مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الثالث والعشرون - المجلد الأول - علوم الحياة - آذار 2024 م
doi.org/10.52866/esj.2023.01.23.05

تأثير الفحم الحيوي ونوعين من البكتريا المخصبة في الصفات الجذرية والدرنية لنبات الرانكيل

سفيان صالح حسين الحنظل ، مصطفى رشيد مجيد القيسي
جامعة تكريت - كلية الزراعة - قسم البستنة وهندسة الحدائق
البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول
sufian.s.hussein@st.tu.edu.iq

مستخلص

نفذ هذا البحث لدراسة تأثير الفحم الحيوي ونوعين من البكتريا المخصبة في الصفات الجذرية والدرنية لنبات الرانكيل، إذ تم إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة بثلاثة مستويات هي: بدون إضافة (B_1)، الإضافة بمعدل 2٪ (W/W) (B_2)، الإضافة بمعدل 3% (W/W) (B_3)، وإضافة نوعين من البكتريا المخصبة إلى وسط الزراعة بأربعة مستويات هي: بدون إضافة (M_1)، إضافة بكتريا *Pseudomonas* (M_2)، إضافة بكتريا *Bacillus* (M_3)، إضافة خليط P. + B. (M_4). صُمِّمَت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD كتجربة عامليه بعاملين وبثلاثة مكررات، أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية عند إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة في كلٍ من قطر وطول الجذر الدرني وعدد الفصوص مقارنة بمعاملة المقارنة، أما بالنسبة لإضافة البكتريا المخصبة إلى وسط الزراعة فقد أظهرت النتائج تفوقاً معنوياً في كلٍ من النسبة المئوية للمادة الجافة في النبات وطول الجذر الدرني وعدد الفصوص والنسبة المئوية للمادة الجافة في الجذور المتدرنة مقارنة بمعاملة المقارنة، وقد ابدى التداخل بين عاملي التجربة تأثيراً معنوياً، إذ تفوقت معاملة التداخل B_1M_3 بإعطائها أبكر موعد لبزوغ الأبصال والنسبة المئوية للمادة الجافة في الجذور المتدرنة، اما معاملة التداخل B_1M_4 فقد اثرت معنويا في النسبة المئوية للمادة الجافة في النبات، وتفوقت معاملة التداخل B_3M_4 في قطر الجذر الدرني، أما معاملة التداخل B_3M_3 فقد تفوقت في طول الجذر الدرني، وتفوقت معاملة التداخل B_3M_1 في صفة عدد الفصوص مقارنة بمعاملة المقارنة.

الكلمات المفتاحية: الرانكيل، الكاربون العضوي، التحلل المايكروبي، نباتات الاصص، ابصال الزينة المزهرة .

Effect of Biochar and Two Types of Fertilizing Bacteria on Root and Tuberous Traits of Ranunculus

S.S.H. Alhandel , M. R. M. Alqaisi
Tikrit university – collage of agriculture – horticulture department
sufian.s.hussein@st.tu.edu.iq

Abstract:

This research was carried out to study effect of biochar and two types of fertilized bacteria on the root and tuberous characteristics of the *Ranunculus* plant, as biochar was added to the cultivation medium at three levels: without addition (B_1), addition by 2% (W/W) (B_2), adding by 3% (W/W) (B_3), and adding two types of fertilized bacteria to the cultivation medium at four levels: without addition (M_1), addition *Pseudomonas* bacteria (M_2), addtion *Bacillus* bacteria (M_3), addtion a mixture *P. + B.* bacteria (M_4). The experiment was designed according to the randomize complete block design RCBD as an experiment with two factors and three replicates, the results showed that there are significantly when adding biochar to the medium of cultivation in diameter and length of the tuberous root and the number of lobes compared to the control treatment, as for the addition of fertilized bacteria to the medium of cultivation, the results showed significantly increment in the percentage of dry matter in the plant, length of the tuberous root, number of lobes and the percentage of dry matter in the tuberous roots compared to the control treatment, and the interference between the two experimental factors had a significantly effect, as the interference treatment B_1M_3 giving it the earliest date of bulbs emergence and the percentage of dry matter in the tuberous roots, and interference treatment B_1M_4 significantly increment in the percentage of dry matter in the plant, the interference treatment B_3M_4 significantly in tuberous root diameter, interference treatment B_3M_3 significantly in tuberous root length, and interference treatment B_3M_1 significantly in the number of lobes compared to the control treatment.

