الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمّه لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

تخصص: التنوع البيئي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع

أثر إضافة قشور البيض للأسمدة في خصائص التربة المزروعة بمحصول البطاطس

إعداد الطالبتين:

بوغزاله أميمه

قرميط أم الهناء

نوقشت بتاريخ: 22 جوان 2025

أمام اللجنة المكونة من:

الاسم واللقب	الرتبة	الجامعة	الصفة
غمام حامد العيد	أستاذ مساعد "أ"	جامعة الشهيد حمّه لخضر	رئيساً
خالد خراز	أستاذ محاضر "أ"	المدرسة العليا للأساتذة القبة –الجزائر–	مؤطرًا
غمام عمارة الجيلاني	أستاذ تعليم عالي	جامعة الشهيد حمّه لخضر	مساعد مؤطر
بن عمر بلال	أستاذ محاضر "أ"	جامعة الشهيد حمّه لخضر	مناقشاً

الموسم الجامعي: 2024-2025

بسم الله الرحمن الرحيم

شـــكـــروعـرفـان

امتثالا لقوله تعالى "وإذ تأذّن ربّكم لئن شكرتم لأزيدنّكم "

فإننا نحمد الله عز ّوجل ونشكره على جزيل نعمه وعظيم منّه وكرمه بأن وفقنا لإتمام هذا البحث

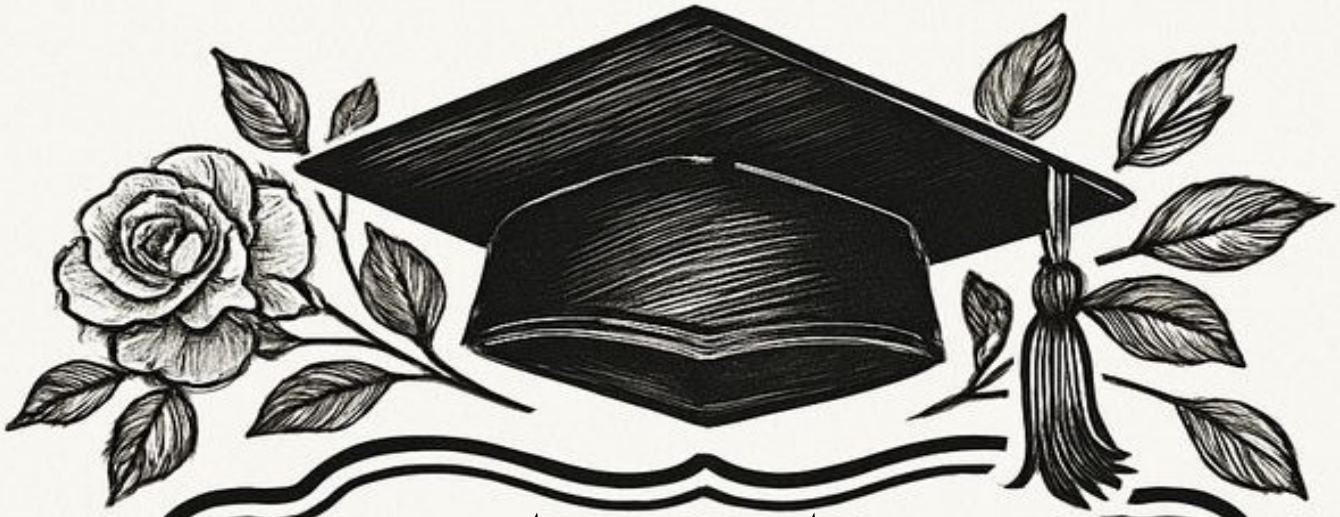
واستنادا لحديث رسول الله صلى الله عليه وسلم: " من لم يشكر الناس لم يشكر الله"

فإننا نتقدم بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى الأستاذين الفاضلين " غمام عمارة الجيلاني" و " خالد خراز" الذين جادا بالاشراف علينا في هذا العمل وبذلا ما في وسعهما وتحملا معنا الصعاب حتى منّ الله علينا بإتمامه سائلين المولى لهما دوام الصحة والعافية.

والشكر موصول إلى كل أساتذة قسم البيولوجيا الذين لم يبخلوا علينا بعلمهم وتوجيهاتهم وكانوا لنا خير السند طيلة هذا المشوار.

لكل من ساهم من قريب أو بعيد في إتمام بحثنا المتواضع لكم منا كل الشكر والتقدير.

أقول للجميع جزاكم الله عنا خير الجزاء وأجزل لكم الثواب والعطاء.



إهـــــــــــداء

أهدي هذا العمل المتواضع، الذي تمّ بعون الله وإرادته، إلى كل من كان لهم الفضل في نجاحي.

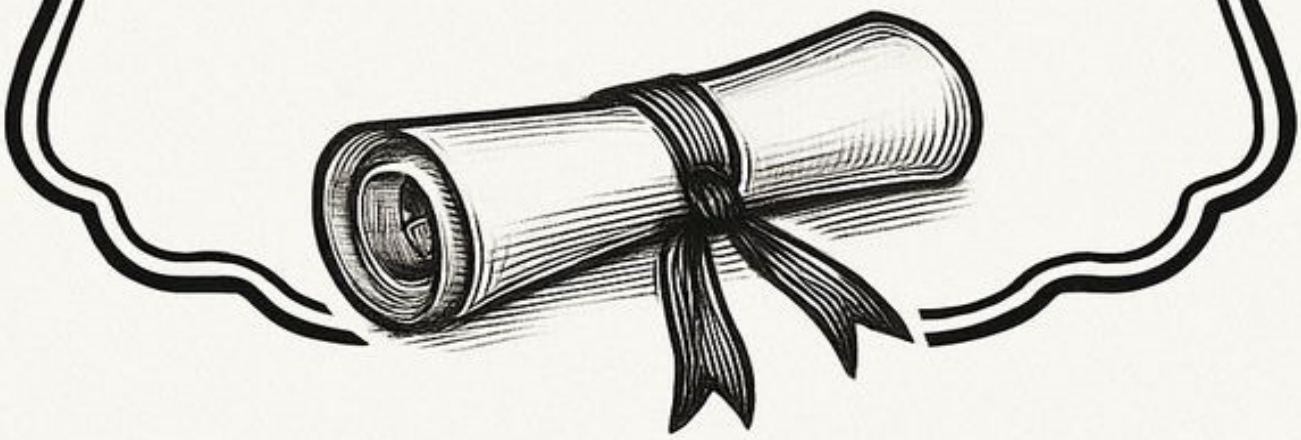
إلى من سكنت روحها فؤادي، وطابت بقربها حياتي، إلى من سهرت وضحّت وتعبت من أجلي، صاحبة القلب الصافي، أمي الغالية، حفظها الله وأطال عمرها.

إلى من كلّت أنامله ليمهد لي طريق العلم والمعرفة، والدي الكريم أطال الله بقاءه.

إلى من كانوا لي السند والدّعم في كل خطوة، وزرعوا في قلبي الأمل، وفي طريقي النور، أهلي الأعزاء.

إلى من علّموني، وأناروا دربي، وصبروا على تعليمي، أساتذتي الأجلاّء كل باسمه ومقامه.

أميمـــــــه



إهـــــــداء

الحمد الله حبا وشكرا وامتنانا على البدأ والختام وآخر دعواهم **"أن الحمد لله رب العالمين"**

بعد تعب ومشقة سنين في سبيل الحلم والعلم حملت في طياتها أمنيات الليالي، وأصبح عنائي

اليوم للعين قرة، ها أنا اليوم أقف على عتبة تخرجي أقطف ثمار تعبي وأرفع قبعتي بكل فخر،

فاللهم لك الحمد قبل أن ترضى ولك الحمد إذا رضيت ولك الحمد بعد الرضا لأنك وفقتني على

إتمام هذا النجاح وتحقيق حلمي...

وبكل حب أهدي ثمرة نجاحي وتخرجي

إلى الذي زين اسمي بأجمل الألقاب، من دعمني بلا حدود وأعطاني بلا مقابل إلى من علمني

أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة، داعمي الأول في مسيرتي وسندي وقوتي وملاذي بعد

الله فخري واعتزازي **"أبي العزيز"**

إلى ما جعل الله الجنة تحت أقدامها، واحتضنني قلبها قبل بيديها وسهلت لي الشدائد بدعائها إلى القلب الحنون والشمعة التي كانت لي من الليالي المظلمات سر قوتي ونجاحي جنتي **"أمي الغالية"**

إلى كل من علمني حرفا وأناروا لي الطريق العلم والمعرفة **"أساتذتي الكرام"**

وأخيرا من قال أنا لها نالها وأنا لها إن أبت رغما عنها أتيت بها، ما كنت لأفعل لولا توفيق الله **"فالحمد لله"**

" أم الـــهنـــاء"

الملخص

نفذت التجربة في منطقة الدبيلة بولاية الوادي جنوب الجزائر خلال الموسم الزراعي 2025، ذات التربة الرملية الجافة والفقيرة بالمواد العضوية، وذلك لتقييم تأثير إضافة السماد المختلط المحضّر من قشور البيض والبرتقال على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المزروعة بنبات البطاطا. اختبر فيها تأثير ثلاث معاملات بمكرّرتين حيث: (الشاهد، السماد المختلط 4كلغ، السماد البلدي للدواجن 4كلغ). أظهرت النتائج أن إضافة السّماد المختلط قد حسّن في بعض خصائص التربة الفيزيائية المدروسة حيث عمل على زيادة نسبة الرطوبة والسعة الحقلية FC، وفي بعض الخصائص الكيميائية فقد أدى إلى زيادة معنوية في محتوى التربة من المادة العضوية كما عمل على تخفيض نسبي في درجة الحموضة pH

وزيادة الناقلية الكهربائية EC وتركيز الأملاح الذائبة. كل هذه الخصائص انعكست ايجابا على نمو وانتاج محصول البطاطا وتجلى ذلك في زيادة نسبة الإنبات كما أنه منﻫ تعفن جذور النبات، وهذا يجعل له أهمية واعدة في تعزيز واستدامة الزراعة كسماد قليل التكلفة وكثير الوفرة.

الكلمات المفتاحية: خصائص التربة، الأسمدة، السماد المختلط، فضلات الدواجن، نبات البطاطا.

Abstract

The experiment was conducted in Debila area ،in the Wilaya of El-Oued, in the southern of Algeria, during the 2025 agricultural season. The soil was sandy, dry, and deficient in organic matter. The aim of the study was to evaluate the impact of adding a mixed fertilizer made from eggshells and orange peels on the physical and chemical properties of the soil planted with potato crops. Three treatments were tested in two replications: (control, mixed fertilizer at 4 kg, and poultry manure at 4 kg). The results showed that the addition of the mixed fertilizer improved several physical properties of the soil, such as increasing soil moisture content and field capacity (FC). In terms of chemical properties, the addition of the mixed fertilizer resulted in a significant increase in soil organic matter content. Additionally, there was a relative decrease in soil pH, and an increase in electrical conductivity (EC)and dissolved salts concentration .All of these properties positively affected the growth and yield of the potato crop, as evidenced by increased germination rates and prevention of root rot. This demonstrates the promising potential of this fertilizer as a low-cost, readily available option for enhancing and sustaining agricultural practices.

Keywords: Soil Properties, Fertilizers, Mixed Fertilizer, Poultry Manure, Potato Crop.

Résumé

L'expérience a été menée dans la règion de Debila, dans la wilaya d'El-Oued, au sud de l'Algérie, pendant la saison agricole de 2025. Le sol était sableux, sec et pauvre en matière organique. L'objectif de l'étude était d'évaluer l'impact de l'ajout d'un engrais mixte composé de coquilles d'œufs et de pelures d'orange sur les propriétés physiques et chimiques du sol cultivé en pomme de terre. Trois traitements ont été testés avec deux répétitions : (témoignage, engrais mixte à 4 kg, et fumier de volaille à 4 kg). Les résultats ont montré que l'ajout de l'engrais mixte a amélioré certaines propriétés physiques du sol, telles que l'augmentation de l'humidité du sol et la capacité au champ (CC). En ce qui concerne les propriétés chimiques, l'ajout de l'engrais mixte a entraîné une augmentation significative du contenu en matière organique du sol. De plus, il y a eu une diminution relative du pH du sol et une augmentation de la conductivité électrique (CE) et la concentration des sels dissous. Toutes ces propriétés ont eu un effet positif sur la croissance et le rendement de la culture de pommes de terre, comme en témoigne l'augmentation du taux de germination et la prévention de la pourriture des racines. Cela démontre l'importance de cet engrais en tant qu'option à faible coût et largement disponible, et son potentiel pour promouvoir une agriculture durable.

Mots-clés : Propriétés du sol, Engrais, Engrais mixte, Fumier de volaille, Culture de pomme de terre.

قائمة الاختصارات

الاختصار	التسمية الكاملة
LDO	Local dévelopment organisation
PVY	Potato virus Y
FAO	Food and Agriculture Organization
PLRV	Potato Leafroll Virus
PVX	Potato Virus X
CE	Conductivité Électrique
PVA	Potato Virus A
N	Nitrogen
C	Carbon
MAP	MonoAmmonium Phosphate
K_2O	Potassium Oxide
P_2O_5	Phosphorus Pentoxide
pH	Potentiel hydrogène

قائمة الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
01	المظهر العام لنبات البطاطا الكامل	8
02	ورقة نبات البطاطس	8
03	نورة وزهرة نبات البطاطا	9
04	مقاط زهرة نبات البطاطا	9
05	ثمار وبذور نبات البطاطا	10
06	المظهر الخارجي لدرنة البطاطا	11
07	مراحل نمو وتطور نبات البطاطا من الزرع إلى النضج	13
08	أعراض الإصابة بفراشة درنة البطاطا على الأوراق والدرنة	18
09	أعراض تعفن البطاطس البني م البكتيريا	19
10	الأعراض الورقية لمرض *Dickeya dianthicola* على البطاطس	20
11	أعراض اللفحة المتأخرة على الأوراق والسيقان	20
12	الأعراض الداخلية والخارجية لمرض اللفحة المتأخرة في الدرنات	21
13	الأعراض الأولوية والمتقدمة لمرض اللفحة المبكرة في أوراق الشجر البطاطس	21
14	أعراض اللفحة المبكرة في الدرنات البطاطس	22
15	تشكل سماد الكمبوست	35
16	مثال عن كومة الكومبوست	35
17	أعمدة بيانية لنسب المواد العضوية في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	62
18	أعمدة بيانية لدرجة الحموضة في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	63
19	أعمدة بيانية لناقلية الكهربائية في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	64
20	أعمدة بيانية لتركيز الكالسيوم في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	65

21	أعمدة بيانية لتركيز البوتاسيوم في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	66
22	أعمدة بيانية لتركيز الصوديوم في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	67
23	أعمدة بيانية لتركيز الكلور في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	68
24	أعمدة بيانية لنسية الرطوبة في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	69
25	أعمدة بيانية لنسبة السعة الحقلية في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	70
26	أعمدة بيانية لنسبة الانبات في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$ بعد20 يوما من الزراعة	71
27	أعمدة بيانية لنسبة الانبات في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$ بعد45 يوما من الزراعة	72
28	أعمدة بيانية لسرعة الانبات في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	73
29	أعمدة بيانية لمعامل الانبات في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$	74

قائمة الصور

رقم الصورة	العنوان	الصفحة
01	الأوراق المتساقطة من الأشجار تشكل مصدرا جيدا لمواد العضوية	31
02	روث الأبقار يشكل مصدرا وفيرا للمواد العضوية	32
03	الأسمدة الخضراء	33
04	الأسمدة الحيوية	36
05	الأسمدة الكيميائية	37
06	عينات التربة التي تم جمعها	50
07	تجفيف العينات في المجفف الكهربائي	51
08	تحضير العينات في المخلاط المغناطيسي	52
09	عملية ترشيح عينات التربة	53
10	قياس حموضة التربة pH بجهاز pH mètre	54
11	العينات المحضرة لقياس درجة الحموضة pH	54
12	قياس الناقلية الكهربائية بجهاز conductivité mètre	55
13	فرن الحرق الذي حرقت فيه عينات التربة	56
14	جهاز Spectrophmètre démission à flamme لتقدير الأملاح المعدنية	57
15	جهاز المطياف الضوئي من نوع Spectroquant لتقدير الكلور	57
16	المعاملة T_2 تربة مسمدة بفضلات الدواجن	74
17	المعاملة T_1 تربة مضاف لها السماد المختلط	75
18	الشاهد تربة بدون سماد	75

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
01	التصنيف العلمي لنبات البطاطس	7
02	تصنيف الترب على أساس درجة تفاعل pH	27
03	ملوحة الأتربة بدلالة CE	28
04	بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة العينة الشاهدةT_0 عند عمق 25سم	61

الفهرس

شكر وعرفان
الإهداء
الملخص
Abstract
Résumé
قائمة الاختصارات
قائمة الأشكال
قائمة الصور
قائمة الجداول
الفهرس
مقدّمـــــــة **1**

الجـزء النظــري

الفصل الأول: خصائص التربة ونبات البطاطس

1-دراسة نبات البطاطا..... **6**
1-1- تعريف نبات البطاطا **6**
1- 2التصنيف العلمي لنبات البطاطا..... **6**
1-3 الوصف المورفولوجي لنبات البطاطا **7**
1-4مراحل نمو وتطور نبات بطاطس **12**
1-5أهم أصناف البطاطا..... **13**
1-6 الاحتياجات الزراعية لمحصول البطاطا..... **15**
1-7 القيمة الغذائية لنبات البطاطس **16**
1- 8الأمراض والآفات التي تصيب نبات البطاطا..... **17**

2-التربة..... 22
2-1 تعريف التربة..... 22
2-2 مكونات التربة..... 23
2-3 أنواع الترب 24
2-4 خصائص التربة..... 25

الفصل الثاني: الأسمدة والتسميد

1-تعريف السماد 30
2- أنواع الأسمدة 30
2-1 الأسمدة العضوية..... 30
2-2 الأسمدة الكيميائية(المعدنية)..... 37
3- طرق التسميد 39
4- العوامل المحدّدة لطريقة ونوع التسميد 41
5- تأثير الأسمدة العضوية الطبيعية على النمو والإنتاج..... 42
6- تأثير الأسمدة على التربة..... 42

الجـــزء التطـــبيقي

الفصل الأول: الوسائل والطرق المتبعة والمواد المستعملة في الدراسة

1- المواد والوسائل المستعملة 46
1-1 المادة النباتية 46
1-2 تحضير الأسمدة 46
2-تصميم التجربة 47
3-العمليات الزراعية 48
4-التحاليل المخبرية للتربة 50
4-1 التحليل الفيزيائي للتربة 50
4-2 التحليل الكيميائي للتربة..... 52
5-القياس الفيزيولوجي للنبات..... 58

الفصل الثـــاني: منـــــاقشة النتـــــائج

أولاً: تحليل التربة في موقع الزراعة **61**

✓الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة في المعاملتين$T_{1,2}$ **62**

1-الخصائص الكيميائية **62**

1-1- المادة العضوية **62**

1-2 حموضة التربة (pH) **63**

1-3- الناقلية الكهربائيةCE **64**

1-4- تقدير نسبة الأملاح الذائبة **64**

2-الخصائص الفيزيائية **68**

2-1 الرطوبة **68**

2- 2 السعة الحقلية **69**

ثانيا: دراسة خصائص الإنبات **70**

1-نسبة الإنبات **70**

2-معامل الإنبات **73**

3-سرعة الإنبات **72**

خـــاتمة **76**

قائمة المصادر والمراجع **80**

مقدّمـــــــــــة

إنّ تزايد النمو الديمغرافي وتطوّر المستوى المعيشي، أدّى إلى زيادة الأنشطة المنزلية المتنوعة، مما أسفر عن تراكم فضلات ملوثة تلحق الضرر بالبيئة، الاقتصاد وصحة الإنسان. وقد دفع ذلك الباحثين إلى السعي لإيجاد حلول فعالة لهذه المخلفات الضّارّة، عبر إعادة تدويرها للاستفادة منها، وذلك من خلال استخدامها كأسمدة طبيعية مثل قشور البرتقال وقشور البيض، في تعزيز الإنتاج الزراعي (عبدلي، 1955).

تعدّ التربة الطبقة السطحية من القشرة الأرضية، وهي أساس حياة النّبات؛ حيث توفر للنبات الدعم، الماء، والعناصر الغذائية اللازمة لنموه. تتكون التربة من مزيج معقد من المواد العضوية والمعدنية، بالإضافة إلى الهواء والماء، وتختلف خصائصها من نوع لآخر تبعاً لمكوناتها. تلعب التربة دوراً بيئياً حيوياً، فهي تساهم في تخزين المياه، تنقية الملوثات، وتحلل المواد العضوية، كما أنّها تعدّ موطناً للعديد من الكائنات الحية الدقيقة. تتنوع أنواع التربة بين الرملية والطينية والطميية والدبالية والكلسية، ويؤثر كل نوع منها على الزراعة ومدى ملاءمة التربة للمحاصيل المختلفة (FOA,2015).

