International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 34 العدد
Part 2 المجلد
October 2024 اكتوبر
المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

تقييم صفات نمو نبات الجرجير (*Eruca sativa* Mill) مع إضافة الفحم الحيوي BIOCHAR

www.doi.org/10.62341/mjar9713

منيرة جمعة امساهل
قسم علم النبات كلية العلوم جامعة الزاوية– ليبيا
m.emsahel@zu.edu.ly

الملخص

أجريت التجربة خلال الموسم الزراعي خريف 2023م بقسم علم النبات– كلية العلوم– جامعة الزاوية لغرض تقييم استجابة نبات الجرجير لإضافة الفحم الحيوي Biochar وتأثيره على صفات النمو التالية: عدد الأوراق، طول الجذر، ارتفاع النبات، الوزن الرطب، الوزن الجاف. زرعت بذور الجرجير في عدد 6 أصص تضمنت التجربة تركيزين من الفحم الحيوي هما 0% (الشاهد) بالمعاملة رقم 1 و 4% بالمعاملة رقم 2، صممت التجربة وفق نظام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات. بعد 47 يوم من الزراعة تم إنهاء التجربة وتجميع البيانات الخاصة بصفات النمو وإجراء التحليل الإحصائي، بينت النتائج وجود تأثير معنوي لإضافة الفحم الحيوي للتربة في صفات النمو (عدد الأوراق، ارتفاع النبات، الوزن الرطب)، وعدم وجود تأثير معنوي على باقي الصفات مقارنة بالشاهد. أظهرت الدراسة أن عدد الأوراق وارتفاع النبات والوزن الرطب المسجل في معاملة الفحم الحيوي قد زادت بمقدار 36%، 28%، 80% على التوالي.

كلمات مفتاحية: *نبات الجرجير (Eruca sativa* Mill*)، الفحم الحيوي، صفات النمو.*

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 34 العدد
Part 2 المجلد
October 2024 اكتوبر
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

Evaluation of growth traits of (*Eruca sativa* Mill) Plant with the addition of Biochar.

Munira Jumaa Emsahel
Plant Science Department, Science Factually, Zawia University, Libya
m.emsahel@zu.edu.ly

Abstract
The experiment was carried out during the Agricultural season of 2023, Zawia University, College of science, Department of Botany. The objective of the study was to evaluate the effects of Biochar addition on growth characteristics of *Eruca sativa* plants including (leaf number, root length, shoot length, fresh weight, dry weight). Eruca sativa seeds were sowed in pots. The experiment included two treatments: (0%) biochar (control) and (4%) biochar, the experiment was conducted in a completely randomized block design with three replications. After 47 days, the experiment was ended and data of growth traits were collected, and statistical analysis was performed. Results showed that there was a significant effect of biochar addition on growth traits studied (leaf number, shoot length, fresh wight) but no significant effects on the other traits. The study showed that the (leaf number, shoot length, fresh wight) recorded in the biochar treatment increased by 36%, 28%, 80% respectively.
Keywords: *Eruca sativa* Mill, Biochar, growth traits.

1 . المقدمة

ينتمي نبات الجرجير *Eruca sativa* Mill إلى العائلة الصليبية (الخردلية) Brassicea (Cruciferae) وهو نبات عشبي حولي شتوي يزرع في المناطق المعتدلة التي تميل للبرودة والنهار القصير ويزرع أيضا على مدار السنة باستثناء الأشهر الحارة جدا التي يتجه فيها لتكوين الأزهار والبذور[1][2]، ويتميز باللون الأخضر الغامق ويتراوح ارتفاعه ما بين (20–50) سم[3]. أوراق نبات الجرجير ريشية الشكل أما أزهاره فتكون بلون أبيض أو أصفر مع عروق بنفسجية، ويعتقد أن الموطن الأصلي لنبات الجرجير وسط أسيا وأوروبا الشرقية، وتكثر زراعته في دول حوض البحر الأبيض المتوسط ومصر وبلاد

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

الشام والسعودية والهند وإيران[4]. لنبات الجرجير العديد من الاستعمالات الطبية، منها استخدامه كعلاج لأمراض التهاب الجلد والحروق الموضعية وسوء الهضم وتخفيض نسبة السكر في الدم للأشخاص المصابين بداء السكري [5]، كما يستعمل في علاج اضطرابات الجهاز الهضمي[6]. "الجزء المستعمل طبيا من النبات هو الأوراق الغضة مع الأغصان قبل الإزهار، حيث أن الأوراق قد تفقد بعض خواصها وفوائدها الطبية بعد ظهور الأزهار على النبات" [7]. نظرا لزيادة الطلب على الجرجير وذلك لفوائده العديدة، اتجه الباحثون لدراسة بعض المعاملات الزراعية كإضافة الفحم الحيوي Biochar للتربة المزروع فيها الجرجير وذلك لزيادة نموه وتحسين إنتاجيته وجودته.

