

تأثير إضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية في بعض الخصائص الفيزيائية لهذه الطبقة وفي إنتاجية نبات البطاطا

رشا بدور⁽¹⁾ و جهاد ابراهيم⁽¹⁾ و ربيع زينة⁽²⁾

(1). قسم علوم التربة والمياه ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(* للمراسلة م. رشا بدور. البريد الإلكتروني: rasha.r.baddour@tishreen.edu.sy).

تاريخ القبول: 2023/10/27

تاريخ الاستلام: 2023/08/2

الملخص:

نفّذ البحث على تربة طينية سلتية في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية (محطة ستخيرس) في العروة الخريفية لعام 2019 حيث تضمنت الدراسة أربع معاملات (T0 الشاهد بدون تفكيك ميكانيكي لطبقة التربة التحتية، LT0 معاملة التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة التحتية فقط، T1 إضافة 1كغ/دونم هيومات بوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي ، T2 إضافة 2كغ/دونم هيومات بوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي)، أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً للكثافة الظاهرية بعد التفكيك الميكانيكي بمقدار 0.14 غ/سم³ مقارنة بالشاهد، وعززت إضافة هيومات البوتاسيوم في المعاملة T2 هذا الانخفاض ليبلغ 0.16 غ/سم³. حسن التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية نسبة المسامية الكلية حيث بلغت في المعاملة LT0 50.51% بعد أن كانت في معاملة الشاهد 46.34% ، وساهمت هيومات البوتاسيوم بتحسين نسبة المسامية الكلية في طبقة التربة تحت السطحية حيث بلغت 50.63% و 52.49% للمعاملات T1 و T2 على التوالي. كما حسن التفكيك الميكانيكي وإضافة هيومات البوتاسيوم من حجم المسامات الهوائية الأكبر من 10 ميكرون حيث زاد حجمها معنوياً مع التفكيك الميكانيكي بمقدار 5.9% و 6.68% في المعاملتين LT0 و T2 على التوالي. بينما المسامات الأقل من 0.2 ميكرون انخفضت مع التفكيك الميكانيكي وعند مستويات الإضافة T1 و T2 خاصة عند مستوى الإضافة T2 ليصل هذا الانخفاض إلى 2.83% مقارنة بالشاهد. عززت إضافة هيومات البوتاسيوم بتركيز أعلى كل من مؤشرات النمو الخضري والإنتاج حيث تفوقت المعاملة T2 معنوياً بالنسبة لمتوسط ارتفاع النبات (48.43سم)، ومتوسط دليل المسطح الورقي (2.18) مقارنة بالشاهد. وارتفعت كل من نسبة المادة الجافة بمقدار (1.54%) والنشاء بمقدار (1.374%) معنوياً في المعاملة T2 مقارنة بالشاهد. كما وتفوق متوسط إنتاج المعاملة T2 معنوياً على باقي المعاملات، حيث ارتفع متوسط الإنتاج مع التفكيك فقط بمقدار 5.9% وهي زيادة غير معنوية، حسنت إضافة هيومات البوتاسيوم من الإنتاج حيث زاد معنوياً بمقدار 13.7% و 32% في المعاملتين T1 و T2 على التوالي. لذا ننصح بإضافة هيومات البوتاسيوم بمعدل 2كغ/دونم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقات التربة تحت

السطحية المنضغطة، مع الأخذ بعين الاعتبار متابعة البحث لتحديد معدل الإضافة الأمثل للمحاصيل ولأنواع الترب المختلفة.

كلمات مفتاحية: تفكيك ميكانيكي، هيومات البوتاسيوم، بطاطا، كثافة ظاهرية، الإنتاجية، طبقة التربة تحت السطحية.

المقدمة:

تعد التربة خليطاً معقداً من المكونات العضوية والمعدنية المرتبة بشكل هندسي وفق تداخلات فيزيائية وكيميائية ضمن منظومة مؤلفة من عدة أطوار (السائل، الصلب، الغازي)، وإن كفاءة وإنتاجية تربة ما لا تتعلق فقط بالخصائص الفيزيائية للطبقة السطحية وإنما أيضاً بالخصائص الفيزيائية للطبقة تحت السطحية التي تقوم بتنظيم المحتوى المائي وتحتفظ بالماء كمخزون للنبات في مراحل لاحقة. وحسب (Grass, 1971) يجب أن تتواجد جذور النباتات بنسبة 50% في كل من الطبقة السطحية والطبقة تحت السطحية للتربة حتى عمق 80 سم، وقد بينت دراسة لتقييم طبقة التربة تحت السطحية في بعض مواقع الساحل السوري أن 81.81% من مجموع المواقع المدروسة قد تجاوزت درجة الانضغاط فيها القيمة الحدية المسموح بها تحت ظروف الاستثمار الحالي (ابراهيم و بدور، 2014) وبالتالي فهي ترب بحاجة ماسة إلى استصلاح.

