

تأثير إضافة الفحم النباتي على حركيات تحرر البوتاسيوم من تربة كلسية / شمالي العراق

محمد علي جمال العبيدي

نبأ مروان عبدالعزيز السلطان

كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق

تاريخ استلام البحث 2022/6/22 وقبوله 2022/7/24

البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني .

الخلاصة

تمت دراسة تحرر البوتاسيوم حقليا في تربة ذات نسجة مزيجية طينية Clay loam والمصنفة ضمن مجموعة الترب العظمى Calciorthid في احد حقول الحنطة لموقع بعويزة مدينة الموصل محافظة (نينوى) شمال العراق ذات سيادة لمعدن الأليت (Illite) باستخدام طريقة الاتزان الهادي لجذر صناعي من الراتينجات المشبعة بالكالسيوم تم وضعه حقليا لعمق 10 سنتيمتر، ولفترة 35 يوم . حيث تم وصف البوتاسيوم المتحرر نحو المستودع الراتنجي باستخدام معادلة الانتشار ذات القطع المكافئ اتضح من خلالها بأن سعة التحرر تناقصت مع زيادة مدة تماس الراتنج مع التربة وان مسار عملية التحرر مرت بمرحلتين (الاولى سريعة عبرت عن الطور المتبادل وبسعة تحرر (29.87) ملغم. كغم⁻¹ . وبمعامل سرعة تحرر (5.21) ملغم. كغم⁻¹ دقيقة^{0.5} . ارتفعت الى سعة تحرر (5.21) ملغم. كغم⁻¹ . وبمعامل سرعة تحرر (16.82) ملغم. كغم⁻¹ دقيقة^{0.5} بعد اضافة الفحم النباتي .

اما المرحلة الثانية من مسار التحرر والتي عبرت عن الطور غير المتبادل المسؤول عن عملية التحرر والتجهيز الغذائي في الفترات الطويلة فقد امتازت بسعة تحرر (216.77) ملغم. كغم⁻¹ ومعامل سرعة (16.91) ملغم. كغم⁻¹ دقيقة^{0.5} قبل اضافة الفحم النباتي . ارتفعت الى سعة تحرر (1030.50) ملغم. كغم⁻¹ . وبمعامل سرعة تحرر (73.80) ملغم. كغم⁻¹ دقيقة^{0.5} بعد اضافة الفحم النباتي واطهر التقويم الخصوبي المبني على اساس سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم من معدن المايكا بان التربيه قيد الدراسة امتازت بخزين منخفض (246.64) و (1135.9) ملغم K . كغم⁻¹ في التربة قبل الاضافة وبعدها على التوالي وسرعة تحرر منخفضة بلغت (9.555) و (45.309) ملغم K . كغم⁻¹ ، دقيقة^{0.5} في التربة قبل الاضافة وبعد الاضافة على التوالي و بذلك تعد هذه الترب منخفضة التجهيز من البوتاسيوم القابل للتحرر ولهذا الاستنتاج أهمية تطبيقية كبيرة لمعالجة مشكلة البوتاسيوم في الترب الكلسية .

كلمات مفتاحية : حركيات البوتاسيوم ، الفحم الحيوي النباتي ، تربة كلسية .

Effect of Biochar on Kinetic of potassium release from calcareous soil / northern Iraq

M. A. J. Al-Obaidi

N. M. A. Al-Sultan

College of Agriculture and Forestry, Mosul University. Iraq

- Date of research received 2022/6/22 and accepted 24/7/2022.
- Part of MSc. Dissertation for the second author.

ABSTRACT

Potassium release was studied in a field in Clay loam soil in one of by the wheat fields of Ba'wiza site, Mosul city (Nineveh Governorate) in the north of Iraq , dominate Illite mineral, Batch equilibrium method was used of an artificial root of calcium-saturated resin that was field-placed to a depth of 10 centimeters, for a period of 35 days . The potassium release towards the resin reservoir was described using the parabolic diffusion equation, in which it was clear that the release capacity decreased with the increase in the contact time of the resin with the soil, and that the release process went through two phases (the first rapid expressed the alternating phase with a release capacity of (29.87) mg.kg⁻¹. With a coefficient of releasing rate of (5.21) mg.kg.min^{0.5}, it increased to a releasing capacity of (5.21) mg.kg⁻¹, and with a coefficient of releasing velocity (16.82) mg.kg.min^{0.5} after biochar addition .

As for the second stage of the release path, which expressed the non-exchangeable phase responsible for the process of release and food processing in long periods, it was characterized by a release capacity of $(216.77) \text{ mg.kg}^{-1}$ and a rate coefficient of $(16.91) \text{ mg.kg. minutes}^{0.5}$ before addition. It increased to a release capacity of $(1030.50) \text{ mg.kg}^{-1}$. With a coefficient of release rate $(73.80) \text{ mg.kg. min}^{0.5}$ after biochar addition. The fertility calendar based on the capacity and rate of releasing potassium from the mica mineral showed that the soil under study was characterized by a low storage of (246.64) and $(1135.9) \text{ mg kg}^{-1}$ in the control and addition soils, respectively, and a low release rate of (9.555) and $(45,309) \text{ mg .kg, min}^{0.5}$ in control and addition soils, respectively, and thus these soils are considered to be of low availability of potassium release, and this conclusion is of great practical importance to address the problem of potassium in calcareous soils.

المقدمة

Biochar هو مصطلح يطلق على الفحم الحيوي النباتي وقد تطور حديثاً نسبياً، وظهر بالتزامن مع إدارة التربة ويعد منتجاً غنياً بالكربون بعد حرق الكتلة الحيوية كالمخلفات النباتية (الخشب، الأوراق، بقايا محاصيل الحبوب) في حاوية مغلقة مع القليل من الأوكسجين أو عدم وجوده، حيث يتم إنتاج الـ Biochar (الفحم الحيوي النباتي) لغرض تطبيقه على التربة كوسيلة لتحسين خصائصها، أو رفع خزين الكربون، أو ترشيح مياه التربة المتسربة، هذا يميز الفحم الحيوي النباتي عن الفحم الذي يستخدم كوقود للحرارة بأن الأول ينتج من حرق الكتلة الحيوية و ينتج عنه رماد، والذي يحتوي بشكل أساسي على معادن مثل الكالسيوم و المغنيسيوم والكربونات غير العضوية (Komang و Lopes) (Caroline, 2016) وآخرون، (2020). حيث يعمل الفحم النباتي على تحفيز النشاط الميكروبي مما يحسن الخصائص الفيزيائية والكيميائية مثل زيادة قدرة التبادل الكاتيوني، ومحتوى العناصر الغذائية.

