوب على وجه التحديد، حيث حققت المعاملة الثنائية Fe+Mo(N) أعلى وزن للبذور بين المعاملات النانوية وكان هذا امتداداً منطقياً لتفوقها في زيادة عدد القرون والبذور كما هو موضح سابقاً، وهذا يؤشر إلى تحقيق توازن فيزيولوجي مثالي تحت هذه المعاملة، حيث أن زيادة عدد البذور صاحبها زيادة متكافئة في قدرة النبات على توفير المواد الغذائية، حيث عمل الحديد من خلال دوره المحوري في البناء الضوئي على ضمان كفاءة الأوراق في زيادة إنتاجها للمواد الكربوهيدراتية، مما وفر تدفقاً مستمراً من السكريات إلى الحبوب النامية، وبالتوازي عمل المولبيدنيوم لتحويل تلك السكريات الواصلة إلى بروتينات يتم تخزينها داخل البذور من خلال تنشيطه لإنزيمات استقلاب النيتروجين(كالنترات ريداكتيز) (Schmidt *et al*., 2020; Mendel, 2013)، بينما عمل الزنك على تنشيط الإنزيمات المسؤولة عن استقلاب الكربوهيدرات وتحويل السكريات إلى نشاء وبروتينات داخل البذرة (Broadley *et al*., 2007;Raliya *et al*., 2016)، وفي حين أن تدني وزن البذور في بعض المعاملات الثنائية الأخرى مثل Zn+Fe(N) و Zn+Mo(N) مقارنة ببقية المعاملات النانوية قد يعزى إلى عدم تحقيق التوازن الذي لاحظناه بين الحديد والمولبيدنيوم، حيث أن النشاط العالي للشكل النانوي قد يزيد من حدة التنافس بين الأيونات أو يؤدي إلى خلل في توزيع المغذيات، مما يحد من كفاءة عملية ملء الحبوب.

جدول (4): تأثير التسميد بالزنك والحديد والمولبيدنيوم النانوي على (عدد القرون– عدد البذور– وزن البذور)

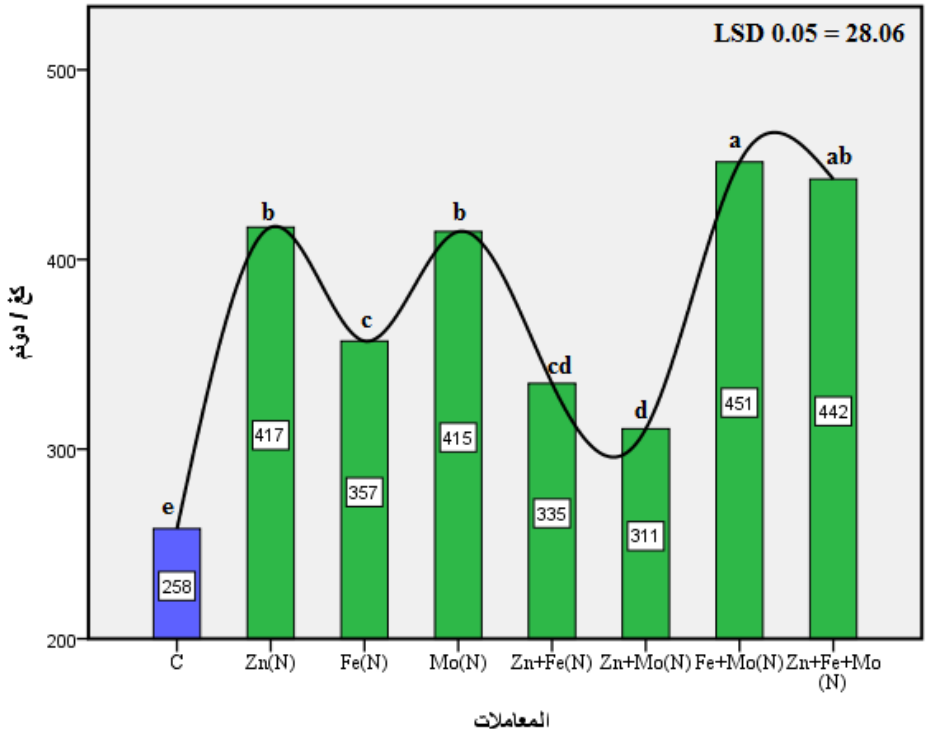
المؤشر الإنتاجي / المعاملات	عدد القرون	عدد البذور	وزن البذور
	قرن/ نبات	بذرة/ نبات	غ/نبات
c	37^{f}	44^{e}	26^{e}
Zn(N)	71^{c}	88^{a}	47^{b}
Fe(N)	61^{d}	67^{c}	41^{c}
Mo(N)	73^{bc}	81^{b}	46^{b}
Zn+Fe(N)	52^{e}	57^{d}	37^{d}
Zn+Mo(N)	47^{e}	54^{d}	35^{d}
Fe+Mo(N)	82^{a}	83^{ab}	51^{a}
Zn+Fe+Mo(N)	79^{ab}	78^{b}	49^{ab}
LSD 0.05	7.15	5.96	3.53

* تدل أحرف الدلالات الإحصائية على المعاملات المعنوية حسب الترتيب الأبجدي اعتماداً على قيم LSD

4-1-5- الإنتاجية :

كشف التحليل الإحصائي لبيانات شكل (1) عن وجود زيادة معنوية في إنتاجية محصول الحمص نتيجة التسميد النانوي بـ الزنك والحديد والمولبيدنيوم في كافة المعاملات، ولكن بنسب متفاوتة تبعاً لنوع العنصر وتركيب المعاملة، وقد تصدرت المعاملة الثنائية Fe+Mo(N) قائمة المعاملات النانوية، إذ بلغت إنتاجيتها 451 كغ/ دونم، محققة زيادة معنوية نسبتها 74.8% عن الشاهد الذي بلغت إنتاجيته 258 كغ/دونم، ولم نلاحظ وجود فرق معنوي بينها وبين المعاملة الثلاثية Zn+Fe+Mo(N) التي سجلت إنتاجية بلغت 442 كغ/دونم بزيادة معنوية 70.9% مقارنة عن الشاهد، وتُمثّل هذه القيم الإنتاجية المرتفعة الحصيلة النهائية للتحسن الشامل في جميع المؤشرات الإنتاجية التي تم رصدها سابقاً – من تحسين كفاءة العقد الجذرية وصولاً إلى وزن البذور– (جدول 3–4)، وهذا يتفق مع ما أكدته دراسة (Dhaliwal *et al*., 2022) على أهمية التآزر بين العناصر الصغرى في رفع إنتاجية البقوليات، ويلاحظ أن تشابه إنتاجية المعاملتين Fe+Mo(N) و Zn+Fe+Mo(N) يشير إلى أنّ التأثير الأساسيّ يعود للتآزر بين الحديد والمولبيدنيوم، في حين لم تُحدث إضافة الزنك تحسناً إضافياً ملحوظاً، وفي سياق متصل، حققّت باقي المعاملات النانوية زيادات أقل، فقد سجلت معاملة Zn+Fe(N) إنتاجية قدرها 335 كغ/دونم بزيادة معنوية نسبتها 29.8%، بينما بلغت إنتاجية معاملة Zn+Mo(N) 311 كغ/دونم بارتفاع معنوي نسبته 20.5% مقارنة عن الشاهد، ويمكن تفسير تدني كفاءة هذه المعاملات الثنائية على الأرجح بحدوث تنافس بين أيونات الزنك والحديد على مواقع الامتصاص في جذور النبات (Rehman *et al*., 2025 ;Kochian, 1993)، حيث تفاقم هذا التأثير بسبب النشاط العالي للجسيمات النانوية (Singh *et al*., 2017)، من ناحية أخرى أظهرت المعاملات النانوية المنفردة لكل من الزنك Zn(N) والموليبدينوم Mo(N) كفاءة عالية دون فرق معنوي بينهما، حيث سجلتا إنتاجية بلغت (417 ، 415 كغ/دونم) بزيادة معنوية نسبتها (61.6% ، 60.8%) عن الشاهد على الترتيب، فيما اكتفت معاملة الحديد المنفردة

Fe(N)بتسجيل إنتاجية 357 كغ/دونم بارتفاع معنوي نسبته 38.4% عن الشاهد، ويمكن عزو هذا التفوق إلى الأدوار المتكاملة لهذه العناصر التي بيناها سابقاً، وقد عززت كفاءة الشكل النانوي من هذه الفعالية، حيث يتمتع بمساحة سطحية أكبر تسمح بامتصاص أعلى وتوصيل أسهل داخل أنسجة النبات مقارنة بالأشكال التقليدية (Raliya *et al.*, 2017).



شكل (1): تأثير التسميد بالزنك والحديد والمولبيدنيوم النانوي على إنتاجية الحمص

* تدل أحرف الدلالات الإحصائية على المعاملات المعنوية حسب الترتيب الأبجدي اعتماداً على قيم LSD

5- الاستنتاجات والمقترحات: أدى الاستخدام المنفرد والمشترك لأوكسيد الزنك النانوي وشيلات الحديد النانوية بكمية 1 كغ/هـ لكل منهما ومولبيدات الامونيوم النانوي بكمية 50 مل/هـ على نبات الحمص المزروع في الظروف البيئية لمحافظة حمص إلى التوصل للاستنتاجات التالية فيما يخص المؤشرات الإنتاجية لهذ النبات:

1- أظهر الاستخدام المنفرد للزنك النانوي Zn(N) تفوقاً معنوياً في تعزيز النمو الخضري والبذري، حيث حقق أعلى قيم لارتفاع النبات (58 سم) وأعداد البذور (88 بذرة/نبات) مقارنة بالشاهد.

2- تفوقت المعاملة الثنائية Fe+Mo(N) في تحسين مؤشرات الإنتاجية، حيث سجّلت أعلى قيم في عدد القرون (82 قرن/ نبات)، ووزن البذور (51 غ/ نبات)، والإنتاجية الكلية (451 كغ/ دونم).

3- أظهرت جميع المعاملات المحتوية على المولبيدينوم النانوي كفاءة عالية في تحفيز تكوين العقد الجذرية، متفوقةً بشكل معنوي على الشاهد، مع تفوق واضح لكل من المعاملة المنفردة Mo(N) والمعاملة الثنائية Fe+Mo(N) بتسجيلهما (36، 39 عقدة/نبات) على الترتيب.

4- أسهمت الأشكال النانوية في زيادة وزن البذور، لا سيما تحت تأثير المعاملات المحتوية على المولبيدنيوم النانوي.

5- استناداً إلى النتائج، سجلت المعاملات الثنائية للزنك والحديد النانوي والزنك والمولبيدنيوم النانوي أداءً متواضعاً أمام معاملة الحديد والمولبيدنيوم النانوي، مما يشير إلى وجود خلل في التوازن الغذائي أو حدوث منافسة على مواقع الامتصاص في الجذور.

بناء على ما سبق يقترح في منطقة الدراسة اعتماد المعاملة الثنائية (شيلات الحديد+ مولبيدات الأمونيوم النانوية) بكمية 0.5 كغ/هـ + 25 مل/هـ لزيادة الإنتاجية الكلية، كما نقترح دراسة التأثير طويل الأمد للتطبيقات النانوية على خصوبة التربة والبيئة.

المصادر والمراجع

1- المراجع العربية:

1. **حياص، بشار؛ مهنا، أحمد ، (2006).** إنتاج محاصيل الحبوب والبقول. منشورات جامعة حمص- كلية الهندسة الزراعية، حمص، سوريا.
2. **الجردي، أحمد. (1992).** فيزياء الأراضي – الجزء العملي. قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة حلب.
3. **عودة، محمود؛ وشمشم سمير.(2008).** خصوبة التربة وتغذية النبات. منشورات جامعة حمص – كلية الهندسة الزراعية.
4. **العيسى، عبد الله (2005).** علم الأحياء الدقيقة. منشورات جامعة حمص- كلية الهندسة الزراعية.
5. **العيسى، عبد الله (2007).** ميكروبيولوجيا التربة. منشورات جامعة البعث- كلية الهندسة الزراعية.

6. **راين، جون.اسطفان، جورج . والرشيد، عبد . (2003)** .دليل مخبري لتحليل التربة والنبات، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ، الإصدار الأول بالغة العربية، حلب ، سورية، ص134 .123-

7. **المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2023)**. دائرة الإحصاء، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. دمشق، سورية.

2- المراجع الأجنبية:

1. Ayi, A. A., Anyama, C. A., & Khare, V. (2015). On the synthesis of molybdenum nanoparticles under reducing conditions in ionic liquids. *Journal of Materials*, *2015*(1), Article 372716. https://doi.org/10.1155/2015/372716
2. Baruah, T.C., & Barthakur, H.P. (1997). *A text book of soil analysis*. Vikas Publishing House PVT LTD.
3. Broadley, M. R., White, P. J., Hammond, J. P., Zelko, I., & Lux, A. (2007). Zinc in plants. *New Phytologist*, *173*(4), 677–702. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.01996.x
4. Burman, U., Saini, M., & Kumar, P. (2013). Effect of zinc oxide nanoparticles on growth and antioxidant system of chickpea seedlings. *Toxicological & Environmental Chemistry*, *95*(4), 605–612. https://doi.org/10.1080/02772248.2013.783504
5. Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, *302*(1), 1–17.
6. Dey, J. K., Das, S., & Mawlonglnt, L. G. (2018). Nanotechnology and its importance in micronutrient fertilization. *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *7*(7), 2306–2314.
7. Dhaliwal, S. S., Sharma, V., Shukla, A. K., Kaur, J., Verma, V., Kaur, M., Singh, P., Brestic, M., Gaber, A., & Hossain, A. (2022). Interactive effects of molybdenum, zinc and iron on the grain yield, quality, and nodulation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.)

Walp.) in North-Western India. *Molecules, 27*(11), 3622. https://doi.org/10.3390/molecules27113622

8. Dhaliwal, S. S., Sharma, V., Shukla, A. K., Verma, V., Behera, S. K., Singh, P., Alotaibi, S. S., Gaber, A., & Hossain, A. (2021). Comparative efficiency of mineral, chelated and nano forms of zinc and iron for improvement of zinc and iron in chickpea (*Cicer arietinum* L.) through biofortification. *Agronomy, 11*(12), 2436. https://doi.org/10.3390/agronomy11122436
9. Godecke, T., Stein, A. J., & Qaim, M. (2019). The global burden of chronic and hidden hunger: Trends and determinants. *Global Food Security, 17*, 21–29.
10. Hacisalihoglu, G. (2020). Zinc: The last nutrient in the alphabet and shedding light on Zn efficiency for the future of crop production under suboptimal Zn. *Plants, 9*(11), 1471. https://doi.org/10.3390/plants9111471
11. Kaningini, A. G., Motihalamme, T., More, G. K., Azizi, S., Mohale, K. C., & Maaza, M. (2024). Evaluation of the antimicrobial activity and chickpea growth stimulation effects of green synthesized zinc oxide nanoparticles. *Plant Stress, 12*, 100442. https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100442
12. Kochian, L. V. (1993). Zinc absorption from hydroponic solutions by plant roots. In A. D. Robson (Ed.), *Zinc in soils and plants* (pp. 45–57). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0878-2_4
13. Lacerda, J. S., Martinez, H. E., Pedrosa, A. W., Clemente, J. M., Santos, R. H., Oliveira, G. L., & Jifon, J. L. (2018). Importance of zinc for Arabica coffee and its effects on the chemical composition of raw grain and beverage quality. *Crop Science, 58*(3), 1360–1370. https://doi.org/10.2135/cropsci2017.06.0373
14. Maclean, E. O. (1982). Soil pH and lime requirement. In A. L. Page (Ed.), *Methods of soil analysis, part 2: Chemical and microbiological properties* (2nd ed., pp. 199–244). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America.
15. Mahajan, P., Dhoke, S. K., Khanna, A. S., & Tarafdar, J. C. (2011). Effect of nano-ZnO on growth of mung bean (*Vigna*

radiata) and chickpea (*Cicer arietinum*) seedlings using plant agar method. *Applied Biological Research, 13*(1), 54–61.