تمتاز التربة بعدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تحدّد قدرتها على دعم نمو النباتات. من الناحية الفيزيائية، تشمل هذه الخصائص الملمس الذي يحدّد نسبة الرمال، الطمي والطين، والبنية التي تؤثر على التهوية وقدرة التربة على احتجاز الماء، إضافة إلى المسامية والكثافة واللون، التي تعتبر عوامل حيوية في تحديد المحصول الزراعي. أما الخصائص الكيميائية، فتشمل درجة الحموضة، القدرة التبادلية الكاتيونية، إلى جانب محتواها من الأملاح والعناصر الغذائية والمادة العضوية. وتتأثر هذه الخصائص بمجموعة من العوامل مثل نوع التربة، الصخور الأصلية، كمية الأمطار، نوع السماد المستخدم، الأنشطة الزراعية، ووجود الكائنات الحية الدقيقة (FOA,2006).

ومع تزايد الاهتمام بالزراعة المستدامة وتحقيق الأمن الغذائي، أصبح استخدام الأسمدة جزءاً أساسياً من العناية بالتربة وتعزيز قدرتها على دعم نمو النباتات. تُعتبر الأسمدة موادا تُضاف إلى التربة لتحسين خصوبتها وتزويدها بالعناصر الغذائية التي قد تكون مفقودة أو غير كافية. إذ تساهم الأسمدة في تعويض النقص في العناصر الأساسية مثل النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم والكالسيوم، وغيرها من المغذيات الضرورية للنباتات (Ahmed et *al*,2023).

تعدّ الأسمدة أحد العوامل الحاسمة في تحسين خصائص التربة وزيادة قدرتها على دعم نمو وانتاج المحاصيل الزراعية. تتنوع الأسمدة بين العضوية والكيميائية، حيث تعمل الأسمدة العضوية على رفع محتوى التربة من المادة العضوية وتحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية. كما تساهم في تعزيز النشاط الميكروبي في التربة وزيادة نشاط الإنزيمات الميكروبية. يُعدّ السماد العضوي التقليدي، مثل السماد الحيواني أو الكومبوست، مثالاً على الأسمدة العضوية التي تحتوي عادةً على مواد عضوية متنوعة وتعتمد على التحلّل طويل الأمد (FAO,2017). في حين أن فضلات قشور البيض تمثل نوعًا خاصًا من المواد العضوية التي يمكن أن تتحلل بسرعة أكبر أو توفر مغذيات محددة مثل الكالسيوم والبوتاسيوم (Manyatshe & Sibali, 2025).

تعتبر البطاطس من أهم المحاصيل الزّراعية التي اشتهرت في ولاية الوادي، حيث يواجه الفلاحون مشكلة تدهور التربة الرملية التي تؤثر سلبًا على إنتاجية المحصول (غمام عمارة، 2015). وفي سعيهم لتحسين خصائص التربة وزيادة إنتاجية البطاطا، قام الفلاحون باستغلال المخلفات المنزلية مثل قشور البيض والبرتقال، وإعادة تدويرها لاستخدامها كمواد طبيعية لتحسين خصوبة التربة.

– فما مدى تأثير السماد المحضّر من قشور البيض والبرتقال على خصائص التربة وانتاجية نبات البطاطا مقارنة بالأسمدة العضوية التقليدية؟ وهل يمكن أن يكون بديلا لها؟

وللإجابة على هذه المشكلة المطروحة تم انجاز هذه الدراسة التي تعرض في مذكرتنا حيث قسّمت كما يلي:

الجزء النظري: ينقسم إلى فصلين:

الفصل الأول: بعنوان خصائص التربة ونبات البطاطس.

الفصل الثاني: بعنوان الأسمدة والتسميد.

الجزء التطبيقي: ينقسم إلى فصلين:

الفصل الأول: بعنوان الوسائل والطرق المتبعة والمواد المستعملة في الدراسة.

الفصل الثاني: بعنوان مناقشة النتائج.

الجـــزء النظـــري

الفصل الأول:

خصائص التربة ونبات البطاطس

1- دراسة نبات البطاطا

1-1- تعريف نبات البطاطا

يطلق عليها البطاطا أو البطاطس وتسمى علميا *Solanum tuberosum* L. وهي عبارة عن نبتة من العائلة الباذنجانية (Gnanasekaran et Basalingappa,2018). تضم هذه العائلة حوالي 90 جنس، وحوالي 2000 نوع نباتي (Grison,1993). تُعد البطاطا من المحاصيل التي تستغرق في نموها ما بين 3 إلى 4 أشهر. بحسب تصنيف إيدولشتين (1963)، تنتمي إلى المجموعة الثالثة من حيث احتياجاتها الحرارية، إذ تق في مرتبة وسط بين النباتات المقاومة للبرد وتلك المحبة للحرارة. فسيقانها وأوراقها تفضّل درجات الحرارة المرتفعة، بينما تتكوّن الدرنات بسرعة عند توفّر درجات حرارة مناسبة (كذلك، 2001).

1-2 التصنيف العلمي لنبات البطاطا

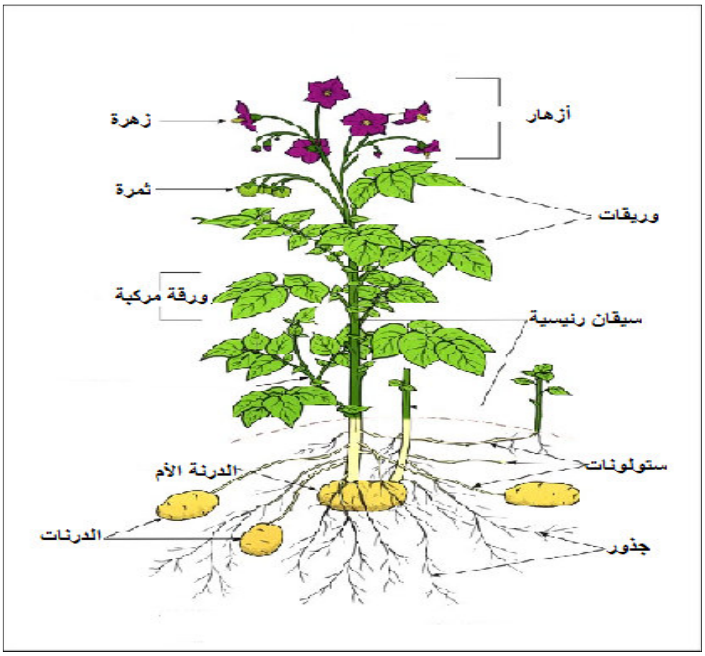
أطلق Bauhin (1956) الاسم اللاتيني *Solanum tuberosum* L. على الأنواع التي دخلت إلى أوروبا. وقد تم تصنيفها إلى ثنائية وثلاثية ورباعية الصيغة الصبغية (Spoonner et *al*, 2004) ويُصنَّف نبات البطاطس كما في الجدول (01).

الجدول (1): التصنيف العلمي لنبات البطاطس (Boumlik,1995).

Reino: Végétal	**المملكة: النباتية**
Embranchement : Angiospermes	**الشعبة:** مغلفات البذور
Classe : dicotylédones	**صف:** ثنائية الفلقة
Sous classe : Gamopétales	**تحت الصف:** ملتحمات البتلات
Order : *Polémonailes*	**الرتبة:** الأنبوبيات
Famille : Solanacees	**العائلة:** الباذنجانية
Genre : *Solanum*	**الجنس:** *Solanum*
Espèce : *Solanum tuberosum* L	**النوع:** *Solanum tuberosum* L

1-3 الوصف المورفولوجي لنبات البطاطا

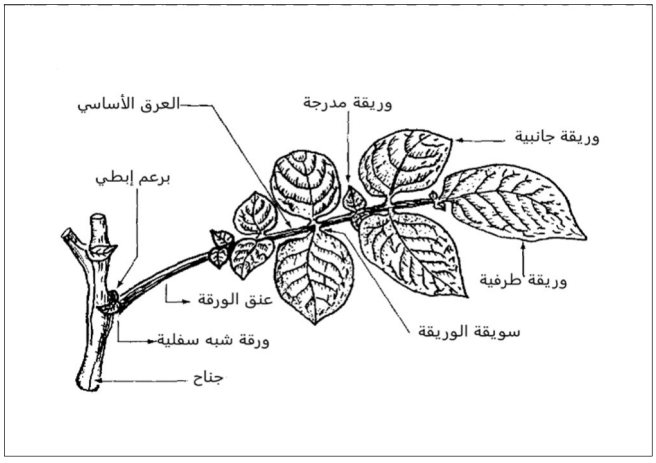
البطاطا نبات من النباتات العشبية المعمرة من ذوات الفلقتين ومن النباتات الحولية بالنسبة للأجزاء الخضرية حيث تتجدد زراعتها سنويا وهي من النباتات النهار القصير ومحاصيل الفصول الباردة من نباتات ثلاثية الكربون، ذات الإنبات الهوائي (غمام عمارة،2015). الشكل (1) يوضح نبات البطاطا كامل النمو والمكون من ساق، أوراق، درنات، جذور، الأزهار والثمار.



الشكل (1): المظهر العام لنبات البطاطا الكامل (Abdullateef,2014)

1-3-1 الأوراق

الورقة مركبة تتكون من عرق وسطي، أزواج وريقات، ووريقة طرفية. قد تكون الوريقات متصلة مباشرة بالعرق أو معنقة. عند قاعدة عنق الورقة توجد أوراق حرشفية تحتوي على براعم، وتوجد أجنحة مميزة أسفلها (الشكل2) (منظمة التنمية المحلية، 2020).

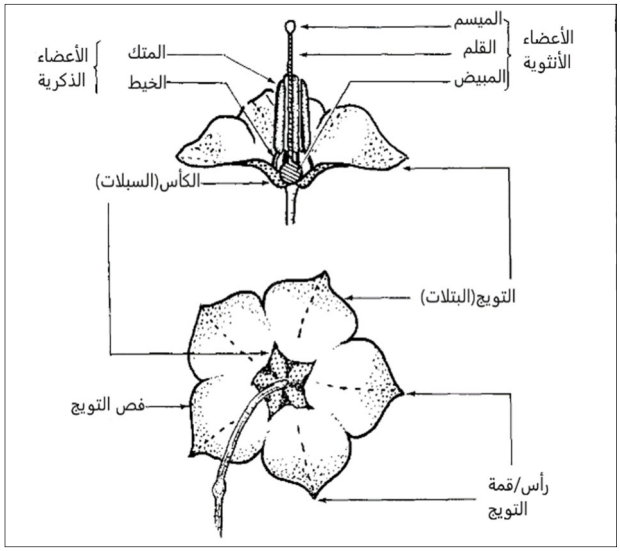


الشكل (2): ورقة نبات البطاطا (Huamàn,1986)

1-3-2 الأزهار

نبتة البطاطا تحتوي على نورة زهريّة شبه خيمية، تحمل زهرة خنثى بتاج دواري من بتلات ملتحمة. الأزهار بألوان متعددة مثل الأبيض، الأزرق، الأحمر، والأرجواني. الزهرة تتكون من الكأس (خمس سبلات)، التويج (تاج زهري دائري)، السداة (العناصر الذكرية)، والمدقة (العناصر الأنثوية) (Huamàn,1986).

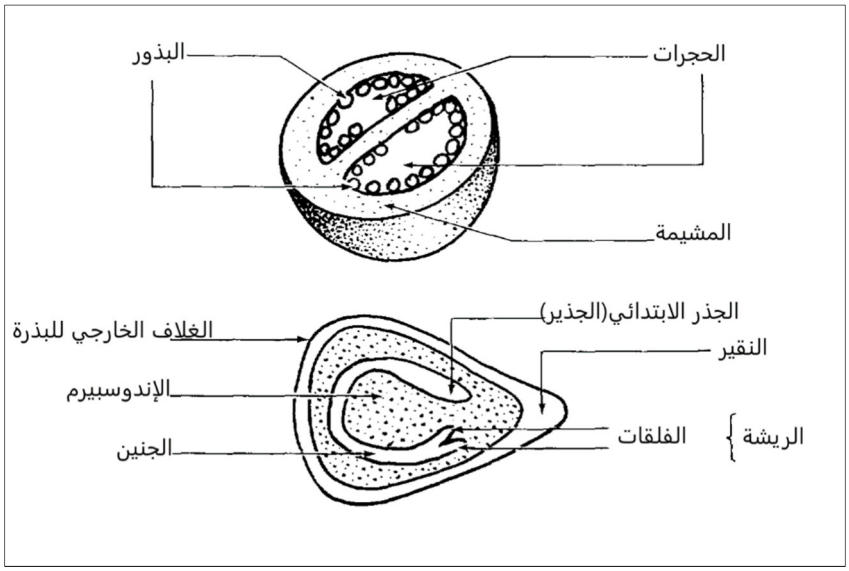
الشكل (3): نورة وزهرة نبات البطاطا (الجيلاني،2015)



الشكل (4): مقاطع زهرة نبات البطاطا (Huamàn,1986)

1-3-3 الثمار والبذور

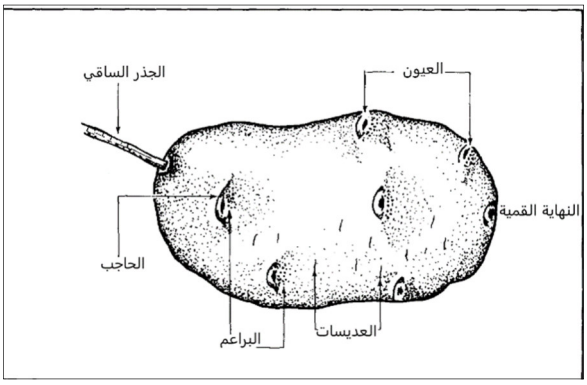
عند الإخصاب، تتحول الثمرة إلى عنبة تحتوي على أكثر من 200 بذرة صغيرة. البذور محاطة بغلاف يحمي الجنين، الذي يحتوي على جذر وريشة. تُسمى البذور بالنباتية وتختلف عن الدرنات (Huamàn,1986).



الشكل (5): ثمار وبذور نبات البطاطا (Huamàn,1986)

1-3-4 الدرنة

الدرنات هي سيقان معدلة تخزن الغذاء في البطاطا. تحتوي على طرف قاعدي يتصل بالجذير وطرف قمي حيث تتركّز "عيون" الدرنة. هذه العيون تحتوي على براعم إبطيّة وتنمو لتكوّن سيقان وجذيرات جديدة. عادةً ما تكون البراعم في سبات حتى تكسر البراعم القمية هذا السبات أولًا بسبب السيادة القمية (الشكل6) (Huamàn,1986).



الشكل (6): المظهر الخارجي لدرنة البطاطا (Huamàn,1986)

1-3-5 الساق

تنمو السيقان من براعم عيون الدرنات، حيث تكون منتصبة في المراحل المبكرة، وتنتج فروع إبطيّة. السيقان تتنوع في اللون (بني أو أخضر) بسبب صبغة الانتوسيانين، وفي الشكل (مثلثة أو مربعة الزوايا). يبلغ طولها من 30-100 سم، وتنتهي كل ساق بالأزهار (غمام عمارة، 2015).

1-3-6 الجذور

تنمو جذور البطاطا بشكل رئيسي في الطبقة العليا من التربة حتى 51 سم، وقد تمتد عموديًا حتى 111 سم وأفقيًا حتى 61 سم. تتكون جذور عرضية في مجاميع تحت سطح التربة، وتشكل مجموعًا جذريًا ليفيًا. تنمو الجذور في البداية أفقيًا ثم تتجه عموديًا (حاج علي حمودة،2010).

1-3-7 السيقان الأرضية

المَدادات هي سيقان أفقيّة تحت التربة تحتوي على أوراق حرشفية وبراعم إبطيّة وطرفية. يتراوح طولها بين 2.5 إلى 45 سم، وتنتفخ نهايتها لتكوين الدرنة (Huamàn,1986).

1-4 مراحل نمو وتطور نبات بطاطس

1-4-1 مرحلة زراعة درنة وإنباتها

عند غرس درنة البطاطا، تنمو البراعم قصيرة وسميكة بطول حوالي 5 ملم. بعد ذلك، يبدأ النمو العمودي وتخترق الأوراق الأولى سطح التربة، مما يزيد من مقاومتها للصقيل. في هذه المرحلة، تبدأ الجذور بالتكوّن من قاعدة السيقان، وتختلف مدة الإنبات حسب الموسم (حسن،1999).

1-4-2 مرحلة النمو

في هذه المرحلة، تنمو السيقان فوق وتحت سطح التربة، ويزداد عدد الأوراق تدريجيًا. يتكون سطح أخضر كثيف يساعد على امتصاص الضوء لعملية التركيب الضوئي، ويبدأ النبات في التمدد ليغطّي سطح التربة بالكامل (موصلي،2002).

1-4-3 مرحلة تكوين الأزهار وتفتحها

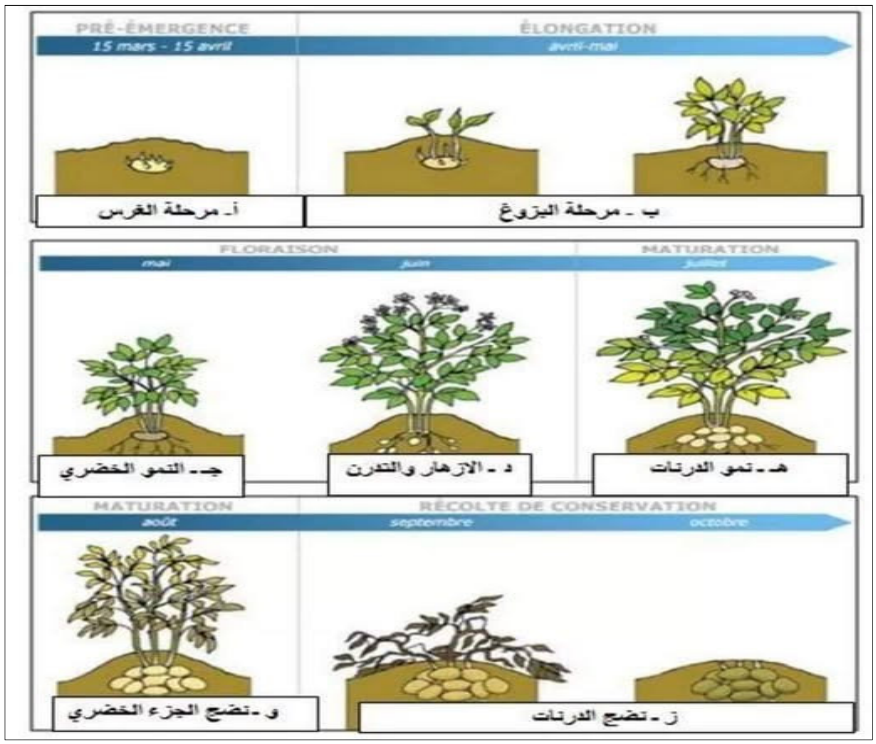
في نهاية السيقان الهوائية، يتكون شمراخ زهري بأزهار بيضاء أو بنفسجية، وتبدأ الدرنات الأولى في التشكّل تحت سطح التربة (السيد، 2009).

1-4-4 مرحلة الإثمار

مل بداية اصفرار الأوراق وتكوّن الثمار العنبية الخضراء غير الصالحة للأكل، يكون هذا هو التوقيت المناسب لحصاد البطاطس الجديدة(حسن،1999).

1-4-5 مرحلة النضج

تجف أوراق وسيقان النبات تدريجيًا م نمو الدرنات حتى حجمها الأقصى. وعند اصفرار المجموع الخضري بشكل طبيعي، يكتمل تكوين القشرة ويصعب إزالتها يدويًا. في هذه المرحلة، تصل نسبة المادة الجافة في الدرنات لأعلى مستوياتها (خوري،2008).



الشكل (7): مراحل نمو وتطور نبات البطاطا من الزرع إلى النضج (مركز الدراسات التقنية والإرشاد الفلاحي،2006)

1-5 أهم أصناف البطاطا

يتبا نبات البطاطس نوعًا نباتيًا واحدًا في جميا أنحاء العالم، وهو *Solanum tuberosum*. L لكنه يشمل آلاف الأصناف التي تختلف بشكل كبير فيما بينها من حيث الحجم، والشكل، واللون، والقوام، بالإضافة إلى خصائص الطهي والطعم(حسن،1999).