أشارت العديد من الدراسات إلى إمكانية استخدام الفحم الحيوي النباتي كبديل لنسبة كبيرة من الأسمدة البوتاسية التقليدية (Sohi و Angst، 2013) (Karimi وآخرون، 2019) لذلك تم اقتراحه كأحد الوسائل الممكنة لتعزيز خصوبة التربة (Lehmann وآخرون، 2011) (Zhang، وآخرون، 2020) بسبب التحسينات في مغذيات التربة والقدرة على الاحتفاظ بالمياه (Atkinson وآخرون، 2010) (Sohi و Angst، 2013) (Bangroo وآخرون، 2021). والتي تؤدي إلى رفع قيم السعة التنظيمية للبوتاسيوم على عكس العناصر الأخرى التي قد تتطاير (على سبيل المثال N، أو يتم الاحتفاظ بها في أشكال غير قابلة للذوبان نسبياً (على سبيل المثال، Mg) أثناء الانحلال الحراري، سيتم حفظ البوتاسيوم إلى حد كبير وتحويله إلى أملاح تحتوي على البوتاسيوم مع قابلية عالية للذوبان (Karim وآخرون، 2017) (Hossain وآخرون، 2020).. من ناحية أخرى، تعتمد كفاءة استجابات البوتاسيوم المضافة للمحاصيل على التوازن الديناميكي له في التربة، والتي يمكن أن تتأثر بخصائصها المختلفة، بما في ذلك نوع التربة، والنسجة، والقدرة التنظيمية لتجهيز البوتاسيوم، ومعادن الطين السائدة (Li وآخرون، 2009) (Poormansour وآخرون، 2019) (Wakeel، 2022). ولا تزال وظيفة الفحم الحيوي النباتي غير معروفة إلى حد كبير من حيث ديناميكيات بوتاسيوم التربة. ينقسم بوتاسيوم التربة إلى ذائب ومتبادل وغير متبادل والمعدني والتي هي في توازن ديناميكي مع بعضها البعض على الرغم من أن احتياطيات بوتاسيوم التربة كبيرة بشكل عام، إلا أن جزءاً صغيراً فقط من بوتاسيوم التربة يكون في أشكال قابلة للذوبان أو قابلة للتبادل والتي تتوفر بسهولة خلال موسم واحد أو عدة مواسم من الزراعة الكثيفة (Simonsson وآخرون، 2009) (Abu Zied Amin، 2016). في المقابل، تبقى الغالبية في المعادن في شكل بوتاسيوم غير متبادل أو معدني التي تكون جاهزة ببطء أو قليلة للنباتات. يعد تحرير البوتاسيوم من عملية التجوية للفلدسبار وسيليكات الصفائح هو المصدر الطبيعي طويل الأمد. من المعروف عمومًا أن إضافة الفحم الحيوي النباتي ستزيد مبدئيًا من البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة (Oram وآخرون، 2014) (Akhzari، 2022). من ناحية أخرى، قد تتأثر جاهزية البوتاسيوم ودرجة استجابة المحاصيل بعملية تحرره من الطبقة البيئية وان إضافة الفحم الحيوي النباتي على التربة الغنية بالمعادن الطينية الممتدة 2: 1. سيزيد من جاهزيته ومما يستوجب المزيد من البحث لاجل استكشاف التفاعل بين الفحم الحيوي النباتي في أنواع التربة المختلفة لفهم التفاعلات والعمليات المحددة (Wang وآخرون، 2018) ولأجل ذلك فقد اجري هذا البحث.

مواد البحث وطرقه

اختيرت تربة من منطقة بعويزة في مدينة الموصل محافظة نينوى والمصنفة ضمن مجموعة الترب العظمى Calciorthid تشتهر بزراعة محاصيل الحنطة وبهدف تقييم التربة بعد إضافة الفحم النباتي وتأثيره على خصائصها الكيميائية والخصوبية. قدرت صفاتها الكيميائية والفيزيائية حسب الطرق الواردة في (Sparks، 2017) والمبينة في الجدول (1). وتم دراسة قابلية الترب على تحرير البوتاسيوم باستخدام طريقة الاستخلاص بالراتينجات المشبعة بالكاسيوم (العائدي، 2003) (fatma، 2021) بأخذ (5) غم من الراتنج ووضعها في اكياس بولستر وترطيبها لحد السعة الحقلية مع الحفاظ على نسبة الرطوبة خلال مدة التحضين (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,15,20,25,30,35) يوم. لموقعين الأول بإضافة الفحم النباتي والآخر بدون إضافة قدر البوتاسيوم في المستخلصات بطريقة اللهب الضوئي حيث تم وصف عملية التحرر بيانياً حسب دالة الانتشار باعتبار كمية

البوتاسيوم المتحررة تجميعيا دالة للجذر التريبي لزمّن الاستخلاص حسب ما... اشار اليه (Goulding , Loveland ، 1986) ، (Goulding ، 1987) والمطبقة من قبل (Al-Obaidi وآخرون، 2014) .

الجدول (1): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية وصيغ البوتاسيوم لترب الدراسة.