16. Mazhar, Z., Akhtar, J., Alhodaid, A., Naz, T., Zafar, M. I., Iqbal, M. M., Fatima, H., & Naz, I. (2023). Efficacy of ZnO nanoparticles in Zn fortification and partitioning of wheat and rice grains under salt stress. *Scientific Reports, 13*(1), 2022. https://doi.org/10.1038/s41598-022-26039-8
17. Mendel, R. R. (2013). The molybdenum cofactor. *Journal of Biological Chemistry, 288*(19), 13165–13172. https://doi.org/10.1074/jbc.R113.455311
18. Merga, B., & Haji, J. (2019). Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. *Cogent Food & Agriculture, 5*(1), 1615718. https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1615718
19. Moinuddin, G., Jash, S., Sarkar, A., & Dasgupta, S. (2017). Response of potato (Solanum tuberosum L.) to foliar application of macro and micronutrients in the red and lateritic zone of West Bengal. *Journal of Crop and Weed, 13*(3), 185–188.
20. Pawar, G. S., Pawar, A. V., Thanekar, D. D., & Rodge, S. M. (2024). Response of nano fertilizers of zinc and ferrous on growth and yield attributes of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Advanced Biochemistry Research, 8*(5), 290–293. https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i5d.1085
21. Pegoraro, R. F., Almeida Neta, M., Costa, C., Sampaio, R. A., Fernandes, L. A., & Neves Rodrigues, M. (2018). Chickpea production and soil chemical attributes after phosphorus and molybdenum fertilization. *Ciência e Agrotecnologia, 42*(5), 474–483. https://doi.org/10.1590/1413-70542018425017518
22. Raliya, R., Saharan, V., Dimkpa, C., & Biswas, P. (2017). Nanofertilizer for precision and sustainable agriculture: Current state and future perspectives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65*(5), 648–665. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b02178
23. Raliya, R., Tarafdar, J. C., & Biswas, P. (2016). Enhancing the mobilization of native phosphorous in mung bean rhizosphere using ZnO nanoparticles synthesized by soil fungi. *Journal of*

Agricultural and Food Chemistry, 64(16), 3111–3118. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05224

24. Rana, M. S., Bhantana, P., Imran, M., Saleem, M. H., Moussa, M. G., Khan, Z., ... & El Sabagh, A. (2020). Molybdenum potential vital role in plants metabolism for optimizing the growth and development. *Annals of Environmental Science and Toxicology, 4*(1), 32–44.
25. Rehman, R., Latif, M. M., Khan, M. A., & Ahmed, Z. (2025). Agronomic biofortification of crops with zinc: A comprehensive overview. In M. Govindaraj, V. Govindan, & N. Palacios (Eds.), *Breeding zinc crops for better human health* (pp. 153–179). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-84342-6_8
26. Richard, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 60.
27. Sabaghnia, N., & Janmohammadi, M. (2015). Analysis of the impact of nano-zinc, nano-iron, and nano-manganese fertilizers on chickpea under rain-fed conditions. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, sectio C – Biologia, 70*(2), 1–12.
28. Schmidt, W., Thomine, S., & Buckhout, T. J. (2020). Iron nutrition and interactions in plants. *Frontiers in Plant Science, 10*, 1670. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01670
29. Singh, A., Singh, N. B., Afzal, S., Singh, T., & Hussain, I. (2017). Zinc oxide nanoparticles: a review of their biological synthesis, antimicrobial activity, uptake, translocation and biotransformation in plants. *Journal of Materials Science, 52*(21), 12331–12347. https://doi.org/10.1007/s10853-017-1544-1
30. Suryanarayana, C. (2001). Mechanical alloying and milling. *Progress in Materials Science, 46*(1–2), 1–184. https://doi.org/10.1016/S0079-6425(99)00010-9
31. Taran, N. Y., Gonchar, O. M., Lopatko, K. G., Batsmanova, L. M., Patyka, M. V., & Volkogon, M. V. (2014). The effect of colloidal solution of molybdenum nanoparticles on the microbial composition in rhizosphere of *Cicer arietinum* L. *Nanoscale*

Research Letters, *9*(1), 289. https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-289

32. Tikhanov A.B(1979). Brotefoarozeia Recyroocbercaioshai Cictema Obrabotke Botshfe f cteb uejni Odessa, *Zemledelia*, 262p.
33. Umar, W., Hameed, M. K., Aziz, T., Maqsood, M. A., Bilal, H. M., & Rasheed, N. (2021). Synthesis, characterization and application of ZnO nanoparticles for improved growth and Zn biofortification in maize. *Archives of Agronomy and Soil Science*, *67*(9), 1164–1176. https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1782893
34. Valenciano, J., Boto, J., & Marcelo, V. (2011). Chickpea (Cicer arietinum L.) response to zinc, boron and molybdenum application under field conditions. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *39*(4), 217–229. https://doi.org/10.1080/01140671.2011.577079
35. Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37 (1), 29–38.
36. Yadav, A., Yadav, K., & Abd-Elsalam, K. A. (2023). Nanofertilizers: Types, delivery and advantages in agricultural sustainability. *Agrochemicals*, *2*(2), 296–336. https://doi.org/10.3390/agrochemicals2020019
37. Yegrem, L. (2021). Nutritional composition, antinutritional factors, and utilization trends of Ethiopian chickpea (Cicer arietinum L.). *International Journal of Food Science*, *2021*, 5570753. https://doi.org/10.1155/2021/5570753

دراسة بعض الخصائص الأساسية لترب متشكلة على صخور كلسية وتصنيفها

د.نواف منصور

د . نواف منصور [1]

الملخص

تناولت الدراسة تحليل بعض الخصائص الأساسية لترب متشكلة على صخور كلسية وتصنيفها وفق نظام التصنيف الأمريكي الحديث USDA Soil Taxonomy 2022 في منطقة دير عطية بمحافظة ريف دمشق، بهدف تحديد خصائص هذه الترب المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية، والعوامل المؤثرة في تباياتها.

شملت الدراسة توصيفاً تفصيلياً لخمسة مقاطع تربة موزعة طبوغرافياً على المنطقة، مع تسجيل بيانات الموقع والغطاء النباتي. تم جمع عينات من جميع الآفاق المحددة لكل مقطع وأُجريت عليها التحاليل المخبرية القياسية المتبعة.

أظهرت النتائج وجود تدرج واضح في الخصائص المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية بين المقاطع المدروسة، بتأثير مزدوج للطبوغرافيا والمناخ الجاف، حيث زاد تراكم الكربونات وتصلبها مع الارتفاع، بالمقابل زاد عمق قطاع التربة ومحتواه من المادة العضوية في المواقع المنخفضة نسبياً. كانت جميع المقاطع ذات تفاعل قلوي مرتفع وقوام طمي رملي إلى رملي طمي ونسبة حجرية سطحية قد تصل إلى 20%. سجّلت الترب المدروسة محتوى منخفضاً إلى متوسط من المادة العضوية، وسعة تبادل كاتيونية منخفضة ترافق مع درجة تفاعل قلوية وغياب ملحوظ للملوحة.

صُنّفت جميع المقاطع ضمن رتبة Aridisols، تحت رتبة Calcids، والمجموعة العظمى Haplocalcids، وتحديداً المجموعة الفرعية Typic Haplocalcids، مع إشارة المجموعات الأعلى ارتفاعاً إلى بداية تشكل أفق كلسي صلب Petrocalcic.

تقترح الدراسة تطبيق ممارسات إدارة متباينة بحسب اختلاف المواقع الطبوغرافية، والاستمرار بالاستخدامات الرعوية أو الزراعات المقاومة للجفاف، مع التنبيه إلى أهمية الحراثة العميقة في الترب ذات التصلب المتوسط لتحسين العمق الفعّال، وضرورة إدارة المادة العضوية للحد من الانجراف وحماية خصوبة التربة في البيئات الجافة.

الكلمات المفتاحية: ترب متشكلة على صخور كلسية، تصنيف التربة، مقطع التربة.

[1] قسم التربة واستصلاح الأراضي/كلية الهندسة الزراعية/جامعة حمص.

Study of Some Essential Properties and Classification of Soils Formed on Calcareous Rocks

The study examined fundamental properties of soils developed on calcareous rocks in Dir Atiyah Area – Rif Dimashq Governorate, focusing on their morphological, physical, and chemical characteristics and classifying them according to the modern American Soil Taxonomy USDA Soil Taxonomy 2022, with the aim of understanding the factors influencing their variability.

The study included a detailed description of five soil profiles distributed topographically across the area, with recorded site data and vegetation cover. Samples were collected from all defined horizons of each profile and subjected to standard laboratory analyses.

The results showed a clear gradient in morphological, physical, and chemical properties among the studied profiles, reflecting a dual influence of topography and dry climate. Carbonate accumulation and hardening increased with elevation and slope, whereas depth and organic content increased in relatively lower locations. All profiles exhibited high alkaline reaction with textures ranging from sandy loam to loamy sand and a surface stoniness reaching about 20%. The studied soils registered low to moderate organic matter content and low cation exchange capacity, accompanied by alkaline pH and a notable absence of salinity.

All profiles were classified within the order Aridisols, suborder Calcids, great group Haplocalcids, specifically Typic Haplocalcids, with profiles at higher elevations showing early development of a hard calcareous horizon Petrocalcic.

The study suggests applying differentiated management practices based on topographic variability, continuing the use of grazing or drought-resistant crops, emphasizing the importance of deep tillage in soils with moderate hardening to improve effective depth, and the necessity of managing organic matter to reduce erosion and preserve soil fertility in dry environments.

Keywords: Soils formed on calcareous rocks, soil classification, soil profile.

المقدمة Introduction:

تمثل التربة أحد الموارد الطبيعية الحيوية التي ترتكز عليها النشاطات البشرية والزراعية، حيث توفر الأساس اللازم لإنتاج الغذاء والمحاصيل الزراعية. في سوريا، تكتسب التربة أهمية استراتيجية كونها ركيزة أساسية للاقتصاد الوطني والإنتاج الزراعي. ومع تزايد الكثافة السكانية، تصاعدت الضغوط على الأراضي الزراعية والموارد الطبيعية، ما استدعى اعتماد استراتيجيات علمية لإدارة التربة والحفاظ على خصوبتها وقدرتها على الإنتاج المستدام.

إن محدودية الأراضي الصالحة للزراعة والتراجع الملحوظ في المساحات المستثمرة يفرض ضرورة التركيز على تحسين الإنتاجية لكل وحدة مساحة. وقد أظهرت الدراسات العلمية إمكانية رفع العائد الزراعي من خلال تقييم الخصائص الأساسية للتربة، ومعالجة المشكلات المرتبطة بها، وتحديد الاستخدام الأمثل للأراضي الزراعية بما يحقق استدامة الإنتاج [33].

يُعد تصنيف الأراضي وتقييمها خطوة جوهرية لفهم العلاقة بين خصائص التربة المختلفة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والأهداف الاجتماعية والاقتصادية المتعلقة باستخدامها. ومن هذا المنطلق، وضعت منظمة الأغذية والزراعة (FAO) منهجيات متقدمة لتقييم ملاءمة الأراضي، تهدف إلى تحديد مدى توافق التربة مع المحاصيل الزراعية المقترحة، بما يعزز الإنتاجية الزراعية ويضمن الاستخدام الأمثل للموارد [30].

في السياق السوري، تكتسب الترب المتشكلة على الصخور الكلسية أهمية خاصة نتيجة خصائص هذه الصخور وتأثيرها المباشر على تكوين التربة وخصوبتها وإمكاناتها الإنتاجية. ففهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمورفولوجية لهذه الترب يُعد خطوة أساسية نحو إدارة الموارد الأرضية بشكل علمي واستغلالها الأمثل في النشاط الزراعي.

تشمل دراسة الأراضي المتشكلة على الصخور الكلسية تحليل منشأ التربة، وعوامل تكوينها، والعمليات البيئية المؤثرة فيها، إلى جانب تقييم خصائصها. كما يوفر تصنيف الأراضي أساساً متيناً لتحديد الأنماط الزراعية الأنسب لكل نوع تربة، بما يتوافق مع قدراتها الإنتاجية وظروف المناخ والاقتصاد المحلي والاجتماعي، ويضمن الاستخدام المستدام للأراضي وتلبية الاحتياجات الغذائية المستقبلية.

الدراسة المرجعية Literature Review:

لقد سعت الأبحاث البيدولوجية في سورية منذ منتصف القرن العشرين إلى فهم كيفية تشكّل وتصنيف التربة في البيئات الجافة وشبه الجافة، ولا سيما تلك المتكوّنة على الصخور الكلسية التي تسود مساحات واسعة من البلاد، وذلك من خلال توصيف خصائصها المورفولوجية والفيزيوكيميائية وربطها بأنظمة التصنيف الدولية. هذا الاستعراض المرجعي يقدّم خلفية ضرورية لدعم نتائج هذه الدراسة وإطارًا مقارنًا مع الدراسات السابقة.

كان Muir (1951) من أوائل من حاول توصيف التربة السورية، حيث صنّفها إلى ثلاث مجموعات رئيسية: الترب الصحراوية البنية في الشرق، والترب الحمراء في المناطق الساحلية، والترب البنية على البازلت في المناطق البركانية. وأشار إلى أن المعادن الطينية المكوِّنة لهذه الترب تشمل الكاوولينيت والكوارتز والميكا، هذا العمل المبكر وضع الأساس للتصور الأولي لتوزيع الترب على امتداد الجغرافيا السورية [19].

لاحقًا، قدّم [29] دراسة شاملة امتدت 14 عامًا، أوضح فيها أن التربة السورية عمومًا منخفضة المحتوى من المادة العضوية، قاعدية التفاعل (pH مرتفع نسبيًا)، وغنية بكربونات الكالسيوم. وأبرز أن الطين يسوده المونتموريونيت مع ضعف في تمايز الآفاق. صنف Van Liere الترب السورية إلى سبع مجموعات: الترب المتوسطية الحمراء، الترب الداكنة، الترب القرفية، الترب الصحراوية، الترب الجصية، الترب اللحقية الحديثة، وترب المياه الأرضية الغدقة.

أما المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD)، فقد قدّم عام 1980 دراسات معمّقة حول التركيب المعدني للترب السورية، حيث بيّن أن الترب في المناطق الجافة تحتوي على الباليغورسكيت (palygorskite)، السمكتيت، الإيليت، والكوارتز، مع كميات قليلة من الكاوولينيت، في حين تسود السمكتيت في البيئات المتوسطية الرطبة نسبياً، مع وجود الإيليت والكاوولينيت بنسب ثانوية. هذه النتائج أظهرت بوضوح التمايز المعدني للترب الكلسية باختلاف الظروف المناخية [6].