1-5-1 الأصناف المبكرة النضج

تحتاج أصناف هذه المجموعة لحوالي 100-105 يوما من تاريخ الزراعة إلى أن تصل مرحلة النضج مثل يارلا Jaerla، اكسنت Accen، بربر Berber، ليسيتا.Liseta

1-5-2 الأصناف نصف المبكرة النضج

أصناف هذه المجموعة تحتاج لحوالي 105-110يوما من تاريخ زراعتها للوصول إلى مرحلة تمام النضج مثل سبونتا Spunta، أياكس Ajax، أسكورت Escort، جارتا Grata، مارفونا Marfona، موناليزا Monalisa.

1-5-3 الأصناف نصف المبكرة إلى نصف المتأخرة النضج

أصناف هذه المجموعة تحتاج إلى حوالي 110-115يوما للوصول إلى النضج وتشمل أجرياAgria، دراجا Draga، ديتا Dita، جيجانتGigant ، بيكاسو Picassso، نيقولاNicola، سيكلون Cyloon.

1-5-4 الأصناف نصف المتأخرة

وأصناف هذه المجموعة تحتاج إلى حوالي 115-120يوما لتمام نضجها وتضم الأصناف التالية: ديامونتDiamant، كاردينا Cardinal، ديزيريه Desiree، أسنا Isna.

1-5-5 الأصناف المتأخرة النضج

هذه المجموعة يلزمها حوالي 120 يوما من تاريخ زراعتها وحتى تمام النضج وهي تشمل الأصناف الآتية: ألفا Alpha، بركةBaraka، كارا Cara، فاموزا Famosa، موندیال Mondial.

1-6 الاحتياجات الزراعية لمحصول البطاطا

1-6-1 العوامل الجوية

- **درجة الحرارة**

تتراوح درجات الحرارة المثلى لإنبات البطاطا بين 18-22 .C°الحرارة المنخفضة تزيد من حجم الدرنات والإنتاجية، بينما ارتفاع الحرارة يؤدي إلى خطر العفن وزيادة الدرنات غير المنتظمة الشكل (أرحيم،2000).

- **الإضاءة**

نبات البطاطا يحتاج إلى 14-18 ساعة إضاءة يوميًا لتعزيز نمو الأوراق. بينما يحفز النهار القصير (أقل من 12 ساعة) تكوّن الدرنات، حيث تؤثر مدة الإضاءة بشكل مباشر على نمو النبات وتطوره (Bazouchea,2007) .

- **الرطوبة**

البطاطا نبات حساس للرطوبة الأرضية، وأي نقص أو زيادة في الرطوبة يسبب أضرارًا كبيرة بالإنتاج. تكون الحاجة للماء منخفضة في البداية (0.5 ملم/اليوم)، وتزداد خلال مرحلة تكوين الدرنات (6.3 ملم/اليوم)، ثم تنخفض وتقل حتى تتوقف عندما تبدأ الدرنات بالنضوج (زينات وآخرون،2008).

1-6-2 العوامل الترابية

- **التربة**

تنجح زراعة البطاطا في الأراضي الرملية، الطينية، والأراضي العضوية. أفضل الأراضي هي الخصبة ذات القوام المتوسط. في الأراضي الرملية، يتطلب النجاح العناية بالري والتسميد (العموري،2008).

- **نسبة حموضة التربة**

تزرع البطاطا في تربة ذات درجة حموضة تتراوح بين 5.5و 6.4 وهي الأنسب لنمو البطاطا وزيادة المحصول (Chaumetonet et al,2006).

- **نسبة ملوحة التربة**

تقاوم البطاطا الملوحة بشكل أفضل من الخضروات الأخرى، لكن الملوحة العالية تحد من قدرة الجذور على امتصاص الماء (السيد، 2006). زيادة الملوحة تؤدي إلى تقليل عدد السيقان، الأفرع، الأوراق، والنمو الخضري بشكل عام، بالإضافة إلى نقص النشاء في الدرنات وارتفاع نسبة الصوديوم والكلور (العموري،2008).

1-7 القيمة الغذائية لنبات البطاطس

البطاطس (*Solanum tuberosum*) هي ثالث أكثر محصول غذائي في العالم بعد الأرز والقمح، ويشكل غذاء أساسيًا لثلثي سكان العالم .(FAO, 2025) تحتوي البطاطس على 75% ماء، 21% كربوهيدرات (82% منها نشاء)، 2.5% بروتين، وأقل من 1% دهون. رغم كونها خضارًا نشويًا،

فهي غنية بالفيتامينات C) و(B6، الألياف الغذائية، المعادن، والبروتينات. حبة بطاطس مشوية كبيرة توفر 46% من البوتاسيوم، 33% من المنغنيز، 21% من المغنيسيوم والفوسفور، وتعد مصدرًا كاملاً للأحماض الأمينية الأساسية (Jaspreet et al., 2009) .

1-8الأمراض والآفات التي تصيب نبات البطاطا

1-8-1 المسببات غير الحيوية

وهي التي تكون بسبب عوامل غير حيوية مثل العيوب الفيسيولوجية وذلك بسبب اختلال في إحدى التقنيات الزراعية (التسميد، السقي...) أو بسبب تأثيرات مناخية كالأمطار والصقي والحرارة...الخ (حسن، 1989).

1-8-2 الأمراض الحيوية

والتي تكون بسبب كائنات حية (البكتيريا، الفيروسات، الفطريات).

1-8-2-1 الأمراض الحشرية

تتعرض البطاطا للإصابة بعدة آفات حشرية تسبب خسائر كبيرة في المحصول نتيجة تغذيتها المباشرة على أجزاء النبات أو نقلها للأمراض (أرجيوس،1994). ومن أبرز هذه الآفات:

✓ **الحفار**

- تتغذى حشرة الحفار على قط التقاوي، الجذور، والسيقان الأرضية، مما يؤدي إلى ذبول النباتات.
- تزداد الإصابة بالحفار خلال العروة الصيفية.

✓ **فراشة درنة البطاطا**

- تهاجم هذه الحشرة المجموع الخضري، محدثة أنفاقًا باهتة بين بشرتي الورقة، مما يؤدي إلى جفاف الأوراق بالكامل.
- تظهر الإصابة في الدرنات على شكل أنفاق غير منتظمة تحت القشرة(الشكل8).

الشكل (8): أعراض الإصابة بفراشة درنة البطاطا على الأوراق والدرنة (FAO,2022)

✓ **حشرات المن (قمل النبات *Myzus persicae*)**

- تتمثل أعراض الإصابة في تجعد الأوراق الصغيرة واتخاذها شكل الكوب، م التفاف الأوراق السفلية وذبولها.
- تتحول الأوراق المصابة إلى لون أصفر قبل أن تموت (سليمان وأحمد،2000).

1-8-2-2 الأمراض البكتيرية

تعتبر الأمراض البكتيرية من أبرز المعوقات لإنتاج البطاطس، خاصة في المناطق الاستوائية والمعتدلة الدافئة. تؤثر سبعة أمراض بكتيرية على البطاطس، م تأثيرات كبيرة على الدرنات. من أخطر الأمراض: الذبول البكتيري والساق السوداء، بينما العفن الحلقي، العين الوردية، والجرب الشائ تعتبر أمراضًا ثانوية.(Campos et Ortiz, 2020) و من بعض الأمراض نجد:

✓ **العفن البني والذبول البكتيري في البطاطس الناجم عن *Ralstonia solanacearum***

الذبول هو عرض شائ لمعظم إصابات البطاطس، وقد يظهر على ساق أو جزء من الورقة أو حتى في درنات البطاطس. عند قط درنة مصابة، يظهر اسمرار ونخر في الأنسجة الوعائية، م خروج سائل كريمي اللون. قد يخرج سائل بكتيري من العيون أو ملحقات طرف ساق الدرنات الملتصقة بالتربة (الشكل 9) (Campos et Ortiz, 2020) .

الشكل (9): أعراض تعفن البطاطس البني مع البكتيريا (Campos et Ortiz,2020)

✓ **الساق السوداء والعفن الطري في البطاطس الناجم عن *Dickeya***

تسبب بعض البكتيريا مرض الساق السوداء في البطاطس، حيث ينخر جذع النبات بدءًا من الدرنة الأم وينتشر عدة سنتيمترات فوق سطح الأرض. م تطور المرض، تذبل الأوراق وتصبح مجعدة ويتحلل الجهاز الوعائي للنبات (الشكل 10). غالبًا ما يتحلل لب الساق، وتنتج النباتات المصابة عددًا قليلًا جدًا من الدرنات أو قد لا تنتج أي درنات على الإطلاق، وتتحلل الدرنات المنتجة قبل الحصاد.

Dickeya dianthicola يمكن أن يسبب تعفنًا شديدًا للبذور وقلة إنبات النبات في الحالات الشديدة (Campos et Ortiz,2020).

الشكل (10): الأعراض الورقية لمرض *Dickeya dianthicola* على البطاطس

(Campos et Ortiz,2020)

1-8-2-3 الأمراض الفطرية

✓ **اللفحة المتأخرة**

اللفحة المتأخرة (Late Blight) يسببها الطفيلي Phytophthora infestans، الذي ينتشر عبر الأبواغ ويخترق خلايا النبات. تبدأ الأعراض بعد 2-3 أيام على شكل بقع بنية مشبعة بالماء على الأوراق والسيقان (الشكل 11). في الدرنات، تظهر بقع بنية تمتد إلى اللب عند القطع (الشكل 12) (Campos et Ortiz,2020).

الشكل (11): أعراض اللفحة المتأخرة على الأوراق والسيقان (Campos et Ortiz,2020)

الشكل (12): الأعراض الداخلية والخارجية لمرض اللفحة المتأخرة في الدرنات (Campos et Ortiz,2020)

- ✓ **اللفحة المبكرة**

تظهر أعراض اللفحة المبكرة على الأوراق كبقع نخرية بنية داكنة تبدأ من الأوراق السفلية. تتوسع البقع مع الوقت لتشمل كامل الورقة (الشكل13). على الدرنات، تظهر بقع داكنة قليلاً (الشكل14) (Campos et Ortiz, 2020).

الشكل (13): الأعراض الأولوية والمتقدمة لمرض اللفحة المبكرة في أوراق الشجر البطاطس (Campos et Ortiz,2020)

الشكل (14): أعراض اللفحة المبكرة في الدرنات البطاطس (Campos et Ortiz,2020)

1-8-2-3 الأمراض الفيروسية

تعد الفيروسات من أبرز المعوقات في إنتاج البطاطس، حيث يؤثر أكثر من 50 فيروسًا وفيرويدًا على المحصول، لكن القليل منها يتسبب في خسائر كبيرة. يُعد فيروس PVY وPLRV الأكثر ضررًا، حيث يسببان خسائر قد تصل إلى 80% عند حدوث عدوى مزدوجة. فيروس PVX يتسبب في خسائر تتراوح بين 10-40% عند الإصابة الفردية، لكن يتفاقم الضرر عند تزامنه م فيروس PVY أو PVA، مما يؤدي إلى خسائر تصل إلى 80% بسبب التفاعل التآزري بينهما (Campos et Ortiz, 2020).

2- التربة

2-1 تعريف التربة

التربة هي الطبقة السطحية للقشرة الأرضية، بعمق يتراوح بين 0.5 و30 مترًا، وهي الجزء المتطور من القشرة الأرضية بفعل عوامل وعمليات تكوين التربة والمتكونة من مواد معدنية وعضوية مختلطة م بعضها والقادرة على إمداد النبات ببعض أو كل ما يحتاجه من العناصر الغذائية بشرط توفر الماء والهواء(ذياب الحفيظ، 2014؛ مظفر،2021).

2-2 مكونات التربة

تتكوّن التربة من خمسة مكوّنات أساسيّة، وعادة ما تكون في حالة تداخل واختلاط كامل، وتختلف نسب هذه المكوّنات باختلاف نوع التربة وتتمثل حسب(غدير خالد،2016) في:

- **الحبيبات المعدنية**

تمدّ هذه الحبيبات النباتات بالغذاء، وتشكل الجزء الأكبر من التربة المعدنيّة، تنتج من تفتت الصخور بفعل عوامل التعرية، تتنوع ما بين الرمل، الطين والطمي.

- **المادة العضوية**

ناتجة عن تحلل بقايا الحيوانات والنباتات من طرف الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والميكروبات، يطلق عليها اسم دبال يتميز بلونه الداكن وهو مهم لتحسين خصوبة التربة وتحسين قدرتها على احتفاظ بالماء.

- **ماء التربة**

يوجد في الفراغات بين حبيبات التربة ويطلق عليه محلول التربة، ويمثل مصدر الغذاء للنباتات وله دور في إذابة المعادن والعناصر الغذائية. تختلف نسبته حسب نوع التربة وظروف الطقس.

هواء التربة

من أهم مكونات التربة، حيث أنه الجزء الغازي الوحيد فيها، يملأ المسام بين الحبيبات، ويوفر الأكسجين للكائنات الحية الدقيقة وجذور النباتات.

- **الكائنات الحية الدقيقة**

تتمثل في البكتيريا، الفطريات، الديدان، الطحالب... التي لها دور مهم في تحلل المواد العضوية وتحسين خصوبة التربة.

2-3 أنواع الترب

- **التربة الرملية**

تربة خفيفة وجافة، ذات نفاذية عالية وفقيرة من المواد العضوية.

- **التربة الطمييية**

تربة ناعمة وغنية بالمواد العضوية، تحتفظ بالرطوبة دون أن تتشبّ بالماء، كما أنها جيدة الصرف.

- **التربة الكلسية (الجيرية)**

تحوي نسبة عالية من كربونات الكالسيوم، قلوية، فقيرة من المواد العضوية، تحتاج لتحسين قبل الزراعة (شيرين طقاطق،2018).

- **التربة الطينية**

تربة ثقيلة، تتميز بقدرة عالية للاحتفاظ بالماء جيدا، لكنها سيئة التصريف وقد تسبب اختناق الجذور.

- **التربة الدبالية**

تتميز باحتوائها على المواد العضوية بنسبة مرتفعة، ماجعلها تتميز باللون الغامق، وتستطي الاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء، وتعد من أفضل أنواع الترب (ألاء الماضي، 2017).

2-4 خصائص التربة

2-4-1 الخصائص الفيزيائية

- **لون التربة**

اللون هو السمة الأكثر وضوحا في التربة وقد يكون في كثير من الأحوال مؤشرا على تكوين التربة. تشير درجات اللون الأحمر والأصفر بشكل عام إلى غنى التربة بالحديد، بينما قد تنتج الألوان الرمادية عن تركيزات أعلى من أكاسيد الألمنيوم والسيليكات. عادة ما تكون الألوان السوداء ناتجة عن وفرة المواد العضوية لكن في الظروف المعتدلة الدافئة، التربة التي تحتوي على اقل من 3% من الدبال تكون ألوانها سوداء عميقة. يتم وصف ألوان التربة بشكل عام وفقا لمخطط ألوان قياسي (مخطط ألوان مونسيل) الذي يحتوي على 175 لونا (Mirsal , 2008).

- **نسيج التربة**

يشير إلى توزي الحبيبات المعدنية الدقيقة التي تشكل التربة والتي يقل قطرها عن 2 مم، ويعتمد نسيج التربة على نسب الرمل، الطمي والطين المكونة للتربة، ويؤثر بشكل كبير على خصائص التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء وتبادل الغازات، مما ينعكس على قدرتها على دعم النباتات واستخداماتها في مجالات مثل الزراعة والهندسة.(Ritchey et al, 2015)

- **بنية التربة**

بنية التربة تشير إلى ترتيب وتنظيم دقائق التربة (مثل الرمال والطين والطمي) في شكل معين، مما يؤثر على خصائصها الفيزيائية. تتحدد البنية من خلال توزيع المسام والشكل وحجمها، وبالتالي تؤثر على نفاذية التربة، قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وتهويتها (حسوني جدوع،2010)

- **مسامية التربة**

هي النسبة المئوية لحجم الفراغات أو المسامات بين حبيبات التربة، والتي تتراوح بين الحبيبات المختلفة (الرمل، الطين، والطمي). هذه المسامات تلعب دورًا أساسيًا في تحديد قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، تهويتها، وحركته داخلها (Barber, 2014).

- **كثافة التربة**

يعرف الزاملي (2014، 2020) كثافة التربة على أنها كتلة الجزء الصلب من التربة لحجم التربة، يمكن أن تختلف الكثافة بناءً على نوع التربة، محتواها من الماء، والتراكيب الأخرى مثل الصخور أو المواد العضوية.

2-4-2 الخصائص الكيميائية

- **حموضة التربة**

تشير إلى اللوغاريتم السالب لنشاط وفعالية أيون الهيدروجين (H^+) في التربة، ويستخدم لتقدير درجة الحموضة والقاعدية في محلول التربة. يتم قياسه باستخدام جهاز pH- Meter وتتراوح قيمته بين 1 و14 (الموسوي،2005).

الجدول (02): تصنيف الترب على أساس درجة تفاعلها(pH) (نديوي والسعدون،1988)

صفة التربة	قيمة pH
فائقة الحامضية	أقل من 4.5
شديدة الحامضية جدا	5 - 4.5
شديدة الحامضية	5.5 -5
معتدلة الحامضية	6 - 5.5
ضعيفة الحامضية	6.5 - 6
متعادلة	7.3-6.5
ضعيفة القاعدية	7.8 -7.3
معتدلة القاعدية	8.4 - 7.8
شديدة القاعدية	9 - 8.4
شديدة القاعدية جدا	أكثر من 9

ملوحة التربة

هي درجة تركيز مجموع الأملاح سهلة الذوبان في التربة والتي تشمل كلوريدات وكبريتات وكربونات الصوديوم والمغنزيوم والكالسيوم والبوتاسيوم. تنتج ملوحة التربة بصورة طبيعية نتيجة تحلل الصخور الرسوبية كما قد تحدث نتيجة الأنشطة البشرية مثل الري المفرط، وقد يكون سببها المناخ الحار الجاف إضافة إلى عملية الانجراف السطحي التي تتعرض لها الأراضي الزراعية (العاني،1984؛ البياتي والسبهاني ،2018).

الجدول (03): ملوحة الأتربة بدلالة CE (SSDS, 1993)

CE (µs/cm)	التقسيم
200-0	غير مالحة
400 -200	ملوحة ضعيفة جدا
800 -400	ملوحة ضعيفة
1600 -800	ملوحة عالية
≥1600	ملوحة عالية جدا

- **المادة العضوية**

هي كل مادة تنشأ من بقايا نباتية أو حيوانية في التربة، مثل الجذور، الأوراق المتساقطة، المحاصيل بعد الحصاد، وكذلك بقايا الحيوانات والكائنات الدقيقة الموجودة تحت سطح الأرض، بالإضافة إلى الحشرات بعد موتها. كما تشمل المادة العضوية أي إضافات تأتي إلى التربة على شكل أسمدة عضوية سواء كانت طبيعية أو صناعية (محي الدين طه، رفا أحمد حلوم، 2016).

2-4-3 الخصائص البيولوجية

تتعلق الخصائص البيولوجية للتربة بالكائنات الحية التي تعيش فيها وتؤثر على بنيتها ووظائفها. تنقسم الكائنات الحية في التربة إلى ميكروبية (بكتيريا، فطريات، طحالب) وغير ميكروبية (ديدان الأرض، حشرات، عناكب، قوارض) (داود الموصلي، 2020).

الفصل الثاني:

الأسمدة والتسميد

1-تعريف السماد

تطلق كلمة سماد على كل مادة طبيعية أو صناعية تضاف إلى التربة قصد تحسين قوامها وخصائصها الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية، حيث يعمل على توفير العناصر الغذائية للنبات بهدف تعويض خصوبة التربة من العناصر المفقودة، أو تلك الموجودة بكميات ضئيلة وغير كافية لحاجة النبات، أو الموجودة بصورة غير جاهزة للامتصاص من قبل جذور تلك النباتات (إياد، 2018) كما يعمل على تحسين نمو المحاصيل الزراعية وزيادة الإنتاجية وتحسين الجودة (كنج وكيوان، 2011).

2- أنواع الأسمدة

تبعا لمصدرها تقسّم الأسمدة إلى صنفين رئيسيين هما :الأسمدة العضوية (الطبيعية) والأسمدة الكيميائية (الصناعية).

2-1 الأسمدة العضوية

تتكون المادة العضوية في التربة من مواد عضوية طازجة ودبال. تتمثل المادة العضوية الطازجة في مواد نباتية ميتة، مخلفات الحيوانات وبقايا النباتات، مخلفات المنزل...

يتم تحويل المادة العضوية الطازجة إلى دبال وعناصر غذائية مفيدة للنبات من خلال عمل الكائنات الحية الدقيقة، يُضفي الدبال لونًا داكنًا للتربة، ويتميز بالخصائص الآتية: تحسين بنية التربة؛ تحسين مقاومة التربة للتأكل الناتج عن الانجراف المائي والرياح، يساعد على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية والماء (Inckel ,2005).