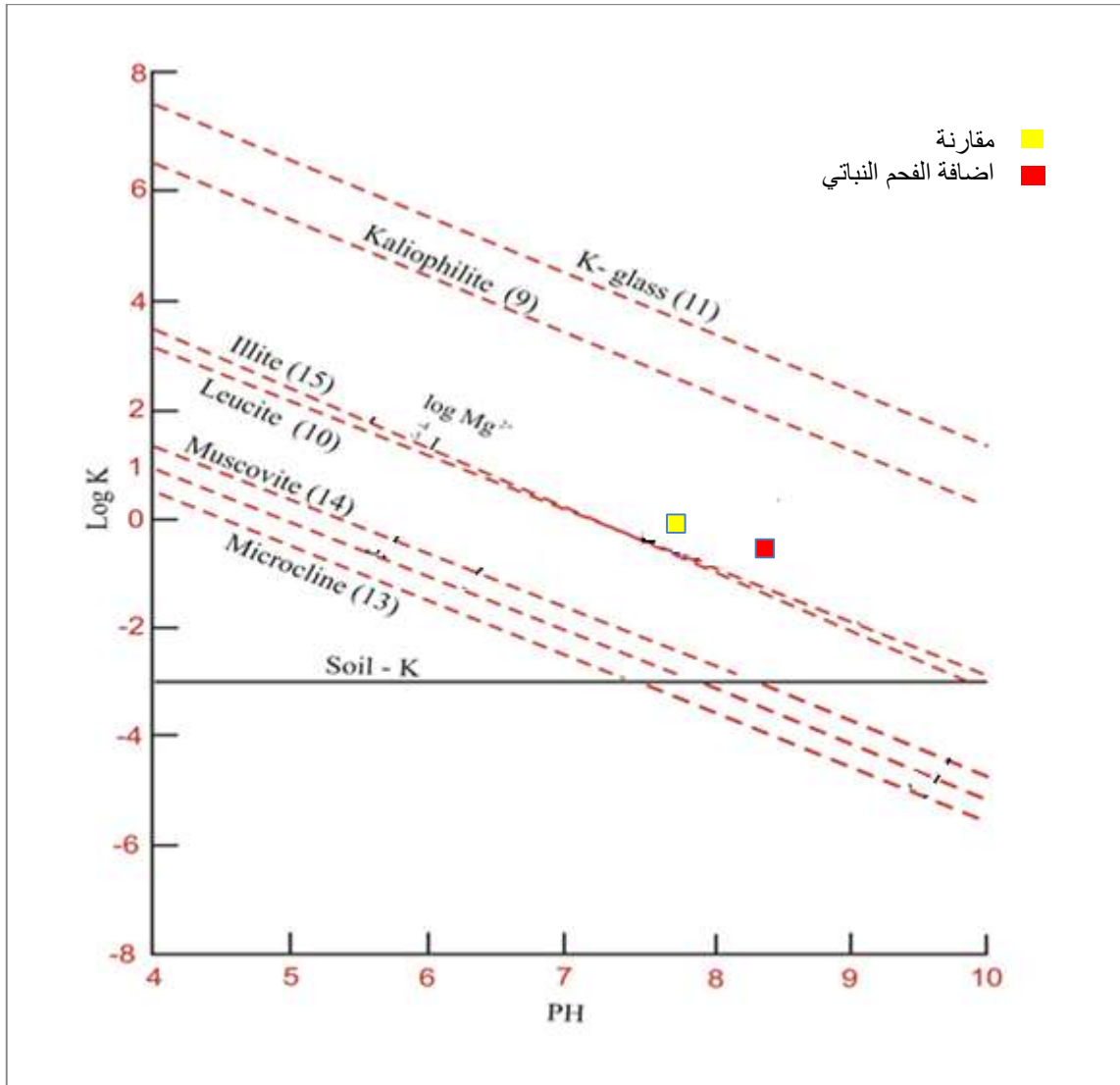
الوحدة Unit	القيمة	الصفة Characteristic
gm.kg ⁻¹	355	Clay
	395	Silt
	250	Sand
	Clay loam	Texture
	160.367	CaCO ₃
	21.32	O.M
dS.m ⁻¹	0.40	EC
	7.1	pH
C.mole.c kg ⁻¹	33.75	CEC
	0.018	الذائب
	0.20	المتبادل CaCl ₂
	1.53	المتبادل NH ₄ Cl
	2.55	غير المتبادل
	5.36	المعدني
	7.91	الكلي

النتائج والمناقشة

صيغ البوتاسيوم المختلفة

تشير النتائج المبينة في الجدول (1) الى كميات البوتاسيوم الذائبة في محلول تربة الدراسة والتي بلغت (0.018) Cmol.c.Kg⁻¹ ازدادت الى 0.100 Cmol.c.Kg⁻¹ بعد اضافة الفحم النباتي وبنسبة زيادة قدرها (4.55) % ان هاتين القيمتين تعبران عن البوتاسيوم الموجود بصورة ذائبة في محلول التربة وغير الممتز على سطح الغرويات والذي يكون عرضة للغسل والذي يتأثر بشدة في المنطقة الجذرية (Calvaruso وآخرون ، 2014) وحسب ما جاء به معهد البوتاس العالمي (IPI، 2016) فان القيم التي حصلنا عليها في تربة الدراسة هي دون الحد الحرج للبوتاسيوم والبالغه (0.05) Cmol.c.Kg⁻¹ التي تكون كافية لتلبية احتياجات النبات. كما يبين الجدول (2) كميات البوتاسيوم المتبادلة والتي بلغت (0.20) Cmol.c.Kg⁻¹ والمستخلصة بمحلول 1مولار كلوريد الكالسيوم CaCl₂ في حين بلغت بعد اضافة الفحم النباتي 0.72 Cmol.c.Kg⁻¹ اما البوتاسيوم المتبادل والمستخلص ب 1 مولار كلوريد الامونيوم NH₄Cl والتي بلغت (1.53) Cmol.c.Kg⁻¹ قبل اضافة الفحم النباتي و 5.11 Cmol.c.Kg⁻¹ بعد اضافة الفحم النباتي وبالرجوع الى تقييم معهد البوتاس العالمي (2016) والذي حدد الحد الحرج للبوتاسيوم المتبادل اعتمادا على نسجة التربة ب(1.15) Cmol.c.Kg⁻¹ فان التربة قيد الدراسة هي اعلى من الحد الحرج مما يشير الى ضرورة متابعة حالة البوتاسيوم في هذه التربة للحصول على انتاج مثالي. ايضا يبين الجدول (2) كميات البوتاسيوم غير المتبادل والتي بلغت (2.55) Cmol.c.Kg⁻¹ لموقع بعويزة قبل اضافة الفحم النباتي و ارتفعت الى 8.43 Cmol.c.Kg⁻¹ بعد اضافة الفحم النباتي ان القيم التي حصلنا عليها تعبر عن البوتاسيوم المتواجد بين طبقات المعادن والممسوك بقوى الكترولستاتيكية- قوى فاندرفالز- الناتجة عن وجود الشحنات السالبة للطبقات الداخلية للمعادن، كما يعبر عن البوتاسيوم الموجود ضمن المسارات الداخلية لخروجه من معادن المايكا Wedge zone (Joyceyely وآخرون، 2018) التي تكون مرتبطة بمنطقة اللب في المايكا Micacore. حيث توجد أيونات البوتاسيوم غير المتبادل على أبعاد مختلفة من فتحات الخروج عند حواف المعدن mineral edges، وأن ابعادها يعتمد على حجم دقائق المعدن وشدّة التجوية وحالة اتران ايونات بوتاسيوم هذا الطور مع أيونات بوتاسيوم طور التربة السائل. ويصنف بأنه متوسط إلى صعب الجاهزية، وعلى الأمد الطويل يمثل الاحتياطي المسؤول عن تجهيز البوتاسيوم لمحلول التربة. يتحكم فيها تفاعلا التثبيت والتحرر (Jalali وآخرون، 2007)