أجرى [1] في حوض حوران، دراسة تفصيلية أظهرت أن الترب هناك تشمل أنواعًا مثل Xerepts و Humaquepts و Calcixerolls و Xerorthents وأكد أن المادة العضوية

تتناقص مع العمق، وأن الـ pH معتدل في الأفق السطحي لكنه يتحول إلى القاعدية في الآفاق الأعمق. كما لاحظ وجود أفق كلسي متطور في بعض المواقع، مع تغير لوني من الرمادي إلى البني المحمر، وظهور تشققات أثناء الجفاف. هذه السمات مرتبطة مباشرة بوجود الكربونات وبتأثير الظروف المناخية على الصخور الكلسية.

وفي إطار أوسع، قام [12] بمسح شامل للتربة السورية على مقياس 1:1,000,000، وبيّن أن الرتب السائدة تشمل Aridisols وInceptisols وEntisols وMollisols وVertisols، مع إمكانية وجود Andisols في المناطق البركانية. وقد أكد أن السمكتيت هو المعدن الطيني الأكثر شيوعًا في الترب ذات النظام الرطوبي المتوسطي، بينما يزداد الإيليت مع شدة الجفاف.

أشارت دراسة [3] حول خصائص الترب المتشكّلة على الصخور الكلسية في منطقة بانياس إلى أن عمق التربة تراوح بين 37 و137 سم، في حين بلغت قيم الـ pH ما بين 7.1 و8.2، مع تسجيل محتوى مرتفع من كربونات الكالسيوم تراوح بين 17 و88%. كما أظهرت النتائج ارتفاع سعة التبادل الكاتيوني (CEC) التي بلغت ما بين 21 و91 ميلي مكافئ/ 100 غرام، ويُعزى ذلك إلى زيادة المحتوى من المادة العضوية والطين، وقد تبيّن أن الكالسيوم هو الكاتيون السائد في معقّد الامتصاص، يليه المغنيزيوم، وتم تصنيف هذه الترب ضمن رتب Entisols وMollisols وInceptisols.

وفي دراسة أخرى [4] على ترب مشروع بئر الهشم في محافظة الرقة، تبيّن أن الترب قد تشكّلت من مادة أصل جبسية وكلسية، وتضمّنت آفاقاً جبسية وأخرى جبسية متصلبة. اتّصف البناء في الآفاق السطحية بأنه حبيبي، بينما كان عديم البناء في الآفاق تحت السطحية. لوحظت علاقة عكسية بين سعة التبادل الكاتيوني ونسبة الجبس، مع سيادة أيونات Mg^{++} و Ca^{++} في معقد الامتصاص. صُنِّفت الترب ضمن رتبة Aridisols وتحديداً تحت رتب Gypsids وCalsids وCambids.

أما الدراسات الحديثة، فقد أظهرت نتائج مكملة. إذ أشار [16] إلى أن الرتب الأكثر شيوعًا في جنوب سورية تشمل Aridisols وInceptisols وEntisols وVertisols

وMollisols، مع ملاحظة وجود palygorskite في بعض المواقع، وهو مؤشر على التأثير المناخي والتجوية الكيميائية في البيئات شبه الجافة.

كما أظهرت بيانات حديثة من محافظة اللاذقية أن الترب الكلسية الساحلية تتسم ببنية مورفولوجية بدائية، قوام طيني–رملي متفاوت، وسيادة المعادن الأولية مثل الكوارتز والفلدسبار مع وجود ثانوي للكاوولينيت والإيليت [11]. أما دراسة [5] التي تناولت ترب منطقة الشيخ سعد المتكوّنة على الصخور الكلسية، فقد أظهرت أن عمق التربة تراوح بين 7 و115 سم، مع قيم pH بين 6.8 و8.4. كما بيّنت النتائج ارتفاع سعة التبادل الكاتيوني وارتفاع محتوى كربونات الكالسيوم. ووفقاً لخصائصها المورفولوجية والكيميائية، صُنّفت هذه الترب ضمن رتب Mollisols وAlfisols وEntisols وInceptisols، مع تحديد عدة آفاق تشخيصية، منها: أفق المولي Mollic، وأفق أوكريك Ochric وأفق الطين Argillic. وفي دراسة بيدولوجية حديثة لترب منطقة الرستن في محافظة حمص (2023)، تبيّن أن الترب في المنطقة ذات منشأ مختلط (كلسي– بازلتي)، وتظهر تبايناً واضحاً في خصائصها المورفولوجية. كما أظهرت نتائج التحليل وجود اختلافات ملموسة بين المقاطع المأخوذة غرب طريق حمص–حماة الدولي وتلك الواقعة شرقه. وقد وُجد أن الرتبة السائدة للترب في المنطقة هي Inceptisols، والتي تمتاز بوجود أفق تحت سطحي ضعيف التمايز والتطور. وتنوّعت تحت الرتب والمجموعات العظمى تبعاً لموقع العينة والعوامل الطبوغرافية وطبيعة الصخر الأم [2].

إقليمياً، بيّنت دراسات من إيران وتركيا أن الترب الكلسية في المناخات شبه الجافة تتصف بارتفاع $CaCO_3$ الكلي والفعال، وقلوية عالية، ومشكلات في إتاحة العناصر الصغرى مثل الحديد والزنك. كما أظهرت أعمال حديثة في شرق المتوسط أن تراكم الكربونات في الأفق Bk/Ck يحدّ من تطور المقطع الأرضي ويضع التربة في إطار Aridisols خصوصًا Calcids عند تصنيفها وفق نظام Soil Taxonomy [32,24].

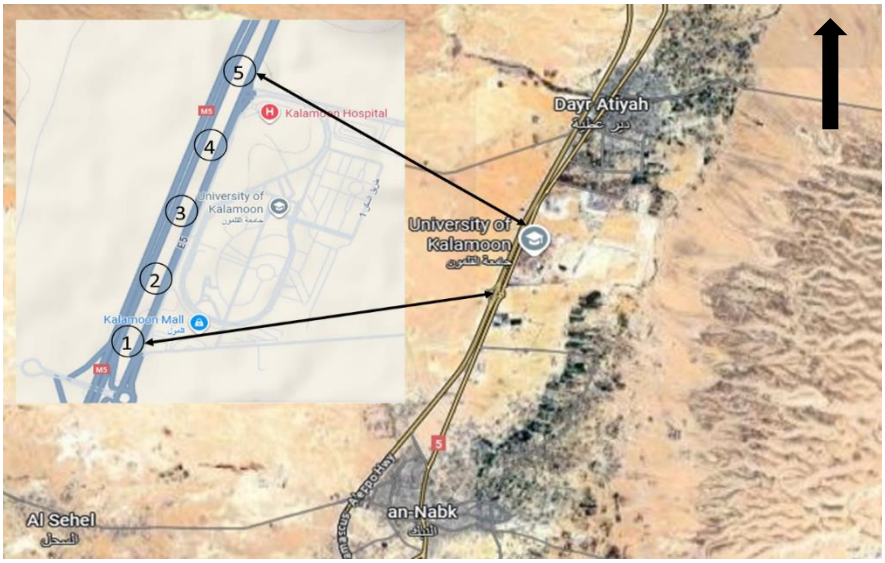
أهداف البحث Research Objectives:

- دراسة بعض الخصائص الأساسية لترب متشكلة على صخور كلسية من منطقة دير عطية، محافظة ريف دمشق.
- تصنيف الترب المدروسة المتشكلة على صخور كلسية وفقاً للنظام الأمريكي الحديث.

مواد البحث وطرائقه Material And Methods:

موقع الدراسة والظروف المناخية Location And Climate:

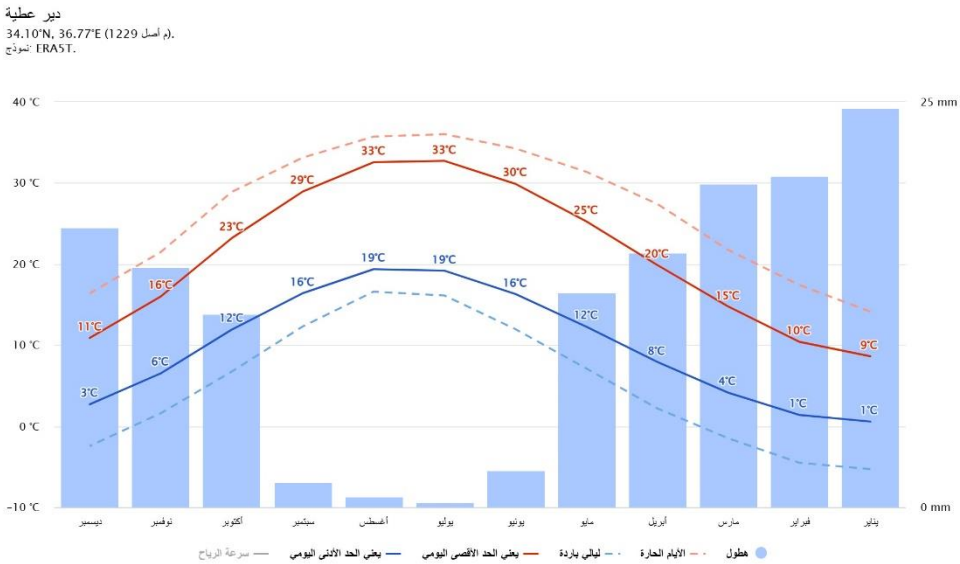
تشمل منطقة الدراسة المنطقة بين دير عطية والنبك في ريف دمشق، وبشكل محاذي لطريق دمشق حلب الدولي من الجهة الشرقية وبين طريق الدولي والطريق الواصل بين بلدتي النبك وديرعطية. تنوعت الترب المتشكلة على صخور كلسية ولوحظ تباينا واضحا في الصفات الشكلية. يبلغ متوسط الارتفاع 1000–1300 متر فوق مستوى سطح البحر.



الشكل رقم (1) يوضح منطقة الدراسة وأماكن مقاطع التربة المدروسة

زراعيا تقع منطقة الدراسة ضمن منطقة الاستقرار الخامسة، تخضع المنطقة بشكل عام لتأثير المناخ المتوسطي، حيث يتراوح المتوسط السنوي لدرجات الحرارة العظمى بين نحو 7–9°م في كانون الثاني وحوالي 30°م في تموز وآب، في حين تنخفض الصغرى إلى ما دون 0°م شتاءً وترتفع إلى حوالي 15–17°م في ذروة الصيف. تُظهر القيم الشهرية للهطول أن معظم الأمطار تتركز بين تشرين الثاني وآذار، مقابل انخفاض واضح في الهطول في الفترة الممتدة من حزيران حتى أيلول، ما يبرز موسم جفاف صيفي واضح المعالم. تسود شتاءً أشهر باردة ورطبة تتكرر فيها الأيام ذات درجات الحرارة الدنيا القريبة من حد التجمد، الأمر الذي يرفع من تواتر الصقيع المحتمل ويؤثر في طول فترة النمو النباتي وفي ديناميكية الرطوبة في

التربة، في حين تتسم أشهر الصيف بأيام مشمسة وجافة مع فرق حراري يومي ملحوظ يعكس تأثير الارتفاع عن سطح البحر وطبيعة السطح شبه الجبلية [35].



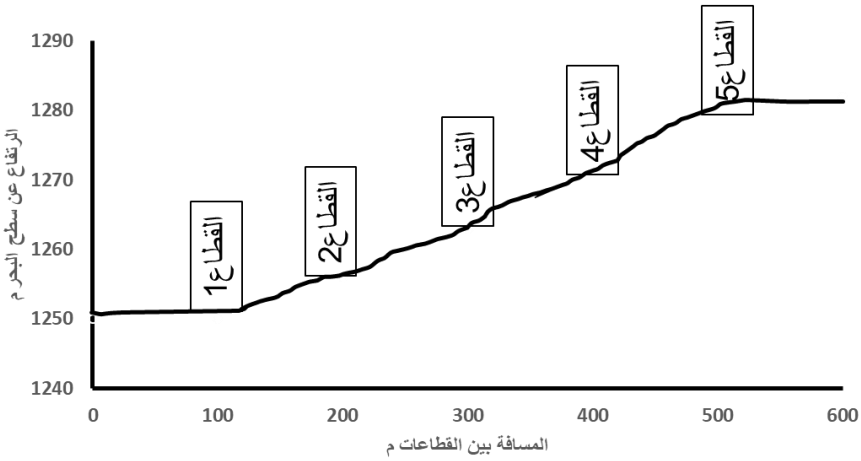
الشكل رقم (2) مخطط المعطيات المناخية الممتد لثلاثين سنة لدير عطية [35]

تمتاز المنطقة بتنوع التركيب النباتي الطبيعي فتنتشر أعشاب معمرة مثل الشيح والقيصوم وشجيرات معمرة مثل العوسج والروثا. تنوع الاستخدام الزراعي بين مراعي، محاصيل، أشجار مثمرة. أهم المحاصيل القمح والشعير، وتتنوع الأشجار المثمرة مثل اللوزيات والزيتون والكرمة، وتنتشر زراعة بعض الخضروات بأنواعها المختلفة بشكل أقل في المناطق التي تتوفر فيها كميات مياه كافية للري. تستخدم منطقة الدراسة كمراعٍ حاليا مع آثار استخدام زراعي لزراعة محاصيل بعلية خلال السنوات السابقة يظهر من خلال طبقة فلاحة سطحية.

التضاريس وجيولوجية المنطقة Geology Area and Terrain:

تقع منطقة الدراسة بين دير عطية والنبك في ريف دمشق، ضمن الهضاب الغربية لهضبة القلمون، وتتميز بتضاريس جبلية متنوعة تشمل الهضاب المنبسطة، التلال المرتفعة، والوديان العميقة. تتراوح ارتفاعات المنطقة بين 900 و1250 مترًا فوق سطح

البحر، ما يمنحها طابعًا جبليًا مع انحدارات متفاوتة تسهم في تشكل مسارات طبيعية لتصريف المياه السطحية وتخلق بيئات زراعية متنوعة الخصوبة والعمق الترابي[13].

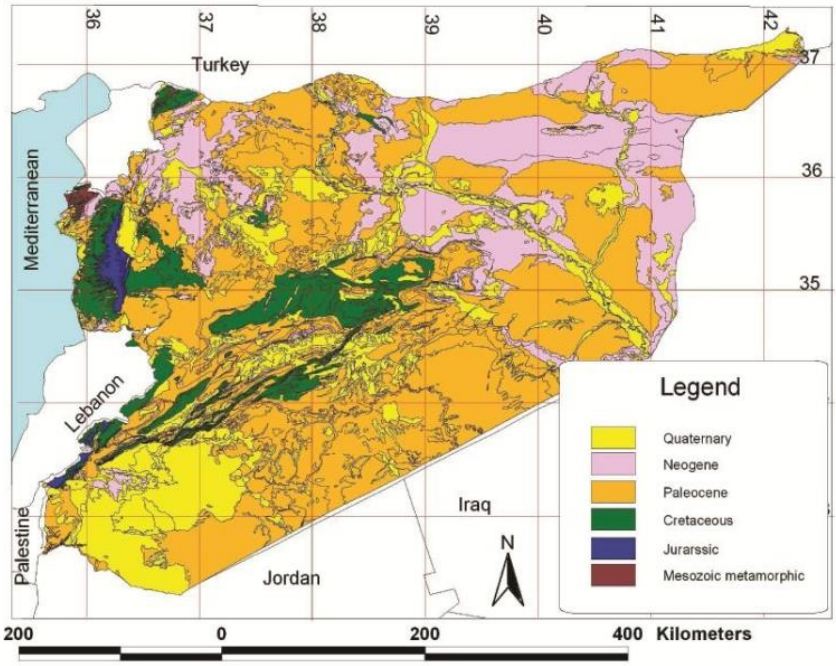


الشكل رقم (2) مقطع طولي طبوغرافي وتوزع مواقع القطاعات

من الناحية الجيولوجية، تتألف التربة في المنطقة أساسًا من صخور رسوبية كلسية، تشكلت نتيجة تراكم الرواسب الكربوناتية في بيئات بحرية ضحلة خلال الميوسين الأعلى والبليوسين. هذه الصخور الكلسية شقية وغير متجانسة، وغالبًا ما تحتوي على تراكيب طبقية واضحة وتفاوت في نسبة الكربونات الحرة، مما يؤثر بشكل مباشر على خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية. مع مرور الوقت، تتعرض الصخور الكلسية لعمليات التجوية الكيميائية والفيزيائية، بما في ذلك التحلل الكربوني، ما يؤدي إلى تكوين ترب سطحية تتفاوت في السماكة والعمق حسب الانحدار والموقع الطبوغرافي [11] .