يعرف الفحم الحيوي على أنه مادة صلبة يتم الحصول عليها من تحويل حراري –كيميائي للكتلة الحيوية في بيئة محدودة أو عديمة الأكسجين ويكون أكبر ثبات من الكتلة الحيوية غير المفحمة. يمكن أن يستخدم الفحم الحيوي مباشرة أو كمكون ضمن منتج يتم خلطه ويكون له فوائد عديدة وتطبيقات متعددة لتحسين التربة، فعندما يضاف الفحم الحيوي المناسب إلى التربة المناسبة فإن الفحم الحيوي يمكن أن يحسن كفاءة استخدام الموارد وعلاج أو حماية التربة من التلوث البيئي، وتخفيف أثر غازات الاحتباس الحراري (الغازات الدفيئة) [8]، وهو مركب غني بالكربون ويتميز بمقاومة عالية للتحلل البيولوجي[9] وبذلك يمكن أن يستقر في التربة لعدة قرون بدون تغير [10]. يعد الفحم الحيوي أحد المحسنات الحديثة للتربة التي ظهرت مؤخرا لغرض تحسين خصائصها وهو مادة طبيعية يتم خلطها بمكونات التربة ولا يترتب عن إضافته أي آثار جانبية ملوثة وبالتالي فهو محسن آمن بيئيا [11]، إذ يستخدم في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للتربة حيث يوفر أسطحاً نشطة كيميائياً تقوم بتعديل ديناميكية مغذيات التربة ويساهم في زيادة السعة التبادلية الكاتيونية (CEC)، وهذا بدوره يساعد التربة على الاحتفاظ بالمغذيات وزيادة امتصاصها والحد من فقدانها عن طريق الرشح، بالإضافة إلى تعديل شكل التربة بشكل يفيد في نمو الجذور وحفظ المواد المغذية والمياه [12]، كما يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام التسميد المعدني من خلال التقليل من فقد العناصر المغذية للنبات [13]، مما ينعكس إيجابا على إنتاجية المحصول ونسبة البروتين فيه وبالتالي توفير تكلفة الإنتاج

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

الزراعي وزيادة الربحية فضلا عن الآثار الإيجابية المرافقة له [14]، بالإضافة إلى أن إضافة الفحم الحيوي إلى التربة في نطاق محدود يساهم في زيادة الإنتاج الزراعي وتعزيز الأمن الغذائي والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته وآثاره السلبية [15]، كما أن إضافته للتربة تعتبر حلا مقبولا لمشكلة الإثراء الغذائي (Eutrophication) وذلك لأنه يزيد من ادمصاص شوارد الفوسفات والنترات ($PO4^{-3}$ و$NO3^{-}$) ويقلل من انغسال هذه الشوارد [16]. الجذير بالذكر أن كثافة ومسامية الفحم الحيوي تؤثر في حركة جزيئاته في التربة وتفاعله مع الدورة الهيدرولوجية وبالتالي إضافته للتربة يحسن بعض خصائصها الفيزيائية بما في ذلك المسامية الكلية والكثافة الظاهرية والمحتوى الرطوبي [17].

أدت نتائج الدراسة المكثفة لتربة غابات الأمازون Terra Preta (تيرا بريتا) الغنية بالفحم الحيوي إلى إجماع علمي على أن إضافة الفحم الحيوي للتربة يعمل على حجز الكربون بشكل مستدام ويؤدي إلى تحسين وظائف التربة، مع تجنب آثار سلبية قصيرة وطويلة المدى على البيئة حيث وجد أن هذه التربة من أخصب الترب، كما دفعت نتائج الدراسة إلى إيلاء المزيد من الاهتمام بالفحم الحيوي وخصائصه المميزة كمغذي للتربة [12]؛ [18]. يعتمد معدل إضافة الفحم الحيوي للتربة على نوع التربة ونوع المحصول وبالرغم من عدم وجود مستويات محددة متفق عليها إلا أن الدراسات بينت أن إضافة الفحم بنسبة 5– 20 % من حجم التربة على دفعة واحدة أو على دفعات أعطت نتائج إيجابية، كما وجد أن إضافة مستويات منخفضة أعطت أيضا نتائج إيجابية [19].

اهتمت الدراسة بإستدامة الموارد الطبيعية في ليبيا، ومع التوجه العالمي نحو الزراعة العضوية الخضراء كأحد دعائم القطاع الزراعي، وتبعا للأهمية العالمية للنباتات الطبية – ومنها نبات الجرجير – تأتي هذه الدراسة في إطار العمل على مواكبة الدراسات المحلية والعالمية عن الآثار البيئية والاقتصادية لإضافة مخلفات زراعية معاد تدويرها (الفحم الحيوي نموذجا) إلى الترب الزراعية كبدائل آمنة لتزويد النباتات بالعناصر الغذائية اللازمة، وكأحد أساليب التخلص الآمن من المخلفات.

وانطلاقا بمبدأ استدامة الموارد الطبيعية والحفاظ عليها فإن الدراسة تهدف إلى ما يلي: .