المقدمة

الرانكيل *Ranunculus asiaticus* نبات زينة بصلي مزهر معمر يزرع كنبات حولي شتوي، يتبع النباتات ذات الفلقتين، يعود إلى العائلة الشقائقية Ranunculaceae (Domenico، 2020)، الموطن الأصلي له جنوب شرق أوربا في جزيرة كريت وكارباثوس ورودوس، ومنطقة شرق البحر الأبيض المتوسط، فضلاً عن انتشاره بكثرة في آسيا الصغرى وسوريا وإيران (Jabbar و Husse-in، 2020)، وهو نبات عشبي متفرع (Lehnebach، 2008)، يعرف بأسماء عديدة مثل الثومة والشقائق والحوذان الزهري وازار البط والحوذان الفارسي وزهرة الكرفس ورجل الغراب الاسيوي (بدر واخرون، 2010 ؛ Emadzade واخرون، 2011)، يزرع كنبات إصصٍ أو في أحواض الحدائق أو كأزهار قطف (Ka-mikawa، 2022)، يزرع أما عن طريق البذور، أو عن طريق الجذور المُتدرنة، وتكون الأخيرة أفضل عند استعمالها في الزراعة وذلك لسرعتها وكثافتها في النمو والإزهار، فتحتاج قرابةَ 100 – 120 يوماً لكي تزهر، فهي أَسرع إزهاراً إذا ما قورنت بالبذور التي قد تحتاج إلى ما يقارب ستة أشهر حتى وصولها للإزهار (Cer-veny، 2011 ؛ Nau، 2011)، ويمكن إجراء عملية الارتباع Forcing للجذور المتدرنة أو نقعها بالماء قبل الزراعة لكسر طور السكون وتشجيعها على الإنبات (Beruto و Debergh، 2004)، وتكون هذه الجذور صغيرة الحجم ولها مخالب في الجانب السفلي، تزرع على عمق 2 – 3 سم ويفَضل زراعتها في الترب جيدة الصرف، وتزرع في الخريف لتزهر في الربيع والصيف، ويمكن إجراء الزراعة المتعاقبة لإطالة موسم التزهير (Ren وآخرون، 2009). الفحم الحيوي مادة حبيبية عضوية متفحمة غنية بالكاربون، ذو مسامية عالية تنتج عن طريق التحلل الحراري Pyrolysis للكتلة الحيوية عند درجة حرارة من 400 – 700 مْ في ظروف لاهوائية بمعزل عنِ الأوكسجين (Tenic et al.، 2020 ؛ Bi et al.، 2022)، وتختلف المواد المكونة له مثل روث أو عظام الحيوانات، بقايا المحاصيل بعد حصادها، سيقان الأشجار، كوالح الذرة، قشور الرز وغيرِها (Lu و Zong، 2014 ؛ زيدان وآخرون، 2021)، ذكر (Samaila، 2011) إن إضافة الفحم الحيوي إلى التربةِ تعمل على تنظيم الحرارة في منطقة الرايزوسفير خلال موجات الصقيع في الشتاء وتلطيف محيط الجذور أثناء فصل الصيف الحار، أشارت العديد من الدراسات الأُخرى إلى دوره في تحسين خواص التربة الكيميائية والفيزيائية من خلال عمله على تحفيز العمليات البيولوجية التي تحدث فيها، وتحسينه لدرجة حموضة التربة pH بحفاظه على درجة حموضة مناسبة في الترب الحمضية (Lian و Xing، 2017 ؛ Niruk-shan et al.، 2022) وبالتالي توفر العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات (Curaqueo et al، 2014 ؛ Wang et al، 2015)، في دراسة أجراها Roy وآخرون (2021) لمعرفة تأثير إضافة الفحم الحيوي الذي تم الحصول عليه من خشب التفاح المتحلل على درجة حرارة 400 مْ في نمو نبات الخطمية *Althaea rosa* ، وتمت إضافته إلى التربة بنسبة وزن / وزن ، وأشارت النتائج إلى تفوق العديد من الصفات المدروسة منها ارتفاع النبات، طول الجذر، الوزن الجاف، محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي، وسجلت النتائج زيادة في نسبة النمو بلغت ٪108، ٪128، ٪93، ٪106 على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة، أشار Yan وآخرون (2023) في دراستهم التي ذكروا فيها تأثير إضافة الفحم الحيوي في نمو نبات الزينة *Stachytapheta jamaicensis* أن الفحم الحيوي كان له أفضل فعالية في زيادة محتوى الكلوروفيل في النبات، الوزن الرطب، المساحة الورقية، عدد الأزهار، وكانت الزيادة بنسبة