2-1-1 أنواع الأسمدة العضوية

تجهز الأسمدة العضوية من مصادر طبيعية نباتية أو حيوانية، وهي إما صلبة أو سائلة أو طرية أو متحللة، ولقد ازداد في السنوات الأخيرة استخدام الأسمدة العضوية الذائبة والتي تحتوي على بعض الأحماض العضوية مثل أحماض الهيوميك والفولفيك والأحماض الأمينية وغيرها من المواد والتي تتميز برخص ثمنها وسهولة استعمالها وقلة تلويثها للبيئة والمنتجات الزراعية ومساهمتها في تحسين الصفات الفيزيائية، الكيميائية والحيوية للتربة (إياد، 2018). وتنقسم الأسمدة العضوية إلى:

أ- أسمدة عضوية نباتية

وهي ناتجة عن تخمر البقايا النباتية والمخلفات المنزلية مثل بقايا الخضار والفواكه كقشور البرتقال، أوراق الأشجار، نشارة الخشب ... (إياد،2018).

الصورة 1 :الأوراق المتساقطة من الأشجار تشكل مصدرا جيدا لمواد العضوية (عزمي، 2010)

ب- الأسمدة العضوية الحيوانية

وتشمل الأسمدة الناتجة من تخمير المخلفات الحيوانية و إضافتها إلى التربة بعد فترة تخمير مناسبة حتى تصل إلى درجة من النضج كافية لتحسين خصوبة التربة وزيادة إنتاج المحاصيل.

في الغالب تضاف الأسمدة العضوية الحيوانية إلى التربة بنثرها على سطح التربة ثم تقلب في هذه التربة حيث يجب خلطها مع حبيباتها (الشحات ورمضان، 2008)، تحتوي هذه الأسمدة على عناصر غذائية هامّة مثل النتروجين، الفوسفور والبوتاسيوم...وتعتبر مصدرا جيدا للدبال وتعمل على تنشيط الكائنات الحية الدقيقة المفيدة في التربة وتحسين بنيتها واحتفاظها بالماء (عزمي، 2010). مثال عن ذلك: السماد البلدي (روث الأبقار والاغنام والطيور...)، البودريت (مخلفات الإنسان) ... (إياد، 2018).

الصورة 2: روث الأبقار يشكل مصدرا وفيرا للمواد العضوية (عزمي،2010)

ج- الأسمدة العضوية الخضراء

وهي النباتات الخضراء التي تزرع في الحقول والمشاتل والغابات ...وخصوصاً في المناطق ذات التربة الرملية الفقيرة من المواد العضوية. حيث تحرث بعد نموها وتدمج مع جزيئات التربة وهي خضراء. عادة ما تكون هذه النباتات من عائلة البقوليات كالفول، الترمس، اللوبيا، الفول السوداني...وذلك لأهمية العقد البكتيرية الموجودة في جذورها لتثبيت الأزوت الجوي (Marshner,1995)، كما أن هذه النباتات تحتوي على نسبة متوازية من الكربوهيدرات والنيتروجين تساعد على تحلل البقايا النباتية وتيسر امتصاص النيتروجين (عثمان وآخرون، 2011)، وتعمل هذه الأسمدة على تحسين خصوبة التربة وزيادة محتواها من المادة العضوية) عبد الستار،2009).

الصورة 3: الأسمدة الخضراء (80)

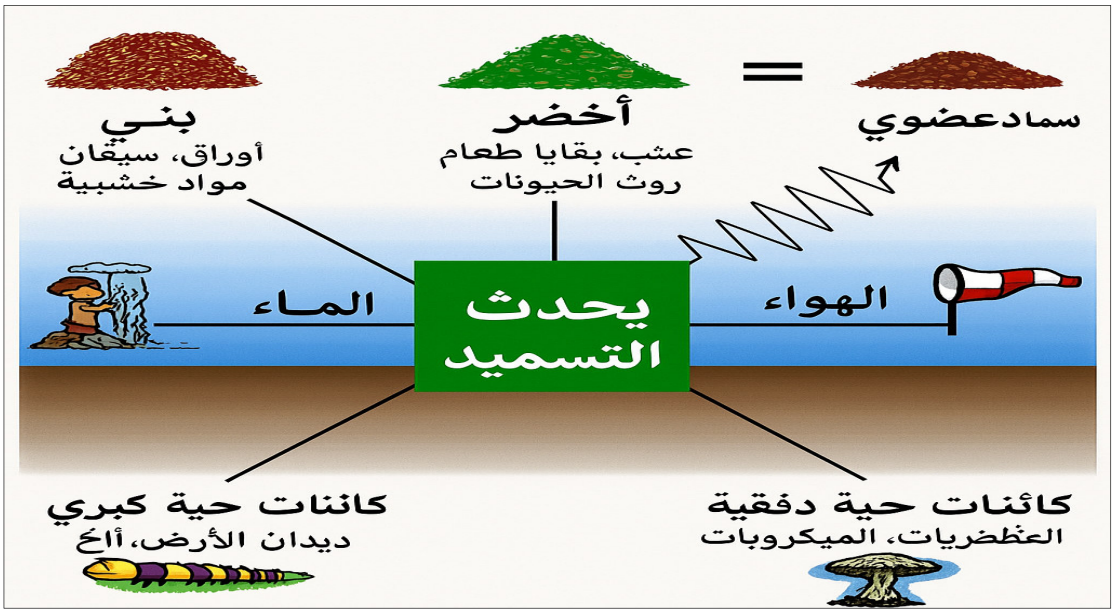
د- الكمبوست

هو سماد عضوي ناتج عن تحلل المواد العضوية بفعل تأثير نشاط الكائنات الحية الدقيقة (الشحنات ورمضان،2008) في ظروف مناسبة من الرطوبة والتهوية ودرجة الحرارة (Inckel, 2005). تتمثل مكوناته في:

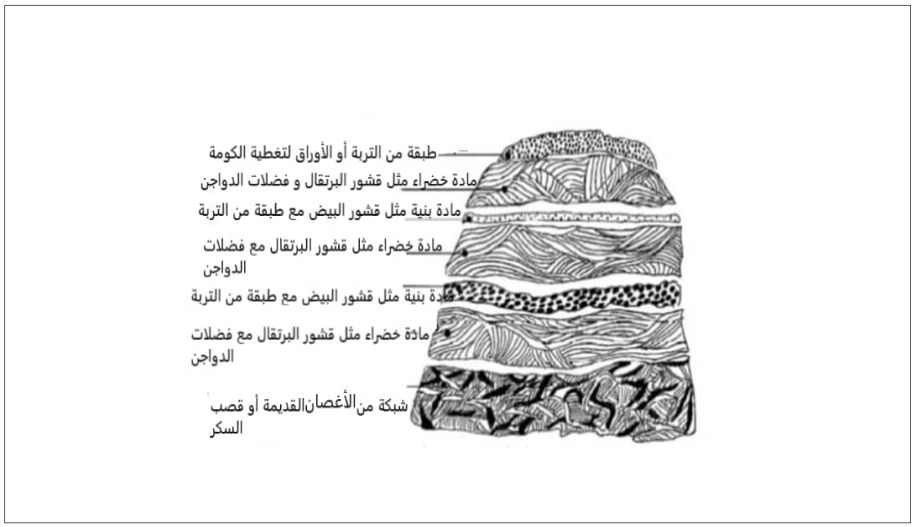
- مواد بنية والتي تكون غنية بالكربون مثل قشور البيض... الذي يعتبر مصدرا جيدا لكربونات الكالسيوم كما أنه يعمل على التقليل من حموضة التربة (pH قاعدي) ويساعد على منع تعفن الجذور ببعض الترب الحمضية ...

- مواد خضراء والتي تكون غنية بالنتروجين مثل بقايا النباتات والفضلات المنزلية كقشور البرتقال حيث تعمل عند اضافتها مع قشور البيض إلى السماد على تعديل حموضة التربة كون قشور البيض تنقص من حموضتها، أيضا تعزز صحة النبات لغناها بالفيتامينات... كما أنها تضفي رائحة جيدة للكمبوست عند استخدامها بكميات مناسبة... إلا أن هذه المواد لا تتحلل بنفس الوقت فلكل مادة وقت معين، حيث كل ما هو عضوي يتميز بنسبة محددة الكربون إلى النيتروجين (C:N) في تركيبه، وتعتبر نسبة C :N 30:1 مثالية لنشاط الكائنات الحية المحلّلة وهذه النسبة يمكن الحصول عليها من خلال نسب خلط المواد مع بعضها (أحمد ومحمد، 2006). حيث تجمع هذه المكونات ثم تقطع إلى قطع صغيرة لتسهيل تحللها(تخمرها) وضمان وصول الأكسجين لها و تراكم فوق بعضها البعض في حفرة مشكلة طبقات و يضاف إليها شيء من روث البقر أو الماعز أو الأغنام و كذلك كمية من الماء (الرطوبة) لتوفير بيئة مثلى لنمو الكائنات الحية الدقيقة ، تُقلب الكومة لأول مرة بعد أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع لتساعد على عملية التهوية كما تمنع الروائح وتجمع الغازات الضارة في ظل ظروف مواتية، تستغرق عملية التحلل بطريقة إندور ثلاثة أشهر، أما في ظل ظروف أقل ملاءمة، فقد تستغرق أكثر

من ستة أشهر (Inckel 2005) لنحصل في النهاية على هذا السماد المسمى الكمبوست حيث كلما كان مصدره نباتيا كلما كان أنظف وأغلى ثمنا (إياد،2018).



الشكل 15: تشكل سماد الكمبوست (Charnay, 2005)



الشكل16: مثال عن كومة الكومبوست (Inckel, 2005)

د- الأسمدة الحيوية

عبارة عن مستحضرات تحتوي على كائنات حية دقيقة نافعة (البكتيريا أو الفطريات) تستخدم لتحسين خصوبة التربة وزيادة إنتاجية النباتات بشكل طبيعي وأمن (Mishra et Danish, 2010). تقوم هذه الكائنات بتثبيت النتروجين الجوي وإذابة الفوسفور غير الذائب وتعزيز امتصاص النباتات للعناصر الغذائية (مدونة السلوك الدولية،2019) وتعد هذه البدائل الحيوية أمنة على صحة الانسان ولا تسبب تلوث البيئة (EL- Karamity , 1992).

تنتج الأسمدة الحيوية من عزل وتنقية وتوصيف أحياء مجهرية مختلفة، وإكثارها في مزارع ملائمة لحين استعمالها كلقاح، حيث يتم خلطها مع البذور قبل الزراعة أو تغمر به جذور البادرات أو يضاف مباشرة في التربة قرب جذور النباتات النامية (عبد الله وآخرون، 2018).

الصورة 4: الأسمدة الحيوية (83)

2-2 الأسمدة الكيميائية(المعدنية)

عبارة عن مخصبات يصنعها الإنسان من مركبات كيميائية تساعد في زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية) وليد، 2012)، كما تعتبر أسمدة غنية بالمغذيات والمنتجة صناعيا عن طريق العمليات الكيميائية أو استخراج المعادن أو الطحن الآلي (مدونة السلوك الدولية، 2019).

كما يذكر (إياد، 2018) أن التسميد الكيميائي) المعدني) يتم من خلاله إضافة العناصر المعدنية في صورة ميسرة معدنية أيونية وجاهزة للامتصاص من قبل جذور النباتات حتى تستفيد منها بصورة مباشرة.

الصورة 5: الأسمدة الكيميائية (TPSA, 2017)

وتصنف الأسمدة الكيميائية إلى:

أ- أسمدة كيميائية بسيطة

وهي الأسمدة التي تحتوي على عنصر مغذي واحد وهو العنصر الذي من أجله يضاف السماد مثل: الأزوت، الفوسفور... (عبد الهادي، 1986).

ب- أسمدة كيميائية مركبة

وهي الأسمدة التي تحتوي على أكثر من عنصر سمادي، قد تكون ثنائية (NP،NK ،PK) أو ثلاثية (NPK) (Testud ,2004).

2-2-1 أنواع الأسمدة الكيميائية (بوعرت، 2023)

أ- الأسمدة النيتروجينية

وهي الأسمدة التي تتكون أساسا من عنصر النيتروجين مثل: اليوريا، نترات الأمونيوم، كبريتات الأمونيوم...

ب- الأسمدة البوتاسية

هي الأسمدة التي يكون العنصر الفعال فيها هو البوتاسيوم مثل: كلوريد البوتاسيوم، ملح البوتاس، نترات البوتاسيوم...

ج- الأسمدة الفوسفورية

هي الأسمدة التي تتكون أساسا من عنصر الفوسفور منها الطبيعية كالصخور الفوسفاتية والعظام...ومنها الصناعية كأحادي فوسفات الامونيوم(MAP) ...

3- طرق التسميد

أ- التسميد قبل الزرع

- ✓ **نثرا على سطح التربة**

تنثر الأسمدة فوق سطح التربة ثم تحرث لتمزج مع التربة الزراعية ويفضل استخدام هذه الطريقة عندما يكون الري بطريقة الغمر (بوعرت، 2021).

- ✓ **تضاف في باطن خطوط الزراعة**

حيث يتم التسميد بتخطيط مساحة الزراعة ثم تنثر الأسمدة في باطن خطوط الزراعة ويلي ذلك شق خطوط جديدة بين الخطوط السابقة، الأمر الذي يؤدي إلى الترديم على الأسمدة المضافة تلقائيا وهي تتماشى مع نظم الري الثلاثة الغمر أو الرش أو التنقيط (السيد، 2009).

ب- التسميد بعد الزرع مع ماء الري

يتم ايصال السماد إلى المزروعات مع ماء الري حيث تستخدم الأسمدة السائلة أو الأسمدة القابلة للذوبان في الماء، حيث يتم تحضير محلول مركز من السماد يتم ادخاله بطرق خاصة مع ماء الري ومن أكبر عيوب التسميد بهذه الطريقة عدم تجانس توزيع السماد على المساحة التي يراد ريها (الشحات ورمضان، 2008).

ج- التسميد بالرش أو التسميد الورقي

يتم إضافة السماد إلى الأسطح الورقية حيث يمد النبات بالعناصر الغذائية من خلال أجزائه الهوائية الخضرية التي لها القدرة على امتصاصها كما أنها تجهز النبات بالمغذيات بصورة متجانسة (بيان، 2010).

د- الري بالتنقيط

تكون كمية الماء المستخدمة قليلة نسبيا مما يسهل اذابة السماد كليا في كمية ماء الري مما يساعد الزيادة في سرعة امتصاص العناصر المغذية من قبل النبات وتحسين كفاءة استغلال التربة للأسمدة (Usaid, 2011).

هـ- التسميد بالكومة

هو عملية تحويل المخلفات العضوية إلى مواد عضوية متحللة عن طريق تكديسها في كومات، يمكن أن توضع فوق سطح التربة أوداخل حفر في التربة. الكومة يمكن أن تكون بأي حجم ولكن الكومة التي يمكن إدارتها والتعامل معها بكفاءة تكون في حدود عرض من 1 إلى 2 متر وارتفاع في حدود من1 إلى 1.5 متر (leurena, 2018-2020).

و- التسميد بالديدان

هو سماد عضوي ناتج عن تحلل المخلفات العضوية (بقايا الطعام، فضلات الحيوانات...) بواسطة الديدان مثل (الدودة الحمراء Eisenia Foetidaوالدودة الزرقاء Eisenia Andrei) يضيف عناصر غذائية للتربة ويزيد من خصوبتها وبالتالي يحفز نمو النباتات كما يساعد على مقاومة الأمراض والآفات (مريم وهند، 2020).

4- العوامل المحدّدة لطريقة ونوع التسميد

أ- عمر النبات ونوع المحصول

يختلف موعد الإضافة لكل عنصر حسب أطوار النمو للنبات، فمثلا لا تستفيد النباتات من الأسمدة المضافة بطريقة النثر أو م ماء الري بالرش إلا بعد أن ينمو لها مجموعا جذريا كثيفا متشعبا (حسن، 1993).

ب- كمية ونوع السماد المستعمل

عندما تكون كمية الأسمدة كبيرة، فمن المستحسن إضافة جزء منها قبل الحرث، أما عندما تكون الكمية المستعملة قليلة فالأفضل إضافتها في خنادق، أما فيما يخص نوع السماد فتضاف الأسمدة العضوية الحيوانية على سطح التربة قبل الحرث، لذا يجب خلط الأسمدة جيدا بالتربة عند الحرث أما بالنسبة للأزوتية نظرا لسهولة فقدها تفضل إضافتها بعد الزراعة والإنبات بطريقة النثر (عبد الله، 2002).

ج- الظروف الجوية كالأمطار

يتسبب هطول الأمطار في فقد التربة للأسمدة بالرشح لذلك يفضل إضافة كميات كبيرة من الأسمدة في خنادق أثناء فصل نزول المطر (أبو نقطة، 2010).

د- طبيعة التربة

يكون فقد البوتاسيوم بالرشح سريعا في الأراضي الخفيفة، على غرار الأراضي الثقيلة التي يصعب فقد الأسمدة فيها، لذا يجب إضافة البوتاسيوم على دفعات أو فترات منتظمة في الأراضي الخفيفة وعندما تكون التربة ذات مقدرة عالية على تثبيت الفسفور، يستحسن إضافة الأسمدة الفوسفاتية في

خنادق خاصة عندما تكون الكمية المضافة قليلة، حيث يكون السماد الفوسفاتي على اتصال أقل بحبيبات التربة التي تثبته (السيد،2009).

5- تأثير الأسمدة العضوية الطبيعية على النمو والإنتاج

حيث اهتم العديد من الباحثين بدراسة تأثيرات الأسمدة العضوية في نمو وحاصل النبات إذ تعد المادة العضوية أحد العوامل الفعالة بالتأثير في جاهزية العناصر المغذية وجعلها جاهزة للامتصاص من قبل النبات، فقد أشارت دراسات عديدة في دور الأسمدة العضوية في تحسين خواص التربة، وزيادة إنتاجية المحاصيل نذكر منها:

- أشار Hanafy et al إلى أن إستعمال الأسمدة العضوية في الزراعة يؤدي إلى رفع محتوى التربة من المادة العضوية وتحسين خصائصها الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية.

- كما أشار سليمان إلى وجود زيادة في إنتاجية الأبصال ووزن المادة الجافة وعناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم للنبات عند إضافة مخلفات الدواجن ومخلفات الأبقار(خليل،2003).

6- تأثير الأسمدة على التربة

تعدّ الأسمدة ضروريّة لتحسين جودة التربة وزيادة إنتاجيّة النباتات، حيث تسهم في تفكيك حبيبات التربة الثقيلة وتحسين تهويتها، مما يسمح بتخلل الهواء والماء بسهولة، كما تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة، خاصة في الأراضي الرملية، وترفع من خصوبتها من خلال تعزيز السّعة التبادلية الكاتيونية. وتعمل هذه الأسمدة على إثراء التربة بالعناصر الغذائية الأساسية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والعناصر الدقيقة، وذلك عند تحلل المواد العضوية. ويؤدي هذا التحلّل أيضا إلى إنتاج أحماض عضوية وثاني أكسيد الكربون، مكوّنا أحماض كربونية تذيب العناصر الغذائية الموجودة في

التربة وتجعلها أكثر قابلية للامتصاص من قبل جذور النباتات، ممّا يعزز من نموّها وصحّتها (FAO,2017).

الجـــزء التطـــبيقي

الفصل الأول:

الوسائل والطرق المتبعة والمواد المستعملة في الدراسة

1- المواد والوسائل المستعملة

1-1 المادة النباتية

تم اختيار نبات البطاطا صنف Evolution أحد الأصناف التي طورتها شركة Agrico الهولندية، يتميز بكونه صنفا شبه مبكر مناسبا للزراعة في بدايات ونهايات الموسم الزراعي. يمتاز هذا الصنف بقشرته الحمراء الداكنة الجذابة، وشكله البيضوي المنتظم، م درنات كبيرة الحجم ذات جودة تسويقية عالية. من أبرز خصائصه تحمله الجيد للجفاف والحرارة مما يجعله مناسب للزراعة في المناطق ذات المناخ الحار أو محدود المياه. كما يتمت بمقاومة عالية لبعض الأمراض والآفات كالنيماتودا، إضافة إلى مقاومة جيدة للفيروسات. لذا يعتبر هذا الصنف خيارا ملائما لتحقيق مردود مرتف ضمن نظم الزراعة المستدامة (Agrico,2012).

1-2 تحضير الأسمدة

1-2-1 سماد الدواجن

سماد الدواجن هو سماد ذو طبيعة صلبة لاحتوائه على نسبة عالية من المادة الجافة تبلغ 96.50%. يحتوي على نسبة 2.07% من النتروجين الكلي وهي نسبة تفوق سماد الغنم والبقر. تشير التقديرات إلى أن سماد الدواجن غني بK_2O بنسبة 2.51% في حين أنه منخفض المحتوى من P_2O_5. كما يحتوي على نسبة قليلة من 11.39C/N بالنسبة للأسمدة الأخرى ودرجة الحموضة pH=7.85 (Katuwal et *al*, 2023).