1– تقييم استجابة صفات نمو نبات الجرجير لإضافة الفحم الحيوي Biochar

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

2- البحث في إمكانية تبني الزراعة العضوية الخضراء لتحقيق الآثار البيئية الإيجابية والجدوى الاقتصادية المرجوة.

من المشاكل التي تواجه القطاع الزراعي في المنطقة العربية عامة وليبيا خاصة، بعض التحديات والمعوقات التي تعيق نموه وتطوره، كالإجهادات البيئية والتغيرات المناخية المتزايدة وتدهور خواص التربة، إذ تعاني الترب في منطقتنا من غسيل للعناصر الغذائية بعيدا عن منطقة الجذور، مما يؤدي إلى نقص المغذيات الأساسية اللازمة للنبات، كما يعمل على تلوث المياه الجوفية. يعتبر الفحم الحيوي من الحلول الواعدة التي تساهم في التخفيف من حدة هذه التحديات كونه يستهدف المحصول والتربة على حد سواء، ويساهم في العمل على استدامة التربة كونها أحد الموارد الطبيعية الهامة، كما يعمل على تحقيق التوازن في مستويات مغذيات التربة من خلال قدرته على مسك العناصر الغذائية في التربة وكمحسن للخواص الطبيعية والكيميائية والحيوية لها، وبالتالي يساهم في زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية، فضلا عن الآثار البيئية الإيجابية المرافقة له.

2 . المنهجية:

أ . الأدوات المستخدمة:

1. المادة النباتية

أجريت التجربة خلال الموسم الزراعي خريف 2023م يوم (2023/11/6م) وانتهت يوم (2023/12/22م) بجامعة الزاوية، كلية العلوم، قسم علم النبات. اعتمدت الدراسة على صنف واحد من نبات الجرجير أخذت بذوره من السوق المحلي الليبي، أما المادة الأولية للفحم الحيوي المستعمل فكان مصدرها بقايا أشجار الزيتون.

2. المعاملات وظروف إجراء التجربة

نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات، تم تجهيز التربة والفحم الحيوي والبذور قبل الزراعة. تم طحن الفحم الحيوي وغربلته للحصول على حجم مناسب من الحبيبات ذات أقطار تقريبا ما بين (2.0 إلى 4.0 مم). استخدمت في التجربة 6 أصص بلاستيكية بحجم 2 لتر، قسمت هذه الأصص إلى مجموعتين بحيث احتوت كل معاملة على 3 مكررات. تمثل المعاملة الأولى تربة خالية من الفحم الحيوي (0%

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

فحم حيوي) ممثلة –الشاهد– بينما أضيف الفحم الحيوي للمجموعة الأخرى بمعدل 4%. زرعت بذور الجرجير بمعدل 6 بذور في كل مكرر على مسافات مناسبة مع الحرص على عدم تعميق البذور حتى تسهل عملية الإنبات، تم ري المعاملتين بالماء العادي كل يوم إلى حين الإنبات. بعد عملية إنبات البذور وضعت الأصص في مكان ملائم من حيث الإضاءة والتهوية وأشعة الشمس مع ري النباتات بالماء حسب الحاجة، ومراقبة النبات، وبوصول النبات لمرحلة النضج الكامل الذي استغرق 47 يوم، تم إنهاء التجربة وأخذت بيانات صفات النمو قيد الدراسة والمتمثلة في (عدد الأوراق، طول الجذر، ارتفاع النبات، الوزن الرطب، الوزن الجاف).

ب . تجميع البيانات

لتقييم تأثير الفحم الحيوي على نمو نبات الجرجير تم تقدير الصفات المدروسة حيث قيست صفات النمو وذلك كالتالي:

1. عدد الأوراق (ورقة نبات$^{-1}$):

تم حساب عدد الأوراق من وسط الوحدة التجريبية حيث تم حساب عددها من أسفل النبات إلى أعلى النبات وتم احتساب متوسط عدد الأوراق للنبات الواحد.

2 . طول الجذر وارتفاع النبات (سم):

تم قياس طول الجذر وارتفاع النباتات المختارة من كل وحدة تجريبية، وأخذ القياس بواسطة شريط القياس واحتساب متوسطات طول الجذر والارتفاع للنبات الواحد.

3 . قياس الوزن الرطب للنبات (جم):

عند نهاية التجربة تم قلع النبات من التربة وغسل المجموع الجذري بالماء لإزالة التربة العالقة ومن تم وضع النبات على ورق منديل للتجفيف، وقياس الوزن الرطب مباشرة باستخدام ميزان حساس.

4 . قياس الوزن الجاف للنبات (جم):

تم تجفيف النبات في الفرن الكهربائي على درجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة 24 ساعة وقياس الوزن الجاف باستخدام ميزان حساس.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

ج . التحليل الإحصائي

صممت التجربة وفق نظام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاث مكررات، تم إجراء تحليل التباين (ANOVA) لبيان تأثير المعالجات على صفات نمو النبات المدروسة كما تم إجراء اختبار Duncan's multiple range test للمقارنات المتعددة لبيان معنوية الفروق بين المعالجات عند مستوى (LSD؛ $P < 0.05$) باستخدام البرنامج (SPSS. V24).