يعد محصول البطاطا من أهم محاصيل الخضار الرئيسية في الزراعة السورية، وتستخدم درناته في غذاء الإنسان بأشكال مختلفة كما تدخل كمادة خام في الصناعة، وبالتالي له دور هام في عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية، تنتمي البطاطا *Solanum tuberosum* إلى العائلة الباذنجانية *Solanaceae* وتعد البطاطا من أكثر محاصيل الخضروات انتشاراً في العالم ولها قيمة غذائية عالية تعد من النباتات الحساسة للوسط الفيزيائي والمجهد للتربة والتي تحصل على احتياجاتها من الرطوبة خلال 30-40 سم الأولى من التربة لذا يجب الاهتمام بهذه الطبقة. وإن الترب العميقة المفككة الطرية وجيدة الصرف أحسن أنواع الترب لإنتاج البطاطا وخاصة في المناطق الرطبة، في حين يفضل استخدام الترب الثقيلة نوعاً ما والتي تحتفظ بالرطوبة في المناطق الجافة، ويختلف التركيب الكيميائي للدرنات حسب: الظروف الجوية السائدة - نوع التربة - الصنف المزروع - العمليات الزراعية المطبقة - ظروف التخزين. ولكنها وبشكل عام تحوي 77.5% ماء و 22.5% مادة جافة منها 70% سكريات حيث يشكل النشاء العنصر الغالب فيها، وتشكل البروتينات 1-2% من المادة الجافة، كما تحوي على عناصر معدنية، دهون وفيتامينات (جلول وسمرة، 2003).

وحسب (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2022) في القطر العربي السوري إن إجمالي المساحة المزروعة بالبطاطا في عامي 2017، و 2021 قد بلغت 24.4 ألف هكتار، و 26.4 ألف هكتار على التوالي وعام 2017 بلغ إجمالي الإنتاج 562.4 ألف طن بينما في عام 2021 بلغ الإنتاج 594.6 ألف طن. وتزرع البطاطا في سورية في المواعيد التالية:

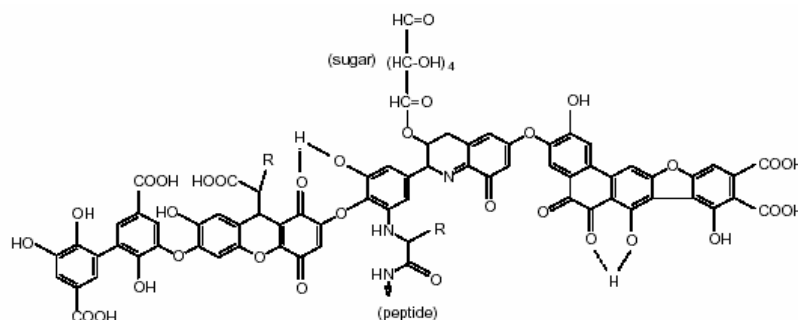
العروة الربيعية: في المناطق الدافئة كالساحل السوري (من منتصف كانون الثاني إلى منتصف شباط).

العروة الخريفية: تزرع كموسم ثاني في المناطق الدافئة أيضاً (من منتصف تموز إلى منتصف آب).

العروة الصيفية: تزرع في المناطق الباردة أو على الأقل في المناطق التي تتميز بنهار حار وليل يميل للبرودة كالسلمية والمناطق المرتفعة كالزبداني وذلك في الفترة الواقعة بين آذار ونيسان.

تعتبر المواد الدبالية (حمض الهيوميك ذو الصيغة المنتشرة كما في الشكل (1)، حمض الفوليك، الهيومين) مجموعة من الجزيئات العضوية تتكون من سلاسل الكربون الطويلة والعديد من المجموعات الوظيفية الفعالة كالفينولات ومجموعات عطرية أخرى. وتلعب

المواد الدبالية أدواراً ديناميكية في وظائف التربة الفيزيائية، الكيميائية، والبيولوجية الضرورية لصحة التربة ونمو النبات. أظهرت التجارب أن نمو البطاطا أكثر استجابة للتسميد الفوسفوري عند الحد الأدنى من خصوبة التربة، ولكنه أقل استجابة للتخصيب النتراتي، ولم تكن النتائج متوافقة دوماً ومن الممكن أن يعزى عدم التوافق إلى خواص الترب المختلفة، والمصادر المختلفة للمنتجات الهيومية. لذلك هناك حاجة ماسة لإجراء بحوث عن تأثير التطبيق طويل الأمد للهيومات على إنتاج البطاطا. (Seyedbagheri et al, 2010).



الشكل (1): صيغة حمض الهوميك (Peña-Méndez et al., 2005)

لأحماض الهيوميك تأثير إيجابي في خلب العناصر الغذائية وامتصاصها من قبل النبات حيث تعمل على إتاحة وانتقال العناصر وخصوصاً العناصر الصغرى ويمكن لمجموعة الأمين فيها ادمصاص أيون الفوسفات السالب وتحسين إنتاجه للنبات (Lutzow et al, 2006). حيث تعد الهيومات أكثر أنواع المواد الهيومية انتشاراً، وهي منتجات تجارية محضرة عادة من الليونارديت Leonardite الذي يحوي 60% من الأحماض الهيومية والفولفية وعلى الأرجح فإن الهيومات التجارية تتكون من مزيج من الهيومات والفولفات والهيومين وبعض المواد التي يمكن وجودها في مناجم الليونارديت (Stevenson, 1982). وأشار (Imbue et al, 2005) إلى فعالية هيومات البوتاسيوم في تحسين ثباتية الحبيبات لكل من الترب الحامضية والترب الصودية. (Piccolo and Mbagwu, 1994) افترضوا أن هذه الثباتية تحدث نتيجة لتشكل معقدات (الطين - الهيومات) والتي تحمي التربة من تأثيرات التفكك.