يتميز سماد الدواجن بسهولة تحلله وقدرته على توفير الاحتياجات الغذائية للنبات وارتفاع محتواه من العناصر المغذية الضرورية خاصة (النتروجين**N**، الفوسفور**P**، الكالسيوم**Ca**، البوتاسيوم**K**) ،

بالإضافة الى العناصر النادرة لذلك تم اختيار سماد الدواجن لفعاليته المثبتة في تحسين نمو وانتاجية نبات البطاطا (الشاطر وآخرون، 2011).

1-2-2 السماد المختلط (مزيج قشور البيض والبرتقال)

تم استعمال قشور البيض الأحمر وذلك لاحتوائها على كربونات الكالسيوم اللازمة لنمو النباتات حيث يحتوي على البوتاسيوم والفوسفور، وينصح خبراء البستنة باستعماله كسماد لزراعة النباتات وذلك بإضافته كمسحوق. حيث تستهدف كربونات الكالسيوم على وجه التحديد تعفن نهاية الزهرة وهو أمر لا يمكن ملاحظته إلا عندما تبدأ الفواكه والخضروات بالنضج، كما يعمل على تخفيض حموضة التربة (كونه قاعديا)، كما تستخدم كرادع للحشرات والآفات.

وتم تحضير السماد وفق الخطوات الأتية:

- تجميع قشور البيض وقشور البرتقال.
- غسل القشور.
- نشرها وتعريضها لأشعة الشمس.
- إكمال التجفيف بالمجفف في درجة حرارة 40 درجة مئوية.
- طحنها بالمطحنة الكهربائية.
- غربلة القشور المطحونة بغربال حجم قطره2 مم.
- مزج قشور البيض وقشور البرتقال (2كلغ قشور بيض /2 كلغ قشور برتقال).

2- تصميم التجربة

تهدف هذه الدراسة إلى مقارنة تأثير إضافة الأسمدة التي تتمثل في السماد المختلط (قشور البيض والبرتقال) وسماد الدواجن مع الشاهد السلبي، بحيث تمت زراعة نبات البطاطا، قسّمت المساحة الى

ثلاث معاملات، مثلت كل معاملة بقطعة تجريبية مساحتها 1م^2 وكررت مرتين، كل قطعة تجريبية تحتوي على ثلاثة صفوف للزرع تحتوي على 9 درنات مع ترك مسافات بينية في المخطط التجريبي كالتالي:

- المسافة بين القطع 1متر.
- المسافة بين المعاملات في القطاع الواحد 1متر.
- المسافة بين بداية القطعة وأول درنة 15سم أفقيا و20سم عموديا.
- المسافة بين الصفوف في المعاملة 30سم.
- المسافة بين درنتين 20سم.

وتمت الزراعة وفق المعاملات الأتية:

- **المعاملة1(T_0):** الشاهد السلبي لم يوضع فيه أي سماد.
- **المعاملة2 (T_1):** أضيف له السماد المختلط من قشور البيض وقشور البرتقال، بكمية 4كلغ.
- **المعاملة 3(T_2):** أضيف له السماد البلدي للدواجن، بكمية 4كلغ.

3- العمليات الزراعية

3-1 تحضير الأسمدة

تم اقتناء سماد الدواجن قبل عملية الزرع من أحد الفلاحين. أما السماد المختلط تم تحضيره سابقا وذلك حسب الخطوات السابق ذكرها.

3-2 تهيئة التربة

- تمّ تسوية سطح التربة وإحاطتها بمصد الرياح وذلك باستعمال جريد النخيل.
- تقسيم المساحة حسب القطاعات والمعاملات.

- نقوم بسقي التربة جيدا خلال يومين قبل الحرث.
- بعد تشبع التربة بالري نقوم بنشر سماد الدواجن والسماد المختلط حسب المعاملات المذكورة سابقا.
- نحرث التربة يدويا على عمق 15- 20سم لكل معاملة على حدى لخلط الأسمدة مع التربة.
- تمّ تسوية التربة بعد عملية الحرث لكل معامل.

3-3 تحضير درنات الزرع

تمّ جلب الدرنات قبل عملية الزرع، حيث كل درنة مقسمة الى نصفين كل نصف به برعم قصير وسميك.

3-4 الزراعة

زرعنا الدرنات في خطوط متوازية بينها مسافة 20سم أفقيا و30سم عموديا وعلى عمق 10سم.

3-5 الري

تمّ الاعتماد على الري المنتظم بالتقطير بحيث كان كالتالي:

- مرتين في الأسبوع من يوم الزرع، بعد أسبوع الزرع تم ريها يوميا كل مساء.

3-6 تجميع العينات

بعد مرحلة الإثمار أي قبل نضج الدرنات للنبات البطاطس، أخذنا عينة من كل وسط (الشاهدة، المعاملة بالسماد المختلط بقشور البيض والبرتقال والمعاملة بسماد الدواجن) وذلك بعمق 25 سم، بكمية 500 غرام. تم إزالة الأعشاب والنباتات الميتة منها يدويا، ثم حفظت في أكياس بلاستيكية ووضع عليها ملصقات توضح نوع السماد الذي تمثله كل عينة.

الصورة 6: عينات التربة التي تم جمعها

4- التحاليل المخبرية للتربة

4-1 التحليل الفيزيائي للتربة

4-1-1 محتوى التربة من الرطوبة

يعتبر الماء من أكثر العوامل المحدودة، حيث تقدير محتوى التربة من الرطوبة أمر في غاية الأهمية، إذ لا يقتصر تأثير رطوبة التربة على نمو المحصول فحسب بل يتعداه إلى تحولات العناصر الغذائية والسلوك البيولوجي للكائنات الحية (Ryan et al, 2003). يتم قياس رطوبة التربة في الحقل بواسطة جهاز مسبار النيوترونات إلا أن طريقة التجفيف تعتبر أكثر مرونة لأنه يمكن أخذ العينات بسهولة من أي موق في التربة، والتي تم اعتمدنا عليها حيث:

- تم وزن كمية من التربة تقدر 20غرام لكل عينة من كل وسط في كأس زجاجي مجفف موزونة سابقا (وزن التربة م الكأس قبل التجفيف).
- ثم وضعها في المجفف الكهربائي على درجة حرارة ° م103المدة 5ساعات.

- بعد التجفيف يتم وزن العينات مرة ثانية (وزن التربة م الكأس بعد التجفيف).

%الرطوبة في التربة= (وزن التربة الرطبة – وزن التربة الجافة) ×100/ وزن المادة الجافة

الصورة 7: تجفيف العينات في المجفف الكهربائي

4-1-2 السعة الحقلية

هي كمية الماء التي تحتفظ بها التربة بعد أن يتم تصريف الماء الزائد منها بفعل الجاذبية، وتعتبر الحد الأعلى للماء المتاح للنبات، وتعتمد قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء على عدة عوامل، منها القوام أو توزيع حجم الحبيبات، ومحتوى المادة العضوية، وحسب طبيعة الغرويات المعدنية وبناء التربة أو ترتيب الحبيبات (Ryan et al, 2003).

ولتقدير السعة الحقلية نقوم:

- تم وزن كمية من التربة قدرها لكل معاملة التي تم أخذها من عمق 25 سم ووضعها في وعاء مثقوب من الأسفل ليسمح بتصريف الماء.
- نضيف كمية من الماء إلى العينات حتى تصبح مشبعة تماما (الماء يخرج من الأسفل).

- نترك العينات بعد التشبّ لمدة 48ساعة لتصريف الماء الزائد بفعل الجاذبية.

- بعد 48 ساعة نزن العينات.

4-2 التحليل الكيميائي للتربة

تمّ تحضير مستخلص التربة بنسبة 10/1 (تربة / ماء) وزني /حجمي وذلك:

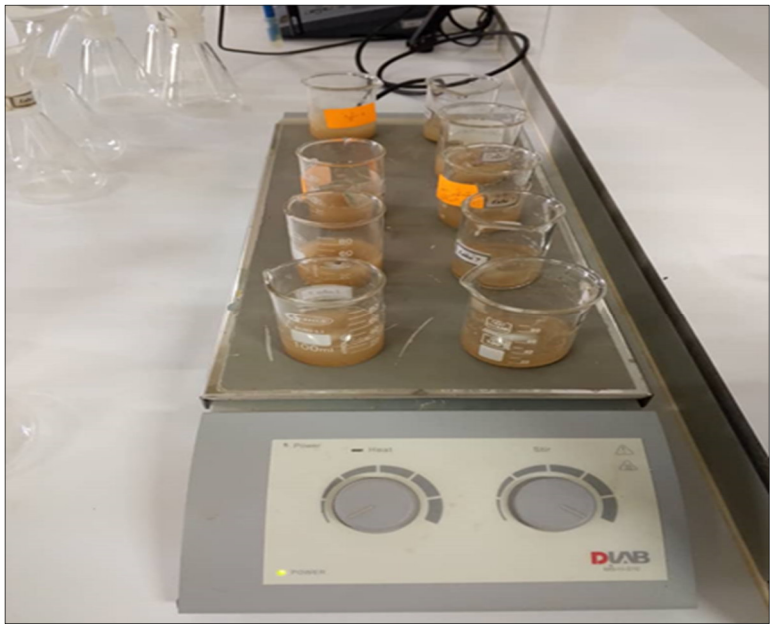
- بأخذ 5غرام من التربة في كأس بيشر حجمه 100 مل من كل معامل نأخذ ثلاث تكرارات.

- نضيف لكل كأس 20ملل ماء مقطر.

- نرج كل العينات جيدا بواسطة مخلاط مغناطيسي لمدة 15دقيقة.

- نقوم بترشيح العينات للحصول على مستخلصين التربة واستعمالها في التقديرات الكيميائية للتربة.

- مزج تكرارات كل معاملة في عينة واحدة أي نتحصل على ثلاث العينات.



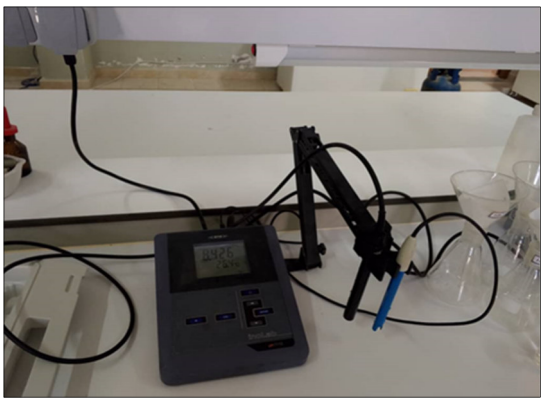
الصورة 8: تحضير العينات في المخلاط المغناطيسي.

الصورة 9: عملية ترشيح عينات التربة.

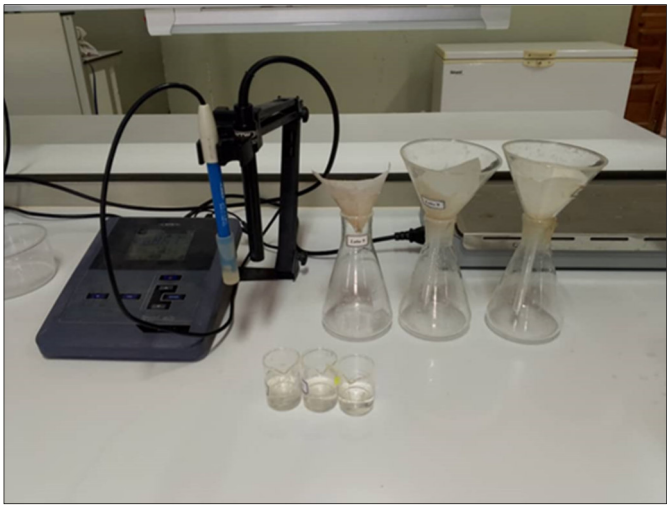
4-2-1 قياس درجة الحموضة التربة (pH)

تعبر pH التربة عن مدى حموضة أو قلوية التربة، وهي مؤشر مهم يوضح خصائص التربة وتركيبها، تكمن أهمية درجة pH التربة في تأثيرها على وفرة العناصر الغذائية في التربة، قابلية ذوبان العناصر الغذائية السامة في التربة، والانحلال الطبيعي لخلايا الجذور، والسعة التبادلية للكاتيونات في الترب التي تتوقف pH على موادها الغروية (الطين/الدبال)، والنشاط البيولوجي. وعند القيم العالية لدرجة pHتميل كميات الفوسفور ومعظم العناصر الغذائية الصغرى إلى التناقص باستثناء البورون (B)و المولبيدنوم (MO) (Ryan et al, 2003).

لقياس درجة pH في التربة نستخدم جهاز يسمىpH mètre في مستخلص التربة (10/1)، حيث يتم غمر المسبار في محلول التربة فتظهر لنا القراءة على شاشة الجهاز. بعد كل استخدام نقوم بغسل المسبار بالماء المقطر لضمان دقة النتائج ونكرر العملية لجميع العينات، نأخذ القراءة بعد 30ثانية.



الصورة 10: قياس حموضة التربة pH بجهاز pH mètre

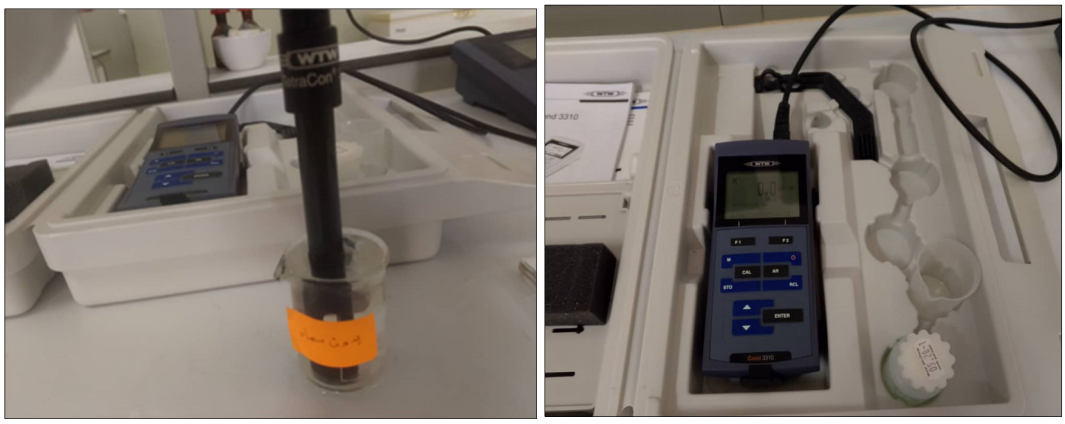


الصورة 11: العينات المحضرة لقياس درجة الحموضةpH

4-2-2 قياس الناقلية الكهربائية(الملوحة) CE

ترجم ملوحة التربة إلى تركيز الاملاح اللاعضوية الذوابة في التربة، ويعكس درجة ملوحة التربة، وتعد الملوحة أحد القياسات المخبرية المهمة على اعتبار أنها تعكس مدى ملائمة التربة لزراعة المحاصيل وتطورها خلال مختلف المراحل (الهام طعمة وعمران الشهابي،2011).

تقدير الناقلية الكهربائية بالقراءة في درجة حرارة 25° من خلال إدخال مسبار جهاز الناقلية الكهربائية conductivité mètre في محلول التربة لتسجل لنا شاشة الجهاز نسبة الناقلية، نقوم بإخراج وغسل المسبار بالماء المقطر بعد كل قراءة.



الصورة 12: قياس الناقلية الكهربائية بجهاز conductivité mètre

4-2-3 المادة العضوية (MO)

تمثل المادة العضوية في التربة بقايا الجذور، البقايا النباتية، والكائنات الدقيقة في مختلف مراحل التحلل والتركيب، كما تتسم بتنوع مكوناتها. رغم تواجد المادة العضوية في التربة بكميات متواضعة نسبيا، إلا أنّ لها تأثيرا رئيسيا في تحبحب التربة، المخزون من العناصر الغذائية ووفرتها، الاحتفاظ بالرطوبة والنشاط البيولوجي (Ryan et al, 2003).

هناك عدة طرق لتقدير المادة العضوية في التربة منها طريقة الأكسدة بواسطة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2، طريقة الحرق في الفرن المخصص بالحرق درجات عالية 450°م لمدة 5ساعات، والتي اعتمدنا عليها، وذلك عن طريق:

- أخذنا 1غرام من التربة الجافة لكل معاملة ثم وضع العينات في فرن الحرق بدرجة حرارة 450°م لمدة5 ساعات.

- بعد الإنهاء من الحرق تركت العينات تبرد في المجفف لتحديد وزن المادة المتبقية(الرماد)، وتحسب النسبة المئوية للمادة العضوية.

MO%= (وزن المادة الجافة – وزن المادة بعد الحرق) × 100/ وزن المادة الجافة

الصورة 13: فرن الحرق الذي حرقت فيه العينات

4-3-4 تقدير العناصر المعدنية

تمّ تقدير العناصر المعدنية الصوديوم Naوالبوتاسيوم Kو الكالسيوم Caفي التربة باستغلال مقياس اللهب Spectrophomètre démission à flamme، وذلك باستخدام المحاليل السابقة للعينات، وقبل إدخال العينة إلى مقياس اللهب نقوم بتصفيته للحصول على مستخلص صاف خال من الجزيئات العالقة والرواسب التي تؤثر على دقة القياس أو تسبب في تلف مكونات الجهاز، تعد هذه الخطوة ضرورية لحماية مكونات الجهاز. بعد ذلك نضبط الجهاز على الطول الموجي المناسب لكل عنصر، وندخل المحلول المصفى. تسجل القيمة على شاشة الجهاز، بعد كل عينة يجب غسل أنبوب إدخال العينة بالماء المقطر.

الصورة 14: جهاز Spectrophomètre démission à flamme لتقدير الأملاح المعدنية

تم تقدير تركيز الكلور في العينات باستخدام جهاز المطياف الضوئي من نوع Spectroquant، والذي يعتمد على قياس الامتصاصية الضوئية لتحديد تركيز الأيونات بدقة. حيث يتم تفاعل الكاشف المضاف مع الكلور في العينة لتوليد لون معين. يتم قياس الامتصاص الضوئي عند الطول الموجي المحدد، وتُحسَب كمية الكلور بناءً على شدة الامتصاص.

الصورة 15: جهاز المطياف الضوئي من نوع Spectroquant لتقدير الكلور

5- القياس الفيزيولوجي للنبات

5-1 نسبة الإنبات

وهي مقياس يستخدم لتحديد نسبة البذور التي تنبت في تجربة زراعية معينة أو في حقل معين. تُستخدم هذه النسبة لتقييم جودة البذور وظروف الإنبات في بيئة زراعية، وتعد من المؤشرات المهمة للزراعة لأنها تُظهر مدى قدرة البذور على النمو وتكوين نباتات جديدة. وتم حسابها باستخدام الصيغة التالية تبعا لطريقة محمود (2004):

نسبة الإنبات %= (عدد البذور المنبتة/ عدد الإجمالي للبذور المزروعة) ×100

تمت متابعة تطور عملية الإنبات البطاطا في فترتين زراعتين متتاليتين، الأولى في شهر أفريل والثانية في شهر ماي، وحساب نسبة الإنبات في كل فترتين ثم مقارنة بينها.

5-2 سرعة الإنبات

تعد سرعة الإنبات من المؤشرات الحيوية التي تستخدم لتقييم مدى تجاوب المحصول للظروف الزراعية والمعاملات المختلفة. حيث كلما كانت سرعة الإنبات أعلى دل ذلك على حيوية أفضل وملائمة الظروف البيئية. تم حساب سرعة انبات البطاطا بناء على الصيغة التي وضعها ماغواير كما يلي (Maguire,1962)، ويعبر عنها كأرقام لأنها مؤشر بلا وحدات:

مؤشر سرعة الإنبات= $T_n/ G_n+ .....+T_2/G_2 +T_1/G_1$

3-5 معامل الإنبات

مؤشر يعبر عن كفاءة وجودة الإنبات، يأخذ بعين الاعتبار كلًّا من عدد البذور المنبتة وتوقيت إنباتها. يُستخدم لمقارنة فعالية المعاملات الزراعية أو أنواع البذور. تمّ حساب معامل النمو عند نبات البطاطا حسب القانون الأتي:

معامل الإنبات= $\sum n_i / \sum (n_i \times t_i)$

n_i عدد الدرنات التي أنبت في اليوم i

t_i عدد الأيام منذ بداية الزراعة إلى يوم i

$\sum n_i$ العدد الكلي للدرنات التي أنبت

الفصل الثـــاني:

منـــــاقشة النتـــــائج

أولاً: تحليل التربة في موقع الزراعة

وذلك بمعدل عينتين من كل قطعة تجريبية، تم أخذ العينات الترابية بعمق25سم، مزجت م بعضها لتكوين عينة مركبة، وجهزت مخبرياً وأجري عليها أهم التحاليل الفيزيائية والكيمائية الأساسية في المخبر بعد إنهاء الزراعة.

وكانت نتائج التحليل كالآتي:

الجدول:4 بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة العينة الشاهدة T_0عند عمق 25 سم

الموسم	2025
الرطوبة%	1.13
السعة الحقلية%	27.08
الناقلية الكهربائية(EC(µs/cm	448
درجة الحموضة pH	9.15
المادة العضوية%	1
K ملغ/ كلغ	أثار
Na ملغ/ كلغ	1
Ca ملغ/ كلغ	أثار
Cl ملغ/ ل	44.6

بيّنت نتائج التحليل الموضحة في الجدول أعلاه أن التربة الرملية المستخدمة تتميز بدرجة حموضة مرتفعة (قاعدية)9.15 قد يعود ذلك إلى أصل البيئة الصحراوية الجافة، كما أن المنطقة لم تكن زراعية، ذات ناقلية كهربائية منخفضة (ملوحة ضعيفة) 448µs/cm حسب الجدول(3)، كما أن تركيز الأملاح الذائبة منخفضا، في حين نسبة الرطوبة تساوي 1.13 % كما أنّ السعة الحقلية بلغت 27.08 % وهذا راج إلى طبيعة التربة الرملية ذات النفاذية العالية للماء، كما تشير النتائج إلى انخفاض نسبة المادة

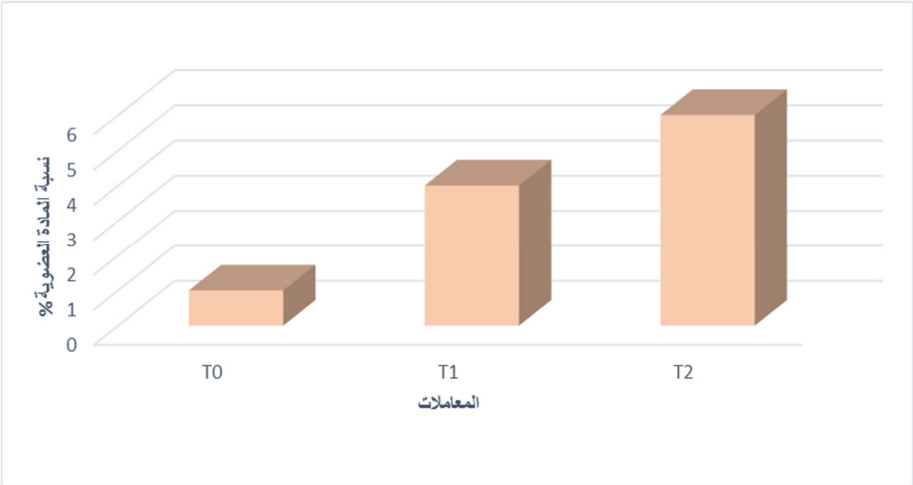
العضوية 1%، ويعتبر هذا سببا لاختيار هذا النوع من التربة في زراعة نبات البطاطا لمعرفة تأثير السماد المختلط مقارنة بالسماد البلدي على خصائص التربة وانتاجية محصول البطاطس.

✓ الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة في المعاملتين$T_{1,2}$

1-الخصائص الكيميائية

1- 1- المادّة العضوية

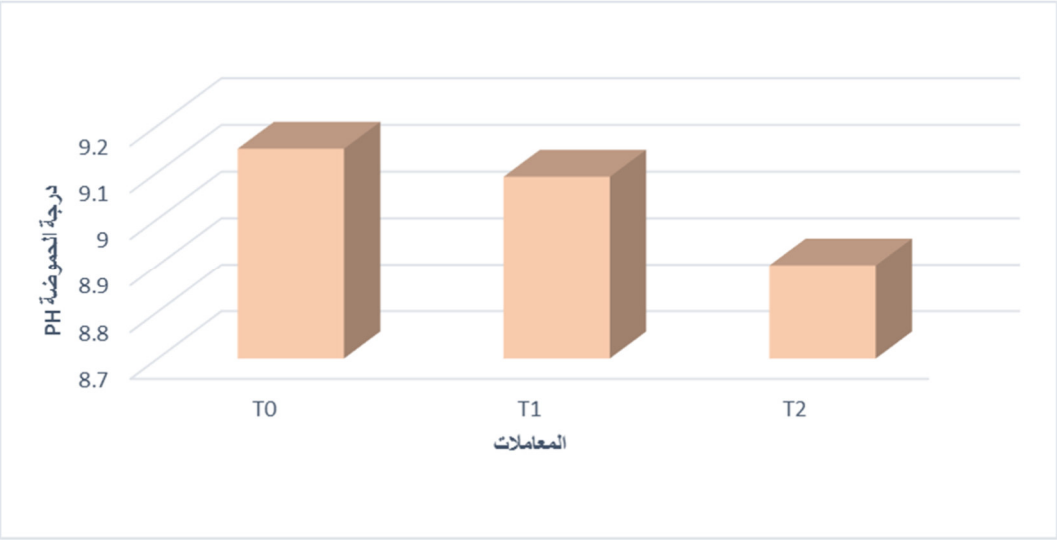
أظهرت النتائج أن نسبة المادة العضوية في التربة الرملية المضاف إليها سماد الدواجن بلغت 6%ويرجع ذلك إلى طبيعة السماد البلدي الذي يحتوي على كمية كبيرة من الكربون العضوي والمركبات النيتروجينية مما يحسن من المحتوى العضوي للتربة بشكل فعال. أما التربة المضاف لها السماد المختلط فقد سجلت نسبة 4%من المواد العضوية وهي نسبة معتبرة وتدل على فعالية هذه المخلفات المنزلية في تعزيز المواد العضوية. تلعب المادة العضوية في التربة دورًا حاسمًا في الحفاظ على خصوبتها، وتحسين نسيجها وتعزيز النشاط الميكروبي.(Ahmed and Al-Mutairi, 2022)، كما تُعزز الإضافات العضوية من إنتاجية المحاصيل بشكل كبير وتُحسّن نمو النبات (Sary and Hamed, 2021) .



الشكل 17: أعمدة بيانية لنسب المواد العضوية في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

2-1 حموضة التربة (pH)

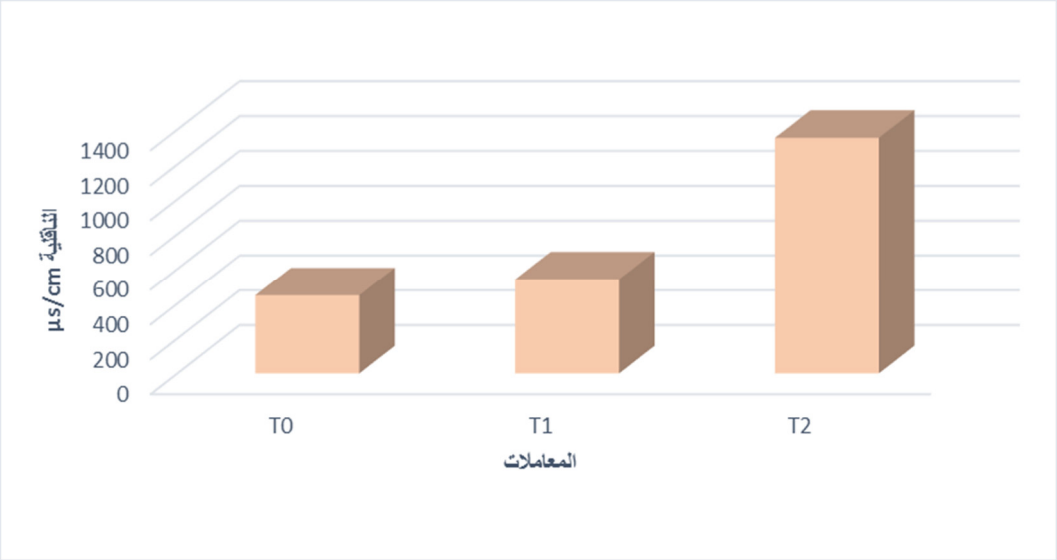
مما سبق تبيّن ازدياد محتوى التربة من المادة العضوية بإضافة السماد لكلا المعاملتين. عموما تلعب المادة العضوية دورا في خفض درجة حموضة التربة (pH) في منطقة جذور النباتات وذلك من خلال إطلاق أيونات الهيدروجين والأحماض العضوية المختلفة وغاز ثاني أكسيد الكربون لدى تحللها(الشاطر وآخرون،2017)، وهذا ما وضّحته نتائج التحليل حيث وجدنا بأن درجة الحموضة في المعاملة T_1 تساوي9.09 والمعاملةT_2 تساوي 8.9 فقد انخفضت درجة الحموضة مقارنة بالشاهد مما الإشارة تفوقتT_2 علىT_1 وذلك لأن قشور البيض غنية جدا بالكالسيوم الذي يرفع من pH التربة ويتسبب في قلويتها(Cristil, 2019) ، وما ذلك فإن قشور البرتقال قللت قليلا من هذه القاعدية لاحتوائها على بعض الأحماض مثل حمض الستريك... وبالتالي فالسماد المختلط قلل من قاعدية التربة ومنه تحسين خصائص التربة ودعم نمو وانتاج نبات البطاطا(Consoli et al, 2023).



الشكل 18: أعمدة بيانية لدرجة الحموضة في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

1-3- الناقلية الكهربائية CE

نلاحظ زيادة معنوية لكمية الملوحة في المعاملة T_1 حيث بلغت(µs/cm) 540 وهي أكثر مقارنة بالشاهد ما يدل على أن السماد المختلط غني بالأملاح خصوصا كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ أما المعاملةT_2 فالتربة ذات ملوحة عالية(µs/cm) 1352 ففضلات الدواجن غنية جدا بالأملاح، و ذلك يرجع إلى العلاقة التناسبية بين إضافة المادة العضوية وزيادة النشاط البيولوجي للتربة الذي يعمل على تمعدن المادة العضوية محررا جزيئات و شوراد ترفع من قيمة الملوحة و زيادة النشاط الأيوني لمحلول التربة (Balesdent, 1996) و هذا ما يفسّر زيادة الناقلية بزيادة تراكيز المادة العضوية.



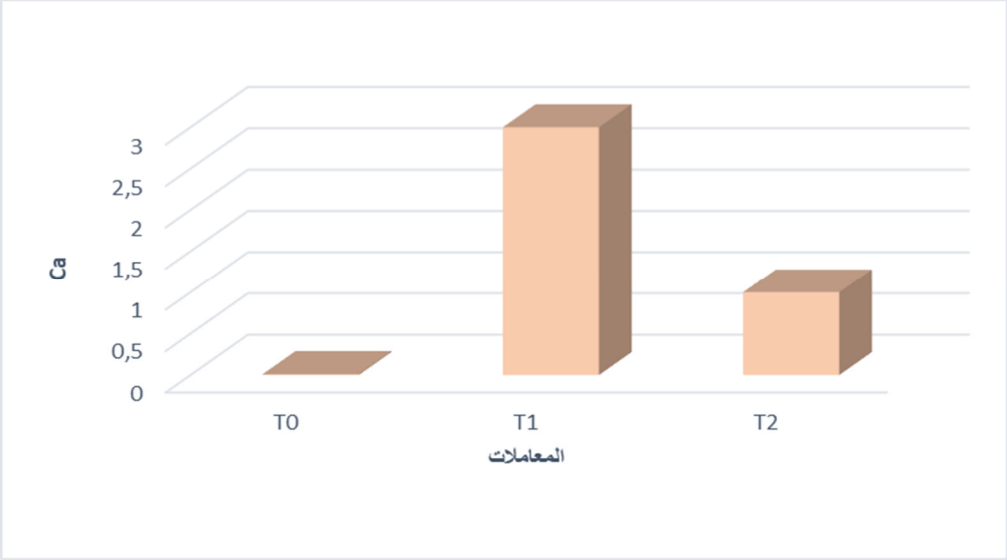
الشكل 19: أعمدة بيانية لناقلية الكهربائية في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

1-4- تقدير كمية الأملاح الذائبة

1-4-1 الكالسيوم

أظهرت نتائج تحليل التربة بعد التسميد اختلافاً ملحوظاً في تركيز بعض العناصر المعدنية الأساسية بين المعاملتين فقد تبيّن أن T_1 تحتوي على مستويات أعلى من الكالسيوم 3 ملغم/كغ، مقارنة بالشاهد والمعاملةT_2، والتي سجلت 1 ملغم/كغ لكل من الكالسيوم، يُعزّى هذا الارتفاع في

المعاملة الأولى إلى الطبيعة المعدنية لقشور البيض، التي تحتوي على نسبة مرتفعة 94 إلى% 97 من كربونات الكالسيوم$CaCO_3$ (Cristil, 2019) كما تشير دراسة (Mondal et *al*, 2020) إلى أن استخدام قشور البيض كمادة عضوية مضافة للتربة أدى إلى ارتفاع ملحوظ في نسبة الكالسيوم القابل للامتصاص في تحسين خصوبة التربة و تقوية جدران الخلايا النباتية ومنه تعفن الجذور مايعزز مقاومتها للأمراض.

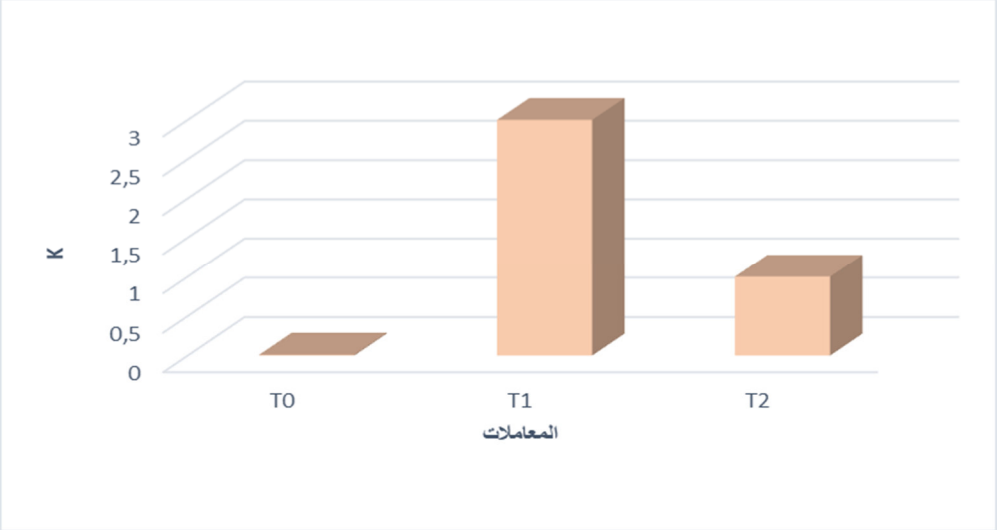


الشكل 20: أعمدة بيانية لتركيز الكالسيوم في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

1-4-2 البوتاسيوم

كما أظهرت نتائج التحليل أن نسبة البوتاسيوم أعلى أيضا في T_1 فقد بلغت 3ملغم/كغ مقارنة بالمعاملةT_2، والتي سجلت 1 ملغم/كغ، هذه النتائج مماثلة لنسب الكالسيوم في المعاملتين يفسر ذلك باحتواء قشور البرتقال في السماد المختلط على مركبات عضوية غنية بالبوتاسيوم القابل للذوبان، والذي يتحرر تدريجيا أثناء تحلل المادة العضوية في التربة. وقد دعمت دراسة أجراها (Ayilara et al,2020) هذه النتائج، حيث أوضحت أن استخدام قشور الفواكه كمخصبات عضوية أدى إلى زيادة معنوية في

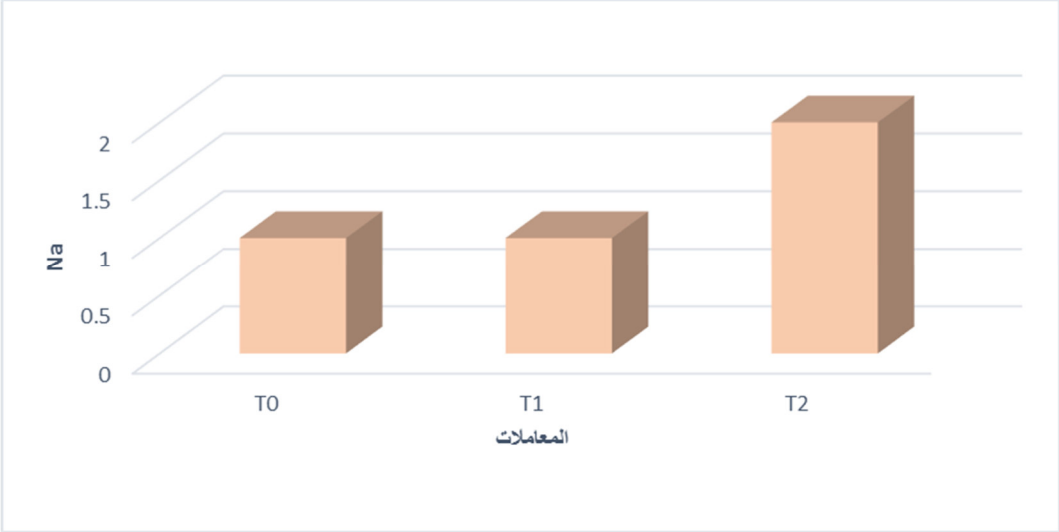
محتوى التربة من البوتاسيوم، والذي يعتبر من العناصر الكبرى التي يحتاجها النبات فتوفره بكميات كافية يحسن من قدرة النبات على مقاومة الجفاف والأمراض، ويزيد من جودة المحصول بالإضافة إلى تحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية.



الشكل 21: أعمدة بيانية لتركيز البوتاسيوم في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

1-4-3 الصوديوم

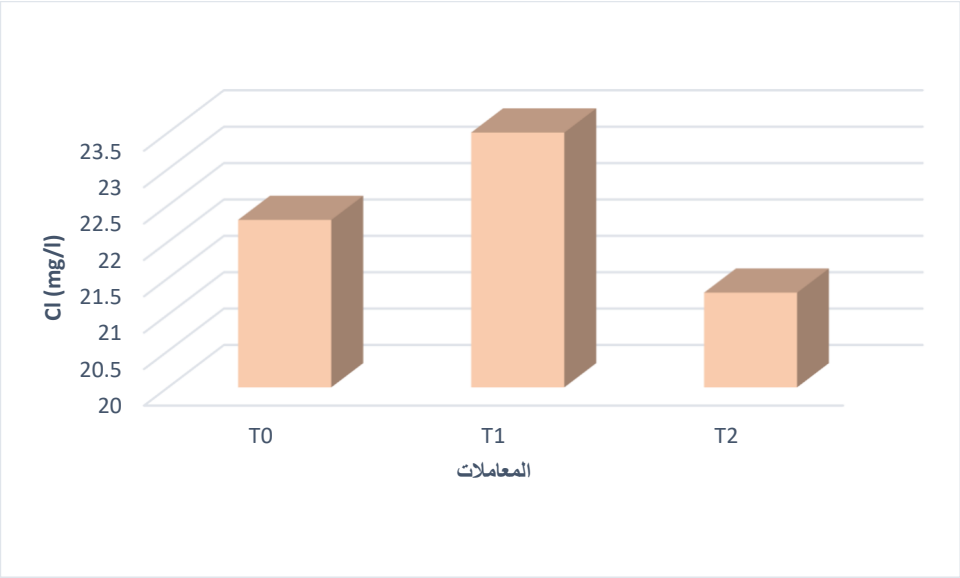
تبيّن النتائج ارتفاع في تركيز الصوديوم في المعاملة T_2قدّر ب 2 ملغم/كغ مقارنة بالمعاملة T_1 والشاهد حيث بلغت 1ملغم/كغ أي أن السماد المختلط لم يحدث تغييرا في تركيز الصوديوم في التربة نظرا لعدم احتوائه على ملح الصوديوم، أما فضلات الدواجن فتحتوي على نسب معتبرة من الأملاح من بينها الصوديوم نتيجة تراكم الفضلات الناتجة عن هضم الأغذية، وعند إضافتها إلى التربة تتحلل هذه الفضلات وتحرر العناصر الغذائية كالصوديوم وهذا ماتوصل إليه(Brady & Weil, 2016) .