3 . مناقشة النتائج:

أوضحت النتائج أن إضافة الفحم الحيوي له تأثير معنوي على بعض صفات النمو والمتمثلة في (عدد الأوراق، ارتفاع النبات، الوزن الرطب) وعدم وجود تأثير معنوي على باقي الصفات المدروسة الأخرى (طول الجذر، الوزن الجاف).

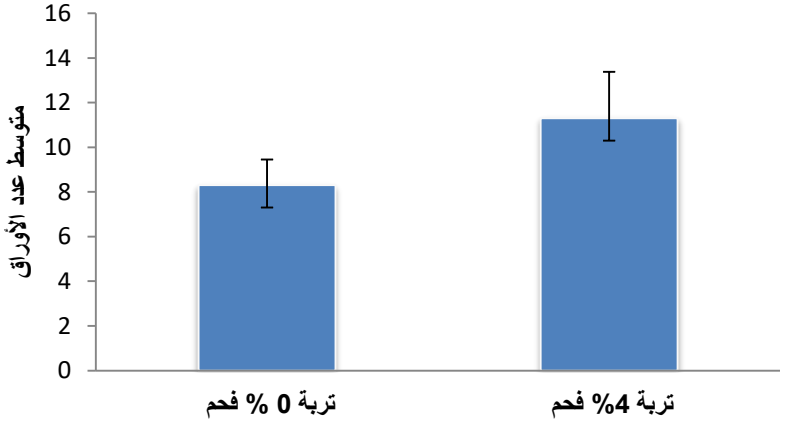
تأثير الفحم الحيوي على عدد الأوراق: بينت النتائج في الجدول (1) التأثير المعنوي للفحم الحيوي على عدد الأوراق ($P = 0.0492$) كما بين الشكل (1) التأثير الإيجابي للفحم الحيوي حيث بلغ متوسط عدد الأوراق في المعاملة بالفحم الحيوي 11 ورقة لكل نبات مقارنة 8 ورقات لكل نبات المسجلة بالشاهد. هذه الزيادة بلغت حوالي 36% من عدد الأوراق المسجلة بالشاهد.

جدول (1) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعدد الأوراق

المتغير	المعاملة	المتوسط	الانحراف المعياري	p-value
عدد الأوراق	(تربة+ 0 % فحم حيوي)	8.3	1.15	0.0492
	(تربة+ 4 % فحم حيوي)	11.3	2.08	

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م



شكل (1) يوضح تأثير الفحم الحيوي على متوسط عدد الأوراق لنبات الجرجير خلال فترة الدراسة.

التأثير الإيجابي لهذه الخاصية سجل في العديد من الدراسات، حيث وافق دراسة قاسم وآخرون (2021) [20] لتأثير إضافة الفحم الحيوي وماء الجفت على نمو وإزهار وإنتاج الكورمات لنبات الفريزيا *Freesia hybrida* L.، حيث تضمنت التجربة عدة معاملات من بينها(T4: إضافة الفحم الحيوي بمعدل 2 كج/م^2، T5: إضافة ماء الجفت المعالج 3.5 ل/م2 + الفحم الحيوي 2 كج/م2)، بينت النتائج تفوق هذه المعاملات لجميع صفات النمو الخضري ومنها – عدد الأوراق – وكذلك صفات النمو الزهري المدروسة مقارنة بمعاملة الشاهد، كما وافق دراسة Mancy, and Sheta (2021) [21] لتأثير الفحم الحيوي والكمبوست على نمو وإنتاجية محصول الفول البلدي والقمح، تضمنت الدراسة عدة معاملات من بينها إضافة الفحم الحيوي منفردا بمعدل (2.5 و5 طن فحم حيوي/ فدان) للفول البلدي والقمح على التوالي، أوضحت النتائج أن إضافة الفحم الحيوي أدت إلى زيادة صفات نمو وإنتاجية الفول البلدي والقمح بالمقارنة بالشاهد.

فيما يتعلق بتأثير الفحم الحيوي على طول الجذر، أوضحت النتائج الجدول (2) أن لإضافة الفحم الحيوي تأثيرا إيجابيا على طول الجذر إلا أنه لم يكن معنويا (P 0.093

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

=)، حيث كان متوسط طول الجذر للنبات (10.8 سم) مقارنة بمعاملة الشاهد التي كان بها متوسط طول الجذر للنبات (8.2 سم).

جدول (2) يوضح تأثير الفحم الحيوي على متوسط طول الجذور لنبات الجرجير خلال *فترة الدراسة*.