تلعب الخصائص الطبوغرافية والجيولوجية دورًا محوريًا في تحديد إمكانيات استخدام الأراضي في المنطقة. فالأودية والمرتفعات المتوسطة تشكل مناطق مناسبة للزراعة التقليدية والمحاصيل المعمرة، بينما تشكل التلال الصخرية مساحات أقل ملاءمة تتطلب أساليب إدارة دقيقة للحفاظ على خصوبة التربة. وقد بينت الدراسات في مناطق مشابهة للشرق

الأوسط والمتوسط أن فهم توزيع الصخور الكلسية وخصائصها الفيزيائية والكيميائية يساهم في اختيار المحاصيل المناسبة وتحديد أساليب التسميد والري الملائمة مما ينعكس ايجاباً على استدامة الانتاج في البيئات الجافة[21,17,10]



الشكل رقم (3): خريطة جيولوجية للقطر العربي السوري [28].

مرحلة العمل الحقلي Field study:

لم تتميز المنطقة المدروسة بوجود اختلافات واضحة في الصفات الشكلية والتضاريسية. ولذلك وبعد إجراء جولات ميدانية على منطقة الدراسة تم اختيار مواقع المقاطع المدروسة وذلك بعد إجراء سبر أولي ودراسة أولية لبعض المقاطع الأولية ولأفاق التربة المتكشفة طبيعيا أو نتيجة النشاط البشري. لاحقا تم تحديد موقع تنفيذ القطاعات والتي تحقق أكبر قدر ممكن من التمثيل للمنطقة الدراسة.

تم تنفيذ مقطع للتربة وصولاً للصخرة الأم في كل موقع، وتم تحديد الآفاق ودراسة الخواص المورفولوجية (اللون، العمق، وجود الحصى والحجارة، بناء التربة، القوام....)، أخذت العينات الممثلة لكل أفق بدءاً من الأفق السفلي لكل مقطع، ودونت عليها المعلومات الخاصة بكل أفق ورقم القطاع تمهيداً لإجراء التحاليل المخبرية.

الوصف الحقلي للقطاعات Field Description of Sites:

بعد تحديد مواقع أخذ القطاعات تم اجراء الدراسة الحقلية كما جاء في: [25] ،[26].

- تحديد الموقع بشكل عام – تحديد احداثيات الموقع باستخدام جهاز GPS.
- تحديد طبوغرافية السطح. – تحديد نوع الغطاء النباتي.
- تحديد درجة الصرف. – عمق الماء الأرضي إن وجد.

ثم تم تنفيذ قطاع للتربة وصولاً للصخرة الأم في كل موقع واجراء الوصف المورفولوجي:

- تحديد قوام التربة حقلياً: تقدير حسي.
- البناء (كتلي، محبب، صفائحي، عمودي، منشوري، حبيبي، مصمت).
- تحديد اللون باستخدام دفتر منسل لألوان التربة [15].
- وجود الحصى والحجارة ونسبتها.
- وصف التبقعات والأكاسيد.
- تماسك التربة.
- احتواء قطاع التربة على الكربونات الكالسيوم والجبس بإضافة حمض كلور الماء ليتفاعل مع كربونات الكالسيوم وملاحظة الفوران.
- وصف حدود ألأفق: سمك الحد (مفاجئ، متداخل)، شكل الحد (مستوي، متقطع).
- وصف الجذور من حيث الكثافة والقطر.

التحاليل الفيزيائية والكيميائية The Physical and Chemical Analyses:

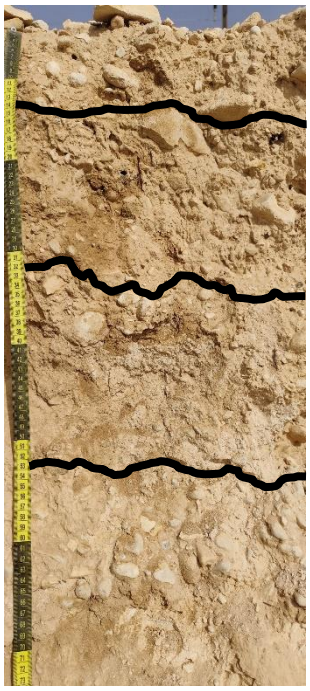
- التّحليل الميكانيكي بطريقة الهيدروميتر [8].
- تقدير درجة الـ pH في مستخلص عجينة مشبعة بواسطة جهاز (pH–meter) [16].
- تقدير الناقلية الكهربائية في مستخلص عجينة مشبعة بواسطة جهاز قياس الناقلية [22].
- تقدير الكربونات الكلية بالطريقة الحجمية [9].
- تقدير المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة بواسطة ديكرومات البوتاسيوم [31].
- تقدير النيتروجين الكلي بواسطة طريقة كيلداهل (Kjeldahl method) [7].
- تقدير الفوسفور الكلي باستخدام طريقة أولسن [20].
- تقدير البوتاسيوم المتبادل وسعة التبادل الكاتيوني بجهاز اللهب Flame Fotometer بعد الاستخلاص بخلات الصوديوم [23,22].

- تقدير نسبة الصوديوم المتبادل في مستخلص عجينة التربة المشبعة وحساب النسبة المئوية للصوديوم المتبادل %ESP Flame Fotometer [14].

النتائج والمناقشة Results and Discussion:

قطاع التربة الأول

قطاع التربة المدروس جنوب مدينة دير عطية بمحافظة ريف دمشق على ارتفاع 1250 متر فوق سطح البحر، في منطقة ذات مناخ جاف وطبوغرافيا متموجة. تتكون التربة من مادة أصل كلسية مع وجود حجارة على السطح بنسبة 20%، يستخدم القطاع كمراعي. تم تسمية الآفاق وفق نظام مفتاح التصنيف الأمريكي USDA Keys of Soil Taxonomy [27].



الوصف المورفولوجي:

الأفق A (0–15 سم): يشير الحرف "A" إلى الطبقة السطحية الغنية بالمواد العضوية، و"p" يدل على تعرض هذه الطبقة للنشاط الزراعي أو الحراثة (cultivated horizon). اللون بني مصفر (10YR 7/4) (تم تقدير اللون بالحالة الرطبة بترطيب التربة باستخدام رشاش ماء على شكل رذاذ لكل حالات تقدير اللون). والقوام رملي لومي (Sandy loam)، والبناء حُبيبي (Granular structure). درجة التماسك ضعيفة إلى متوسطة، والمسامية مرتفعة نسبيًا. تنتشر الجذور بنسبة جيدة (حوالي 20–25% من حجم الأفق)، ما يدل على نشاط بيولوجي سطحي واضح. الانتقال إلى الأفق السفلي مباشر.

الأفق Bw (15–35 سم): حيث يشير الحرف "B" إلى أفق تحت سطحي يتسم بتغيرات فيزيائية أو كيميائية، و"w" يدل على تطور ضعيف في البنية الداخلية أو تغير لوني (weak development). اللون يصبح بنياً أكثر (10YR 6/4)، مع قوام رملي لومي (Sandy loam) مشابه للأفق السطحي. البناء كتلي تحت زاوي (Subangular blocky)، درجة التماسك متوسطة، والمسامية متوسطة، وتقل كمية الجذور عن الأفق

السابق (حوالي 10%) مما يعكس انخفاض النشاط الحيوي في العمق. الكربونات ظاهرة، والرطوبة منخفضة نسبيًا. الانتقال إلى الأفق Bk تدريجي وواضح.

الأفق Bk (53–35 سم): أفق تحت سطحي يتميز بتراكم كربونات الكالسيوم، حيث يشير الحرف "k" إلى وجود هذه التكلسات. يظهر هذا الأفق بلون أكثر اصفراراً (YR 107/6) وقوام رملي لومي خفيف (Loamy sand)، ما يوحي بسيادة الحبيبات الكبيرة. البناء كتلي متوسط (Medium angular blocky) تظهر بقع بيضاء وتكلسات كربونية واضحة على سطح الحبيبات، وتماسك التربة ضعيفة مع تراكم ملحوظ للكربونات وتشكّل تجاويف كلسية تغطي نحو 20–30% من مساحة الأفق. لا توجد جذور أو نشاطات حيوية. الرطوبة منخفضة جداً، والانتقال إلى الأفق Ck واضح.

الأفق Ck (73–53سم): يمثل الطبقة الأصلية أو المادة الأم للتربة، حيث يشير الحرف "C" إلى المادة الأصلية غير المتأثرة بشكل كبير بعمليات تكوين التربة، و "k" إلى وجود كربونات. اللون بني فاتح مائل للصفرة. يتكون هذا الأفق من مادة أصلية متفتتة جزئيًا، مشبعة بالكربونات. يتميز هذا بقوام رملي هيكلي (Sandy skeletal) مع نسبة عالية من الحصى والحجارة (>35%) ومسامية منخفضة جداً، وغياب كامل للجذور والنشاط الحيوي.

الخواص الفيزيائية والكيميائية:

الأفق A (0–15 سم): درجة تفاعل التربة (pH) تساوي 7.8، ما يصنف التفاعل ضمن المجال القاعدي المتوسط. هذا التفاعل يؤثر على تيسر بعض العناصر الغذائية، وخاصة العناصر الصغرى مثل الحديد والزنك، حيث تميل قابليتها للامتصاص إلى الانخفاض مع ارتفاع درجة التفاعل. كانت الناقلية الكهربائية (EC) منخفضة نسبيًا (2.5 mmos/cm)، وهو ما يشير إلى غياب مشكلة الملوحة وملاءمة التربة لنمو العديد من المحاصيل الحقلية الحساسة للملوحة. تتراوح الكربونات الكلية بين 5–8% والكلس الفعال 3%، وهما مؤشران على تأثر التربة بمادة الأصل الكلسية لكن دون وصول تراكم مفرط. بلغت نسبة المادة العضوية 0.76%، وهي دون المستوى المطلوب لتربة زراعية نشطة (1.5%>)، ما يدل على محدودية النشاط الميكروبي وضعف قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة والعناصر الغذائية. الآزوت الكلي 0.06% منخفض ويعبر عن قدرة محدودة على دعم النمو النباتي، ويجب تعويض ذلك بإضافة السماد العضوي. محتوى البوتاسيوم المتبادل (71 ppm)

مرتفع نسبيًا، في حين أن الفوسفور الكلي منخفض (7 ppm). القيم الميكانيكية تبين سيادة الرمل (65%) مع نسبة سلت مقبولة (25%) ما ينعكس على التهوية الجيدة لكن ضعف الاحتفاظ بالماء.

الأفق Bw (15–35 سم): ترتفع درجة تفاعل التربة (pH) إلى 8.2، وتعكس انتقال تدرجي نحو التفاعل القاعدي الأعلى الذي يسبب تراجع توافر العناصر المغذية للنباتات. ما تزال الناقلية الكهربائية (3 mmos/cm) ضمن الحدود الآمنة زراعيًا، وتدل على غياب مشكلة الملوحة. الكربونات الكلية (10–15%) والكلس الفعال (5%) أعلى من الطبقة السطحية، ما يشير إلى بدء تراكم الكربونات نتيجة عمليات الانتقال العمودي داخل التربة، مما قد يؤدي إلى ظهور طبقة كلسية لاحقًا. انخفضت المادة العضوية إلى 0.5%، مع تراجع الآزوت الكلي إلى 0.03%، هو مؤشر على محدودية النشاط الميكروبي وضرورة التدخل بإضافات عضوية. تنخفض مستويات البوتاسيوم المتبادل (56 ppm)، كما يتراجع الفوسفور الكلي (5 ppm). ما تزال السعة التبادلية (10 meq/100gr) ضعيفة بسبب قوام التربة الرملي وبنية المسام الواسعة.

الأفق Bk (35–53 سم): تبلغ درجة تفاعل التربة (pH) 8.5، ويعد ارتفاعها دلالة على سيطرة الكربونات وازدياد انحلال الكالسيوم والمغنزيوم في العمق. الناقلية الكهربائية (EC) عند 4 mmos/cm، وهو الحد الأعلى للمجال الآمن للمحاصيل المتوسطة التحمل للملوحة. أما الكربونات الكلية (30–45%) والكلس الفعال (15%) مرتفعتان جداً، وتشير إلى تطور واضح للطبقة الكلسية، ما يُخفض الجهوزية الحيوية للعناصر الغذائية الصغرى، ويعيق امتداد الجذور النباتية بفعل التراكم الكتيم للمواد الكلسية. تنخفض المادة العضوية إلى 0.3%، ويكاد الآزوت الكلي يغيب (0.01%)، وتبرز الحاجة الواضحة لإضافة المادة العضوية. البوتاسيوم المتبادل والفوسفور الكلي ينخفضان (31 ppm، 2 ppm تواليًا)، ما يؤدي لمحدودية الخصوبة الطبيعية بهذا العمق. قوام التربة رملي لومي خفيف (75% رمل)، والنسبة العالية للرمل تؤدي إلى فقد أسرع للرطوبة والمغذيات.

الأفق Ck (53–73سم): تشير درجة تفاعل التربة (pH)8.7 إلى تفاعل قاعدي عالي ناتج عن تشبع الطبقة بالكربونات، ما يعوق تيسر غالبية العناصر الغذائية ومعظم العمليات البيوكيماوية المفيدة للنبات. قد تسبب الناقلية الكهربائية (5.5 mmos/cm) تملحاً جزئياً

عند بعض المحاصيل الحساسة. الكربونات الكلية (50–70%) والكلس الفعال (25%) في غاية الارتفاع، وتدل على طبقة صماء كلسية تحد من الجذور بشدة. المحتوى من المادة العضوية والآزوت والعناصر القابلة للاستفادة كان معدوماً.

الجدول رقم (1) يوضح استمارة وصف قطاع التربة وبعض الخصائص التربة الأساسية لمقطع التربة الأول

استمارة وصف قطاع التربة الأول															
اسم المحافظة	ريف دمشق	الارتفاع عن سطح البحر	1250		رقم القطاع	1									
اسم المنطقة	دير عطية	المناخ	جاف		مادة الأصل	كلسية									
الموقع	جنوب دير عطية	نوع التربة			طبوغرافية الأرض	متموجة									يوجد حجارة على السطح بنسبة 20%
الاحداثيات	-				الري والصرف	بعلية									
					استعمالات الأراضي	مراعي									

الأفق	العمق CM	اللون	القوام	البناء	الجذور	ثوابت التربة		الأكاسيد والتبقعات	المسامية	النفاذية	الصرف	الطبقات الصماء	الكربونات	الرطوبة	الملاحظات
						التماسك	ملمس التربة								
A	15 – 0	10YR 7/4	SL	GR	+	Lo	NST	لم تلاحظ	%20	جيدة	جيدة	لم تلاحظ	MO	جاف	مظهر مفتت، لا تكلسات أو بقع لونية
Bw	35 –15	10YR 6/4	SL	AS	–	So	NST	لم تلاحظ	%15	متوسطة	متوسط	لم تلاحظ	ST	جاف	بدء تطور بنية داخلية، تغير لوني خفيف
Bk	53 –35	10YR 7/6	LS	M.A	–	SHA	NST	بقع بيضاء، تكلسات	%10	ضعيفة	ضعيف	لم تلاحظ	EX	جاف	تراكم للكربونات، تجاويف كلسية
Ck	73 -53	مادة أصلية متفتتة جزئياً، مشبعة بالكربونات، لا جذور أو نشاط بيولوجي، لا بقع لونية أو تراكمات ثانوية. غنية جداً بالحصى والحجارة الكلسية (35%<).													