كما يوفر حمض الهيوميك حلاً اقتصادياً وفعالاً للمشاكل البيئية فهو يقلل من سمية التسميد المعدني ويحد من مشاكل تعرية التربة. يزيد حمض الهيوميك إنتاجية النبات، ويزيد من إمكانية امتصاص النبات للمغذيات والفيتامينات، ويقوي مقاومة النبات للأمراض والحشرات. كما أن المحاصيل المعاملة بالمواد الدبالية لها قيمة غذائية أعلى. أيضاً يحسن تطبيق المواد الدبالية بناء التربة ويزيد غلة المحاصيل. وهذا مهم بشكل خاص في ظروف الجفاف لأنه يساعد التربة على الاحتفاظ بالماء (Kumar et al, 2013). وفي دراسة على العنب صنف حلواني بعمر 23 سنة ازداد متوسط وزن النقود الثمري بزيادة عدد مرات التسميد بهيومات البوتاسيوم وانعكس ذلك إيجاباً على كمية المحصول في وحدة المساحة إذ ازدادت إنتاجية الأشجار بمقدار 21.01 % مقارنة بالشاهد (أبو نقطة و بطحة, 2010).

كما أظهرت نتائج الأبحاث اختلافاً في استجابة أنظمة الزراعة المختلفة للمنتجات المختلفة من أحماض الهيوميك فيما يتعلق بالإنتاجية والنوعية، حسب مؤشرات منها: المصدر، التركيز، المعالجة، القدرة على تكوين الشلات، المجموعات الوظيفية، مؤشرات جودة التربة، التبادل الكاتيوني، التأثير على كفاءة استخدام الأسمدة، كما تزيد الهيومات إتاحة الفوسفور للنبات عن طريق تعقيد الأيونات في مركبات مستقرة. فالاستخدام المنتظم للمنتجات ذات الجودة العالية في سنوات مختلفة أدى إلى زيادة إنتاج البطاطا من 11.4 % إلى 22.3% كحد أقصى (Seyedbagheri, 2010).

تم الحصول على أفضل تأثير متداخل لزيادة غلة البطاطا ومكوناتها عن طريق التسميد بأوكسيد البوتاسيوم 100 كغ / الفدان، ومعاملة النبات بحمض الهيوميك 2 كغ/ فدان (Radwan and El-shall,2011). كما أن تطبيق الدبال على التربة من الممكن أن يقلل من الآثار السلبية لظروف التربة المالحة والكلسية على امتصاص المغذيات وتطور النبات. (Celik et al,2010).
أهمية البحث:

نظرا للأهمية الكبيرة لطبقة التربة تحت السطحية التي باتت تعاني من مشاكل فيزيائية في ظل واقع الاستثمار الحالي، كان لابد من إيجاد حلول لاستصلاح هذه الطبقة وذلك باستخدام التفكيك الميكانيكي وإضافة المواد العضوية لهذه الطبقة لتحسين الحالة البنائية والفيزيائية لها لمساهمتها الكبيرة في إمداد النبات بالعناصر الغذائية والماء من طبقات التربة التحتية.
أهداف البحث:

1. دراسة تأثير كل من التفكيك الميكانيكي وإضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية حتى عمق 50 سم على إنتاجية نبات البطاطا.
2. دراسة تأثير كل من التفكيك الميكانيكي وإضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية حتى عمق 50 سم في بعض الخصائص الفيزيائية لهذه الطبقة.

مواد البحث وطرائقه:

نفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية (محطة ستخيرس) على تربة طينية سلتية، وفق تصميم القطاعات العشوائية بأربع معاملات و ثلاث مكررات. علما أن مساحة القطعة التجريبية $3 \times 3 = 9$ م². وبعد تحديد موقع التجربة تم تحديد المعاملات وفق المخطط كالتالي:

T0	T2	T1
LT0	T0	T2
T1	LT0	T0
T2	T1	LT0

حيث أن: T0 الشاهد بدون تفكيك وبدون إضافة

LT0 معاملة تفكيك ميكانيكي بدون إضافة هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك

T1 معاملة تفكيك ميكانيكي مع إضافة هيومات البوتاسيوم بمعدل 1 كغ/ دونم أثناء التفكيك الميكانيكي

T2 معاملة تفكيك ميكانيكي مع إضافة هيومات البوتاسيوم بمعدل 2 كغ/ دونم أثناء التفكيك الميكانيكي

نفذ البحث عام 2019-2020 على تربة طينية سلتية حيث أخذت عينات التربة (مخربة البناء - غير مخربة البناء) قبل الزراعة عند رطوبة تربة 75-80% من السعة الحقلية لتحديد بعض خواصها الفيزيائية وبعض الخصائص الكيميائية من العمقين 0-20 سم و 20-50 سم فكانت النتائج موضحة بالجدول التالي:

الجدول (1): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة قبل الزراعة

التحليل	العمق 0-20 سم	العمق 20-50 سم
نسبة الطين %	45.89	47.36
نسبة السلت الناعم %	9.47	10.52
نسبة السلت المتوسط %	23.52	21.05
نسبة السلت الخشن %	17.52	15.76
نسبة الرمل الناعم %	1.2	2.14
نسبة الرمل المتوسط %	0.8	1.15

نسبة الرمل الخشن %	1.6	2
نوع التربة	uT (طينية سلتية)	uT (طينية سلتية)
نسبة المادة العضوية %	0.92	0.73
نسبة كربونات الكالسيوم الكلية %	43.7	43.2
نسبة كربونات الكالسيوم الفعالة %	23	25
سعة التبادل الكاتيوني م.م / 100 غ تربة	37.7	35.5
نقطة الذبول الدائم % وزنا	18	18.5
السعة الحقلية % حجما	36	35
الكثافة الظاهرية غ/سم ³	1.18	1.4
الكثافة الحقيقية غ/سم ³	2.6	2.63
حد الانكماش % وزنا	16	16.4

يلاحظ من الجدول أن التربة طينية سلتية حسب مثلث القوام الألماني، غنية بكربونات الكالسيوم فقيرة بالمادة العضوية.

أما طريقة التفكيك وإضافة هيومات البوتاسيوم فقد تم استخدام محراث نقاب كمفك ميكانيكي (شكل 1) مزود بأنبوب ومضخة لضخ الهيومات أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية حتى عمق 50 سم.



الشكل (1): المفك الميكانيكي مع أنبوب الضخ المثبت في نهايته حتى عمق الحراثة

يوضح الشكل (1) المفك الميكانيكي ومركب عليه أنبوب معدني لادخال فرد الرش فيها لضخ الهيومات داخل التربة خلف المفك مباشرة وعلى نفس عمق التفكيك الميكانيكي 50 سم بواسطة مضخة موضوعة على خزان يوضع فيه الهيومات بعد إذابتها في الماء حسب معدل الإضافة المطلوب وهذا الخزان موصول بالأنبوب المركب على المحراث بحيث يتم ضخ هذه المواد على عمق 50 سم مباشرة أثناء التفكيك الميكانيكي علما أن البعد بين خطي التفكيك هو 50 سم. تم معايرة المضخة لضخ الهيومات بمعدل (1 كغ/دونم) للمعاملة T1 و(2 كغ/دونم) للمعاملة T2 وذلك حسب سرعة الجرار أثناء التفكيك الميكانيكي وحسب تدفق المرش خلال واحدة الزمن وحسب تركيز المحلول الذي تم تحضيره من حل الهيومات بالمياه، ونفذ التفكيك عند حد الانكماش.

تم تجهيز الأرض وإعدادها للزراعة بإضافة السماد المعدني وفق المعادلة السمادية N:P:K (40:40:30) غ/م² (الزعيبي وآخرون، 2013) حيث تم إضافة الفوسفور والبوتاسيوم وثلاث كمية الآزوت قبل الزراعة مع الحراثة السطحية لخلطها مع التربة. تم تخطيط الأرض إلى خطوط المسافة بينها 70 سم ثم زراعة الدرنات على مسافة 25 سم بين النبات والآخر. ثم أجريت عمليات الخدمة التي يحتاجها النبات من عزيق وتحضير وري وتسميد حيث تم إضافة الثلث الأول من السماد الأزوتي بعد حوالي شهر من الإنبات والثلث الثاني عند بداية التدن، والرش بمبيد رادوميل للوقاية من اللفحة المتأخرة. تمت زراعة البطاطا صنف سبونت Spunta في العروة الخريفية، وهو صنف هولندي متوسط التأخير بالنضج درناته بيضاوية متطاولة الشكل، محتواها متوسط من المادة الجافة، العيون سطحية، إنتاجه جيد في العروة الخريفية ومتحمل لمرض الموزاييك واللفحة المبكرة والساق السوداء والجفاف. تم الحصول على المادة النباتية من مؤسسة إكثار البذار في اللاذقية.

طرائق البحث:

الكثافة الظاهرية لطبقة التربة تحت السطحية: بطريقة الاسطوانة المعدنية معروفة الحجم 100 سم³ ارتفاعها 4 سم سطح مقطعها 25 سم² (ابراهيم وبركات, 2012).

توزيع النظام المسامي في طبقة التربة تحت السطحية: جهاز الضغط العشائي لتحديد حجم المجموعات المسامية وفق العلاقات

$$P_m = 4\sigma W/d \quad : \text{التالية (ابراهيم وبركات, 2012)}$$

P_m : الضغط (باسكال) σW : التوتر السطحي للماء (نيوتن/متر) d : قطر المسام (متر)

بعد ذلك يتم تحديد حجم المجموعات المسامية كمايلي:

$$PV\% > 50\mu m = PV\% - W_{vol.pF1.8}$$

$$PV\% > 10\mu m = PV\% - W_{vol.pF2.5}$$

$$PV\%(10-50)\mu m = W_{vol.pF1.8} - W_{vol.pF2.5}$$

$$PV\%(0.2-10)\mu m = W_{vol.pF2.5} - W_{vol.pF4.2}$$

$$PV\% < 0.2\mu m = W_{vol.pF4.2}$$

حيث إن $W_{vol.pF1.8}$ هي الرطوبة الحجمية عند نهاية الضغط المعادل ل $pF1.8$

$PV\%$ حجم المسامية الكلية للتربة وتحدد كمايلي :

$$PV\% = (1 - q_d/q_s) * 100$$

حيث إن q_d الكثافة الظاهرية. q_s الكثافة الحقيقية للتربة. (غ/سم³)

ارتفاع النبات: تم قياس الارتفاع عند الإزهار بال سم.

مساحة المسطح الورقي: عند الإزهار (مرحلة اكتمال النمو الأعظمي)، وتم حسابه بال سم² بطريقة (Sakalova, 1979) وفق العلاقة الآتية:

$$\text{مساحة المسطح الورقي لنبات البطاطا} = \text{مجم (أقصى طول للورقة سم} \times \text{أقصى عرض للورقة سم)} \times 0.674$$

حيث أن 0.674 هو دليل الشكل الخاص بورقة البطاطا

دليل المسطح الورقي: بطريقة (Beadle et al, 1989) من العلاقة التالية:

$$\text{دليل المسطح الورقي} = \text{مساحة المسطح الورقي للنبات (سم}^2\text{)} / \text{المساحة التي يشغلها النبات (سم}^2\text{)}$$

إنتاجية وحدة المساحة كغ/دونم: متوسط إنتاج النبات $\times$ الكثافة النباتية في وحدة المساحة

نسبة المادة الجافة للدرنات %: بالتجفيف على درجة حرارة 70 م° حتى ثبات الوزن.

نسبة النشاء %: وفق (A.O.A.C. 1970) من العلاقة:

$$\text{نسبة النشاء \%} = 17.55 + 0.891 (\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} - 24.18)$$

التحليل الإحصائي: لتقييم النتائج استخدم تحليل التباين من الدرجة الأولى وعلاقات الارتباط من الدرجة الأولى والثانية وتم حساب

أقل فرق معنوي LSD عند مستوى ثقة 5%

النتائج والمناقشة:

5-1- تأثير إضافة هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية (20-50) سم في الكثافة الظاهرية

لهذه الطبقة:

انخفضت الكثافة الظاهرية معنويا عند التفكيك وزاد انخفاضها عند إضافة هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك مقارنة بالشاهد، حيث انخفضت بمقدار 0.14 و 0.11 غ / سم³ في كل من المعاملتين LT0 و T1 على التوالي، وصلت قيمة الانخفاض بالكثافة الظاهرية في المعاملة T2 إلى 0.16 غ / سم³ (حيث أن انخفاض قيمة الكثافة مؤشرا جيدا على تحسن خواص التربة الفيزيائية). وهذا يتفق مع (Fu Baodong, 2016) حيث فسر انخفاض كثافة التربة المعاملة بأسمدة حمض الهيوميك بأن مجموعات الهيدروكسيل والكربوكسيل تخضع لتفاعلات بلمرة مع كاليوم التربة مما يقلل الكثافة الظاهرية ويزيد المسامية وبالتالي يحسن بناء التربة.

الجدول (2): متوسط الكثافة الظاهرية للمعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20-50 سم)

المعاملة	الكثافة الظاهرية غ/سم ³
T0	1.40 ^c
LT0	1.26 ^a
T1	1.29 ^b
T2	1.24 ^a
LSD α 5%	0.020

تأثير إضافة هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية (20-50 سم) على المسامية الكلية وتوزيع المجموعات المسامية لهذه الطبقة:

تفوقت المعاملة T2 معنويا على باقي المعاملات بالنسبة للمسامية الكلية حيث بلغت 52.49% مقارنة بالشاهد، وارتفعت معنويا في معاملة التفكيك الميكانيكي فقط لتبلغ 50.51% مقارنة بالشاهد، وارتفعت معنويا في المعاملة T1 لتصل إلى 50.61% مقارنة بالشاهد كما هو مبين في الجدول (3). أما المسامات الهوائية الأكبر من 50 ميكرون ارتفعت معنويا مع التفكيك الميكانيكي ومستويات الإضافة حتى بلغت 13.53% في المعاملة T2 مقارنة بالشاهد 6.29%، في حين لم تلاحظ فروق معنوية بين كل من المعاملات T1, T2, LT0. يلاحظ تفوقا معنويا للمعاملات الثلاثة على معاملة الشاهد بالنسبة للمسامات الهوائية الأكبر من 10 ميكرون، حيث ارتفع حجم المسامات من 9.01% في معاملة الشاهد إلى 15.69% في المعاملة T2. انخفض حجم المسامات الأصغر من 0.2 ميكرون معنويا مع التفكيك وزيادة نسبة إضافة هيومات البوتاسيوم حيث بلغ أقل قيمة 22.94% في المعاملة T2 مقارنة بالشاهد 25.32% كما هو مبين في الجدول (3). لأن أسمدة حمض الهيوميك تحسن الخواص الفيزيائية للتربة وتزيد المسامية (Fu Baodong, 2016).