المتغير	المعاملة	المتوسط	الانحراف المعياري	p-value
طول الجذر	(تربة+ 0% فحم حيوي)	8.2	2.3	0.093
	(تربة+ 4% فحم حيوي)	10.8	0.65	

جاءت هذه النتيجة بخلاف دراسة شويخ، وآخرون (2022) [22] التي بينت أن إضافة الفحم الحيوي له تأثير على بعض صفات النمو لنبات السرو دائم الاخضرار (*Cupressus sempervirens* L.) حيث أوضحت تفوق النباتات المعاملة بالفحم الحيوي في معدل زيادة الطول للساق والجذر مقارنة بتلك غير المعاملة. في الدراسة وجد أن التركيز 6% من الفحم الحيوي رفع طول النبات بمعدل (49.700 سم) مقارنة بمعدل 18.7 سم المسجل في الشاهد فيما بلغ معدل طول الجذر حوالي 16.8 سم مقارنة بحوالي 5.167 سم في تلك غير المعاملة.

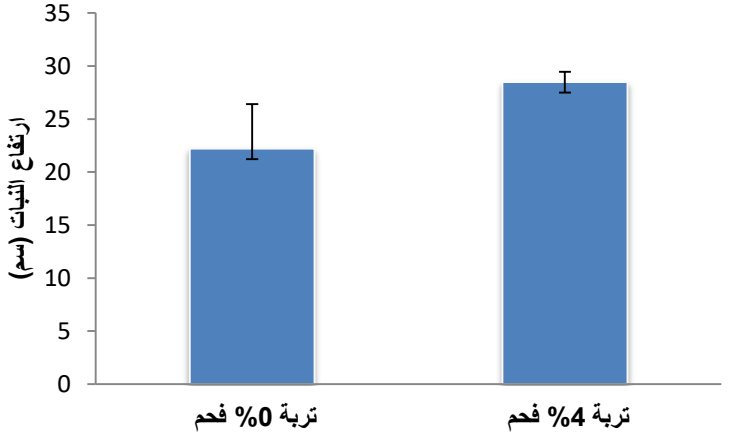
فيما يتعلق بتأثير الفحم الحيوي على ارتفاع النبات، بينت النتائج الجدول (3) أن للفحم الحيوي تأثيرا معنويا على ارتفاع النبات ($p = 0.037$)، كما بين الشكل (3) التأثير الإيجابي لإضافة الفحم الحيوي، حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات عند المعاملة بالفحم الحيوي 28.5 سم، مقارنة 22.2 سم المسجلة في الشاهد، وقد بلغت هذه الزيادة حوالي 28% مما سجل في الشاهد.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

جدول (3) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لارتفاع النبات

المتغير	المعاملة	المتوسط	الانحراف المعياري	p-value
ارتفاع النبات	(تربة+ 0 % فحم حيوي)	22.2	4.2	0.037
	(تربة+ 4 % فحم حيوي)	28.5	0.95	



شكل (3) تأثير الفحم الحيوي على متوسط ارتفاع نبات الجرجير خلال فترة الدراسة.

التأثير الإيجابي للفحم الحيوي على هذه الخاصية توافق مع العديد من الدراسات، فعلى سبيل المثال، دراسة Tarin et al (2018) [23]؛ قاسم وآخرون (2021) [20]، كذلك انسجمت النتائج مع دراسة Ohtsuka et al. (2021) [24] لتأثير مستويات مختلفة من الفحم الحيوي (0، 5، 10%) على نمو أشجار البلوط. بينت نتائج التجربة زيادة معنوية في ارتفاع النبات ومعدل النمو النسبي لقطر الساق عند منطقة الصدر لأشجار البلوط عند مستوى 10%. في دراسة حمدان وآخرون (2023) [25] وجد أن للفحم الحيوي تأثيرا معنويا على صفات النمو وكفاءة استخدام المياه لمحصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.)، إذ وجد أن إضافة (2، 4%) من الفحم الحيوي لبيئة النمو أدى إلى زيادة في ارتفاع النبات بمقدار (107.2، 110.9%) على التوالي، مقارنة بالشاهد وذلك عند مستويات الري (70، 100%).

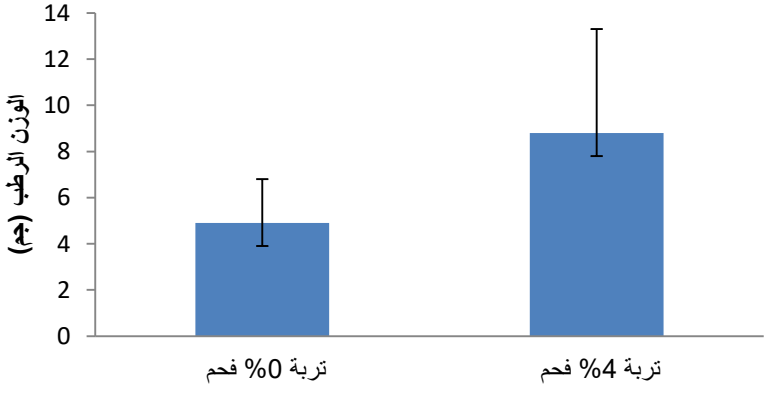
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

من الجدول (4) يتضح أن للفحم الحيوي تأثيرا معنويا على الوزن الرطب لنبات الجرجير (p = 0.047). كما أظهرت النتائج الشـــكل (4) التأثير الإيجابي للفحم الحيوي على متوسط الوزن الرطب للنبات، حيث بلغت معاملة الإضـافة 8.8 جرام مقارنة بـــ 4.9 جرام المسجل في الشاهد، هذه الزيادة تقدر بحوالي 80% مما سجل في الشاهد.