الأفق	العمق CM	عجينة مشبعة		gr/100 gr				ppm		meq/100 gr		التحليل الميكانيكي %				
		pH	EC mmos/cm	الكربونات الكلية	كلس فعال	مادة عضوية	آزوت كلي	بوتاسيوم متبادل	فوسفور كلي	صوديوم متبادل	سعة تبادلية	رمل	سلت	طين	القوام

Sandy loam	10	25	65	13	0.6	7	71	0.06	0.76	3	5–8	2.5	7.8	15 −0	A
Sandy loam	10	20	70	10	0.8	5	56	0.03	0.5	5	10–15	3	8.2	35−15	Bw
Loamy sand	10	15	75	7	0.9	2	31	0.01	0.3	15	30–45	4	8.5	53−35	Bk
skeletal Sandy	5	10	85					–	–	25	50–70	5.5	8.7	73−53	Ck

قطاع التربة الثاني

يقع قطاع التربة الثاني على ارتفاع 1256 متر فوق سطح البحر في منطقة ذات مناخ جاف. طبوغرافية أرض متموجة ذات أصل كلسي. أما استعمالات الأراضي فكانت كمراعي.

الوصف المورفولوجي:

الأفق A (0–18 سم): اللون بني مصفر (10YR 6/4)، القوام رملي لومي (Sandy loam)، البناء حُبيبي ضعيف (Weak granular structure)، والتماسك متوسط. الملمس متوسط وجاف نسبياً، المسامية مرتفعة، وانتشار الجذور جيد (حوالي 25% من حجم الأفق) ما يعكس نشاطًا بيولوجيًا سطحيًا واضحًا. لم تُلاحظ تكلسات كربونية أو بقع لونية مميزة. حالة الانتقال إلى الأفق السفلي واضحة ومباشرة.

الأفق Bw (18–37سم): يميل لون هذا الأفق إلى البنّي الداكن بعض الشيء (10YR 6/3)، أما القوام فهو رملي لومي (Sandy loam)، البناء كتلي تحت زاوي (Subangular blocky) متوسط الحجم. التماسك متوسط، والمسامية متوسطة. تقل الجذور بشكل ملحوظ (أقل من 5%)، والرطوبة منخفضة نسبيًا. تظهر بداية تطور بنية داخلية مع تغير لوني طفيف عن الأفق السطحي، ولا توجد تكلسات ظاهرة. الانتقال إلى الأفق التالي تدريجي وواضح.

الأفق Bk1 (37–53 سم): يميل لون هذا الأفق إلى البني الفاتح (10YR 7/4)، ويتميز بقوام رملي إسفنجي (Sandy skeletal)، البناء كتلي متوسط الزوايا (Medium angular blocky)، التماسك ضعيف جدًا، والمسامات قليلة. لا توجد جذور أو أي نشاط حيوي يُذكر. تظهر بقع بيضاء وتكلسات كربونية واضحة مع تجاويف كلسية تشكل نحو 20–30% من الأفق. حالة الرطوبة جافة. الانتقال إلى الأفق Bk2 تدريجي.

الأفق Bk2 (53–65 سم): لون هذا الأفق رمادي مصفر فاتح (10YR 8/3)، لم يتبدل القوام عن الأفق السابق، قوام رملي إسفنجي (Sandy skeletal)، البناء كتلي متوسط الزوايا. التماسك ضعيف جدًا، مع انتشار بقع بيضاء وتكلسات كربونية واضحة تغطي نحو 30 من مساحة الأفق. لا توجد جذور أو مظاهر نشاط حيوي. الرطوبة جافة جدًا، وحالة الانتقال إلى الأفق Ck واضحة ومباشرة.

الأفق Ck (65–85 سم): مادة أصلية متفتتة جزئياً، غنية بالحصى والحجارة الكلسية (Sandy skeletal)، البناء ضعيف جدًا إلى متفتت. التماسك ضعيف للغاية، والمسامية منخفضة. تسود الكربونات على شكل حشوات وتغليفات سطحية منتشرة في نحو 50% من الأفق. لا يوجد نشاط حيوي واضح.

الخواص الفيزيائية والكيميائية:

الأفق A (0–18 سم): سجلت درجة تفاعل التربة (pH) 7.9، وهو في الحد الأعلى للنطاق المحايد حيث تتيسر معظم العناصر الغذائية، باستثناء بعض العناصر الصغرى مثل الحديد والزنك والفوسفور؛ إذ يبدأ تيسرها بالتراجع تدريجياً عند هذه القيم. بلغت الناقلية الكهربائية (2.2 mmos/cm)، ما يدل على غياب مشكلة ملوحة. كانت الكربونات الكلية 7% والكلس الفعال 3%، وهما نسبتان معقولتان في ترية كلسية جافة، ولا تشكّلان عائقًا كبيرًا أمام نمو الجذور. تعتبر المادة العضوية 0.8% ضعيفة، وهو أمر شائع في المراعي البعلية الجافة ويحدّ من النشاط الميكروبي وديناميكية العناصر الغذائية. الآزوت الكلي 0.06% محدود، البوتاسيوم المتبادل (71 ppm) مرتفع نسبياً، والفوسفور الكلي (7 ppm) منخفض. السعة التبادلية الكاتيونية (9 meq/100g) محدودة نتيجة التركيب الرملي وانخفاض المادة العضوية. يوفر هذا الأفق خصائص فيزيائية جيدة من حيث التهوية والنفاذية، إلا أن محدودية المادة العضوية والآزوت والفوسفور تعكس خصوبة منخفضة تستوجب دعماً بسماد عضوي أو معدني لتعزيز القدرة الإنتاجية. القيم المرتفعة نوعاً ما لدرجة تفاعل التربة تعمل على تقليل الجاهزية الحيوية للعناصر الصغرى، تستدعي مراقبتها وتحسينها بحسب المحصول المستهدف.

الأفق Bw (18–37سم): من الناحية الكيميائية، كانت درجة تفاعل التربة (pH)8.1، مما يعني تيسر العناصر تتيسر معظم العناصر الغذائية ، لكن نشاط الفوسفور والعناصر الدقيقة يتأثر سلباً. سُجل محتوى من الكربونات الكلية 12%، الكلس الفعال 5%، مما يدل على بدء تراكم الكربونات. بقي محتوى التربة من المادة العضوية منخفض جداً 0.4% ويشير إلى تراجع النشاط البيولوجي مع العمق. من ناحية أخرى بقيت الناقلية الكهربائية (2.8 mmos/cm) آمنة بالنسبة للنبات. أما المحتوى من الآزوت الكلي (0.03%) والبوتاسيوم المتبادل (56 ppm) والفوسفور الكلي (5 ppm) فهو منخفض جداً. كذلك السعة التبادلية الكاتيونية (11 meq/100g) منخفضة ولكن أعلى من الأفق السابق.

الأفق Bk1 (37–53 سم): كانت درجة تفاعل التربة (pH)8.4 قاعدية بشكل واضح، مما يحد من تيسر العديد من العناصر الغذائية الصغرى. المحتوى العالي من الكربونات الكلية 35%، والكلس الفعال 15%، يعكس تطور أفق كلسي كثيف (Calcic horizon)، والذي يعيق الامتداد العمودي للجذور وحركة الماء. كانت المحتوى من المادة العضوية (0.2%) والآزوت الكلي (0.01%) ضعيف جداً. أما البوتاسيوم المتبادل (31 ppm) والفوسفور الكلي (2 ppm) في الحدود الدنيا. السعة التبادلية 14 meq/100g أعلى نسبياً، حيث مع زيادة العمق، ينخفض محتوى الطين مما يقلل عادةً من CEC إذا كان الطين هو المصدر الرئيسي. ومع ذلك، إذا ارتفعت البنية الكلسية في الطبقات العميقة، يظهر CEC مرتفعًا بسبب الاستخلاص الزائد للكالسيوم، رغم انخفاض نسبة الطين. هذا التناقض شائع في الترب الكلسية حيث تتراكم الكربونات في الأعماق. من ناحية أخرى في الترب الكلسية ذات الـpH > 7.3، تقيس الطريقة الاعتيادية لـCEC الكالسيوم المُستخلص من كربونات الكالسيوم، الذي لا يرتبط بمواقع التبادل السلبية الحقيقية. هذا يؤدي إلى تضخيم قيمة CEC دون زيادة حقيقية في قدرة التربة على الاحتفاظ بالكاتيونات[34,12].

الأفق Bk2 (53–65 سم): تميل درجة تفاعل التربة 8.6 (pH) إلى القاعدية مرتفعة. كان المحتوى من الكربونات الكلية 52%، والكلس الفعال 25% عالي جداً تميل لتشكيل

طبقة كلسية كثيفة جداً (Petrocalcic horizon). تكاد تكون المادة العضوية والعناصر الغذائية القابلة للامتصاص معدومة.

الأفق Ck (65–85 سم): كانت درجة تفاعل التربة (pH) 8.8. كما سجلت الكربونات الكلية 68% نسبة مرتفعة للغاية، دلالة على مادة أصل كلسية بشكل شبه نقي، ومحدودية شديدة في أي مغذيات أو ماء متوفر للنبات ضمن هذا العمق. هذه الطبقة لا تقدّم أية قيمة زراعية مباشرة وتُعد منطقة شبه ميتة جذرياً وغذائياً، كما تشكّل مخزوناً كلسياً يحدّد خصائص الآفاق العلوية عبر تراكم الكربونات بفعل الغسيل الصاعد والمناخ الجاف.

الجدول رقم (2) يوضح استمارة وصف قطاع التربة وبعض الخصائص التربة الأساسية لمقطع التربة الثاني

استمارة وصف قطاع التربة الثاني														
اسم المحافظة	ريف دمشق	**الارتفاع عن سطح البحر**	1256		**رقم القطاع**	**2**								
اسم المنطقة	دير عطية	**المناخ**	جاف		**مادة الأصل**	كلسية								
الموقع	جنوب دير عطية	**نوع التربة**			**طبوغرافية الأرض**	متموجة								
الاحداثيات	-				**الري والصرف**	بعلية								
					استعمالات الأراضي	مراعي								
الأفق	**العمق CM**	**اللون**	**القوام**	**البناء**	**الجذور**	**ثوابت التربة**		**الأكاسيد والتبقعات**	**المسامية**	**النفاذية**	**الصرف**	**الطبقات الصماء**	**الكربونات**	**الرطوبة**	**الملاحظات**
						التماسك	**ملمس التربة**								
A	18 – 0	10YR 6/4	SL	WGR	+	Lo	NST	لم تلاحظ	%20	جيدة	جيدة	لم تلاحظ	MO	جاف	مظهر مفتت، لا تكلسات أو بقع لونية
Bw	37 – 18	10YR 6/3	SL	AS	–	So	NST	لم تلاحظ	%15	متوسطة	متوسط	لم تلاحظ	ST	جاف	تطور بنية داخلية، تغير لوني خفيف
Bk1	53 – 37	10YR 7/4	SS	M.A	–	SHA	NST	بقع بيضاء، تكلسات	أقل من %10	ضعيفة	ضعيف	لم تلاحظ	EX	جاف	تراكم للكربونات، تجاويف كلسية
Bk2	65 -53	10YR 8/3	SS	M.A	–	SHA	NST	بقع بيضاء، تكلسات	أقل من %10	ضعيفة	ضعيف	لم تلاحظ	EX	جاف	زيادة في الكربونات وحصى متماسكة
Ck	85 -65	مادة أصلية متفتتة جزئياً، مشبعة بالكربونات، لا جذور أو نشاط بيولوجي، لا بقع لونية أو تراكمات ثانوية. غنية جداً بالحصى والحجارة الكلسية .													

الأفق		**عجينة مشبعة**	**gr/100 gr**	**ppm**	**meq/100 gr**	**التحليل الميكانيكي %**

القوام	طين	سلت	رمل	سعة تبادلية	صوديوم متبادل	فوسفور كلي	بوتاسيوم متبادل	آزوت كلي	مادة عضوية	كلس فعال	الكربونات الكلية	EC mmos/cm	pH	العمق CM	
Sandy loam	12	26	62	9	0.8	7	71	0.06	0.8	3	7	22.	7.9	18 −0	A
Sandy loam	10	22	68	11	1.3	5	56	0.03	0.4	5	12	2.8	8.1	37−18	Bw
Loamy sand	10	18	72	14	2.2	2	31	0.01	0.2	15	35	3.8	8.4	53−37	Bk1
Loamy sand	6	14	80	14	3.3	–	–	–	–	25	52	4.7	8.6	65−53	Bk2
Sandy skeletal	5	10	85	–	–	–	–	–	–		68	5.8	8.8	85−65	Ck

قطاع التربة الثالث

يقع مقطع على ارتفاع 1263 متر فوق سطح البحر. المناخ السائد جاف، وأصل التربة كلسي، مع طبوغرافية أرض متموجة. نظام الري بعلي، واستعمالات الأراضي للمراعي.

الوصف المورفولوجي:

الأفقA (0–10 سم): أفق سطحي مفكك بلون بني مصفر (10YR 6/4)، القوام رملي لومي، البناء حبيبي (Granular)، التماسك متوسط، الملمس متوسط. انتشار الجذور قليل (حوالي 10–15% من حجم الأفق) مع نشاط بيولوجي ضعيف. المسامية متوسطة إلى مرتفعة، ولا توجد تكلسات كربونية أو بقع لونية مميزة. الانتقال إلى الأفق السفلي واضح ومباشر.

الأفقBw (10–45 سم): يبدأ في هذا الأفق تطور بنية ضعيفة غير منتظمة ويتحول البناء لبناء كتلي تحت زاوي (Subangular blocky). بينما أصبح اللون داكن بعض الشيء مقارنة بالأفق السابق (10YR 6/3)، بقي القوام رملي لومي. التماسك متوسط، والمسامية متوسطة، مع وجود بعض الحصى الكبيرة (5–10% من الحجم الكلي) وتجانس لوني جيد. الجذور نادرة جدًا، والرطوبة منخفضة. الانتقال إلى الأفق التالي تدريجي وواضح.

الأفق Bk (45–60 سم): اللون بني فاتح (10YR 7/4). حافظ هذا الأفق على قوام رملي لومي. وتحول البناء إلى كتلي متوسط الزوايا. التماسك ضعيف جدًا، مع انخفاض في المسامية. تظهر بقع بيضاء وتكلسات كربونية واضحة على نحو 20–30% من مساحة الأفق، مع ترسيب كربونات الكالسيوم وتواجد حصى أكبر حجمًا. لا توجد جذور أو نشاط بيولوجي ملحوظ، والرطوبة جافة جدًا. الانتقال إلى الأفق Ck مباشر.