الجدول (3): حجم المسامية الكلية وتوزيعها في المعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20-50 سم)

المعاملة	Pv %	Pv > 50 %	Pv > 10 %	Pv (0.2-10) %	Pv < 0.2 %
T0	46.34 ^c	6.29 ^b	9.01 ^b	12.01 ^a	25.32 ^c
LT0	50.51 ^b	11.96 ^a	14.91 ^a	12.26 ^a	23.34 ^b
T1	50.63 ^b	12.07 ^a	14.33 ^a	12.64 ^a	23.66 ^b
T2	52.49 ^a	13.53 ^a	15.69 ^a	13.83 ^a	22.94 ^a
LSD α 5%	0.6744	1.685	1.715	1.889	0.3262

تأثير إضافة هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية (20-50 سم) في بعض مؤشرات النمو الخضري لنبات البطاطا:

تفوقت المعاملة T2 معنويا على معاملة الشاهد من حيث ارتفاع النبات ودليل المسطح الورقي، كما يلاحظ تفوقا معنويا لمتوسط مساحة المجموع الخضري للمعاملة T1 حيث بلغ 4252 سم² مقارنة بالشاهد 2773 سم². كما لم تلاحظ فروقا معنوية بين المعاملات T0, LT0, T1 بالنسبة لمتوسط كل من ارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي. تم تأكيد التأثيرات الإيجابية لهيومات البوتاسيوم

بمعدل 20 كغ/ فدان على نمو وجودة البطاطا كونها أظهرت أعلى قيم لارتفاع النبات (Tantawy et al, 2021). كما بين (Akimbekov et al, 2020) زيادة معنوية في نمو نبات البطاطا 54.9% في التربة المعاملة بحمض الهيوميك المشتق من الليونارديت .

الجدول (4) يمثل متوسط بعض المؤشرات الخضرية لنمو نبات البطاطا في المعاملات المدروسة

المعاملة	متوسط ارتفاع النبات سم	متوسط مساحة المجموع الخضري سم ²	متوسط دليل المسطح الورقي
T0	42.2 ^b	2773 ^b	1.474 ^b
LT0	44.67 ^{ab}	3041 ^{ab}	1.620 ^b
T1	46.53 ^{ab}	4252 ^a	2.261 ^a
T2	48.43 ^a	3845 ^{ab}	2.180 ^a
LSD α 0.05	4.272	1220.6	0.268

تأثير إضافة هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية (20-50) سم في بعض المؤشرات الإنتاجية لنبات البطاطا:

يلاحظ من الجدول رقم (5) تفوقا معنويا في متوسط الإنتاج للمعاملة T2 على باقي المعاملات حيث ارتفع متوسط الإنتاج بمقدار 32.4% مقارنة بالشاهد، وارتفع متوسط الإنتاج في معاملة التفكيك الميكانيكي فقط بمقدار 5.9% مقارنة بالشاهد وهي زيادة غير معنوية، أما المعاملة T1 ارتفع فيها متوسط الإنتاج معنويا بمقدار 13.7% مقارنة بالشاهد. وهذا يتفق مع (Akimbekov et al, 2020) حيث أظهرت النتائج أن المعاملة بحمض الهيوميك المشتق من الليونارديت كان له تأثيرا معنويا في زيادة إنتاج درنات البطاطا 66.4% مقارنة بالشاهد، وفسروا ذلك بأن المواد الدبالية عضوية المنشأ يمكن أن تحسن خصائص التربة، تحفز نمو النبات، وتحسن امتصاص العناصر الغذائية.

الجدول (5): يمثل متوسط بعض المؤشرات الإنتاجية لنبات البطاطا في المعاملات المدروسة

المعاملة	متوسط الإنتاج كغ/دونم	متوسط نسبة الإنتاج %	متوسط نسبة المادة الجافة %	متوسط نسبة النشاء %
T0	1943 ^c	100 ^c	14.83 ^b	9.213 ^b
LT0	2057 ^c	105.9 ^c	15.61 ^{ab}	9.910 ^{ab}
T1	2209 ^b	113.7 ^b	15.87 ^{ab}	10.143 ^{ab}
T2	2609 ^a	132.4 ^a	16.37 ^a	10.587 ^a
LSD α 0.05	133.2	7.55	1.2	1.099

كما يلاحظ من الجدول رقم (5) أن زيادة مستوى الإضافة من هيومات البوتاسيوم عززت زيادة كل من متوسط نسبة المادة الجافة والنشاء، لكن لم تلاحظ فروقا معنوية بين المعاملتين LT0 و T1 مقارنة بالشاهد، في حين يلاحظ تفوقا معنويا للمعاملة T2 مقارنة بالشاهد حيث ارتفع متوسط نسبة المادة الجافة فيها بمقدار 1.54% وارتفع متوسط نسبة النشاء بمقدار 1.374%. ويعود ذلك إلى التأثيرات الإيجابية لهيومات البوتاسيوم على خصائص التربة وأيضاً على احتوائه على البوتاسيوم، كون هيومات البوتاسيوم أظهرت قيما معنوية عالية للمواد الصلبة الذائبة في درنات البطاطا مقارنة بالمصادر غير العضوية للبوتاسيوم (Tantawy et al, 2021). كما يمكن لحمض الهيوميك أن يمنع فقدان أيونات البوتاسيوم مع الماء حيث يعزز البوتاسيوم نمو المحاصيل القوي وقدرة المحاصيل على مقاومة الإجهاد وتكوين السكر والنشاء (li, 2020).