جدول (4) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للوزن الرطب

المتغير	المعاملة	المتوسط	الانحراف المعياري	p-value
الوزن الرطب	(تربة+ 0 % فحم حيوي)	4.9	1.9	0.047
	(تربة+ 4 % فحم حيوي)	8.8	4.5	



شكل (4) تأثير الفحم الحيوي على الوزن الرطب لنبات الجرجير خلال فترة الدراسة.

هذه النتائج هي بالاتفاق مع العديد من الدراســات، كدراســة الشــنقيطي وجيل (2014) [12] الذي وجد أن إضـــافة الفحم الحيوي بمعدل 5 طن/ هكتار إلى المعاملة (100%

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

سماد كيميائي) تؤدي إلى زيادة الكتلة الحيوية بمعدل 29% في حين أدى تخفيض معدل إضافة السماد بنسبة 50% مع الفحم النباتي والسماد الحيوي إلى زيادة الكتلة الحيوية بنسبة 19% مقارنة مع معدل السماد منفردا، وبينت الدراسة أن استخدام الفحم مع المعدل الموصي به من السماد الكيميائي ينتج المزيد من الكتلة الحيوية، انسجمت أيضا مع نتائج دراسة Tarin et al (2018) [23] لمعرفة تأثير مستويات مختلفة من الفحم الحيوي (0 و0.5 و2 و 8%) المصنع من الخيزران على النمو والخصائص الفيسيولوجية لنبات *Fokienia hodginsii* بعمر سنة وجد أن الكتلة الحيوية عند مستوى (0.5، 2، 8%) زادت بمقدار (6 ، 8 ، 28%) على التوالي، مقارنة بالشاهد.

الجدول (5) يوضح تأثير الفحم الحيوي على الوزن الجاف لنبات الجرجير، حيث كان تأثير إضافة الفحم الحيوي إيجابيا إلا أنه لم يكن معنويا ($p = 0.56$)، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف للنبات عند المعاملة بالفحم الحيوي (4%) 0.52 جم، مقارنة 0.44 جم المسجلة في الشاهد.

جدول (5) يوضح تأثير الفحم الحيوي على متوسط الوزن الجاف لنبات الجرجير *خلال فترة الدراسة*

صفة النمو	المعاملة	المتوسط	الانحراف المعياري	p-value
الوزن الجاف	(تربة+ 0 % فحم حيوي)	0.44	0.17	0.56
	(تربة+ 4 % فحم حيوي)	0.52	0.15	

هذه النتائج مخالفة لدراسة AL-Moosa et al (2021) [26] لتأثير مستويات مختلفة من الفحم النباتي (0 و1 و1.5 و2 و2.5 و3%)، على بعض صفات النمو لمحصول الشوفان (*Avena sativa* L.). إذ أظهرت نتائج الدراسة زيادة في ارتفاع النبات وكذلك الوزن الجاف.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

الزيادة المعنوية الملاحظة في صفات النمو المدروسة (عدد الأوراق، ارتفاع النبات، الوزن الرطب) في معاملة إضافة الفحم الحيوي (4%) يمكن أن تعزى إلى دور الفحم الحيوي في تحرر العناصر الغذائية الضرورية لاستطالة الخلايا وانقسامها وكذلك نمو وتطور النبات، كما يمكن أن تعزى إلى أن الفحم الحيوي يمكنه أن يعزز نمو النبات إما بشكل مباشر وذلك من خلال المساهمة في توفير المغذيات المعدنية في التربة مثل (Caو Mg وK وP وS) وغيرها أو بشكل غير مباشر من خلال تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة، وينعكس بذلك على جودة الإنتاج الزراعي [27]؛ [28]، وقد يرجع السبب أيضا في الزيادة المعنوية لصفات النمو إلى الفوائد الإيجابية للفحم الحيوي في تحسين نمو النبات وذلك من خلال زيادة مستوى الكربون العضوي والنيتروجين والفوسفور في التربة [29]، كما أن إضافة الفحم إلى التربة يؤثر بشكل إيجابي في بنيتها وقوامها ومساميتها وكثافتها الظاهرية، وأن الفحم يتمتع بخصائص فيزيائية مميزة تتمثل في هيكله المسامي والمساحة السطحية العالية لجزيئاته، إذ أن تركيبته الجزيئية على درجة عالية من الاستقرار الكيميائي والميكروبي وهذه البنية توفر بيئة ملائمة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة مثل البكتيريا والميكورايزا كما تؤثر هذه البنية على ارتباط الكاتيونات والأنيونات المغذية ويعزز توافر النيتروجين والفوسفور[30]، علاوة على ذلك فإن للفحم الحيوي دورا في رفع كفاءة استخدام المياه وتحسين الصفات المرفولوجية للنبات [25]. أما عدم وجود تأثير معنوي لإضافة الفحم الحيوي على طول الجذر فقد يعزى ذلك إلى أن أحجام الأصص صغيرة نوعا ما وغير ملائمة وبالتالي لا توجد فرصة لمزيد من النمو والتمدد للجذور، فقد أورد Poorter (2012) [31] أن لاستخدام الأصص محدودة الحجم لأغراض البحث عيوب، فالاصص الصغيرة تعني وجود كمية صغيرة من التربة وبالتالي انخفاضا في توفر الماء والعناصر الغذائية للنبات بالإضافة إلى أن جذران الأصص عادة ما تعيق نمو الجذور.