من 25-9 ٪ ، وعزوا ذلكَ إلى قابليةِ الفحمِ الحيوي على تقليل إصابة التربة بالأمراض وتعزيز مقاومتها للحشرات والفطريات، فضلاً عن زيادة عملية النترجة ومنع عملية نزع النتروجين وبالتالي التأثير الإيجابي على زيادة نمو النبات. إن استعمال الأسمدة الحيوية التي تحوي على الكائنات الحية المعززة لنمو النبات (PGPM) يعد من التقنيات المفيدة والآمنة التي تؤدي دوراً كبيراً ومهماً في الحفاظ على بيئة آمنة صحياً خالية من الملوثات الكيميائية، وتحسين خصائص التربة وزيادة كفاءتها من خلال تحليلها للمادة العضوية الموجودة في التربة وإفرازها لبعض هرمونات النمو وبعض المضادات الحيوية التي من شأنها أن تزيد من إنتاجية النباتات عن طريق زيادة مقاومة النباتات للأمراض وزيادة كفاءتها في امتصاص المغذيات من التربة والإسهام في التخفيف من الإجهادات، وبالتالي تحسين إنتاجية المحاصيل الزراعية وجودة الغذاء في أنظمة زراعية حديثة أكثر استدامة وأقل كلفة وصديقة للبيئة ومن هذه الكائنات الحية بكتريا *Pseudomonas* و *Bacillus* (Kumar et al.، 2021 ؛ Zhang et al.، 2021)، أظهرت نتائج التجربةِ التي أجرتها الشرع (2020) على نبات الرانكيل *Ranunculus asiaticus* بإضافة عدة مستويات من الأحياء المخصبة، بدون إضافة، بكتريا *Bacillus*، فطر *Trichoderma*، فطر *mycorrhiza*، توليفات من الأحياء المخصبة، أثرت الأحياء المخصبة معنوياً في زيادة جميع الصفات المدروسة، إذ تفوقت معاملة (التوليفة) معنوياً في إعطاءها أعلى قيمة لعدد الجذور بلغت 172.30 جذر نبات$^{-1}$، أما المعاملة ببكتريا Bacillus فقد تفوقت معنوياً في قطر الجذر المتدرن إذ بلغت 6.26 ملم، وقد أثرت معاملة *Bacillus + mycorrhiza* معنوياً في موعدِ بزوغِ الأبصال إذ بلغت 8.62 يوم، إضافة لذلك فقد أثرت معاملة *Bacillus + Trichoderma* معنوياً في طول الجذر المتدرن إذ أعطت 7.70 يوم مقارنة بمعاملة المقارنة. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير الفحم الحيوي والبكتريا المخصبة في صفات النمو الجذري والدرني لنبات الرانكيل.

المواد وطرائق العمل

نُفِّذَت التجربة في الظلة الخشبية التابعة للمنشآت البستنية لقسم البستنة وهندسة الحدائق / كلية الزراعة / جامعة تكريت في الموسم الخريفي 2022 – 2023، على نبات الرانكيل صنف (Tomer Red) الذي استوردت جذوره الدرنية من شركة (Longfield gardens) الهولندية عن طريق المستورد مكتب المندلاوي الواقع في محافظة بغداد / السنك / ساحة الخلاني، وزُرِعَت أثناء الموسم الخريفي بتاريخ 2022/11/1 بأحجام متجانسة وبعمق 5 سم، في إصص بلاستيكية ذات مساحة 21 × 22 سم وحجم 5000 مل، تحوي على وسط زراعي مكوَّن من تربة مزيجية + بيتموس بنسبة حجمية 1 : 1 إذ مُزِجَ الوسط جيداً قبل تعبئته في الإصص، وأُضيفت العوامل له حسب الخطة، وبعد نقع الأبصال بماء فاتر لمدة 5 ساعات تمت عملية الزراعة في الصباح بزراعة جذر درني واحد في كل إصيص، صُمِّمَت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD ، و تضمّنَت دراسة عاملين العامل الأول بثلاثة مستويات والعامل الثاني بأربعة مستويات، وثلاث مكررات، عدد المعاملات : 3 × 4 = 12، تُكَرَّر كل معاملة 3 مرات وبذلك يكون عدد الوحدات التجريبية 36 وحدة تجريبية وبواقع 4 اصص للوحدة التجريبية الواحدة، أي يكون عدد الاصص 144 اصيص. حللت النتائج احصائياً وبالاستعانة ببرنامج Genstat الإصدار الثاني عشر، وقورنت المتوسطات وفق اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5٪ (القيسي، 2023)، تم قياس صفات النمو المتمثلة

في موعد بزوغ الأبصال والنسبة المئوية للمادة الجافة في النبات وفي الجذور المتدرنة وعدد الجذور المتدرنة وقطر وطول الجذر الدرني وعدد الفصوص.

عوامل الدراسة:

العامل الأول: الفحم الحيوي (Biochar) :

تم اعطاءه الرمز (B) وأُضيفَ إلى التربة بثلاثة مستويات هي: B_1: بدون إضافة Control، B_2: الإضافة بمعدل 2٪ (W/W)، B_3: الإضافة بمعدل 3٪ (W/W). جُهِّزَ الفحم الحيوي المُصَنَّع محلياً من مصدر حيواني.