الشكل 22: أعمدة بيانية لتركيز الصوديوم في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

4-4-1 الكلور

وبالنسبة لتركيز ملح الكلور فقد تبيّن أن أعلى تركيز في T_1 حيث بلغ 70.5ملغ/ل يعود إلى تحلل المواد العضوية الحمضية الموجودة في قشور البرتقال والتي قد تحرر الكلوريد ضمن ظروف التربة (Albiach et al; 2001)، في حين سجلت التربة المعاملة T_2 أدنى تركيز 42.6ملغ/ل، فمن المعلوم أن فضلات الدواجن غنية بالنيتروجين والفوسفور لكن ليس بالضرورة ان تحتوي على الكلور وإن وجد قد يكون قد تفاعل مع مركبات أخرى أثناء التحلل أو استهلك من طرف الكائنات الحية الدقيقة مما قلّل من تركيزه في المحلول (Sharpley & Moyer; 2000) وهذا ما أشار إليه Epstein & Bloom; 2005) في دراسته حيث توصل إلى أن الكلوريد عنصر قابل للذوبان بشدة، ويمكن أن يتواجد في التربة بسبب إضافة بقايا نباتية تحتوي على أملاح أو عبر مياه الري والأسمدة، وأن التربة الرملية تسهل انتقاله وتراكمه في منطقة الجذور.

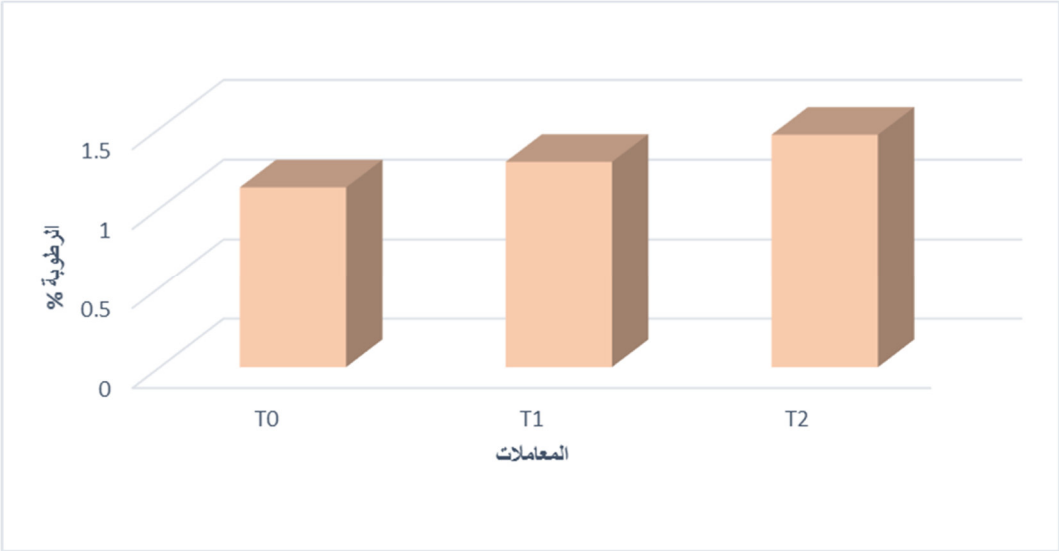


الشكل 23: أعمدة بيانية لتركيز الكلور في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

2- الخصائص الفيزيائية

2-1 الرطوبة

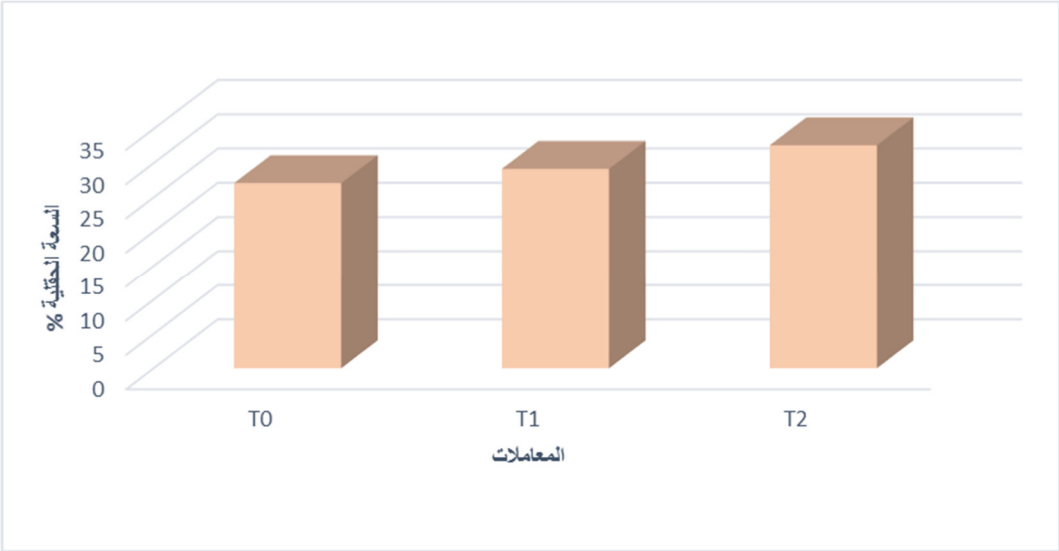
أظهرت النتائج تزايد نسبة الرطوبة في كلا المعاملتين $T_{1,2}$ حيث بلغت (1.29و1.46)% على الترتيب، وهي أكثر مقارنة بالشاهد، تعود هذه الزيادة إلى غنى السمادين بالمواد العضوية التي لها دور في تحسين قدرة التربة الرملية على الاحتفاظ بالماء، إذ تعمل هذه المواد على تحسين بنية التربة وزيادة المسامية الدقيقة التي تحتجز الماء، ما يؤثر ايجابا في نمو المحاصيل مثل البطاطا في البيئات الرملية الجافة(Jashothan, 2021).



الشكل24: أعمدة بيانية لنسبة الرطوبة في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

2- 2 السعة الحقلية

تزايد السعة الحقلية للتربة في المعاملتين 1و2 مقارنة بالشاهد حيث بلغت 29.16% و32.60% على التوالي، يشير هذا الارتفاع إلى أن المواد العضوية في السماد المختلط والسماد البلدي حسنت من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء (Jashothan, 2021). كما أشار (Brady &Weil;2016)إلى أن إضافة المواد العضوية إلى التربة الرملية تساهم بفعالية في زيادة السعة الحقلية وتحسين بنية التربة وبالتالي تحسين نمو وانتاج نبات البطاطس.



الشكل 25: أعمدة بيانية لنسبة السعة الحقلية في الشاهد والمعاملين$T_{1,2}$

ثانيا: دراسة خصائص الإنبات

1- نسبة الإنبات

أظهرت نتائج نسبة الإنبات اختلافات واضحة بين المعاملتين والشاهد، حيث كانت سرعة الإنبات بعد20 يوما من الزراعة (13أفريل) أعلى في المعاملة التي أضيف لها السماد البلديT_2 61.11% مقارنة بالمعاملة التي أضيف لها السماد المختلطT_1 % 33.33والشاهد 11.11% ويمكن تفسير هذا التفوق الأولي للسماد البلدي بكونه غنيا بالنيتروجين والعناصر المغذية سريعة التحلل مما يحفز إنبات ونمو البذور في البادرات في المراحل الأولى (Zheljazkov & Warman;2004).

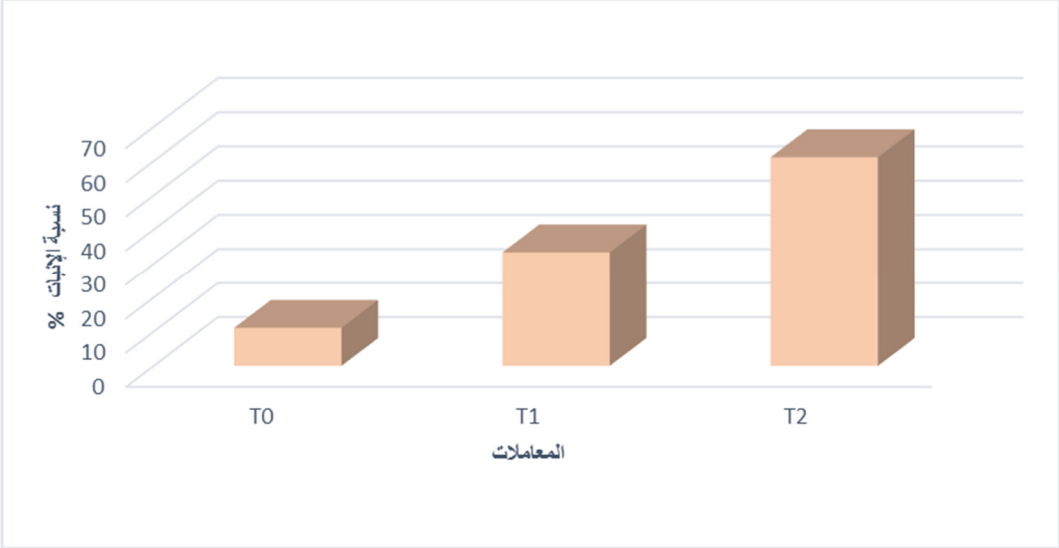
غير أن المعطيات لاحقا بعد 45 يوما (8ماي) أظهرت تفوّقا ملحوظا في المعاملة التي أضيف لها السماد المختلط حيث بلغت نسبة الإنبات 94% مقارنة بـ 72.22% في معاملة السماد البلدي و50% في الشاهد، يعزى هذه النتائج إلى الدور الحيوي لقشور البيض كمصدر غني بكربونات الكالسيوم$CaCO_3$، والتي تعمل على تعديل حموضة التربة، وتوفير الكالسيوم الضروري لنمو الجذور،

إضافة إلى دورها في الحد من تعفن الجذور من خلال تقليل نشاط بعض الفطريات الممرضة في التربة (Zhang et al;2019). إذ لم يلاحظ حالات تعفن في هذه المعاملة خلافا للمعاملة T_2 التي سجلت بها بعض حالات تعفن للنباتات، ما قد يكون ناتجا عن زيادة المحتوى العضوي الرطب أو احتمال وجود تركيز مرتفع من الأملاح أو الأمونيا أو بسبب سوء تحلل السماد البلدي، مما قد يسبب اجهادا للنباتات ويسهم في اصابتها بالأمراض الفطرية (Gaskell & Smith; 2007).

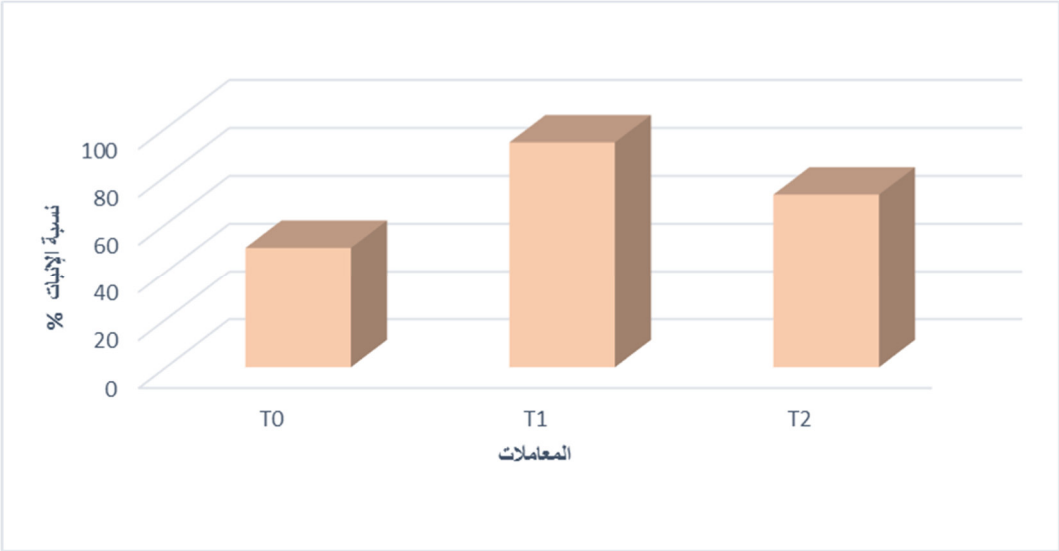
كما أن قشور البرتقال تحتوي على مركبات عضوية ومضادات أكسدة تعزز النشاط الميكروبي وتسرع عمليات التحلل العضوي وتحسن البنية الحيوية للتربة(Zhang et al;2019).

كما أشار أن استخدام المخلفات النباتية كسماد يحفز إنبات البذور ويحسن من البيئة الميكروبية المحيطة به.

ورغم أن المعاملة T_2 أظهرت نتائج جيدة من حيث سرعة الإنبات والنضج المبكر للنباتات إلا أن النتائج تشير إلى أن السّماد المختلط قد يكون أكثر فاعلية على المدى الطويل خاصة فيما يتعلق بصحة الجذور ونسبة الإنبات الكلية.



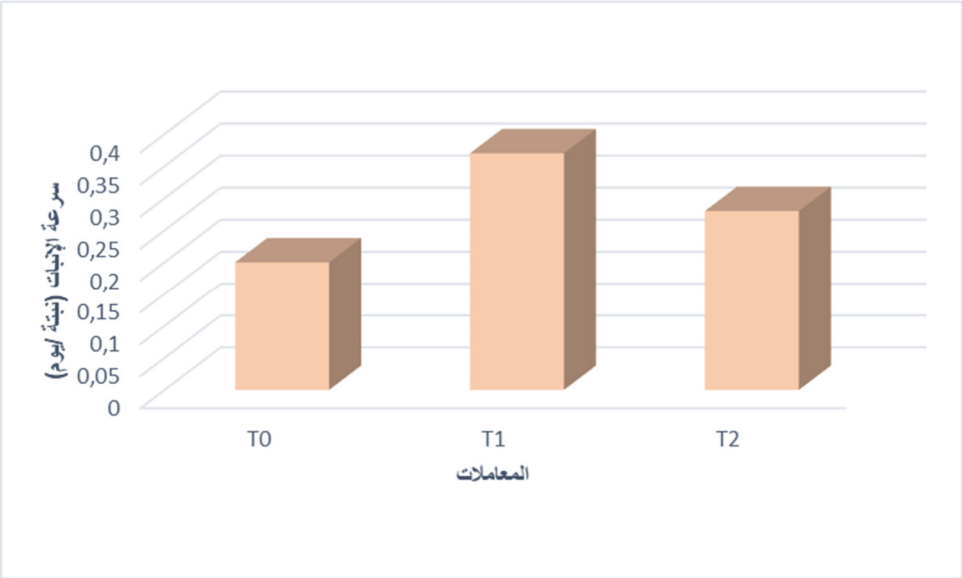
الشكل 26: أعمدة بيانية لنسبة الانبات في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$ بعد20 يوما من الزراعة



الشكل 27: أعمدة بيانية لنسبة الانبات في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$ بعد45 يوما من الزراعة

2- سرعة الإنبات

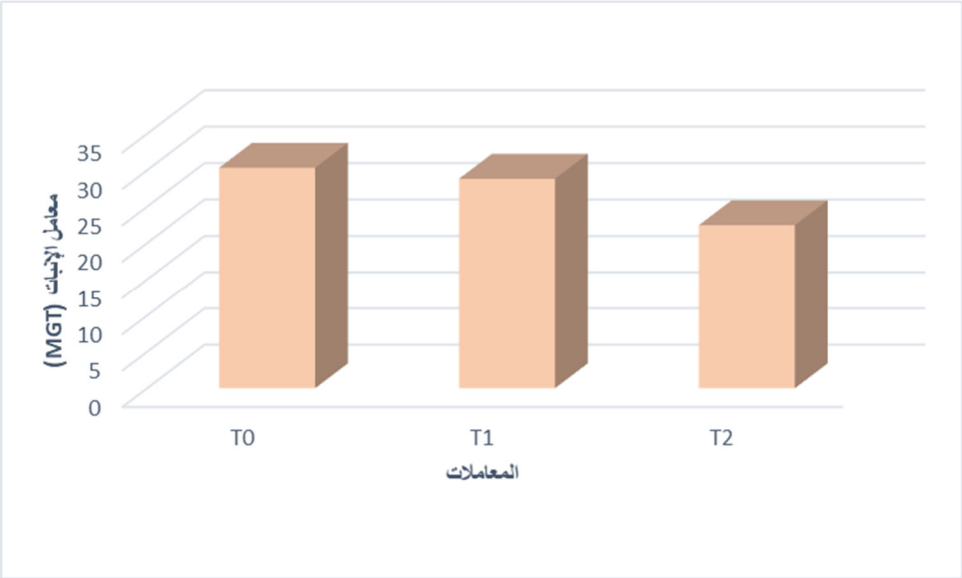
كانت سرعة الإنبات أعلى في T_1 حيث بلغت 0.37 نبتة /اليوم، مقارنة ب T_2 التي كانت 0.28 نبتة/اليوم، أما الشاهد 0.20 نبتة /اليوم. يعود ذلك إلى محتوى قشور البيض من كربونات الكالسيوم التي تساهم في تعديل حموضة التربة وتحسين بنيتها (Cristil; 2019) ، بالإضافة إلى احتواء قشور البرتقال على مركبات عضوية وسكريات قابلة للتحلل تساهم في تنشيط الأحياء الدقيقة وتحسين توافر المغذيات وهذا ما توصل إليه (Zheljazkov and Warman; 2004) حيث أثبتوا فعالية المخلفات النباتية في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة، بما يعزّز ظروف الإنبات، أما الانخفاض النسبي لسرعة الإنبات فيT_2 قد يرجع إلى تراكم الأملاح أو مركبات الأمونيا، والتي تسبب تثبيطا جزئيا للإنبات في حال عدم تحلل السماد بشكل كاف، وهذا ما دعمته نتائج (Zhang et *al*; 2019) فقد أشاروا إلى أن التسميد بفضلات الدواجن يحفز النمو لكن قد يتطلب معالجة أولية لتجنب الأثر السّام للتركيزات العالية من المواد المغذية.



الشكل 28: أعمدة بيانية لسرعة الانبات في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$

3-معامل الإنبات

كانت أعلى قيمة لمعامل الإنبات في الشاهد حيث بلغت 30.33 يوما ما يدل على بطء في الاستجابة. أما المعاملة T_1 فقد سجلت انخفاضا في معامل الإنبات مقارنة بالشاهد 28.82 يوما، ما يشير إلى تحسّن في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة بفضل احتواء قشور البيض على الكالسيوم العضوي الذي يحسّن خصوبة التربة، وكذلك احتواء قشور البرتقال على مركبات عضوية وعناصر غذائية تعزّز النشاط الميكروبي (Zheljazkov and Warman, 2004; Ayilara et al,2020). أما المعاملة T_2 فقد سجّلت أدنى قيمة لمعامل الإنبات 22.46 يوما وهو الأفضل بين المعاملات، ما أن فضلات الدواجن تعمل على تسريع نمو البذور وتركز الإنبات في وقت مبكر نسبيا، نظرا لاحتوائه على نسب مرتفعة من النيتروجين والفوسفور والعناصر المغذية الأخرى التي تساهم مباشرة في تعزيز النمو الأولي للنباتات (Sharpley & Moyer,2000;Zhang et al 2019).



الشكل 29: أعمدة بيانية لمعامل الانبات في الشاهد والمعاملين $T_{1,2}$

الصورة 16: المعاملة T_2 تربة مسمدة بفضلات الدواجن (الصورة أصلية) (قرميط وبوغزاله ،2025)

الصورة 17: المعاملة T_1 تربة مضاف لها السماد المختلط (الصورة أصلية) (قرميط وبوغزاله،2025)

الصورة 18: الشاهد تربة بدون سماد (الصورة أصلية) (قرميط وبوغزاله،2025)

خـــــاتمة

تعدّ التربة أساس النظام الزراعي، فهي الوسط الحيوي الذي يزود النبات بالماء والعناصر الغذائية اللازمة لنموه. وتؤثر خصائص التربة الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية على إنتاجية المحاصيل خصوصا نبات البطاطا التي تعد من المحاصيل الحساسة لظروف التربة. تعد الزراعة المستدامة خيارا فعالا للحفاظ على خصائص التربة وتعزيزها بطريقة طبيعية، من خلال تقنيات مثل التسميد، تدوير المحاصيل وتقليل الاعتماد على المواد الكيميائية. فالعناية المستمرة بالتربة لا تضمن فقط إنتاجا زراعيا جيدا، بل تحافظ أيضا على توازن النظام البيئي ما يجعل الزراعة أكثر استدامة واستمرارية على المدى الطويل.

في ظل تزايد التوجه نحو الزراعة المستدامة والبحث عن بدائل طبيعية وآمنة، برز الاهتمام باستغلال الفضلات العضوية المنزلية كخيار بيئي وفعال لتحسين جودة التربة. وتعد قشور البيض والبرتقال من أبرز هذه الفضلات إذ تطرح بكميات كبيرة يوميا دون استغلال حقيقي لقيمتها ويأتي هذا العمل ضمن الجهود الرامية إلى دراسة إمكانية استخدام هذه الفضلات كمصدر طبيعي للعناصر المعدنية من قبل النبات في إطار الممارسات الزراعية الصديقة للبيئة والهادفة إلى تحقيق إنتاج نباتي صحي وآمن بدل الأسمدة الكيميائية الضارة، وبأقل تكلفة مقارنة بباقي الأسمدة.