الأفق Ck (60–85 سم): عبارة عن مادة أصلية كلسية متفتتة جزئيًا ذات قوام رملي هيكلي (Sandy skeletal). اللون بني باهت مائل إلى الصفار. التماسك ضعيف وغني جدًا بالحصى والحجارة >35%. تسود تراكمات الكربونات على شكل حشوات بيضاء وتغليفات حبيبية منتشرة في نحو 40–50% من الأفق. لا تواجد للجذور أو للنشاط البيولوجي.

الخواص الفيزيائية والكيميائية:

الأفقA (0–10 سم): تقع درجة تفاعل التربة(pH) 7.9 ضمن المجال المحايد إلى القاعدي الضعيف، مما يشجع على تيسر معظم عناصر المغذيات الرئيسية مع انخفاض تيسر بعض العناصر الصغرى عند الحد الأعلى. الناقلية الكهربائية (EC) 2.3 mmos/cm ملائمة زراعيًا ولا تسبّب مشكلة ملوحة. محتوى الكربونات الكلية 8.7% والكلس الفعال 2.7% على التوالي، وهذا ما يعكس تأثرًا بالمادة الأصل الكلسية دون تشكل معوّقات ظاهرة للنمو. من جهة أخرى محتوى المادة العضوية كان ضعيفاً (0.9%) وكذلك الآزوت الكلي (0.06%)، مما يحد من النشاط الميكروبي. يشير محتوى التربة من كل من البوتاسيوم المتبادل (76 ppm) والفوسفور الكلي (8 ppm) إلى خصوبة متوسطة، فيما السعة التبادلية الكاتيونية (15 meq/100g) منخفضة ولكن متناسبة ومقبولة لهذا القوام. تستدعي محدودية المادة العضوية تحسين التسميد العضوي لرفع النشاط البيولوجي. لهذا الأفق قابلية جيدة لنمو العشب والنباتات الرعوية طويلة الجذور في ظل توافر الأمطار.

الأفقBw (10–45 سم): تدل درجة تفاعل التربة (pH) 8.1 على ميل أكبر للتفاعل القاعدي، مع أثر سلبي على تيسر الفوسفور والعناصر الصغرى. تزايد محتوى التربة من الكربونات الكلية 13.6% والكلس الفعال 4.5%، يُشير للتدرج نحو أفق كلسي حقيقي. محتوى المادة العضوية منخفض 0.6 %، ومحتوى الآزوت الكلي محدود جدًا 0.03%. انخفض محتوى البوتاسيوم المتبادل إلى 51 ppm، والفوسفور الكلي إلى 5. ppm انخفضت سعة التبادل الكاتيوني إلى 12 meq/100g، مما يعكس تراجع تدريجي في جاهزية العناصر الحيوية وخصوبة التربة مع العمق. يعزز القوام الرملي اللومي التصريف

السريع للماء ويقلل الاحتفاظ بالعناصر. يمثّل هذا الأفق طبقة انتقالية مرتبطة بتراكم الكربونات ونضوب المادة العضوية بحكم جفاف المناخ وغياب التجديد النباتي.

الأفق Bk (45–60 سم): ارتفعت درجة تفاعل التربة (pH) 8.4، ما يقلل من تيسر الفوسفور والعناصر الصغرى. لمحتوى التربة من الكربونات الكلية 49% والكلس الفعال 7.2%، دلالة مميزة لأفق كلسي مكتمل، يعتبر حاجزًا أمام الجذور وانتقال الماء والعناصر من الأسفل للأعلى. المادة العضوية شبه معدومة 0.3% وكذلك الآزوت الكلي 0.01%. استمر انخفاض البوتاسيوم المتبادل والفوسفور الكلي بدءاً من الآفاق العليا. انخفضت السعة التبادلية إلى 7meq/100g نتيجة القوام الرملي وغياب المواد الغروية. يشكل الأفق عائق ميكانيكي وكيميائي للجذورو مع خطر تطور أفق صلب مع الزمن إذا استمر تراكم الكربونات.

الأفق Ck (60–85سم): سجلت درجة تفاعل التربة (pH) 8.7 تفاعل قاعدي مرتفع، ومحتوى عالي جداً من الكربونات الكلية 55%. كما سجل غياب شبه كامل للعناصر العضوية أو الغذائية، القوام رملي مع عجز التربة الكامل عن الاحتفاظ بالرطوبة أو العناصر، وكذلك في توفير بيئة ملائمة لأي نشاط بيولوجي. لا يساهم الأفق فعليا في تغذية النبات، ويحد من عمق منطقة الجذور الفعالة، ويزود الآفاق العليا بالكربونات عند الغسيل الرأسي للماء.

الجدول رقم (3) يوضح استمارة وصف قطاع التربة وبعض الخصائص التربة الأساسية لمقطع التربة الثالث

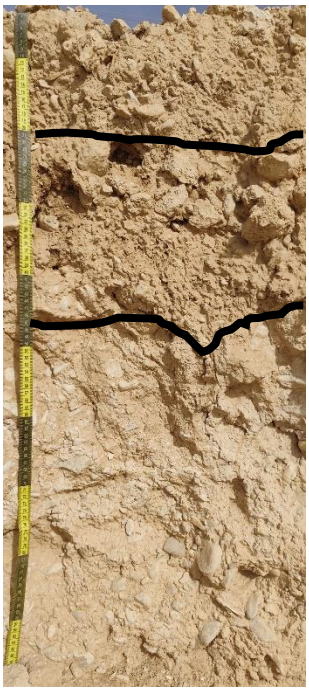
استمارة وصف قطاع التربة الثالث															
اسم المحافظة	ريف دمشق	الارتفاع عن سطح البحر		1263		رقم القطاع	3								
اسم المنطقة	دير عطية	المناخ		جاف		مادة الأصل	كلسية								
الموقع	جنوب دير عطية	نوع التربة				طبوغرافية الأرض	متموجة								
الاحداثيات	-					الري والصرف	بعلية								
						استعمالات الأراضي	مراعي								

الأفق	العمق CM	اللون	القوام	البناء	الجذور	ثوابت التربة		الأكاسيد والتبقعات	المسامية	النفاذية	الصرف	الطبقات الصماء	الكربونات	الرطوبة	الملاحظات
						التماسك	ملمس التربة								
A	10 – 0	10YR 6/4	SL	GR	–	Lo	NST	لم تلاحظ	%15	جيدة	جيدة	لم تلاحظ	MO	جاف	أفق سطحي مفكك جاف قليل الجذور
Bw	45 –10	10YR 6/3	SL	AS	_	So	NST	لم تلاحظ	%10	متوسطة	متوسط	لم تلاحظ	ST	جاف	بدء تطور بنية ضعيفة غير منتظمة. تجانس لوني ووجود حصى كبيرة
Bk	60 –45	10YR 7/4	LS	M.A	–	SHA	NST	بقع بيضاء، تكلسات	أقل من %10	ضعيفة	ضعيف	لم تلاحظ	EX	جاف	ترسيب للكربونات، حجارة أكبر حجماً
Ck	85 -60	مادة أصلية متفتتة جزئياً، مشبعة بالكربونات، لا جذور أو نشاط بيولوجي، لا بقع لونية أو تراكمات ثانوية. غنية جداً بالحصى والحجارة الكلسية (>35%).													

الأفق	العمق CM	عجينة مشبعة		gr/100 gr					ppm		meq/100 gr		التحليل الميكانيكي %			
		pH	EC mmos/cm	الكربونات الكلية	كلس فعال	مادة عضوية	آزوت كلي	بوتاسيوم متبادل	فوسفور كلي	صوديوم متبادل	سعة تبادلية	رمل	سلت	طين	القوام
A	10 –0	7.9	2.3	8.7	2.7	0.9	0.06	76	8	10	15	61	28	11	Sandy loam
Bw	45–10	8.1	2.7	13.6	4.5	0.6	0.03	51	5	14	12	68	23	9	Sandy loam
Bk	60–45	8.4	4	49	7.2	0.3	0.01	28	3	0.9	7	74	18	8	Loamy sand
Ck	85–60	8.7	4.8	55	–	–	–	–	–	–	–	85	10	5	skeletal Sandy

قطاع التربة الرابع

يقع القطاع المدروس على ارتفاع يقارب 1271 متر فوق سطح البحر. يؤدي ندرة الأمطار وارتفاع الحرارة خلال فصل الصيف، إلى شدة عمليات التبخر وسيادة الميزان المائي السلبي. أما الطبوغرافيا فهي منبسطة إلى متموجة خفيفة، والمادة الأصلية للتربة رسوبية كلسية، وهو ما يظهر بوضوح في المقطع من خلال وجود كتل وحصى كلسية متفاوتة الحجم.



الوصف المورفولوجي:

الأفق A (0–20 سم): يمثل هذا الأفق الطبقة السطحية للتربة. لونه بني فاتح (10YR 7/4) مع قوام رملي لومي. البناء حُبيبي ضعيف (Weak granular structure)، التماسك متوسط، والمسامية مرتفعة نسبيًا. انتشار الجذور محدود (10–15% الأفق) مع نشاط بيولوجي ضعيف. يتميز القوام بتهوية جيدة، لكنه يحد من الاحتفاظ بالرطوبة والعناصر الغذائية. لا توجد تكلسات كربونية، والرطوبة سطحية وجافة نوعًا ما. الانتقال إلى الأفق التالي واضح ومباشر.

الأفق Bk (20–45 سم): يمثل هذا الأفق الطبقة تحت السطحية حيث يبدأ تراكم كربونات الكالسيوم بشكل واضح، وهو ما يمنحه الرمز "Bk". يظهر بلون بني مصفر (YR 107/6) مع قوام رملي لومي خشن. البناء كتلي تحت زاوي متوسط الحجم (Medium subangular blocky)، التماسك ضعيف إلى متوسط، والمسامية متوسطة. تظهر عيون كلسية بيضاء بأقطار تتراوح بين 0.5–1 سم موزعة في الكتلة الترابية وتشكل نحو 20–30% من حجم الأفق. لا تُلاحظ جذور أو نشاط ميكروبي واضح، والرطوبة منخفضة. الانتقال إلى الأفق Ck تدريجي وواضح.

الأفق Ck (45–80سم): يمثل هذا الأفق مادة الأصل الكلسية غير المتأثرة بعمليات التربة، وغني بالحصى والحجارة >40% التي تعيق الامتداد الجذري. اللون أصفر باهت (10YR 8/2) والقوام رملي هيكلي ضعيف جدًا. الكربونات منتشرة على شكل تغليفات

وحشوات في نحو 40–50% من مساحة الأفق. غياب الجذور والنشاط الميكروبي دليل أن هذا الأفق لا يلعب دورًا مباشرًا في الإنتاج الزراعي.

الخواص الفيزيائية والكيميائية:

الأفق A (0–20 سم): تقع درجة التفاعل pH ضمن المجال القاعدي المعتدل. هذا التفاعل القاعدي يؤثر سلبًا على جاهزية العناصر الصغرى نتيجة ترسيبها بشكل كربونات أو أوكسيدات، وبالتالي يحد من تيسرها للنباتات. تميز الأفق بناقلية كهربائية (2.2 mmos/cm) منخفضة، وهو ما يشير إلى خلو الأفق السطحي من مشكلة الملوحة. كان محتوى هذا الأفق من المادة العضوية (0.9%) منخفض جدًا، ما يعني أن النشاط الميكروبي ضعيف والقدرة على تحسين بنية التربة محدودة. يعكس الآزوت الكلي (0.07%) أيضًا قدرة محدودة التربة على دعم النمو النباتي. الكربونات الكلية (6%) والكلس الفعال (3%) موجودة لكن بتركيز منخفض نسبيًا، مما يوضح أن هذا الأفق لم يشهد بعد تراكمًا كبيرًا للكربونات. محتوى الفوسفور المتاح (9 ppm) منخفض، ويحد من إنتاجية المحاصيل الحساسة للفوسفور، بينما البوتاسيوم المتبادل (85 ppm) يقع ضمن المجال المقبول. يمثل الأفق طبقة سطحية ضعيفة الخصوبة قابلة للإدارة الزراعية إذا أُضيفت لها مصادر عضوية.

الأفق Bk (20–45 سم): اتجهت درجة التفاعل (8.3 pH) لتصبح أكثر قلوية من الأفق السطحي، ما يعكس سيطرة أكبر للكربونات. يفاقم ارتفاع الـ pH مشكلة تثبيت العناصر الصغرى، كما يحد من تيسر الفوسفور نتيجة ترسيبه مع الكالسيوم. بقيت الناقلية الكهربائية (3.6 mmos/cm) في الحد الأعلى المقبول للمحاصيل متوسطة التحمل للملوحة، وتؤشر على تراكم الأملاح في العمق نتيجة حركة المياه نحو الأسفل ثم تبخرها. انخفض المحتوى من المادة العضوية (0.4%) والآزوت الكلي (0.03%) بشكل كبير جدًا، مما يفسر شبه غياب النشاط الحيوي (انعدام الجذور والكائنات الدقيقة). ارتفع محتوى الأفق من الكربونات الكلية (25%) والكلس الفعال (12%)، مما يدل على نشوء عملية تكلس متقدمة نسبيًا. يعد الفوسفور المتاح (4 ppm) شديد الانخفاض، والبوتاسيوم المتبادل (52 ppm) محدود. هذه الخصائص تجعل الأفق Bk غير ملائم بيولوجيًا ويشكل عائقًا أمام تطور الجذور.

الأفق Ck (45–80 سم): ترتفع درجة التفاعل pH إلى 8.6، وهو مستوى قاعدي عالٍ يعيق امتصاص معظم العناصر. تعكس الناقلية الكهربائية (5.1 mmos/cm) ملوحة متوسطة قد تسبب مشاكل للنباتات الحساسة. ارتفع المحتوى من الكربونات الكلية (55%) والكلس الفعال (25%) بشكل كبير جدًا، ما يوضح أن الطبقة كلسية شبه صماء. يجعل

غياب المادة العضوية والآزوت تقريبًا هذا الأفق غير منتج زراعيًا. كما انخفضت مستويات الفوسفور المتاح (2 ppm) والبوتاسيوم المتبادل (30 ppm) بشكل كبير.