الاستنتاجات:

1. خفف التفكيك الميكانيكي وهيومات البوتاسيوم من ارتصاص التربة حيث انخفضت الكثافة الظاهرية معنويا بعد التفكيك الميكانيكي بمقدار 0.14 غ/ سم³ مقارنة بالشاهد، لتتخف في المعاملة T2 بمقدار 0.16 غ/ سم³.

2. حسن التفكيك الميكانيكي وهيومات البوتاسيوم من حجم المسامية الكلية حيث ارتفع عند التفكيك الميكانيكي من 46.34% إلى 50.51% ، وزاد في المعاملة T1 ليصبح 50.63%، ليصل إلى 52.49% في المعاملة T2.
3. حسنت المعاملات المدروسة من المسامية الهوائية للتربة حيث زاد حجم المسامات الهوائية الأكبر من 10 ميكرون مع التفكيك الميكانيكي بمقدار 5.9%، ليرتفع عند مستوى الإضافة T2 بمقدار 6.68% حيث وصل إلى 15.69%.
4. خفضت المعاملات المدروسة من نسبة المسام الأصغر م 0.2 ميكرون حيث انخفض حجمها معنوياً مع التفكيك وعند مستويات الإضافة T1 و T2 خاصة عند مستوى الإضافة T2 ليصل هذا الانخفاض إلى 2.83% مقارنة بالشاهد.
5. حسنت المعاملة T2 من متوسط ارتفاع النبات ودليل المسطح الورقي للنبات، ومن نسبة المادة الجافة والنشاء في ثمار البطاطا ومن كمية الإنتاج، حيث زاد متوسط الإنتاج بمقدار 32.4% مقارنة بالشاهد وكانت هي الأفضل لنبات البطاطا.

التوصيات:

1. ضرورة إجراء التفكيك الميكانيكي لطبقات التربة تحت السطحية المنضغطة للتخلص من الإجهادات الأفقية وإضافة هيومات البوتاسيوم أثناء التفكيك الميكانيكي.
2. ضرورة متابعة البحث بإضافة تراكيز أخرى من الهيومات لتحديد أفضل المعاملات والتي تنعكس إيجاباً على خواص التربة الفيزيائية والإنتاجية كماً ونوعاً.
3. ضرورة متابعة البحث على أنواع أخرى من المحاصيل، والترب الزراعية .

المراجع:

- ابراهيم، جهاد؛ بدور، رشا، (2014): تقييم الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية لطبقة التربة تحت السطحية في بعض مواقع الساحل السوري تحت ظروف الاستثمار الحالي، رسالة ماجستير، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، سورية، عدد الصفحات 91.
- ابراهيم، جهاد؛ بركات، منى، (2012): فيزياء التربة (الجزء النظري)- منشورات جامعة تشرين.
- الزعيبي، محمد؛ الحصني، أنس؛ درغام، حسان، (2013): طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والأسمدة- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.
- أبو نقطة، فلاح؛ بطحة، محمد، (2010): دور التسميد بمحلول هيومات البوتاسيوم في إنتاجية العنب، صنف حلواني. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية- المجلد (26)- العدد 1 - الصفحات: 15-31.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية للعام 2022. جدول 4/16، جدول 4/17.
- جلول، أحمد؛ سمرة، بديع، (2003): الخضار الصيفية (إنتاج الخضار 2)- الجزء النظري- منشورات جامعة تشرين.
- A.O.A.C.(1970): Official Methods of Analysis.11th.Ed, Washington, D. C. Assoshiation of the official analytistical chemist,Pp1015.
- Akimbekov, N; Qiao, X.H; Digel, Y; Abdieva, G.Z.M; Ualieva, E.R.Z. and Zhubanova, A.Z.R (2020): The effect of leonardite-derived amendments on soil microbiome structure and potato yield. Agriculture-Basel 10, 147. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050147>.
- Beadle. L.C.(1989): Techniques in Bioproductivity and photosynthesis. Pergumon Press. Oxford New-York.327p.