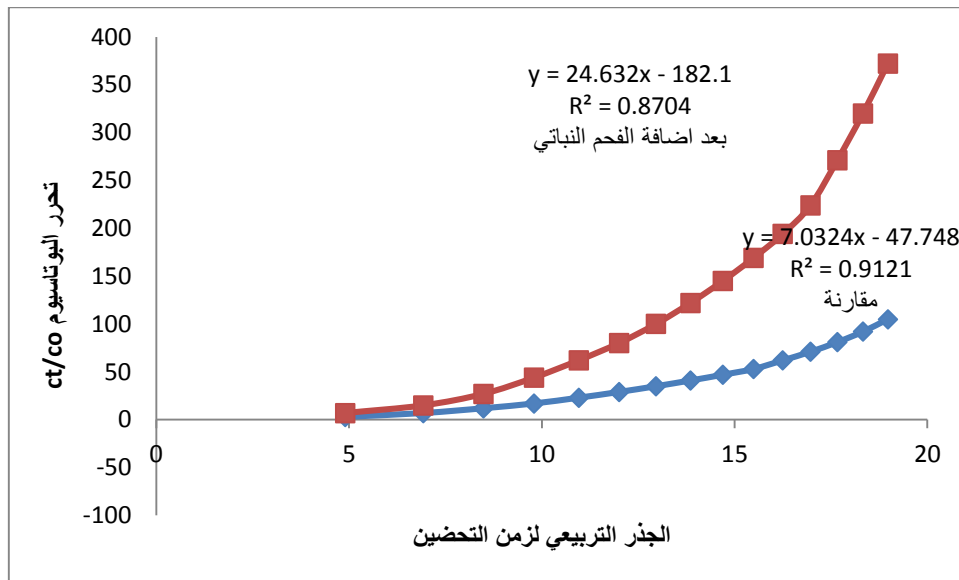
والتي تعد اعتيادية بالنسبة لترب المناطق شبه الرطبة (الزبيدي والعبيدي، 2001). ولها تجهيز عال بالبوتاسيوم غير المتبادل حسب الحد الحرج للبوتاسيوم غير المتبادل $1.00 \text{ Cmolc.Kg}^{-1}$ الذي اقترحه PageI و Al-Zubaidi (1979). وتمتاز بقدرة عالية للتححرر من الطور غير المتبادل إلى الطورين المتبادل والذائب وفق الحد الحرج لعتبة تححرر البوتاسيوم المقترح من قبل Sastery و Datta (1988) والبالغ $1.08 \text{ Cmolc.Kg}^{-1}$ ، وبيين الجدول (2) كميات البوتاسيوم المعدني في طور التربة الصلب $5.36 \text{ Cmolc.Kg}^{-1}$ لموقع بعويزة قبل اضافة الفحم النباتي و 0.77 بعد اضافة الفحم النباتي 1 Cmolc.Kg^{-1} . Joycyely وآخرون، (2018). وان القيم العالية للبوتاسيوم لصيغته الثلاث المذكورة اعلاه يعود إلى دور الفحم الحيوي النباتي وتحلله من قبل الأحياء ال دقيقة والذي رافقها زيادة في محتوى الأحماض العضوية الناتجة من تحلل البقايا النباتية والأحياء المجهرية والتي تعمل على تجوية وتحطيم المعادن الحاملة للبوتاسيوم ومنها المايكا وبالتالي تسهل من عملية تحرره إلى طور التربة السائل (Christophe وآخرون، 2014)، النتائج التي حصلنا عليها في التربة المضاف اليها الفحم النباتي تتفق مع ما توصل اليه (Najafi وآخرون، 2021) الذي اشار الى وجود زيادة في محتويات التربة من البوتاسيوم الذائب والمتبادل وغير المتبادل عند التسميد بالفحم الحيوي النباتي لمجاميع ترب العظمى Vertisols ذات سيادة معدنية لكل من Illite و Smectite. وان هذه الزيادة في أشكال البوتاسيوم المختلفة تعود الى التدمير الجزئي للمعادن الحاملة للبوتاسيوم مثل الميكا والفلدسبار ثم تححرر أيونات البوتاسيوم الى محلول التربة. نظرًا للتوازن بين الأشكال المختلفة من البوتاسيوم، قد يتم انتشار أيوناته الذائبة للتبادل على المواقع وقد يحدث تثبيته في مساحة الطبقة البينية للطين وزيادة كل من صيغته المتبادلة وغير المتبادلة على اسطح الطين كما مبين في الجدول (1) (James وآخرون، 2018). كما يلاحظ من الشكل (1) ان اضافة الفحم النباتي أدت الى تحرك الطور المتحكم بالذوبانية (معدن الايلايت) بعيداً عن موقعه الاصلي مما يجعله أكثر جاهزية للنبات.