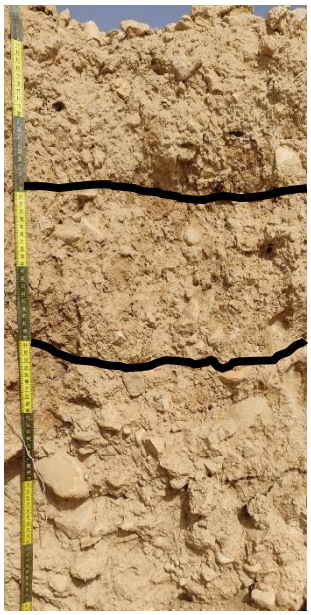
الجدول رقم (4) يوضح استمارة وصف قطاع التربة وبعض الخصائص التربة الأساسية لمقطع التربة الرابع

استمارة وصف قطاع التربة الرابع														
اسم المحافظة	ريف دمشق	**الارتفاع عن سطح البحر**	1271		**رقم القطاع**	**4**		يوجد حجارة على السطح بنسبة 20%						
اسم المنطقة	دير عطية	**المناخ**	جاف		**مادة الأصل**	كلسية								
الموقع	جنوب دير عطية	**نوع التربة**			**طبوغرافية الأرض**	متموجة								
الاحداثيات	-				**الري والصرف**	بعلية								
					استعمالات الأراضي	مراعي								
الأفق	**العمق CM**	**اللون**	**القوام**	**البناء**	**الجذور**	**ثوابت التربة**		**الأكاسيد والتبقعات**	**المسامية**	**النفاذية**	**الصرف**	**الطبقات الصماء**	**الكربونات**	**الرطوبة**	**الملاحظات**
						التماسك	**ملمس التربة**								
A	20 – 0	10YR 7/4	SL	WGR	+	Lo	NST	لم تلاحظ	%15	جيدة	جيدة	لم تلاحظ	MO	جاف	مظهر مفتت، لا تكلسات أو بقع لونية
Bk	45 –20	10YR 7/6	LS	AS	–	So	NST	لم تلاحظ	%10	متوسطة	متوسط	لم تلاحظ	ST	جاف	وجود عقد كلسية بيضاء موزعة في الكتلة الترابية ، تغير لوني خفيف
Ck	80 –45	10YR 8/2	الطبقة شبه صماء كلسية. مادة أصلية متفتتة جزئياً، مشبعة بالكربونات، لا جذور أو نشاط بيولوجي، لا بقع لونية أو تراكمات ثانوية. غنية بالحصى والحجارة الكلسية (40%<) .												قوام رملي هيكلي و بناء كتلي ضعيف غير متماسك

التحليل الميكانيكي %				**meq/100 gr**		**ppm**		**gr/100 gr**				**عجينة مشبعة**		**العمق CM**	**الأفق**
القوام	**طين**	**سلت**	**رمل**	**سعة تبادلية**	**صوديوم متبادل**	**فوسفور كلي**	**بوتاسيوم متبادل**	**آزوت كلي**	**مادة عضوية**	**كلس فعال**	**الكربونات الكلية**	**EC mmos/cm**	**pH**		
Sandy loam	11	26	63	14	0.6	9	85	0.07	0.9	3	6	22.	7.9	20–0	A
Sandy loam	10	15	75	11	0.8	4	52	0.03	0.4	12	25	3.6	8.3	45–20	Bw
skeletal Sandy	5	12	83	–	–	2	30	0.01	0.1	25	55	5.1	8.6	80–45	Ck

قطاع التربة الخامس

يتوضع في منطقة منبسطة إلى متموجة خفيفة على ارتفاع 1282م عن سطح البحر. مادة الأصل رسوبية كلسية. الغطاء النباتي فقير جدًا ويقتصر على شجيرات متفرقة، الأمر الذي يعكس محدودية الإضافة العضوية وضعف النشاط البيولوجي في التربة. يُظهر القطاع ثلاثة آفاق رئيسية، تبرز فيها بوضوح مظاهر التكلس.



الوصف المورفولوجي:

الأفق A (0–30 سم): أفق سطحي بلون بني فاتح (10YR 7/4)، مع قوام رملي لومي. البناء حُبيبي ضعيف (Weak granular structure)، التماسك متوسط، والمسامية مرتفعة نسبيًا (حوالي 40%). انتشار الجذور محدود (10–15% من حجم الأفق) ذات قطر يصل 3ملم مع نشاط بيولوجي ضعيف. يتميز القوام بتهوية جيدة، مما يعزز تهوية الوسط الجذري، لكنه يحد من الاحتفاظ بالرطوبة والعناصر الغذائية. لم تُلاحظ أي تكلسات كربونية، والرطوبة سطحية وجافة نسبيًا. حدود الانتقال إلى الأفق التالي واضحة.

الأفق Bk (30–55 سم): تبدأ في هذا الأفق مظاهر التكلس بالظهور بشكل واضح. اللون بني مصفر أفتح قليلًا (10YR 7/6) والقوام رملي لومي خشن، البنية كتلية تحت زاوي متوسطة، ونسبة الحصى تزداد لتصل إلى 15–20%. على حواف الكتل يمكن ملاحظة طبقة بيضاء رقيقة أو عيون كلسية بأقطار تتراوح بين 0.5–1 سم موزعة بمعدل 20–30% من حجم الأفق، وهو ما يعد مؤشرًا على عملية التكلس (Calcification) السائدة في المناطق الجافة. لا توجد جذور أو نشاط ميكروبي ظاهر، والرطوبة منخفضة إلى جافة. حدود الانتقال نحو الأفق Ck تدريجية وواضحة.

الأفق Ck (55–90 سم): يمثل المادة الأصلية الكلسية شبه الصماء. اللون أصفر باهت (10YR 8/2). القوام رملي هيكلي مع نسبة عالية من الحصى والحجارة الكلسية

التي تتجاوز 35–40%. التربة ضعيفة التماسك، وجذور النباتات غائبة بالكامل، ما يعني أن هذه الطبقة لا تُسهم في النشاط البيولوجي أو الخصوبة بشكل فعّال.

الخواص الفيزيائية والكيميائية:

الأفق A (0–30 سم): تبلغ درجة تفاعل التربة pH في هذا الأفق حوالي 7.9، وهو ما يشير إلى وسط قاعدي معتدل يعود لوجود الكربونات، لكنه ما يزال يسمح للنباتات بالنمو النسبي. تقدر الناقلية الكهربائية EC بـ 2.1 mmos/cm، وهو مستوى غير مقيّد للمحاصيل المتحملة، لكنه قد يسبب إجهاداً للنباتات الحساسة. لا تتجاوز المادة العضوية 1.1%، وهي منخفضة جدًا بسبب المناخ الجاف وقلة الإضافات العضوية. يعد الآزوت الكلي 0.09%، ضئيلاً مقارنةً بالاحتياجات الزراعية، ما يفسر النمو المحدود للنباتات في هذه التربة. لا يتجاوز الفوسفور المتاح 11 ppm، وهو منخفض نسبيًا وقد يتأثر بتثبيته في شكل فوسفات الكالسيوم. كان محتوى البوتاسيوم المتبادل 95 ppm، وهي قيمة مقبولة لكن ليست عالية. تعكس الكربونات الكلية حوالي 8%، والكلس الفعال بحدود 4%، بداية تراكمات كلسية سطحية خفيفة.

الأفق Bk (30–55سم): تصل درجة تفاعل التربة pH إلى 8.3 وهي قاعدية مرتفعة تحد من ذوبان بعض العناصر الصغرى. كما ترتفع الناقلية الكهربائية EC إلى 3.9 mmos/cm، مما يشير إلى تراكم الأملاح مع العمق نتيجة تبخر المياه وغياب الغسل العميق. لا تتجاوز المادة العضوية 0.4%، وهي قيمة شبه معدومة، تعكس ضعف النشاط البيولوجي وغياب الجذور تقريبًا. في حين ينخفض الآزوت الكلي إلى 0.03%، وهو مستوى غير كافٍ إطلاقًا لدعم أي نشاط نباتي. لا يتعدى الفوسفور المتاح 5 ppm، وقد يكون معظم الفوسفور مثبتًا مع الكالسيوم. أما محتوى البوتاسيوم المتبادل يبلغ حوالي 55 ppm، وهو منخفض لا يكفي لاحتياجات المحاصيل. ترتفع الكربونات الكلية إلى 30%، والكلس الفعال إلى 15%، وهذا يؤكد أن هذا الأفق يمثل منطقة تراكم كلسي واضحة. يشكل هذا الأفق طبقة شبه مقيدة من الناحية الزراعية، حيث تراكم الكربونات يرفع قاعدية التربة ويحد من امتصاص العناصر الغذائية، كما أن ارتفاع الملوحة يشكل عائقًا إضافيًا.

الأفق Ck(55–90 سم): ترتفع درجة تفاعل التربة pH هنا إلى 8.7، ما يعكس سيادة الكربونات الكلسية. الناقلية الكهربائيةEC 5.6 mmos/cm، وهو مستوى ملوحة عالٍ نسبيًا. من الناحية الخصوبية فالمادة العضوية شبه معدومة (0.1%) والآزوت الكلي لا يزيد عن 0.01%. ويبلغ الفوسفور المتاح 2 ppm، وهي قيمة متدنية جدًا، تقارب حالة العدم.

تتجاوز الكربونات الكلية 60%، والكلس الفعّال حوالي 28%، مما يجعل هذا الأفق بمثابة حاجز كلسي صلب أمام الامتداد الجذري كما يؤثر في حركة المياه وتوزيع الأملاح. يُبرز الأفق بوضوح خصائص مادة الأصل الكلسية التي تميز معظم الترب في البيئات الجافة.

الجدول رقم (5) يوضح استمارة وصف قطاع التربة وبعض الخصائص التربة الأساسية لمقطع التربة الخامس

استمارة وصف قطاع التربة الخامس															
اسم المحافظة	ريف دمشق	الارتفاع عن سطح البحر	1282		**رقم القطاع**	**5**								يوجد حجارة على السطح بنسبة 20%	
اسم المنطقة	دير عطية	**المناخ**	جاف		**مادة الأصل**	كلسية									
الموقع	جنوب دير عطية	**نوع التربة**			**طبوغرافية الأرض**	متموجة									
الاحداثيات	-				**الري والصرف**	بعلية									
					استعمالات الأراضي	مراعي									
الأفق	**العمق CM**	**اللون**	**القوام**	**البناء**	**الجذور**	**ثوابت التربة**		**الأكاسيد والتبقعات**	**المسامية**	**النفاذية**	**الصرف**	**الطبقات الصماء**	**الكربونات**	**الرطوبة**	**الملاحظات**
						التماسك	**ملمس التربة**								
A	30 – 0	10YR 7/4	SL	WGR	+	Lo	NST	لم تلاحظ	%15	جيدة	جيدة	لم تلاحظ	MO	جاف	تراكمات كلسية سطحية خفيفة
Bk	55 –30	10YR 7/6	LS	AS	–	So	NST	لم تلاحظ	%10	متوسطة	متوسط	لم تلاحظ	ST	جاف	على حواف الكتل يمكن ملاحظة طبقة بيضاء رقيقة أو عقيدات صغيرة
Ck	90 –55	10YR 8/2	الطبقة شبه صماء كلسية. مادة أصلية متفتتة جزئياً، مشبعة بالكربونات، لا جذور أو نشاط بيولوجي، لا بقع لونية أو تراكمات ثانوية. غنية بالحصى والحجارة الكلسية (40%>) .												هذا الأفق بمثابة حاجز كلسي صلب

الأفق	**العمق CM**	**عجينة مشبعة**		**gr/100 gr**					**ppm**		**meq/100 gr**		**التحليل الميكانيكي %**			
		pH	**EC mmos/cm**	**الكربونات الكلية**	**كلس فعال**	**مادة عضوية**	**آزوت كلي**	**بوتاسيوم متبادل**	**فوسفور كلي**	**صوديوم متبادل**	**سعة تبادلية**	**رمل**	**سلت**	**طين**	**القوام**
A	30–0	7.9	29.	8	4	1.1	0.09	95	11	–	14	65	25	10	Sandy loam
Bw	55–30	8.3	3.9	30	15	0.4	0.03	55	5	–	11	73	16	11	Sandy loam
Ck	90–55	8.7	5.6	60	28	0.1	0.01	30	2	–	–	81	14	5	skeletal Sandy

العوامل البيدوجينية Pedogeneses لترب منطقة دير عطية

تُظهر النتائج المتحصلة من دراسة المقاطع الخمسة في منطقة دير عطية بمحافظة ريف دمشق تدرجاً واضحاً في الخصائص المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية للتربة، يعكس التأثير المتكامل لكل من العوامل الطبوغرافية والمناخية في بيئة جافة تتسم بارتفاع يتراوح بين 1250 و1282 متراً فوق سطح البحر، وبطبوغرافيا متموجة تغطيها نسبة من الحجارة السطحية تصل إلى نحو 20%.

يتصف المقطع الأول (1250 م) بعمق مرتفع نسبياً وبنية داخلية متماسكة ذات قوام طمي رملي، وأفق سطحي فاتح اللون فقير بالمادة العضوية. وتشير هذه السمات إلى ظروف بيئية أكثر استقراراً نسبياً مع رطوبة وحرارة معتدلتين، تسمحان بتطور بنية التربة وتراكم المواد العضوية، مما ينعكس إيجاباً على خصوبة التربة ونشاطها البيولوجي.

أما المقطع الثاني (1256 م)، فيمثل مرحلة انتقالية بين المواقع المستقرة والأكثر انحداراً، حيث تظهر فيه تبقعات أكسدة واضحة وبنية كتلية مزوية، مصحوبة بتزايد في تراكم الكربونات والحصى المتماسكة. وتدل هذه الخصائص على بداية تأثير الانحدار الطبوغرافي في عمليات النقل والترسيب، بما يشير إلى بداية تشكل آفاق كلسية وتطورات بنيوية ناتجة عن الصرف السطحي المتقطع.

في المقابل، يتصف المقطع الثالث (1263 م) بخصائص أكثر تأثراً بعوامل الانجراف، حيث تظهر فيه بنية حبيبية وكتلية مع وجود حصى كلسي متحلل وطبقات كلسية أكثر تحجراً، إلى جانب انخفاض النشاط البيولوجي. وتشير هذه السمات إلى تراجع نسبي في الخصوبة نتيجة فقدان المواد الدقيقة وزيادة عمليات الإزالة، وهو ما يتفق مع موقعه في الجزء الأكثر انحداراً من المنظومة الطبوغرافية.

أما المقطع الرابع (1271 م)، فيُظهر تربة أكثر تطوراً من حيث تراكم الكربونات، مع عُقَد أو عيون كلسية متوزعة وبنية حبيبية. وتدل هذه المؤشرات على تقدم في مراحل

التكلس وتكوّن طبقات حاجزة تحد من حركة الماء والجذور، على الرغم من احتفاظ الأفق السطحي بخصائص نفاذية جيدة وبنية مقبولة نسبياً.

أما المقطع الخامس (1282 م)، وهو الأعلى ارتفاعاً، فيعكس حالة من نضج التربة في بيئة جافة، فتظهر بنية داخلية متماسكة وتراكمات كلسية سطحية خفيفة، مع تكوّن أفق شبه صماء صلب يشير إلى استقرار نسبي في العمليات البيدولوجية. ويدل التوازن الملحوظ بين القوام والمحتوى الكيميائي على قدرة هذه التربة على الحفاظ على خصوبتها ضمن حدود محدودة، مما يجعلها مناسبة للاستعمالات الرعوية أكثر من الزراعية المكثفة.

بصورة عامة، يعكس التدرج بين المقاطع الخمسة في دير عطية تتابعاً طبوغرافياً واضحاً، تتزايد فيه شدة التكلسات وتراكم الكربونات مع الارتفاع، مترافقة مع تغيرات في البنية الفيزيائية والنشاط البيولوجي. كما يُظهر هذا التدرج أن الترب في المواقع المنخفضة نسبياً تميل إلى زيادة العمق والمحتوى العضوي، في حين تتسم الترب العليا بزيادة التصلب الكلسي وفقد المواد الدقيقة. ويُبرز ذلك الدور الحاسم للعوامل الطبوغرافية والمناخية في تحديد ديناميكية تشكل التربة، ويؤكد أهمية مفهوم التعاقب الطبوغرافي في تفسير التباين المكاني لخصائص ووظائف التربة في البيئات الجافة وشبه الجافة، مثل منطقة دير عطية.

الدراسة التصنيفة:

استنادًا إلى الوصف المورفولوجي والتحاليل الكيميائية والفيزيائية لمقاطع التربة الخمسة في منطقة دير عطية بمحافظة ريف دمشق، وإلى المعايير التشخيصية المعتمدة في مفاتيح تصنيف التربة الأمريكية (Soil Taxonomy 2022)، يمكن تصنيف الترب المدروسة على النحو التالي [26]:

1. الرتبة: تندرج جميع المقاطع المدروسة ضمن رتبة Aridisols، وهي الرتبة التي تشمل الترب المتطورة في البيئات الجافة وشبه الجافة، حيث تكون رطوبة التربة Soil Moisture Regime من النمط Aridic (Torric)، أي أن التربة تكون جافة في معظم أوقات السنة، ولا يتوافر فيها ماء حر كافٍ لدعم نمو النباتات لأكثر من فترات محدودة من السنة.