- Celik, H; Katkat,A.V;Asik,B.B; and Turan, M.A. (2010): Effects of humus on growth and nutrient uptake of maize under saline and calcareous soil conditions. *Žemdirbystė=Agriculture*, vol. 97, No. 4 (2010), p. 15–22.(TURKEY).
doi:10.1088/1742-6596/1549/2/022004
- Fu Baodong.(2016): Research progress on the application of humic acid in soil improvement . *Shelter Forest Science and Technology*, 2016 (03): 83-84.
- Grass.V.K.(1971): Tiefenarbeit auf unterschiedlichen Bodentypen. *SHI* (1971), S. 278-223
- Imbue,A.B; Patti,A.F; Burrow,D; Surapaneni,A; Jackson,W.R; and Milner, A.D. (2005): Effect of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma*, 125,321-330.
- Kumar,D; Singh,A.P; Raha,P; Rakshit,A; Singh,C.M; and Kishor,P.(2013): Potassium Humate: A Potential Soil and Plant Growth Promoter. *International Journal of agriculture, Environment and Biotechnology*. 6(3):441-446 September.
- Li,Y(2020): Research Progress of Humic Acid Fertilizer on the Soil. *Journal of Physics: Conference Series* 1549 (2020) 022004.
- Lutzow, M. V.; I. Koegel ; E. Eckschmitt and E. Matzne (2006): Stabilization of organic matter in temperate soils mechanism and their relevance under different soil condition-areview, *Eur. Soil. Sci.*, 57: 426-445.
- PEÑA-MÉNDEZ, E.M., HAVEL, J. & PATOČKA, J. (2005): Humic substances – compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *J. Appl. Biomed.* 3, 12-24.
- Piccolo, A; and Mbagwu, J.S.C; (1994): Humic substances and surfactants effects on the stability of two tropical soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58, 950– 955.
- Radwan, E.A. ; and El- Shall Z. S. A. (2011): Effect of potassium fertilization and humic acid application on plant growth and productivity of potato plants under clay soil. *J. Plant Production, Mansoura Univ.*, Vol. 2 (7): 877 – 890, 2011. (Egypt).
- Sakalova,N.K. (1979): Foliage calculation method.*J.Sci. Agri Resaerch (TCXA)*. P:40-42. (In Russian).
- Seydbagheri, Mir-M. (2010): Influence of Humic Products on Soil Health and Potato Production. *Potato Research* (2010) 53:341–349.
- Stevenson FJ (1982) : *Humus chemistry genesis, composition, reactions*. Wiley-Inter-Science, NY
- Tantawy, I. A. A.; K. G. Abd El Rasheed; Shereen M. EL-Korde and H. A. Hassan.(2012): Response of Potato Cultivars to Different Potassium Sources. *J. of Plant Production, Mansoura Univ.*, Vol. 12 (6): 657 – 664.

Effect of application different levels of Potassium Humate during the mechanical Disturbing of the subsurface soil layer on some physical properties of this layer and on the productivity of the potato plant.

Rasha Baddour ^{*(1)}, Jihad Ibrahim⁽¹⁾ and Rabee Zainah⁽²⁾

(1). Department of soil sciences and water ,faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia,Syria.

(2). General Commission for Scientific and Agricultural Research,Damascus,Syria

(*Corresponding author: Rasha Baddour.Email: rasha.r.baddour@tishreen.edu.sy).

Received: 2/08/2023

Accepted: 27/10/2023

Abstract

The research was carried out during fall season on silty clay soil at the Center for Scientific Agricultural Research in Latakia (Stakhris Station) in 2019, where the study included four treatments (T0 control without mechanical disturbing of the subsoil layer, LT0 treatment of mechanical disturbing of the subsoil layer only, T1 addition of 1 kg/dunam of Potassium humate during mechanical disturbing, T2 (addition of 2 kg/donum of potassium humate during mechanical disturbing). The results showed a significant decrease in bulk density after mechanical disturbing by 0.14 g/cm³ compared to the control, and the addition of potassium humate in treatment T2 enhanced this decrease to reach 0.16 g/cm³. Mechanical disturbing of the subsurface soil layer improved the total porosity percentage, as it reached 50.51% in the LT0 treatment after it was 46.34% in the control treatment. Potassium humate contributed to improving the total porosity percentage in the subsurface soil layer, reaching 50.63% and 52.49% for the T1 and T2 treatments, respectively. Mechanical disintegration and the addition of potassium humate also improved the size of air pores larger than 10 microns, as their size increased significantly with mechanical disintegration by 5.9% and 6.68% in the LT0 and T2 treatments, respectively. While pores less than 0.2 microns decreased with mechanical disturbing and at addition levels T1 and T2, especially at addition level T2, bringing this decrease to 2.83% compared to the control. Adding potassium humate at a higher concentration enhanced both vegetative growth and production indicators, as the T2 treatment was significantly superior in terms of average plant height (48.43 cm) and average leaf surface index (2.18) compared to the control. Both the percentage of dry matter increased by (1.54%) and starch by (1.374%) significantly in treatment T2 compared to the control. The average production of treatment T2 was significantly higher than the rest of the treatments, as the average production increased with disassembly only by 5.9%, which is a non-significant increase. Adding potassium humate improved production, as it increased significantly by 13.7% and 32.4% in treatments T1 and T2, respectively. Therefore, we recommend adding potassium humate at a rate of 2 kg/dunum during mechanical disturbing of compressed subsurface soil layers, taking into account follow-up research to determine the optimal addition rate for crops and different types of soil.

Keywords: mechanical disintegration , potassium humic, potato , bulk density, productivity, subsurface soil layer.