شكل (1) المخطط البياني لتحديد المعادن المتحركة في ذوبانية البوتاسيوم لتربة الدراسة

مسار عملية التحرر:

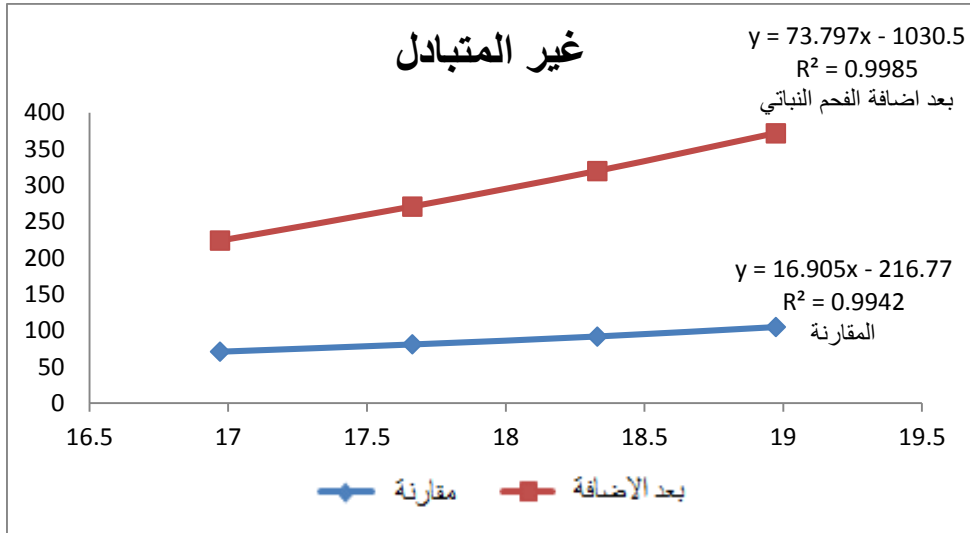
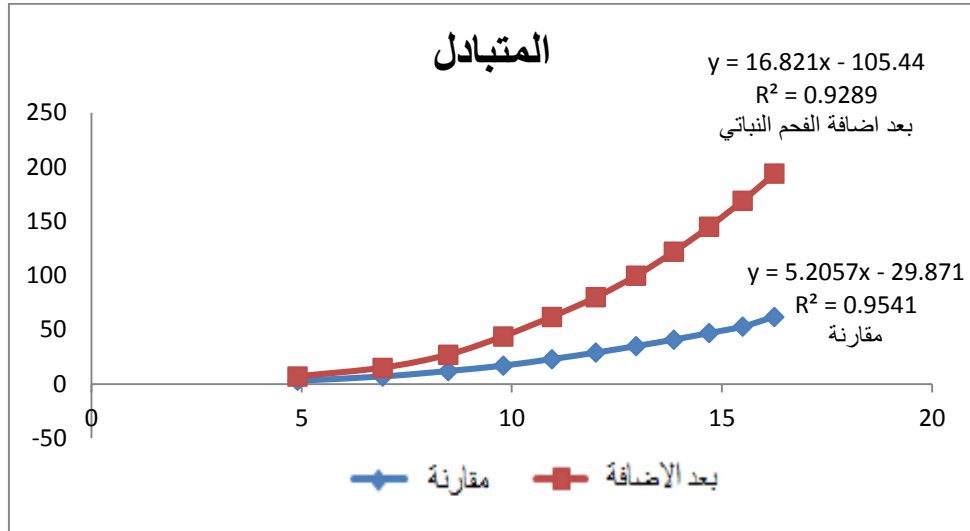
الشكل (1) يبين منحنيات تحرر البوتاسيوم من الترب السطحية المختارة بطريقة الاستخلاص بالراتينجات المشبعة بالكالسيوم . ويظهر من سلوكية المنحنيات بان هناك اتجاها عاما يتمثل في زيادة كمية البوتاسيوم المتحرر مع زيادة مدة التحضين الحقلي . الا ان هذه الزيادة تاخذ بالتناقص مع مرور الزمن وخاصة في المراحل الاخيرة من التحرر . وعند متابعة مسار عملية التحرر وسلوكيتها من خلال شكل منحنيات التحرر امكن تمييز مسارين مختلفين اثناء عملية التحرر . المسار الاول عكس لنا الانحدار الشديد لمنحنى التحرر خلال فترة زمنية قصيرة ، بعدها انخفض انحدار المنحنيات لتاخذ العلاقة شكل المستقيم الموازي للمحور الأفقي. ان المرحلة الاولى لمسار منحنى التحرر تمثل تحرر البوتاسيوم السهل الاستخلاص نسبيا او ما يعبر عنه بالبوتاسيوم المتبادل الموجود على سطح معادن التربة . اما المرحلتين الثانية والثالثة فانها تمثل تحرر البوتاسيوم الصعب الاستخلاص والبطيئ التحرر والذي يكون مرتبطا بالمواقع الخاصة Specific sites اي المثبت وربما جزء البوتاسيوم الشبائك المعدنية وخاصة عند مراحل الاستخلاص الاخيرة (Sing واخرون ، 1983 و Goulding ، 1987 و Al-Obaidi و Rasul ، 2012). وعموما فان منحنيات تحرر البوتاسيوم التي تم الحصول عليها يمكن ان تعكس وتوضح بشكل مفصل التغيرات التي تطرا على وضع البوتاسيوم المتبادل وغير المتبادل التي يمكن ان تحصل فصليا خلال المواسم الزراعية المستمرة (Goulding ، 1987) .