العامل الثاني: الأحياء المخصبة (Microorganisms) :

تم اعطاءه الرمز (M) وتمت إضافته إلى التربة بأربعة مستويات هي: M_1: بدون إضافة Control، M_2: إضافة بكتريا Pseudomonas، M_3: إضافة بكتريا *Bacillus*، M_4: إضافة خليط *Pseudomonas + Bacillus*، جُهِّزَت الأحياء المخصبة من وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة البحوث الزراعية / الزعفرانية / شارع النداء ، بتركيز 2.0×10^{8} مل، إذ تم أخذ نصف لتر من كل نوع من البكتريا وخفف إلى 1 لتر بإكمال الحجم بالماء. أما الخليط فأُخذ 250 مل من كل نوع من البكتريا وخلطَ ثم خفف بعد ذلك إلى 1 لتر، وتمت الإضافة بحقن 5 مل من الأحياء لكل اصيص حسب الخطة، وبواقع ثلاث دفعات بتاريخ 2022/ 11/ 7، 2023/ 1/ 19، 2023/ 2/ 19 بالتتابع.

جدول 1. الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المزيجية المطبقة في التجربة :

الصفة	الوحدة	القراءات
الإيصالية الكهربائية (EC)	$ds.m^{-1}$	2.6
درجة التفاعل (pH)		7.1
المادة العضوية (O.M)	٪	1.13
الكلس ($CaCO_3$)	٪	17
الجبس ($CaSO_4$)	٪	اقل من 5٪
النتروجين الجاهز (N)	$mg\ kg^{-1}$	47
الفسفور الجاهز (P)	$mg\ kg^{-1}$	7.5
البوتاسيوم الجاهز (K)	$mg\ kg^{-1}$	121
تصنيف التربة على مستوى المجموعة العظمى		Typiccalcigypsids
الرمل	٪	69
الغرين	٪	16
الطين	٪	15
النسجة		رملية مزيجية Sandy loam

* تم إجراء تحليل تربة الحقل في مختبر قسم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة / جامعة تكريت.

النتائج والمناقشة

يبين الجدول 2. إنَّ إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة كانَ لهُ تأثيراً معنوياً في الصفات الجذرية والدرنية لنبات الرانكيل، إذ تفوقت معاملة إضافة الفحم الحيوي بنسبة 3 ٪ إلى وسط الزراعة في كلٍ من قطر وطول الجذر الدرني وعدد الفصوص إذ بلغ 43.50 ملم و 37.24 ملم و30.83 فص جذر درني$^{-1}$ بالتتابع مقارنةً بمعاملة المقارنة.

إنَّ السَّبب الرئيس في الزيادة الحاصلة في الصفات الجذرية والدرنية آنفة الذكر هو عند إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة يؤدي إلى زيادة قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء والمغذيات ووفرتها في منطقة انتشار الجذور ما يعمل على ضمان تدفق كميات أكبر من العناصر الغذائية إلى النبات وزيادة قابليته على امتصاصها ما يسهم في زيادة عملية البناء الضوئي وبالتالي تراكم المواد الغذائية في النبات وزيادة نموه وحجمه (Lian و Xing، 2017 ؛ Mohsen وآخرون، 2021) ، وإن للفحم الحيوي دوراً مهماً في تحسين خواص التربة الفيزيائية من خلال حجم حبيباته ومساحته السطحية التي تزيد من مسامية التربة وقابليتها على الاحتفاظ بالماء ما يسهل من انتشار الجذور وزيادة حجمها وقدرتها على امتصاص الماء والمغذيات (Rajesh وآخرون، 2013)، وكذلك يعمل على تحسين خواص التربة الكيميائية عن طريق محتواه الكبير من الكاربون وكذلك من خلال قدرته على تحرير الأحماض العضوية والأحماض الأمينية الأمر الذي يؤدي إلى زيادة في أيونات الأمونيوم +NH4 والتي تتأكسد بدورها حيوياً وتعطي النترات -NO3 مع أيون الهيدروجين +H الذي يتحرر إلى محلول التربة مما يسهم في تحسين درجة تفاعل التربة pH وحفاظه على درجة حموضة مناسبة لتيسير المغذيات للنبات (Alwan وآخرون، 2023)، ومن جهة أخرى فإن للفحم الحيوي دوراً مهماً في زيادة أعداد الأحياء المخصبة في التربة من خلال التصاقها على سطوح حبيباته إذ يزيد ذلك من نشاطها في تحليل المادة العضوية المتواجدة في الفحم الحيوي إلى عناصر غذائية جاهزة للامتصاص كالكاربون والنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم مما يساهم في زيادة أعدادهَا (Chintala وآخرون، 2014)، وهذا كله ينعكس إيجاباً على تحسين صفات النمو الجذري كقطر وطول الجذر الدرني وعدد الفصوص عن طريق انتقال العناصر الغذائية المتراكمة في المجموع الخضري إلى المجموع الجذري (Fascella وآخرون، 2018).