4. الخلاصة:

تقدم هذه الدراسة العملية تحليلا شاملا لتأثير إضافة الفحم الحيوي على صفات نمو نبات الجرجير. أظهرت نتائج الدراسة أن إضافة الفحم الحيوي لبيئة النمو قد حسن

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

بشكل ملحوظ من نمو نبات الجرجير، خاصة فيما يتعلق بصفات (عدد الأوراق، ارتفاع النبات، الوزن الرطب) حيث تفوقت بمقدار (36%، 28%، 80%) على التوالي، مقارنة بالشاهد، بينما كان التأثير أقل على صفتي (طول الجذر، الوزن الجاف). تعتبر هذه الدراسة خطوة هامة نحو فهم أعمق لتأثير استخدام الفحم الحيوي كأداة فعالة للمساهمة في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية مما ينعكس إيجابا على نمو نبات الجرجير وتحسين انتاجيته.

5. التوصيات:

1. نشر ثقافة إعادة تدوير بقايا المزروعات والمخلفات بتحويلها إلى فحم حيوي واستخدامه في تخصيب التربة وإدامة قابليتها للإنتاج، والتخفيف من تأثير هذه المخلفات على البيئة.
2. توعية المزارعين على استخدام المعاملات الزراعية المتمثلة في الأسمدة العضوية الخضراء الصديقة للبيئة والتي من شأنها تعزيز نمو النبات وتحسين إنتاجيته وجودته، والتقليل من الأسمدة الكيماوية التي لها تأثير سلبي على صحة الإنسان والبيئة.
3. التوسع في هذه الدراسات والتجارب وذلك باستخدام تركيزات مختلفة من الفحم الحيوي.

المراجع References

[1] الدجوى، ع. (1996). تكنولوجيا زراعة وإنتاج الخضار. مكتبة مدبولي، جمهورية مصر العربية. ص ص: 399-400.

[2] Mohammed, H. C., & Rafiq, A. (2009). Investigating possibility of using least desirable edible oil of Eruca sativa in bio diesel production. Pakistan Journal of Botany, 41(1), 481-487.

[3] Heimler, D., Isolani, L., Vignolini, P., Tombllin, S., & Romani, A. (2007). Polyphenol content and antioxidative activity in some species of freshly consumed salads. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 1724-1729.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

[4]أبو زيد، ش. ن. (1986). النباتات والأعشاب الطبية. الطبعة الأولى. منشورات دار البحار دار مكتبة الهلال، بيروت.

[5]يونس، م. و.، و عبد الله، م. ح. (2013). استخلاص وفصل بعض المركبات الفعالة في نبات الجرجير ودراسة فعاليتها الحيوية. مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة، 7(3)، 90-95.

[6]Barlas, N. T., Irget, M. E., & Tepecik, M. (2011). Mineral content of the rocket plant (Eruca sativa). African Journal of Biotechnology, 10(64), 14080-14082.

[7]القاضي، ع. ع. الحكيم، و بشينة، ص. م. الرماح. (1997). استعمالات بعض النباتات في الطب الشعبي الليبي (الجزء الأول). الطبعة الخامسة. دار الكتب الوطنية، بنغازي.

[8]الوابل، م. إ.، وعثمان، ع. ر. (2015). استخدام الفحم في عملية التكمير لإنتاج سماد الكمبوست. (ترجمة) المبادرة الدولية للفحم الحيوي.

[9]Thies, J. E., & Rilling, M. C. (2009). Characteristics of biochar: Biological properties. In Biochar for environmental management. Science and Technology (pp. 85-126). Earthscan.

[10]Downie, A. E., Van Zwieten, L., Smernik, R. J., Morris, S., & Munroe, P. R. (2011). Terra Preta Australis: Reassessing the carbon storage capacity of temperate soils. Agriculture, Ecosystems & Environment, 140(1-2), 137-147.