لتحقيق هذه الدراسة التجريبية تم الحصول على ثلاث عينات من التربة المزروعة فيها نبات البطاطا، تم إضافة معاملين: T_1(السماد المختلط من قشور البيض والبرتقال) وT_2 (سماد فضلات الدواجن) والشاهد T_0 (الخالي من الأسمدة)، م تكرارين لكل معامل. وتهدف التجربة إلى دراسة تأثير السماد المختلط على خصائص الفيزيائية والكيميائية التربة وإنتاج محصول البطاطا.

أخذت القياسات الفيزيائية والكيميائية للتربة المتمثلة في الرطوبة، السعة الحقلية بالنسبة للخصائص الفيزيائية، ودرجة الحموضة، الناقلية الكهربائية، نسبة المواد العضوية وتقدير بعض الأملاح المعدنية

بالنسبة للخصائص الكيميائية. أما الخصائص الفيزيولوجية للبطاطا تم قياس نسبة وسرعة ومعامل الإنبات.

وقد أظهرت النتائج التجريبية وجود اختلاف في خصائص التربة، وانتاش ونمو نبات البطاطا نتيجة إضافة السماد المختلط وفيما يلي ملخص لأهم النتائج المتحصل عليها:

- يعمل السماد المختلط على زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.
- عمل السماد المختلط على التقليل من قلوية التربة الرملية المستخدمة في الدراسة.
- يعمل على زيادة ملوحة التربة التي تفتقر إلى الأملاح المعدنية الذائبة الضرورية للنباتات.
- يعمل السماد المختلط على زيادة المادة العضوية في التربة، ولكون قشور البرتقال غنية بالمركبات العضوية.
- السماد المختلط في التربة يعزز من محتوى الكالسيوم، مما يحسن من بنية التربة ويمد النباتات بالعناصر الغذائية الأساسية، في حين أن نسبة الصوديوم المنخفضة تساعد على تقليل التملح، بينما تساهم نسبة البوتاسيوم المعتدلة في تعزيز نمو النباتات بشكل عام.
- عند مقارنة تأثير السماد المختلط من قشور البيض والبرتقال وفضلات الدواجن حيث عند استخدام قشور البيض والبرتقال ظهر تحسنا في نسبة الكالسيوم في التربة، م دور فعال في تعديل درجة الحموضةpH، مما يفيد خصوصا في الأراضي الحامضية، لكنه محدود من حيث إمداد العناصر الكبرى. بالمقابل، يعد سماد فضلات الدواجن غنيا بالعناصر الكبرى مثل النيتروجين والفوسفور. أما التربة الشاهدة تظهر انخفاضا ملحوظا في الخصوبة الفيزيائية والكيميائية.

يتبيّن من النتائج المتحصّل عليها حول أثر إضافة قشور البيض والبرتقال كسماد على خصائص التربة المزروعة بمحصول البطاطا، أن لهذه المخلفات دورًا إيجابيًا في تحسين خصائص التربة. وقد

أكدت الدراسة أهمية توجيه الجهود نحو الاستفادة من النفايات المنزلية كمصادر بديلة ومستدامة للأسمدة، مع ضرورة مراعاة الكميات المستخدمة وطبيعة التربة المستهدفة.

وبناءً على هذه النتائج، نوصي الفلاحين والمزارعين بإدراج قشور البيض والبرتقال ضمن ممارسات التسميد العضوي، خاصة في زراعة المحاصيل الدرنية كالبطاطا، لما لذلك من تأثيرات إيجابية بيئية واقتصادية. كما نؤكد على أهمية ترشيد استخدام الأسمدة الكيميائية أو الاستغناء عنها تدريجيًا، لما لها من دور في إفقار التربة من المادة العضوية وتلويث المياه الجوفية وزيادة التكاليف كما لها أضرار صحية على الإنسان. ونقترح كذلك دمج قشور البيض والبرتقال مع سماد فضلات الدواجن للحصول على تركيبة عضوية متكاملة تضمن تغذية متوازنة للنبات، وتحسّن بنية التربة وتهويتها وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء حيث السماد البلدي للدواجن يوفر عناصر غذائية سريعة الامتصاص النبات في المراحل المبكرة بينما يساهم السماد المختلط في تحسين البنية الفيزيائية للتربة والتقليل نسبة الأمراض، مع رفع تركيز قشور البيض في التركيبة السمادية يحقق بذلك توازنا معدنيا أفضل.

وفي الختام، نؤكد على أهمية إعادة تدوير النفايات العضوية المنزلية وتحويلها إلى موارد مفيدة، في إطار الزراعة البيئية المستدامة.

قائمة المصادر والمراجع

1- إدوارد أ. كيلر، 2014، الجيولوجيا البيئية، دار العبيكان،626ص

2- أرجيوس ج.، (1994) -أمراض النبات، المكتبة الأكاديمية -مصر-380ص.

3- أرحيم، ع.، (2000): محاصيل الخضر غذاء وشفاء. الناشر منشأة المعارف جلال حزى وشركائه، بالإسكندرية، ص154-174.

4- إياس حسن، عبد الإله العبدو، بشرى خزام. تأثير إضافة الفيرمي كمبوست على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المزروعة بفول الصويا. مجلة جامعة البعث، المجلد 44، العدد 15، 2022.

5- بوعرت مروة، خزندار شامة ميساء. الأسمدة الزراعية استخداماتها، منافعها وأضرارها. مذكرة التخرج للحصول على شهادة الماستر في علوم البيولوجيا. جامعة الإخوة منتوري قسنطينة، قسنطينة، 2021/2020.

6- بوعكاز جلال. تأثير اضافة وتحلل عدة تراكيز من المادة العضوية على خصائص التربة وانبات ونمو القمح الصلب *Triticum durum* في الأراضي الفلاحية بولاية قسنطينة. مذكرة التخرج للحصول على شهادة الماستر في البيولوجيا وعلم البيئة النباتية. جامعة الإخوة منتوري قسنطينة، قسنطينة، 2021/2020.

7- جبيل إسمهان. المساهمة في دراسة بيولوجيا لنبات البطاطس (غذائيا دوائيا وتحويليا). مذكرة التخرج للحصول على شهادة الماستر في علوم البيولوجيا. جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1، قسنطينة، 2021/2020.

8- حاج علي حمودة، س.، (2010): البطاطس. دار الخرطوم السودان ص 13-15-16

9- حسن، (1989) -زراعة البطاطا، جامعة القاهرة، الدار العربية للنشر والتوزي، المصرية - الإسكندرية، ص 520.

10- حسن، أ ع.، (1999): إنتاج البطاطس. سلسلة محاصيل الخضر. الدار العربية للنشر والتوزي
مصر.

11- حسوني جدوع عبد الله،2010، التصحر: تدهور النظام البيئي، الطبعة الأولى، داردجلة،304ص.

12- خوري، ن.، (2008): البطاطا، دار البيروت لبنان الطبعة الأولى 2008، ص 10-15.

13- داخل راضي نديوي، جمال ناصرالسعدون،1988، مورفولوجيا التربة العملي، مطبعة جامعة البصرة ،85ص

14- زينات، م.، صلاح، ح.، خريستون، ه.، علي، ب.، طبعة أولى.، (2008): البطاطا. مصلحة الابحاث العلمية الزراعية. وزارة الزراعة اللبنانية ص3-12.

15- سعود سربوخ، محمد سعيد الشاطر، سليمان سليم. أثر السماد البلدي للماعز في بعض الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة القلابة في محافظة سويداء. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 36، العدد الأول، 2020. ص 9-30.

16- سليمان إ، أحمد ه، (2000) -آفات محاصيل الخضر والزينة والاشجار الخشبية ومكافحتها في العالم العربي، دار الكتاب الحديث ص:65-68.

17- السيد ف.، (2006): أساسيات زراعات الخضر المحمية والمكشوفة في الأراضي الصحراوية- المكتبة المصرية، الإسكندرية، ص 362.

18- السيد ف.، (2009) - تكنولوجيا إنتاج الخضر المواسم الباردة الصحراوية، المكتبة المصرية، الإسكندرية، ص: 523-545

19- السيد ف.، (2009): تكنولوجيا انتاج الخضر المواسم الباردة في الأراضي الصحراوية. المكتبة المصرية القاهرة ص 389-412.

20- السيد، ف.، (2009): تكنولوجيا انتاج الخضر المواسم الدافئة في الأراضي الصحراوية. المكتبة المصرية الاسكندرية الطبعة الأولى ص 523- 545.

21- الشاطر، محمد سعيد، عودة، محمود، حزوري، عباس .(2011) *أثر التسميد العضوي في الخصائص الخصوبية للتربة وإنتاجية البطاطا في ظروف منطقة القصير بمحافظة حمص* .دمشق: جامعة دمشق، جامعة البعث، جامعة حلب.

22- شاكر مسير لفته الزاملي،2020، خصائص التربة وأثرها بالإنتاج الزراعي في قضاء الموفقية، مجلة واسط للعلوم الإنسانية والاجتماعية 16(45):237-262

23- عبدلي نزار، (1955) - آليات تسيير النفايات المنزلية في الجزائر. كلية الحقوق والعلوم السياسية- جامعة 20اوت1955 سكيكدة.

24- العربية. القاهرة. مصر. 53 صفحة.

25- عزمي محمد أبو ريان، الزراعة العضوية (مواصفاتها وأهميتها في صحة الانسان)، الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، الجامعة الأردنية، عمان – الأردن، 2010.

26- عماد محمد ذياب الحفيظ، 2014، البيئة: حمايتها – تلوثها- مخاطرها، الطبعة الأولى، دار صفا عمان، 176ص

27- العموري، ن.، (2008): المركز الوطني للسياسات الزراعية. المنظور السلعي الزراعي رقم6 زراعة البطاطا في سوريا ص 6-7.

28- غمام، ع ج.، (2015): دراسة تأثير الأسمدة العضوية الطبيعية المختلفة ومستوى النتروجين في نمو وإنتاجية البطاطا صنف سبونتا.. (*Solanum tuberosum* L) في منطقة الوادي سوف، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم شعبة البيولوجيا وفيزيولوجيا النبات، جامعة الأخوة منتوري قسنطينة ص 2 ،14، 16، 17.

29- فراس فاضل مهدي البياني وحمزة نافﷺ بديوي السبهاني،2018، التحليل المكاني لخصائص التربة والموارد المائية في قضاء حديثة، المجلة العراقية لدراسات الصحراء 8 (1)

30- كذلك م،.(2001)- مقدمة في زراعة الخضروات، الناشر منشأة المعارف جلال حزى و شركائه، بالإسكندرية، ص:180-97،193-138.

31- محي الدين طه ورفﷺ احمد حلوم، (2016) قسم الإنتاج الزارعي -https://www.no

32- مركز الدراسات التقنية والارشاد الفلاحي، (2006): زراعة البطاطس. مديرية التعليم والبحث والتنمية، قسم الارشاد الفلاحي ص 7-8- 28-9.

33- مظفر أحمد داود الموصلي،2020، العلاج بالتربة -الطين-الوحل- الرمل، الطبعة، دار الكتب العلمية،136ص.

34- معوض الشريف م.، (2016): المشكلات الإنتاجية والتسويقية والإرشادية لمحصول البطاطس ببعض قرى محافظة المنيا. المجلة المصرية للبحوث الزراعية94(1): ص281

35- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) (2022): دليل المزارع للممارسات الزراعية الجيدة لزراعة البطاطا. بيروت.

36- منظمة التنمية المحلية (LDO) (2020): الدليل الإرشادي لزراعة البطاطا في سورية.

37- موصلي، ح.، (2000) البطاطا – (البطاطس)زراعتها وآفاتها تخزين وتصنيﷺ منتجاتها. دار علاء الدين دمشق ص 389.

38- نصر عبد السجاد الموسوي، 2005، التباين المكاني لخصائص ترب محافظة البصرة، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة.

39- الهام طعمة وعمران الشهباني، (2001). تقدير الناقلية لكهربائية في عجينة التربة. جامعة الدول.

المراجع بالأجنبية:

40- Abd Elhamid Moftah Shadi, Amal Mohammed Madi. Comparison of effect of organic and chemical fertilizers addition on soil properties. Journal of Pure & Applied Sciences. JOPAS Vol.18 No. 4 2019, 9200-ISSN 2521 www.Suj.sebhau.edu.ly

41- Abdullateef S.,2014-seed Potato production using Advanced Biotechnological and Hydroponic Techniques, dissertation, Humboldt Universitat zu Berlin, Germany.

42- Agrico Research B.V. (2012). Evolution variety description

43- Ahmed, T., Noman, M., Qi, Y., Shahid, M., Hussain, S., Masood, H. A., Xu, L., Ali, H. M., Negm, S., El-Kott, A. F., Yao, Y., Qi, X., & Li, B. (2023). Fertilization of microbial composts: A technology for improving stress resilience in plants. , 12(20), 3550; https://doi.org/10.3390/plants12203550

44- Anjum Sahair, Sneha, Raghu, Gopenath, Murugesan Karthikeyan, AshokGnanasekaran, Chandrashekrappa G, Kanthesh M Basalingappa(2018)-Solanum tuberosumL: Botanical,Phytochemical, Pharmacological andNutritional Significance.International journal of phytomedicine10(3)

45- Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. (2020). Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. Sustainability, 12(11), 4456. https://doi.org/10.3390/su12114456

46- BAZOUCHEA A., 2007- Effet combine du régime hydrique et de la fertilisation (N.P.K). Sur les composantes du rendement de la pomme de terre Solanum tuberosum L. variété Désirée- mémoireEn vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Sciences Agronomiques, p76.

47- Belaoura Cherifa. Contribution à la réalisation d'un compost à base des déchets du palmier dattier et essai d'amendements organique sur le sol et le végétal. MÉMOIRE DE MASTER en Sciences Agronomiques. Université Mohamed Khider de Biskra, 2021/2022.

48- BOUFARES K., 2012. Comportement de trois variétés de pommes de terre (Spunta, Désirée et Chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique. Thèse Magistère en Agronomie « Amélioration de la production végétale etbiodiversité », Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.03P

49- Boumlik H., (1995) -Systématique des spermaphytes, Ed office des publications universitaire Ben Aknoun de Alger ,80 p

50- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). The nature and properties of soils (15th ed.). Pearson.

51- CANADA–INDONESIA TRADE AND PRIVATE SECTOR ASSISTANCE PROJECT, 2017, Canada.

52- Chaumeton H., Jutier S., Fragnaud C., (2006)- La culture des pommes de terre. 93 p

53- Epstein, M. J., & Bloom, P. N. (2005). Measuring and improving the impact of nonprofit organizations. Nonprofit Management and Leadership, 15(2), 171–186. https://doi.org/10.1002/nml.63

54- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). International Year of Soils 2015: Soil Facts. Retrieved from https://www.fao.org/soils-2015/ar/

55- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). The role of fertilizers in sustainable agriculture and food security. Rome: FAO. Retrieved from https://www.fao.org/3/a-i6895e.pdf

56- Gaskell, M., & Smith, R. (2007). Nitrogen sources for organic vegetable crops. HortTechnology, 17(4), 431–441.

57- GrisonC., (1983) -La pomme de terre. Caractéristiques-22p.

58- Huamàn z., (1986) –Système botany and morphology of the potato .Technical Infomation Bulletin 6 International potato center, lima , Peru (second Edition revised).

59- Hugo Campos., Oscar Ortiz Editors., (2020)- The Potato Crop. Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind,308-393 https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5

60- Kamoun S, Furzer O, Jones JD, Judelson HS, Ali GS, Dalio RJ, Roy SG, Schena L, Zambounis A, Panabieres F, Cahill D, Ruocco M, Figueiredo A, Chen XR, Hulvey J, Stam R, Lamour K, Gijzen M, Tyler BM, Grünwald NJ, Mukhtar MS, Tome D, Tor M, Van den Ackerveken G, McDowell J, Daay F, Fry WE, Lindqvist-Kreuze H, Meijer HJ, Petre B, Ristaino J, Yoshida K, Birch PR, Gover F (2014) The top 10 oomycete pathogens in molecular plant

pathology. Mol Plant Pathol 16(4):413–434. https://doi.org/10.1111/mpp.12190

61- Katuwal, S., Rafsan, N-A-S., Ashworth, A. J., and Kolar, P. (2023). "**Poultry litter physiochemical characterization based on production conditions for circular systems**," *BioResources* 18(2), 3961-3977.

62- M. R Mahmoud. EFFECT OF SOME ORGANIC AND INORGANIC NITROGEN FERTILIZERS ON ONION PLANTS GROWN ON A SANDY CALCAREOUS SOIL . Assiut Journal of Agricultural Science, Vol 37, No 1 , 2006, (147-159).

63- Madeleine Inckel, Peter de Smet, Tim Tersmette, Tom Veldkamp. La fabrication et l'utilisation du compost. 2005, Wageningen. Série Agrodok No. 8, pp. 3-72. ISBN Agromisa: 90-8573-007-4.

64- Maguire, J.D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* **1962**, *2*, 176–177. [**Google Scholar**] [**CrossRef**]

65- Manyatshe, A., & Sibali, L. L. (2025). A review on egg waste-based adsorbents for the removal of organic and inorganic contaminants from aqueous solution. Heliyon, 11(3), e42278. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42278

66- Mirsal, I. A. (2008). *Soil pollution*. Springer.

67- Mondal, S., Chakraborty, D., Bandyopadhyay, K., Aggarwal, P., & Rana, D. S. (2020). A global analysis of the impact of zero-tillage on soil physical condition, organic carbon content, and plant root response. Land Degradation & Development, 31(5), 557–567.

68- Mondal, S., Das, R., & Ghosh (2020). Utilization of eggshell waste as a bioresource in agriculture: A review. Journal of Cleaner Production, 258, 120760. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020120760

69- Noha M. Abdelhameid, Enga M. Niel and Dalal H. Sary. Integrated Use of Biofertilizers, Compost, and Mineral Fertilizers to Improve Wheat Productivity and Soil Fertility in Calcareous Soils. ALEXANDRIA SCIENCE EXCHANGE JOURNAL, VOL. 46, No.2. pp 286-301. APRIL- JUNE 2025, DOI: 10.21608/asejaiqjsae.2025.423958

70- Perez W, Forbes G (2010) Potato late blight: technical manual. International Potato Center (CIP), Lima. http://www.cipotato.org/publications/pdf/005446.pdf

71- Rousselle P., Robert Y., Grossuer J., (1996)- La pomme de terre. Magistère en Agronomie « Amélioration de la production végétale etbiodiversité », Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.03P.

72- Rousselle P., Robert Y., Grossuer J., (1996)- La pomme de terre.

73- **Ryan, J., Estefan, G., & Rashid, A. (2003).** *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual (2nd ed.).* Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)

74- Sebonela, L.K.; Elephant, D.E.; Sithole, N.J. Eggshells Improve Soil pH and P Availability in Sandy Loam and Sandy Clay Loamy Soil. Agronomy 2024, 14, 2539. https:// doi.org/10.3390/agronomy14112539

75- Seham M. Abdel-Azeem. Effect of Soil Amendments on Soil Fertility and Maize Productivity in A Newly Reclaimed Soil. ALEXANDRIA SCIENCE EXCHANGE JOURNAL, VOL. 41, No.1. pp 93-103. JANUARY - MARCH 2020. DOI: 10.21608/ASEJAIQJSAE.2020.81529.

76- Sharpley, A. N., & Moyer, B. (2000). Phosphorus forms in manure and compost and their release during simulated rainfall. Journal of Environmental Quality, 29(5), 1462–1469. https://doi.org/10.2134/jeq2000.00472425002900050012x

77- Smith, A. F. (2011). *Potato: A global history*. Reaktion Books

78- TEFFAHI Abderrahim et NOUN Aimen. Raisonnement de la fertilisation azotée phospho-potassique (NPK) de la culture de blé dur (Triticum durum Desf.) (Variété vitron) dans la région de Guelma. Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master en Sciences Agronomiques. Université 8 Mai 1945 Guelma, 2021.

79- Zhang X., Cui Y., Yu M., Su B., Gong W. et al. (2019). Phosphorylation-mediated dynamics of nitrate transceptor NRT1.1 regulate auxin flux and nitrate signaling in lateral root growth. Plant Physiology, 181, 480–498.

80- Zheljazkov, V. D., & Warman, P. R. (2004). Source-separated municipal solid waste compost application to Swiss chard and basil. Journal of Environmental Quality, 33(2), 542–552. https://doi.org/10.2134/jeq2004.5420

Cites internet :

81- https://depositphotos.com/fr/vector/tractor-watering-field-152982692.html
82- https://doi.org/10.1016/0038-0717(95)00159-8
83- https://doi.org/xxxxx
84- https://www.epsvn.com/