جدول 2. تأثير إضافة الفحم الحيوي في الصفات الجذرية والدرنية لنبات الرانكيل *Ranunculus asiaticus* :

الصفات / مستويات الفحم الحيوي	مدة بزوغ الأبصال (بوم)	النسبة المئوية للمادة الجافة في النبات (٪)	عدد الجذور الدرنية (جذر درني نبات$^{-1}$)	قطر الجذر الدرني (ملم)	طول الجذر الدرني (ملم)	عدد الفصوص (فص جذر درني$^{-1}$)	النسبة المئوية للمادة الجافة في الجذور المتدرنة (٪)
B_1	16.00 a	33.18 a	4.667 a	30.32 c	26.84 b	19.46 b	28.01 a
B_2	16.10 a	29.31 ab	4.583 a	37.69 b	35.84 a	26.75 a	29.84 a
B_3	16.83 a	26.65 b	4.292 a	43.50 a	37.24 a	30.83 a	29.57 a

* الأرقام التي تشترك بنفس الحروف لا توجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال (٪5) .

يبين الجدول 3. إنَّ إضافة البكتريا المخصبة إلى وسط الزراعة أثر معنوياً في الصفات الجذرية والدرنية لنبات الرانكيل، إذ تفوقت معاملة إضافة بكتريا *Pseudomonas* إلى وسط الزراعة في طول الجذر الدرني والنسبة المئوية للمادة الجافة في الجذور الدرنية إذ بلغ 34.68 ملم و31.42 ٪ على التوالي مقارنةً بمعاملة المقارنة، بينما تفوقت معاملة إضافة الخليط *Pseudo-monas + Bacillus* إلى وسط الزراعة في كلٍ من النسبة المئوية للمادة الجافة في النبات وعدد الفصوص إذ بلغت 34.23 ٪ و29.17 فص جذر درني$^{-1}$ بالتتابع مقارنةً بمعاملة المقارنة. قد يعزى السبب في الزيادة المذكورة سابقاً عند إضافة البكتريا المخصبة إلى وسط الزراعة إلى الدور المهم الذي تؤديه بكتريا *Pseudomonas* و *Bacillus* في تشجيع وتعزيز نمو النباتات PGPR إذ إن استعمارها للجذور يؤثر إيجاباً في إفراز ما يقارب من 30 ٪ من الكاربون الثابت الذي تنتجه النباتات عن طريق الإفرازات الجذرية والذي يوفر مصدراً غذائياً مهماً للبكتريا، ويكون النبات مستفيداً بالمقابل من الأنشطة البكتيرية والمركبات التي تفرزها البكتريا (Bhat وآخرون، 2019 ؛ Yadav و Sarkar، 2019)، وقد أشار Jimtha وآخرون (2017) و Manju و Sub-ramanian (2017) إلى دور الأحياء البكتيرية المعززة لنمو النيات PGPR متمثلة ببكتريا *Pseudomonas* و *Bacillus* في تعزيز نمو النبات من خلال تثبيت النيتروجين الجوي وتحويله من صورته العادية N_2 إلى أمونيا +NH4 أو نترات -NO3 التي تكون جاهزة للامتصاص من قبل النبات، وكذلك إذابة الفسفور وتيسيره للامتصاص وزيادة البوتاسيوم وبذلك تزيد قابلية النبات على امتصاص الماء والمغذيات الضرورية لقيامه بعملية البناء الضوئي، الأمر الذي يؤَدي إلى تراكم المواد الغذائية في المجموع الخضري للنبات وزيادة نموه ما ينعكس إيجاباً على زيادة حجم المجموع الجذري والجذور الدرنية بانتقال العناصر الغذائية إليها (Stanojković وآخرون، 2018)، وأشار Pansuriya وآخرون (2018) و Dhakar وآخرون (2019) إلى إن إضافة بكتريا Pseudomonas و Bacillus يحسن من خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والذي يؤَثر بصورة مباشرة على نمو الشعيرات الجذرية وزيادة عددها وبالتالي زيادة امتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات ومنها النتروجين والفسفور والبوتاسيوم، وقد يعزى إلى إن إفرازاتها من الأحماض العضوية مثل formic acid و acetic acid و propionic acid و lactic acid و glycolic acid و fumaric acid و suc-cinic acid والفيتامينات ومنظمات النمو كالجبرلينات والأوكسينات والسايتوكاينينات أدت دوراً مهماً في تحسين الصفات الخضرية والجذرية للنبات (Prisa، 2020)، وقد أشار الكثير من الباحثين إلى مقدرة بكتريا Bacillus العالية في إذابة الفسفور وتحرير أيونات الفوسفات من صورة الفسفور غير الذائبة (الفسفور العضوي والمرتبط بمعادن التربة) وتحويلها إلى أيونات ذائبة في محلول التربة وجاهزة للامتصاص من قبل النبات، والتي ترجع إلى إفرازها للأحماض العضوية والذي يؤثر بدوره في خفض درجة تفاعل التربة، وكذلك يزيد من جاهزية بعض العناصر الغذائية والذي ينعكس إيجاباً في زيادة النمو الخضري والجذري (Sharma وآخرون 2012).