شكل (2) منحنيات تحرر البوتاسيوم من الترب السطحية للجدر التربيعي للزمّن بطريقة الاستخلاص بالراتينجات المشبعة بالكالسيوم

ان اختلاف الترب في تحررها للبوتاسيوم يعكس اختلافها في الصفات الفيزيائية والكيميائية او الاختلاف بصيغ البوتاسيوم المختلفة رغم سيادة نوعية معادن طينية متمثلة بمعادن الايلايت Illite (دراسات سابقة) جدول (1) كذلك يعود الى نوع التراكم العضوي الذي تصيفه بقايا الحنطة بعد الحصاد وكذلك افرازات الجذور (Alcañiz وآخرون ، 2016) (Bilias و Barbayannis ، 2019) .
مساهمة الطورين المتبادل وغير المتبادل في سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم :

ان معادلة الانتشار أعطت قيم إرتباط عالية لوصف تحرر البوتاسيوم من التربة وفق هذه المعادلة فإن المرحلة المسؤولة هي (Rate Limiting Step) عن إنتشار أيونات البوتاسيوم من الأسطح الخارجية والداخلية للمعادن إلى المحلول . وبالرجوع إلى الشكل(2) معادلة الإنتشار يظهر أن عملية التحرر يجب أن توصف بمعادلتين : المعادلة الأولى تصف التفاعل الأول الذي يمتاز بسرعة عالية (تحرر البوتاسيوم المتبادل) والمعادلة الثانية تصف التفاعل الثاني (البوتاسيوم غير المتبادل البطئ التحرر) . وكل من هذين التفاعلين له معامل سرعة مختلف والاختلاف بين معاملي السرعة للتفاعلين يمكن أن يوضح أن مدة التفاعل الأولى تكون قصيرة بسبب سرعتها العالية يعقبها تفاعل بطئ يستمر لمدة زمنية أطول وأن وجود أكثر من سرعة واحدة تعبر عن التركيبة المعدنية للجزء الطيني Pasricha and Hundal (1993) ، والذي يؤكد وجود سرعتين هو عتبة تحرر البوتاسيوم غير المتبادل الشكل(3) .



شكل (3) منحنيات تحرر البوتاسيوم من الترب السطحية للجذر التربيعي للزمن بطريقة الاستخلاص بالراتينجات المشبعة بالكالسيوم لتربة بعويزة المقارنة والمضاف إليها الفحم النباتي

استناداً إلى معادلة الانتشار التي تم توضيحها في الشكل (3) يمكن تحديد قيمة سعة التحرر البوتاسيوم من الطورين المتبادل (M_1) وغير المتبادل (M_2) من قيمة قاطع الخط المستقيم لمسار التفاعل الخاص به والتي تم عرض قيمها في الجدول (2). لوصف البوتاسيوم المتحرر نحو المستودع الراتنجي باستخدام معادلة الانتشار ذات القطع المكافئ حسب قانون الانتشار لـ Ficks استناداً إلى حركة الأيون من الجهد العالي إلى الجهد الواطئ بان سعة التحرر تناقصت مع زيادة مدة تماس الراتنج مع التربة وان مسار عملية التحرر مرت بمرحلتين (الأولى سريعة عبرت عن الطور المتبادل وبسعة تحرر (29.87) ملغم. كغم⁻¹. وبمعامل سرعة تحرر (5.21) ملغم. كغم. دقيقة^{0.5}. ارتفعت إلى سعة تحرر (5.21) ملغم. كغم⁻¹. وبمعامل سرعة تحرر (16.82) ملغم. كغم. دقيقة^{0.5} بعد اضافة الفحم النباتي اما المرحلة الثانية من مسار التحرر والتي عبرت عن الطور غير المتبادل المسؤول عن عملية التحرر والتجهيز الغذائي في الفترات الطويلة فقد امتازت بسعة تحرر (216.77) ملغم. كغم⁻¹ ومعامل سرعة (16.91) ملغم. كغم. دقيقة^{0.5} في عينة المقارنة. ارتفعت إلى سعة تحرر (1030.50) ملغم. كغم⁻¹. وبمعامل سرعة تحرر (73.80) ملغم. كغم. دقيقة^{0.5} بعد اضافة الفحم النباتي والسبب في ذلك هو تعرض الافاق السطحية للعوامل البيئية بعد اضافة الفحم النباتي ، وتعاقب الترطيب والتجفيف والمادة العضوية ، النشاط البايولوجي اكثر من الافاق تحت السطحية وبذلك فان مايتحرر من الافاق السطحية يكون اكبر (Marcelo ، 2018) .

الجدول (2) يبين تأثير الحرق على كمية وسرعة البوتاسيوم المتحرر من طوري التربة المتبادل وغير المتبادل بطريقة الاستخلاص بالراتينجات المشبعة بالكالسيوم حسب معادلة الانتشار

بعد الاضافة		المقارنة		البوتاسيوم المتحرر
غير المتبادل M2	المتبادل M1	غير المتبادل M2	المتبادل M1	
1030.50	105.44	216.77	29.871	السعة
73.80	16.82	16.91	5.205	السرعة

تصنيف ترب الدراسة خصوبياً على اساس حركيات تحرر البوتاسيوم:

لغرض الوصول الى تقييم التربة تقيماً خصوبياً وتصنيفها وفق اساس الحركيات الكيميائية ، فقد اعتمدت القيم والحدود المقترحة من قبل (Goulding and Loveland, 1986). وهذه القيم استخرجت من منحنيات التحرر الكيميائية لمعادلة الانتشار حسب الطريقة المقترحة من قبل Goulding, (1987). باخذ قيمة القاطع للخط المستقيم معياراً لقيمة خزين التربة ، فقد تم اخذ قيم سعة تحرر البوتاسيوم من المايكا والمعبر عنها بمجموع البوتاسيوم المتحرر من الطورين المتبادل وغير المتبادل (M1+M2). في حين عبر عن سرعة تحرر البوتاسيوم من المايكا التي هي معدل سرعة تحرر البوتاسيوم من الطورين المتبادل وغير المتبادل $(R1+R2)/2$ بوصفه اساس تصنيفي للترب، فقد اظهر التقويم الخصوبي للترب السطحية باستخدام الراتينجات المشبعة بالكالسيوم من النتائج المبينة في الجدول (3) بان اعلى سعة تحرر من مايكا التربة سجلت في التربة المعاملة بالفحم النباتي والبالغة (1135.9) ملغم . كغم⁻¹ ، واقل قيمة سعة تحرر سجلت في تربة المقارنة حيث كانت (246.6) ملغم . كغم⁻¹ واطهر التقويم الخصوبي المبني على اساس سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم من معدن المايكا بان التربة قيد الدراسة امتازت بخزين منخفض (246.64) و (1135.9) ملغم K . كغم⁻¹ في التربة قبل وبعد الاضافة على التوالي وسرعة تحرر منخفضة بلغت (9.555) و (45.309) ملغم K . كغم ، دقيقة^{0.5} في التربة قبل وبعد الاضافة على التوالي و بذلك تعد هذه الترب منخفضة التجهيز من البوتاسيوم القابل للتحرر ولهذا الاستنتاج أهمية تطبيقية كبيرة لمعالجة مشكلة البوتاسيوم في الترب الكلسية . وبصورة عامة فان التربة المضاف اليها الفحم النباتي كانت اعلى بكثير من تربة المقارنة ، مما يتضح ان للفحم النباتي تأثير واضح على تحرر البوتاسيوم من التربة . مما أثر على كمية وسرعة التحرر الجدول (3) . وحسب مفهوم Goulding and Loveland, 1986) فان الترب هي اكثر جاهزية وتحرراً للبوتاسيوم كمية وسرعة (Najafi-Ghiri Hamid, 2021).

الجدول (3) يبين تأثير اضافة الفحم النباتي على سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم من مايكا التربة بطريقة الاستخلاص بالراتينجات المشبعة بالكالسيوم حسب معادل الانتشار

المعاملة	سعة تحرر البوتاسيوم من مايكا التربة (ملغم. كغم ⁻¹) M_1+M_2	سرعة تحرر البوتاسيوم من مايكا التربة (ملغم. كغم. دقيقة ^{0.5}) $2/(R_1+R_2)$
المقارنة	246.6	9.6
الفحم النباتي	1135.9	45.3
التقييم الخصوبي	عالي 4000	عالي اكثر من 500
	منخفض 2000	منخفض اقل من 500

المصادر

- الزبيدي، أحمد حيدر ومحمد علي جمال العبيدي (2001). الوصف الرياضي لحركيات لتحلل البوتاسيوم في بعض الترب العراقية ، المجلة العراقية لعلوم التربة، المجلد (1)، العدد (2) : 282 – 290 .
- Abu Zied Amin, A. E. E. (2016). Impact of corn cob biochar on potassium status and wheat growth in a calcareous sandy soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(17), 2026-2033.
- Akhzari, D., Mohammadi, E., & Saedi, K. (2022). Studying the effect of fire on some vegetation and soil properties in a semi-arid shrubland (Case study: Kachaleh Rangelands, Kamyaran Region). *ECOPERSIA*, 10(1), 27-35.
- Alcañiz, M., Outeiro, L., Francos, M., Farguell, J., Úbeda, X., (2016). Long-term dynamics of soil chemical properties after a prescribed fire in a Mediterranean forest (Montgrí Massif, Catalonia, Spain). *Sci. Total Environ.* 572, 1329–1335.
- Alcañiz, m, , L. Outeiro, M. Francos , and, X. Úbeda (2018) Effects of prescribed fires on soil properties: A review/ *Science of the Total Environment* 613–614 .
- Al-Obaidi . G.A.M. Rasul 2012..Kinetics of potassium from entisol , vertisol and mollisol using miscible displacement technique in sulamani governorate . *Mesopotmia J.of .Agric.* Vol.39. No.3 .
- Al-Obaidi, M. A. J., Ahmed, H. M., & Khalil, M. T. (2014). Role of Potassium Bearing Minerals in Desorption of Reserved Potassium in Some Soils of Northern Iraq. *Journal of Agricultural Science and Technology.* A, 4(6A).
- Al-Zubaidi, A.H, and H. Pagel, (1979). Content of different potassium forms in some Iraqi soils. *Second Sci. Con. Scientific Research Foundation, Baghdad, Iraq.*
- Angst, T. E., Sohi, S. P. (2013): Establishing release dynamics for plant nutrients from biochar. *GCB Bioenergy* 5, 221–226.
- Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., Higgs, N. A. (2010): Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant Soil* 337, 1–18.
- Bangroo, S. A., Kirmani, N. A., Bhat, M. A., Wani, J. A., Iqbal, A. M., Dar, Z. A., ... & Malik, A. A. (2021). Potassium isotherm partitioning based on modified quantity-intensity relation and potassium buffering characterization of soils of North India. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 184(1), 112-122.
- Biliás, F., & Barbayiannis, N. (2019). Potassium-fixing clay minerals as parameters that define K availability of K-deficient soils assessed with a modified Mitscherlich equation model. *Journal of soil science and plant nutrition*, 19, 1–11.
- Bodi, M. B., Martin, D. A., Balfour, V. N., Santin, C., Doerr, S. H., Pereira, P., ... Mataix-Solera, J. (2014). Wildland fire ash: production, composition and eco-hydro- geomorphic effects. *Earth-Science Reviews*, 130, 103–127.
- Calvaruso, Ch., C. Christelle, K. Antoine, T. Marie-Pierre (2014). Seasonal Evolution of the Rhizosphere Effect on Major and Trace Elements in Soil Solutions of Norway Spruce (*Picea abies* Karst) and Beech (*Fagus sylvatica*) in an Acidic Forest Soil. *Journal of Soil Science*, 2014, 4, 323-336.
- Christophe C , Christelle C , Antoine K , Marie-Pierre T .2014. Seasonal Evolution of the Rhizosphere Effect on Major and Trace Elements in Soil Solutions of Norway Spruce (*Picea abies* Karst) and Beech (*Fagus sylvatica*) in an Acidic Forest Soil. *Journal of Soil Science*, 2014, 4 , 323-336.
- Datta, S. C., and T. G. Sastry (1988). Determination of threshold levels for potassium release in three soils. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 36:676–681.

- Fernandez-Garcia, V., Miesel, J., Baeza, M. J., Marcos, E., & Calvo, L. (2019). Wildfire effects on soil properties in fire-prone pine ecosystems: Indicators of burn severity legacy over the medium term after fire. *Applied Soil Ecology*, 135, 147–156.
- Goulding , K ,W.T.and P.J.Loveland .1986:e classification and mapping of potassium reserve in soils of England and Wales . *J. Soil .Sci* 37:555-565.
- Goulding , K.W. T.1987. Potassium fixation and release . In *Methodology in soil research . Proc . 20 Colloge Int .Potash Inst . PP:125-142.*
- Hossain, M. Z., Bahar, M. M., Sarkar, B., Donne, S. W., Ok, Y. S., Palansooriya, K. N., ... & Bolan, N. (2020). Biochar and its importance on nutrient dynamics in soil and plant. *Biochar*, 2(4), 379-420.
- Hueso-Gonzalez, P., Martinez-Murillo, J. F., & Ruiz-Sinoga, J. D. (2018). Prescribed fire impacts on soil properties, overland flow and sediment transport in a Mediterranean forest: A 5 year study. *Science of the Total Environment*, 636, 1480–1489.
- Inbar, A., Lado, M., Sternberg, M., Tenau, H., & Ben-Hur, M. (2014). Forest fire effects on soil chemical and physicochemical properties, infiltration, runoff, and erosion in a semiarid Mediterranean region. *Geoderma*, 221, 131–138.
- International Potash Institute (IPI) (2016). *Potassium in plant production*. Basel/Switzerland. 1- 44.
- Jalali, M., (2007). A study of the quantity/intensity relationships of potassium in some calcareous soils of Iran. *Arid Land Res. Manag.* 21, 133–141.
- James, J. A., Kern, C. C., & Miesel, J. R. (2018). Legacy effects of prescribed fire season and frequency on soil properties in a *Pinus resinosa* forest in northern Minnesota. *Forest ecology and management*, 415, 47–57.
- Joycyely, M.A., S. Freitas, A. M. Netto, M. M. Correa, B.T.L. Xavier, and F. X. DE Assis (2018). Potassium adsorption in soil cultivated with sugarcane. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. Printed version ISSN 0001-3765.
- Karim AA, Kumar M, Singh SK, Panda CR, Mishra BK (2017) Potassium enriched biochar production by thermal plasma processing of banana peduncle for soil application. *J Anal Appl Pyrol* 123:165–172. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2016.12.009> .
- Karimi, A., Moezzi, A., Chorom, M., & Enayatizamir, N. (2020). Application of biochar changed the status of nutrients and biological activity in a calcareous soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20(2), 450-459.
- Komang Ralebitso-Senior T. , Caroline H. Orr (2016) .biochar application essential soil microbial ecology . Teesside University, Middlesbrough, United Kingdom .
- Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W. C., Crowley, D. (2011): Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biol. Biochem.* 43, 1812–1836.
- Li, X., Lu, J., Wu, L., Chen, F. (2009): The difference of potassium dynamics between yellowish red soil and yellow cinnamon soil under rapeseed (*Brassica napus* L.)–rice (*Oryza sativa* L.) rotation. *Plant Soil* 320, 141–151.
- Marcelo, R.V., (2018). Potassium Dynamics in Ruzigrass Rhizosphere. *Rev Bras Cienc Solo* 42:e0170370.
- Najafi-Ghiri , Mahdi . Hamid Reza Boostani (2020) . Effect of heating on some soil properties and potassium dynamics in calcareous soils of southern Iran . *Soil Use Manage.* 2020;00:1–14 .
- Najafi-Ghiri, M., & Boostani, H. R. (2021). Effect of heating on some soil properties and potassium dynamics in calcareous soils of southern Iran. *Soil Use and Management*, 37(3), 519-532.

- Oram, N. J., van de Voorde, T. F. J., Ouwehand, G. J., Bezemer, T. M., Mommer, L., Jeffery, S., Van Groenigen, J. W. (2014): Soil amendment with biochar increases the competitive ability of legumes via increased potassium availability. *Agr. Ecosyst. Environ.* 191, 92–98.
- Poormansour, S., Razzaghi, F., & Sepaskhah, A. R. (2019). Wheat straw biochar increases potassium concentration, root density, and yield of faba bean in a sandy loam soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(15), 1799-1810.
- Simonsson, M., Hillier, S., O'born, I. (2009): Changes in clay minerals and potassium fixation capacity as a result of release and fixation of potassium in long-term field experiments. *Geoderma* 151, 109–120.
- Sing, N. D., Goulding, K. W. T., and A. H. Sinclair, 1983. Assessment of potassium in soils. *Soil, Sci., Plant, And* 14:11: 1015- 1033.
- Sparks, D.L., 2017. *Methods of soil analysis*. soil science society of america. 5585 Guilfords Rd., Madison, WI 537 Vol. 2.
- Ulery, A. L., Graham, R. C., Goforth, B. R., & Hubbert, K. R. (2017). Fire effects on cation exchange capacity of California forest and woodland soils. *Geoderma*, 286, 125–130.
- Wakeel, A. Ishfaq, M. (2022). *Potash Use and Dynamics in Agriculture*, Springer, p.
- Wakeel, A. Ishfaq, M. (2022). *Potash Use and Dynamics in Agriculture*, Springer, p.
- Wang, Li, Cheng Xue, Xinxing Nie¹, Yi Liu¹, and Fang Chen^{1,3} (2018) Effects of biochar application on soil potassium dynamics and crop uptake. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2018, 000, 1–9.
- Zhang, H., Li, Q., Zhang, X., Chen, W., Ni, J., Yang, L., & Wei, R. (2020). Insight into the mechanism of low molecular weight organic acids-mediated release of phosphorus and potassium from biochars. *Science of The Total Environment*, 742, 140416.