تتصف ترب هذه الرتبة بوجود آفاق تشخيصية تحت سطحية مثل Calcic أو Petrocalcic horizons، وتُظهر تطورًا بيدولوجيًا متوسطًا إلى مرتفعًا نتيجة عمليات التكلس Calcification وتراكم الكربونات في العمق.

2. تحت رتبة: تُصنّف الترب ضمن التحت رتبة Calcids، التي تُعرّف بأنها الترب الواقعة في المناطق الجافة ذات النظام الرطوبي Aridic، وتحتوي أفق كلسي Calcic horizonأو أفق كلسي صلب Petrocalcic horizon وضمن عمق لا يتجاوز عادةً 100 سم من السطح.

تُظهر المقاطع المدروسة سمات مميزة لهذه التحت رتبة، مثل وجود تراكمات كلسية بيضاء إلى رمادية، وبنية كتلية أو شبه صماء، مع ميل متوسط إلى التصلب الكلسي Moderately indurated calcic layers، وغياب واضح لأي تراكمات ملحية.

3. المجموعة العظمى: بناءً على الملاحظات الحقلية ونتائج التحاليل، تُصنّف هذه الترب ضمن المجموعة العظمى Haplocalcids، وهي من أكثر المجموعات تمثيلاً ضمن Calcids في المناطق الجافة. يُشير المصطلح Haplo إلى أن التربة تُظهر خصائص نموذجية دون سمات خاصة إضافية (أي غير ملحية، وغير جبسية، وغير شديدة الصلابة)، بينما يُشير calcid إلى هيمنة الأفق الكلسي. وتتصف هذه المجموعة بوجود أفق Calcic horizon متمايز بوضوح، دون أن يتطور إلى مرحلة التحجر الكامل Petrocalcic، إضافةً إلى محتوى منخفض من المادة العضوية، وسعة تبادل كاتيوني متوسطة إلى منخفضة، مع تفاعل قلوي (pH > 7.5).

4. تحت المجموعة: تندرج كافة القطاعات المدروسة، ضمن المجموعة الفرعية Typic Haplocalcids، وهي المجموعة النموذجية التي تُظهر الخصائص الأساسية للمجموعة العظمى دون أي صفات مميزة إضافية تؤهلها للانتماء إلى تحت مجموعات أخرى.

ومع ذلك، لوحظ أن المقاطع الثالثة والخامسة تُظهر ميلًا متوسطًا نحو التحجّر الكلسي Petrocalcic tendency، حيث تبدأ الطبقات الكلسية بالتماسك الجزئي دون تكوّن أفق

صلب تماماً، مما يشير إلى مرحلة انتقالية في التطور البيدولوجي ضمن نطاق Typic Haplocalcids نحو Petrocalcids.

5. الخصائص المورفولوجية والكيميائية المميزة لتصنيف التربة المدروسة

- وجود أفق كلسي واضح ابتداءً من عمق 40–90 سم تقريباً، متمايز باللون الفاتح والتماسك المتوسط.
- بنية كتلية ضعيفة إلى متوسطة في الآفاق السطحية، تتحول إلى كتلية متماسكة أو شبه صماء في الآفاق العميقة.
- محتوى كربونات الكالسيوم مرتفع (>30%)، مع تدرج واضح في التراكم نحو الأسفل.
- محتوى المادة العضوية منخفض إلى متوسط (<2%)، مع تفاعل قلوي معتدل إلى قوي (pH بين 7.5 و8.3).
- سعة تبادل كاتيوني منخفضة.
- ميل متوسط نحو الصلابة الكلسية في المقاطع العليا (3–5)، ما يشير إلى بداية تشكل أفق Petrocalcic incipient دون اكتمال تحجّره.

رقم المقطع	التصنيف الكامل حسب النظام الأمريكي (USDA Soil Taxonomy, 2022)
المقطع 1	Aridisols → Calcids → Haplocalcids → *Typic Haplocalcid*
المقطع 2	Aridisols → Calcids → Haplocalcids → *Typic Haplocalcid*
المقطع 3	Aridisols → Calcids → Haplocalcids → *Typic Haplocalcid* (مع ميل نحو Petrocalcic)
المقطع 4	Aridisols → Calcids → Haplocalcids → *Typic Haplocalcid* (مع ميل متوسط نحو الصلابة)
المقطع 5	Aridisols → Calcids → Haplocalcids → *Typic Haplocalcid* (مرحلة انتقالية نحو Petrocalcids)

يُظهر هذا التصنيف أن التربة المدروسة تمثل مرحلة نضج بيدولوجي متقدم نسبيًا في البيئات الجافة، حيث ساهمت العوامل الطبوغرافية والمناخية والمادة الأصلية الكلسية في تطوير آفاق كلسية واضحة مع تدرج تصاعدي في الصلابة الكربوناتية.

ويُعد هذا التطور دليلاً على نشاط عمليات الترسيب الثانوي للكربونات تحت تأثير تذبذب الرطوبة السطحية وعمليات الغسل المحدودة، ما يجعل هذه الترب نموذجية لبيئات السهول المتموجة شبه الجافة، ويؤكد أهميتها الزراعية والرعوية في نطاق إدارة مناسبة للمياه والحراثة.

الاستنتاجات Conclusions:

- صنّفت جميع المقاطع المدروسة ضمن رتبة Aridisols، وتحديداً المجموعة العظمى Haplocalcids المجموعة الفرعية Typic Haplocalcids، مما يؤكد سيطرة النظام الرطوبي الجاف Aridic/Torric ووجود أفق كلسي Calcic horizon واضح ومتميز على عمق لا يتجاوز 100 سم.
- تميزت الترب المدروسة بخصائص قلوية مرتفعة (pH يتراوح بين 7.8 و8.8) ومحتوى مرتفع جداً من الكربونات الكلية والفعالة، مع تزايد واضح في تراكمها نحو الآفاق العميقة Bk و Ck، مما يؤدي إلى تشكل طبقات متماسكة أو شبه صماء كلسية في بعض المقاطع.
- أظهرت نتائج التحليل الميكانيكي هيمنة القوام الطمي الرملي Sandy loam والرملي الطميLoamy sand في الآفاق السطحية وتحت السطحية، مع زيادة في نسبة الرمل وانخفاض في نسبة الطين والسلت مع العمق، مما يفسر النفاذية الجيدة إلى المتوسطة.
- أبدت المقاطع تدرجاً واضحاً في التطور البيدولوجي يتبع التعاقب الطبوغرافي؛ حيث تميل الترب في المواقع المنخفضة نسبياً (المقطع 1) إلى أن تكون أعمق وذات محتوى عضوي أفضل، بينما تظهر الترب في المواقع الأعلى ارتفاعاً (المقاطع 3–5) تصلباً كلسياً أكبر وفقداناً للمواد الدقيقة.
- تميز الأفق السطحي Ap بمحتوى عضوي منخفض إلى متوسط، وسعة تبادل كاتيونية منخفضة نسبياً، مما يشير إلى خصوبة محدودة تتطلب إدارة دقيقة للعناصر الغذائية. كما أن الناقلية الكهربائية EC منخفضة في جميع المقاطع، وبالتالي عدم وجود مشكلة ملوحة.
- يؤدي تراكم الكربونات والتحجر الكلسي في الآفاق العميقة Bk, Ck إلى تكوين طبقات حاجزة تحد من حركة الماء وجذور النباتات، خاصة في المقاطع ذات الارتفاع الأعلى (3، 4، 5)، مما يقلل من العمق الفعال للتربة ويؤثر سلباً على الصرف والنفاذية.

المقترحات Recommendations:

- نظرًا لارتفاع نسبة درجة تفاعل التربة pH والتكلس الشديد، يُقترح استخدام الأسمدة التي تُحسن من تفاعل التربة، مثل الأسمدة العضوية المتحللة أو الأسمدة الفوسفاتية التي تحتوي

على جزء حمضي، لتحسين جاهزية العناصر الغذائية مثل الفوسفور والحديد والزنك، التي قد تكون مقيدة في الظروف القلوية الكلسية.

- بما أن استعمالات الأراضي الحالية هي المراعي، ووجود طبقات كلسية صلبة أو شبه صماء، يُوصى بالاستمرار في الاستعمال الرعوي أو الزراعة البعلية لمحاصيل تتحمل الجفاف والتربة الضحلة نسبياً (كالشعير أو بعض الأشجار المقاومة للجفاف)، مع تجنب الزراعة المكثفة التي تتطلب عمق تربة أكبر.
- للتعامل مع الطبقات الكلسية المتماسكة ولزيادة العمق الفعال للتربة، يُقترح دراسة إمكانية استخدام آليات الحرث العميق Subsoiling في المناطق ذات التماسك المتوسط لكسر أو تخفيف صلابة الأفق الكلسي Bk، مع الأخذ في الحسبان الحفاظ على البنية السطحية.
- بالنظر إلى التباين الطبوغرافي وتأثيره على خصائص التربة، يُقترح تطبيق ممارسات إدارة متباينة؛ حيث تُركز في المناطق المنخفضة نسبياً على إدارة المادة العضوية، وفي المناطق المرتفعة على إدارة الحصى (20% على السطح) لمكافحة الانجراف والحفاظ على التربة الدقيقة، ربما باستخدام مصاطب أو تجميع الحجارة.

المراجع References:

1. أبو نقطة، فلاح. 1982. **ترب حوض حوران (سوريا). المنشأ والتصنيف**. جامعة دمشق، الصفحة 16.
2. الحيدة، وسام. منصور، نواف. شمشم، سمير. 2023. **دراسة بيديولوجية لبعض مقاطع التربة في منطقة الرستن في محافظة حمص**. مجلة جامعة حمص، المجلد –45– العدد –16– الصفحات 111–140.
3. رقية، عادل. نيصافي، إبراهيم. إبراهيم، مفضل. 2013. **دراسة بعض خواص الترب المتشكلة على صخور كلسية في منطقة بانياس وتصنيفها**. مجلة جامعة اللاذقية للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد –35– العدد –3– 2013.
4. العزاوي، جابر. حاج حسين، حسام. موسى، محمد. 2014. **دارسة بعض الخواص البيدولوجية والفيزيائية والكيميائية لترب مشروع بئر الهشم – الرقة**، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 107، 2014.
5. منصور، نواف. الابراهيم، ابراهيم. 2020. **دراسة بيدولوجية لبعض مقاطع التربة في منطقة الشيخ سعد محافظة طرطوس**، مجلة جامعة حمص، المجلد –41– العدد –59– الصفحات 151–174.

6. ACSAD, 1980. **Tour Guide, Soil Classification Workshop**. 2-4 April. ACSAD\SS\R28 Damascus. 170 P.
7. Bremner, J. M. 1960. **Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method**. The Journal of Agricultural Science, 55(1), 11-33.
8. DAY, P.R. 1965, **Methods of soil analysis**, Part1. Am. Soc. Agron. Madison WI, USA, 546-566.
9. DROUINEAU, G. Dosage .1942 .**rapide du calcaire actif du sol. Nouvelles données sur la reportation de la nature des fractions calcaires**. Ann. Agron, 1942, 12: 411-450.
10. FAO. (2006). **Calcareous soils (Report of the FAO/UNDP Regional Seminar on Reclamation and Management of Calcareous Soils)**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/3/aq284e/aq284e.pdf
11. Ghanem, S., Kiwan, S., & Habib, H. (2020). **Dataset on the Mediterranean soils from the coastal region of the Lattakia governorate, Syria**. *Data in Brief, 28,* 105049. https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.105049
12. Hosseini, F., Charkhabi, A. H., & Jalalian, A. (2021). **Evaluating models to estimate cation exchange capacity of calcareous soils**. Geoderma, 399, Article 115678.
13. ILAIWI, M. 1983.**Contribution to the Knowledge of the soils of Syria.** Ph.D. Thesis. State univ. of Ghent.
14. Jackson, M.L., 1967. **Soil Chemical Analysis**. Prentice Hall of India Private Ltd, New Delhi.
15. **MANSELL SOIL COLOR CHARTS**. 2000. GretMacbth, NY 12553.

16. Mclean, A.O. 1982. **Soil pH and lime requirement**. In:page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (eds.), Methods of soil analysis. Part II (2nd ed.), Madison, WI: American Society of Agronomy. P. 1159.

17. Mohammed, S. Khalloufc, A. Kiwan, S. Alhenawi, S. Ali, H. Harsányi, E. Kátai, J. Habib, H. **Characterization of Major Soil Orders in Syria**. Eurasian Soil Science, 2020, Vol. 53, No. 4, pp. 420–429. ISSN 1064-2293, © Pleiades Publishing, Ltd., 2020

18. Mohammed, S., Kiwan, S., & Habib, H. (2020). **Assessment of soil micronutrient levels for vineyard production in southern Syria**. *Modeling Earth Systems and Environment, 6*(3), 1545–1556.

19. Muir, A. 1951. **Notes on the soils of Syria**. J. of Soil Sci., vol. 2, No. 2, PP.163- 187.

20. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. (1954). **Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate**. USDA Circular 939. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

21. Poppiel, R. R., Schmidt, J., & Müller, F. (2021). **High-resolution mapping of Middle Eastern soil attributes: Implications for calcareous soils distribution**. Geoderma. https://www.sciencedirect.com

22. Rhoades, J.D. and POLEMIO, M. 1977 .Determining **cation exchange capacity: Anew procedure for calcareous and gypsiferous soils**., Soil Sci. Soc. Am. J. 41: 524 – 300.

23. Richards LA. 1954. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. USDA Agric Handbook 60, Washington DC.

24. Shirani, H., Keshavarzi, A., & Abdi, N. (2015). **Determining the features influencing physical quality of calcareous soils in a**

semiarid region of Iran using hybrid methods. *Geoderma, 239–240,* 79–89. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.09.019

25. Soil Survey Division Staff .1993. **Soil survey manual. Soil Conservation Service**. U.S. Department of Agriculture Handbook18.
26. Soil Survey Staff. 2003. **Key to Soil Taxonomy**. USDA, Washington,D.C.
27. **Soil Taxonomy. 2022.** United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service.
28. Technoexport. 1964. **Geological map of Syria, scale 1:1000,000**. Ministry of Industry, Syria.
29. Van Liere.W. J. 1965. **Classification and rational utilization of soils.** Report to the Govern. of Syria. FAO. Rome, p:151.
30. Vibhute Amol D., Bharti W. Gawali. 2013. **Analysis and Modeling of Agricultural Land use using Remote Sensing and Geographic Information System**: A Review. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). Vol. 3, Issue 3, May-Jun 2013, pp.081-091.
31. Walkely,A. and Black, I.A. 1934. **An examination of the degtjareff method for determination soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method**. Soil sci. 37. Pp 29-38.
32. Yilmaz, K., Aksoy, E., & Dengiz, O. (2018). **Genesis and classification of calcareous soils in semi-arid regions of Turkey**. *Catena, 171,* 72–83. https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.06.004

33. Young. A. 1993. **Guidelines for Land Use Planning**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
34. https://www.agvise.com/high-soil-ph-and-calcium-carbonate-inflate-base-cation-saturation-and-cation-exchange-capacity-cec/
35. https://www.meteoblue.com/ar/weather/historyclimate/climatemodelled