جدول 3. تأثير إضافة البكتريا المخصبة في صفات النمو الزهري لنبات الرانكيل *Ranunculus asiaticus* :

الصفات / مستويات البكتريا المخصبة	مدة بزوغ الأبصال (يوم)	النسبة المئوية للمادة الجافة في النبات (٪)	عدد الجذور الدرنية (جذر درني نبات$^{-1}$)	قطر الجذر الدرني (ملم)	طول الجذر الدرني (ملم)	عدد الفصوص (فص جذر درني$^{-1}$)	النسبة المئوية للمادة الجافة في الجذور المتدرنة (٪)
M_1	15.50 b	23.70 b	4.278 a	34.10 a	30.29 b	21.06 b	24.94 b
M_2	17.44 a	31.12 a	4.889 a	37.29 a	34.68 a	27.33 ab	31.42 a
M_3	16.03 b	29.79 a	4.222 a	39.14 a	34.57 a	25.17 ab	29.59 ab
M_4	16.28 ab	34.23 a	4.667 a	38.15 a	33.68 ab	29.17 a	30.62 ab

*** الأرقام التي تشترك بنفس الحروف لا توجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال (٪5).**

يبين جدول 4. تأثير معاملات التداخل الثنائية بين إضافة الفحم الحيوي والبكتريا المخصبة إلى وسط الزراعة على نبات الرانكيل، إذ أظهرت النتائج تفوق معاملة التداخل B_1M_3 في إعطائها أبكر موعد لبزوغ الأبصال والنسبة المئوية للمادة الجافة في الجذور المتدرنة بلغ 14.67 يوم و33.80 ٪ على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة، وأثرت معاملة التداخل B_1M_4 في النسبة المئوية للمادة الجافة للنبات بلغت 46.69 ٪ مقارنة بمعاملة المقارنة، وتفوقت معاملة التداخل B_3M_1 في صفة عدد الفصوص إذ أعطت أعلى القيم بلغت 31.83 فص جذر درني$^{-1}$ مقارنة بمعاملة المقارنة، وأثرت معنوياً معاملة التداخل B_3M_4 في قطر الجذر الدرني إذ بلغ 44.38 ملم مقارنة بمعاملة المقارنة، وسجلت معاملة التداخل B_3M_3 تفوقاً معنوياً في صفة طول الجذر الدرني إذ بلغ 40.08 ملم مقارنة بمعاملة المقارنة.

جدول 4. تأثير التداخل بين اضافة الفحم الحيوي وإضافة البكتريا المخصبة إلى وسط الزراعة في صفات النمو الزهري لنبات الرانكيل *Ranunculus asiaticus* :

الصفات / مستويات البكتريا المخصبة	مدة بزوغ الأبصال (يوم)	النسبة المئوية للمادة الجافة في النبات (٪)	عدد الجذور الدرنية (جذر درني نبات$^{-1}$)	قطر الجذر الدرني (ملم)	طول الجذر الدرني (ملم)	عدد الفصوص (فص جذر درني$^{-1}$)	النسبة المئوية للمادة الجافة في الجذور المتدرنة (٪)
B_1M_1	15.50 bc	12.98 c	3.833 a	26.87 d	23.53 d	13.17 b	16.28 b
B_1M_2	17.50 ab	36.50 ab	4.500 a	30.22 cd	28.18 bcd	20.17 ab	32.89 a
B_1M_3	14.67 c	36.54 b	5.167 a	33.62 abcd	27.33 cd	18.17 ab	33.80 a
B_1M_4	16.35 abc	46.69 a	5.167 a	30.57 cd	28.32 bcd	26.33 ab	29.08 a
B_2M_1	15.75 bc	32.32 b	5.167 a	31.80 bcd	32.83 abc	18.17 ab	26.47 ab
B_2M_2	16.50 abc	29.84 b	5.167 a	38.75 abc	38.22 a	31.67 a	30.04 a
B_2M_3	17.00 abc	26.68 b	3.333 a	40.72 abc	36.28 a	25.83 ab	30.05 a
B_2M_4	15.17 bc	28.38 b	4.667 a	39.50 abc	36.03 a	31.33 a	32.79 a
B_3M_1	15.25 bc	25.80 b	3.833 a	43.63 ab	34.52 ab	31.83 a	32.08 a
B_3M_2	18.33 a	27.02 b	5.000 a	42.90 ab	37.65 a	30.17 a	31.33 a
B_3M_3	16.42 abc	26.15 b	4.167 a	43.10 ab	40.08 a	31.50 a	24.92 ab
B_3M_4	17.33 ab	27.62 b	4.167 a	44.38 a	36.70 a	29.83 a	29.98 a

*** الأرقام التي تشترك بنفس الحروف لا توجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال (٪5) .**

الاستنتاجات:

1. اثرت إضافة الفحم الحيوي والبكتريا المخصبة تأثيراً إيجابيا في معظم صفات النمو للنبات .

2. اثر التداخل بين الفحم الحيوي والبكتريا المخصبة تأثير إيجابي في معظم الصفات المدروسة .

المصادر:-

- **الشرع، مروه علي عبدالجبار.** 2020. تأثير المخصبات الحيوية وحامض الهيومك في نمو نبات الرانكيل (*Ranunculas asiaticus*). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة القاسم الخضراء. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق.
- **القيسي، مصطفى رشيد مجيد.** 2023. تصميم وتحليل التجارب الاحيائية احصائيا باستخدام برنامج Genstat . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة تكريت، تحت النشر.
- **بدر، مصطفى محمود، خطاب طارق القيعي، محمد ياقوت، مصطفى رسلان، مصطفى بدر، محمد هيكل وعلم الدين نوح.** 2010. الزهور ونباتات الزينة وتصميم وتنسيق الحدائق. الطبعة التاسعة. منشأة المعارف بالإسكندرية. مصر.
- **زيدان، علي، عمر إبراهيم جزدان، علي محمد حيدر.** 2021. تأثير التكامل بين الفحم الحيوي (Bio-char) والتسميد المعدني في إنتاج القمح ونسبة البروتين في الحبوب. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم البيولوجية. مجلد 43. عدد 4 : 90-79 .
- **Alwan, S. H., Owen, M. A., Omar, O. A., & Salih, Z. K. 2023, April.** Effect of Biochar Application and Foliar Application of Gibberellin and Cytokinin on Growth and Flowering of Chinese Carnations *Dianthus chinensis*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1158, No. 4, p. 042016). IOP Publishing.
- **Beruto, M. and P. Debergh. 2004.** Micropropagation of *ranunculus asiaticus*: a review and perspectives. plant cell, tissue, and organ Cult. 77: 221-230.
- **Bhat, M. A.; R. Rasool and Ramzan, S. 2019.** Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) for Sustainable and Eco-Friendly Agriculture. Acta. Sci. Agri., 3(1): 23–25.
- **Bi, R., Zhang, Q., Zhan, L., Xu, X., Zhang, X., Dong, Y., ... & Xiong, Z. 2022.** Biochar and organic substitution improved net ecosystem economic benefit in intensive vegetable production. Biochar, 4(1), 46.
- **Cerveny, C. B. 2011.** Postharvest storage and handling of *Ranunculus asiaticus* dried tuberous roots. Cornell University.
- **Chintala, R., Mollinedo, J., Schumacher, T. E., Malo, D. D., & Julson, J. L. 2014.** Effect of biochar on chemical properties of acidic soil. Archives of Agronomy and Soil Science, 60(3), 393-404.
- **Curaqueo, G. ; S. Meier; N. Khan; M, Cea and R, Navia. 2014.** Use of biochar on two volcanic soils: effects on soil properties and barley yield. J. Soil Sci. and Plant Nutr., 14 (4) 911–924PP.
- **Dhakar, S. ; K.Swaroop ; K.P.Singh ; V.K.Sharma ; N.Singh and S.Singh . 2019.** Effect of organic and inorganic sources of fertilizer on corm yield and nutrient uptake of Gladiolus. Int.J.Curr.

- **Lian, F. and B. Xing. 2017.** Black carbon (biochar) in water/soil environments: Molecular structure, sorption, stability, and potential risk. E viron. Sci. Technol. 51:13517–13532, doi: 10.1021/acs.est.7b02528.
- **Lu, S. G.; Sun, F. F. and Zong, Y. T. 2014.** Effect of rice husk biochar and coal fly ash on some physical properties of expansive clayey soil (Vertisol). Catena, 114, 37-44.
- **Manju, P., & Subramanian, S. 2017.** Effect of *Bacillus* spp. on Gerbera plant growth and control of *Meloidogyne incognita*. Journal of Applied and Natural Science, 9(3), 1644-1650.
- **Mohsen Ebrahimi, Mohammad Kazem Souri, Amir Mousavi & Navazolah Sahebani .2021.** Biochar and vermicompost improve growth and physiological traits of eggplant (*Solanum melongena* L.) under deficit irrigation. Chemical and Biological Technologies in Agriculture volume 8,Articlenumber: 19 .2021.
- **Nirukshan, G. S., Ranasinghe, S., & Sleutel, S. 2022.** The effect of biochar on mycorrhizal fungi mediated nutrient uptake by coconut (*Cocos nucifera* L.) seedlings grown on a Sandy Regosol. Biochar, 4(1), 68.
- **Prisa, D. 2020.** Improving Quality of *Crocus sativus* Through the Use of *Bacillus subtilis.* Int. J. Sci Res. in Multidisciplinary Stu., 6(2): 09-13.
- **Rajesh Chintalaa, Javier Mollinedoa , Thomas E. Schumachera , Douglas D. Maloa and James L. Julson. 2013.** Microbiol . App .Sci . 8(2): 2628-2633.
- **Fascella, G., Mammano, M. M., D'Angiolillo, F., & Rouphael, Y. 2018.** Effects of conifer wood biochar as a substrate component on ornamental performance, photosynthetic activity, and mineral composition of potted *Rosa rugosa*. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 93(5), 519-528.
- **Jabbar, M. A. A., & Hussein, J. K. 2020.** Effect of bio-fertilizers and humic acid on the growth of Ranunculus (*Ranunculus Asiaticus*) plant. Plant Archives, 20(1), 2201-2207.
- **Jimtha John, C., Jishma, P., Karthika, N. R., Nidheesh, K. S., Ray, J. G., Mathew, J., & Radhakrishnan, E. K. 2017.** *Pseudomonas fluorescens* R68 assisted enhancement in growth and fertilizer utilization of *Amaranthus tricolor* (L.). 3 Biotech, 7, 1-6.
- **Kamikawa, N., Ohta, T., Kurogi, S., & Matsushita, Y. 2022.** Detection of *ranunculus* mild mosaic virus in weed species in Japan. Letters in Applied Microbiology, 74(1), 84-91.
- **Kumar,A., B. R. Maurya, and R. Raghuwanshi. 2021.** The microbial consortium of indigenous rhizobacteria improving plant health, yield and nutrient content In wheat (*Triticum aestivum*) .J.Plant Nutr. 44(13):1942-1956.
- **Lehnebach, C.A. 2008.** Phylogenetic affinities, species delimitation and adaptive radiation of new zealand *ranunculus*, palmerson-north, new zealand: massey university.

- **Tenic, E., Ghogare, R., & Dhingra, A. 2020.** Biochar—a panacea for agriculture or just carbon?. Horticulturae, 6(3), 37.
- **Wang, C.; C. Anderson; M. Suárez-Abelenda; T. Wang; M. Camps- Arbestain; R. Ahmad and H.M.S.K. Herath . 2015.** The chemical composition of native organic matter influences the response of bacterial community to input of biochar and fresh plant material. Plant Soil, 395:87-104pp.
- **Yadav, K. K. and Sarkar, S. 2019.** Biofertilizers, Impact on soil Fertility and Crop Productivity under Sustainable. Agri. Enviro. Eco., 37(1): 89-93.
- **Yan, M., Tian, H., Song, S., Tan, H. T., Lee, J. T., Zhang, J., ... & Tong, Y. W. 2023.** Effects of digestate-encapsulated biochar on plant growth, soil microbiome and nitrogen leaching. Journal of Environmental Management, 334, 117481.
- **Zhang, J., J. Cook, J. T. Nearing, J. Zhang, R. Raudonis,B. R. Glick, M.G.I.Langille, and Z. Cheng, 2021.** Harnessing the plant microbiome to promote the growth of agricultural crops Microbiol.Res.,245 ,Article 126690 pp. 1-14.

Effect of biochar on chemical properties of acidic soil. a Department of Plant Science, South Dakota State University, Brookings, SD, USA; b Department of Agricultural & Biosystems Engineering, South Dakota State University, Brookings, SD, USA.

- **Ren, Y; Chang, H. L; Tian, X. H; Song, P. and Endress, P. K. 2009.** Floral development in adonideae (Ranunculaceae). flora-Morphology, distribution, functional Ecology of Plants, 204(7), 506-517.
- **Roy, R., Núñez-Delgado, A., Sultana, S., Wang, J., Battaglia, M. L., Sarker, T., ... & Zhang, R. 2021.** Additions of optimum water, spent mushroom compost and wood biochar to improve the growth performance of *Althaea rosea* in drought-prone coal-mined spoils. Journal of Environmental Management, 295, 113076.
- **Samaila. Aliya. 2011.** Nutritional quality of tomato (*Solanum* mill) as influenced by mulching ,nitrogen and irrigation interval.J OF AGRI *Lycopersicm*.SCi 3 (1):23-31.
- **Sharma , B. ; S.Rashi and A.Saha. 2012.** In-vitrosolubilization of tricalcium phosphate and production of IAA by phosphate solubilization bacteria isolated from Tea rhizosphere of Darjeeling Himalaya. Plant Science Feed .2(6): 96-99 .
- **Stanojković-Sebić, A., Pivić, R., Dinić, Z., Iličić, R., Latković, D., & Jošić, D. 2018.** Effect of Indigenous sp. and sp. Strains on Yield and Main Chemical Growth Parameters of Radicchio. Contemporary Agriculture, 67(1), 20-26.