[11]Emmanuel, D., & Anne, V. (2010). Bio-char from sawdust, maize stover and charcoal: Impact on water holding capacities (WHC) of three soils from Ghana. In 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World (pp. 1-6). Brisbane, Australia.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

[12] الشنقيطي، ع. الله، وجيل، ش. (2014). استخراج الفحم النباتي من مخلفات التمر في خطوة نحو تحسين نوعية التربة وانتاج الكتلة الحيوية. المركز الدولي للزراعة الملحية/ إكبا، 15(3)، 8-9.

[13] زيدان، ع.، ديب، م.، و عدبا، غ. (2023). تأثير التكامل بين الفحم الحيوي والتسميد المعدني في مواصفات العرنوس والإنتاج الحبي للذرة الصفراء (*Zea mays* L.) في ظروف الساحل السوري. مجلة جامعة تشرين – العلوم البيولوجية، 45(3)، 385-396.

[14] زيدان، ع.، جزدان، ع. إ.، و حيدر، ع. م. (2021). تأثير التكامل بين الفحم الحيوي Biochar والتسميد المعدني في إنتاج القمح ونسبة البروتين في الحبوب. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم البيولوجية، 43(4)، 79-90.

[15] Woolf, D., Amonette, J. E., Street-Perrott, F. A., Lehmann, J., & Joseph, S. (2010). Sustainable biochar to mitigate global climate change. Nature Communications, 1, 1-9.

[16] Gong, Y., Xiong, Z., & Cheng, L. (2017). Phosphate and ammonium adsorption of the modified biochar based on Phragmites Australis after phytoremediation. Environmental Science and Pollution Research, 11, 9-24.

[17] Jeffery, S., Verheijen, F. G., van der Velde, M., & Bastos, A. C. (2011). A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment. https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.08.015

[18] Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., van der Velde, M., & Diafas, I. (2010). Biochar application to soils: A critical scientific review of effects on soil properties processes and

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

functions. European Commission, Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, 166.

[19] Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - A review. Biology and Fertility of Soils, 35(4), 219-230.

[20] قاسم، ر. س.، نصور، م.، و هيفا، س. (2021). تأثير إضافة ماء الجفت والفحم الحيوي في نمو وإزهار وإنتاج الكورمات لنبات الفريزيا *Freesia hybrida* L. مجلة جامعة حماة، 4(21)، 57–72.

[21] Mancy, A. G., & Sheta, M. H. (2021). Evaluation of biochar and compost ability to improve soil moisture content and nutrients retention. Al-Azhar Journal of Agriculture Research, 46(1), 153-165.

[22] سليمان، ش. م.، مجيد، آ. ع.، و السلامة، ي. (2022). تأثير الفحم الحيوي على بعض مؤشرات النمو لغراس السرو دائم الاخضرار *Cupressus sempervirens* L. مجلة جامعة البعث، 44(18)، 111–126.

[23] Tarin, M. W. K., Fan, L., Tayyip, M., Sarfraz, R., Chen, L. H. T., Rong, L., Chen, L., & Zheng, Y. (2018). Effects of bamboo biochar amendment on the growth and physiological characteristics of Fokienia hodginsii. Applied Ecology and Environmental Research, 16(6), 8055-8074.

[24] Ohtsuka, T., Tomotsune, T., Ando, M., Tsukimori, M., Koizumi, Y., & Yoshitake, S. (2021). Effects of the application of biochar to plant growth and net primary production in an oak forest. Forests, 12(2), 152. https://doi.org/10.3390/f12020152

[25] سومر، ح.، بركات، م.، و درويش، م. (2023). تأثير إضافة كربوكسي ميثيل سليلوز والفحم الحيوي على مؤشرات النمو وكفاءة استخدام المياه لمحصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). مجلة جامعة البعث، 45(10)، 11–36.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 3/ 7 /2024م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 31/ 7/2024م

[26] AL-Moosa, M., AL-Wally, N., & Muhsin, S. (2021). Influence of different levels of biochar in some soil physical properties and growth parameters of Oat (*Avena sativa* L.). Al-Muthanna Journal for Agriculture Sciences, 8(2), 204-216.

[27] Cheng, Y., Cai, Z., Chang, S., Wang, J., & Zhang, J. (2012). Wheat straw and its biochar have contrasting effects on inorganic N retention and N2O production in a cultivated Black Chernozem. Biology and Fertility of Soils, 48(8), 941-946.

[28] Enders, A., Hanley, K., Whitman, T., Joseph, S., & Lehmann, J. (2012). Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance. Bioresource Technology, 114, 644-653.

[29] Uzoma, K. C., Inoue, M., Andry, H., Fujimaki, H., Zahoor, A., & Nishihara, E. (2011). Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. Soil Use and Management, 27(2), 205-212.

[30] Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., & Hipps, N. A. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant and Soil, 337(1), 1-18.

[31] Poorter, H., Climent, J., van Dusschoten, D., Bühler, J., & Postma, J. A. (2012). Pot size matters: a meta-analysis on the effects of rooting volume on plant growth. Functional Plant Biology, 39(11), 839-850.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية