



جامعة الموصل
كلية الزراعة والغابات

**تأثير الري بالتنقيط والفحم الحيوي على بعض الخصائص
الفيزيائية للتربة ونمو وحاصل صنفين من الخس
(*Lactuca sativa* L.)**

هدى فارس سعد الدين السردار

**رسالة ماجستير
علوم التربة والموارد المائية**

إشراف

الدكتور أحمد خير الدين عبد السلام الدكتور فاضل فتحي رجب إبراهيم

أستاذ

مدرس

2025م

1447هـ

الخلاصة

أجريت الدراسة في بيت بلاستيكي غير مدفأ للحقل الواقع في منطقة الغابات التابع لكلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل، خلال موسم النمو 2024-2025. تضمنت الدراسة ثلاثة عوامل، العامل الأول :- ثلاثة مستويات من الري بالتقيط (50، 75 و 100) % من السعة الحقلية، والعامل الثاني :- مستويات من الفحم الحيوي (0، 0.5) %، والعامل الثالث :- صنفين من أصناف الخس المستوردة (Rama و Nader)، تم إضافة الفحم الحيوي عند تحضير التربة وقبل زراعة الشتلات بذلك تضمنت التجربة 12 معاملة ($2 \times 2 \times 3$) في المكرر الواحد وبثلاثة مكررات (36 معاملة في التجربة)، زرعت البذور بتاريخ 2024/12/14 وتم شتلها في البيت البلاستيكي بتاريخ 2025/1/11 نفذت الدراسة باستخدام تجربة عاملية داخل قطع منشقة (Factorial Experiment Within Split-plots) في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) اذ وضعت الأصناف في القطع الرئيسية (Main plots)، في حين وزعت مستويات الري ومستويات الفحم الحيوي عشوائيا في القطع الثانوية (Sub plots).

تم تحليل النتائج احصائيا حسب التصميم المستخدم وقورنت المتوسطات حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال $0.05 \geq$.

لخصت النتائج على النحو الآتي:

الصفات الفيزيائية:-

- عند إضافة الفحم الحيوي بنسبة 0.5% للتربة أدت الى انخفاض معنوي في الكثافة الظاهرية مقارنة بمعاملة عدم إضافة الفحم للتربة بنسبة انخفاض مقدارها 8.39%، اذ بلغت قيمة الكثافة الظاهرية قبل الإضافة وبعد الإضافة على التوالي (1.42 و 1.55) Mg m^{-3} .
- اظهرت الدراسة ان إضافة الفحم الحيوي الى التربة بمستوى 0.5% أدت الى زيادة معنوية في مسامية التربة، اذ بلغت قيمة مسامية التربة عند معاملة عدم الإضافة (41.6) % في حين بلغت قيمة المسامية بعد الإضافة (46.5) %.
- بلغت الايصالية المائية المشبعة بمعاملة عدم إضافة الفحم الحيوي للتربة (0.626) cm hr^{-1} وازدادت قيمتها معنويا عند إضافة الفحم الحيوي للتربة بمستوى 0.5% الى (0.843) cm hr^{-1} .

- إنَّ إضافة الفحم الحيوي للتربة بنسبة 0.5% عمل على ارتفاع معنوي في حدود اتريبرج عند حد السيولة وإيجابي عند حد اللدانة مقارنة بعدم إضافة الفحم الحيوي للتربة، إذ بلغت قيم حدي السيولة واللدانة قبل إضافة الفحم الحيوي للتربة على التوالي (40.68) و(29.10) %، في حين بلغت قيم حدي السيولة واللدانة بعد إضافة الفحم الحيوي للتربة على التوالي (43.52) و(30.84) %، وعند إضافة الفحم الحيوي بمستوى 0.5% لدليل اللدانة وفعالية الطين أزدادت قيمها معنوياً إذ بلغت القيم على التوالي (12.68) %، 0.246 بينما كانت القيم عند عدم إضافة الفحم الحيوي للتربة على التوالي (11.58) %، 0.225.
- زيادة معنوية في قيم ثباتية التجمعات عند إضافة الفحم الحيوي للتربة قياساً بعدم إضافة الفحم للتربة مع اختلاف أقطار المناخل المستخدمة، بلغت قيم ثباتية التجمعات على التوالي لكل منخل عند إضافة الفحم (86.219، 15.291، 0.439، 0.150، 0.039) %، بينما قيمها عند عدم إضافة فحم حيوي للتربة على التوالي (78.842، 5.006، 0.079، 0.093، 0) %.
- أدَّت إضافة الفحم الحيوي بنسبة 0.5% للتربة الى زيادة معنوية بمعدل القطر الموزون بالمقارنة مع عدم إضافة فحم حيوي للتربة، إذ كانت قيمتها (4.796) mm قبل إضافة الفحم الحيوي، إلا أنَّ بعد إضافة الفحم للتربة بلغت قيمة هذه الصفة (5.012) mm.
- بلغت قيم المحتوى الرطوبي الحجمي قبل إضافة الفحم الحيوي للتربة (0.339، 0.464، 0.526)، 0.290، 0.253، 0.239، 0.210، 0.171، 0.138) $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ عند الشدود المقاسة (0، 10، 33، 100، 300، 500، 700، 1000، 1500) kPa على التوالي، في حين ارتفعت هذه القيم بعد إضافة الفحم الحيوي الى (0.549، 0.483، 0.344، 0.315، 0.267، 0.251، 0.236، 0.184، 0.147) $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ عند نفس الشدود المذكورة أعلاه على التوالي.

صفات النمو الخضري والحاصل:-

- النباتات النامية تحت مستويات الري 75% ، 100% من السعة الحقلية أظهرت زيادة معنوية في وزن الرأس والحاصل الكلي للرؤوس قياساً بمستوى 50% من السعة الحقلية، إذ بلغت قيم الصفتان في هذين المستويين 785.42 و817.50 غم رأس¹ و7.8542 و8.1750 كغم متر² على التوالي لكل مستوى ري ولكل صفة.
- أظهرت النباتات التي تم إضافة الفحم الحيوي إلى تربتها بالمستوى 0.5% قياساً بالنباتات التي لم يتم إضافة الفحم إلى تربتها أي المستوى 0% من الفحم الحيوي زيادات معنوية في

عدد الأوراق ومحيط الرأس ووزن الرأس والحاصل الكلي للرؤوس إذ بلغت قيم هذه الصفات على التوالي 49.500 ورقة نبات¹⁻ و 58.3889 سم رأس¹⁻ و 821.67 غم رأس¹⁻ و 8.2167 كغم متر².

- تميزت نباتات الصنف Rama بتفوقها المعنوي على نباتات الصنف Nader في صفات محتوى الأوراق من الكلوروفيل وارتفاع النبات وعدد الأوراق ووزن الرأس والحاصل الكلي للرؤوس، إذ بلغت قيم هذه الصفات في الصنف المتفوق معنويًا بالتوالي للصفات 34.833 SPAD و 35.4723 سم نبات¹⁻ و 49.278 ورقة نبات¹⁻ و 825.56 غم رأس¹⁻ و 8.2556 كغم متر².

- ظهرت تأثيرات معنوية في حالة التداخلات الثنائية والثلاثية في أغلب الصفات المدروسة وتماشت مع التأثير المنفرد كل على حدة، بشكل عام فإن أفضل معاملات تداخل ثنائي في وزن الرأس والحاصل الكلي للرؤوس تم التوصل إليها كآلاتي: في حالة تداخل بين مستويات الري ومستويات الفحم الحيوي فأفضل معاملة للتداخل في الصفتين المذكورتين أعلاه تم التوصل إليها في حالة تداخل مستوى الري 100% من السعة الحقلية مع مستوى 0.5% من الفحم الحيوي، إذ بلغت هاتان الصفتان من التداخل 886.67 غم رأس¹⁻ و 8.8667 كغم متر² على التوالي.

- في حالة تداخل مستويات الري مع الأصناف فإن أفضل معاملة للتداخل تم التوصل إليها في مستوى ري 75% من السعة الحقلية مع نباتات الصنف Rama، إذ بلغت قيم الصفتين 847.50 غم رأس¹⁻ و 8.4750 كغم متر² على التوالي.

- بالنسبة لتداخل مستويات الفحم الحيوي مع الأصناف فإن أفضل معاملة للتداخل تم تسجيلها في تداخل مستوى 0.5% مع نباتات صنف Rama، إذ بلغت القيم للصفتان 856.67 غم رأس¹⁻ و 8.5667 كغم متر² على التوالي.

- ظهر أفضل تداخل ثلاثي في وزن الرأس والحاصل الكلي للرؤوس في حالة تداخل مستوى ري 100% من السعة الحقلية مع 0.5% من إضافة الفحم الحيوي مع نباتات الصنف Rama، إذ بلغت هذه القيم 900.00 غم رأس¹⁻ و 9.0000 كغم متر² على التوالي.

Summary

The study was conducted in the field of the tourist forest area of the College of Agriculture and Forestry / University of Mosul, During the 2024-2025 growing season, the study included three factors: The first factor: Three levels of drip irrigation (50, 75, 100) % of the field capacity, The second factor: two levels of biochar (0, 0.5) %, The third factor: two types of Foreign lettuce (Nader, Rama). Biochar was added to the soil at the preparation stage before preparing the seedlings for planting. Thus, the experiment included 12 treatments (3*2*2) in each replicate and three replicates (36 treatments in the experiment). The study was conducted using a factorial experiment within split plots. In a randomized complete block design (R.C.B.D), the cultivars were placed in the main plots while the irrigation levels and biochar levels were randomly distributed in the sub plots.

The results were statistically analyzed according to the design used, and the average was compared using Duncan's multiple range test at a probability level of ≤ 0.05 .

The results were summarized as follows:

Physical characteristics:

- Adding 0.5% biochar to the soil resulted in 8.39% decrease in apparent density compared to the treatment without biochar to the soil. The apparent density before and after addition reached (1.55 and 1.42) Mg cm^{-3} , respectively.
- The study showed that adding biochar to the soil at a level of 0.5% increased soil porosity. The soil porosity value reached (41.6) % in the treatment without addition, while the porosity value after addition reached (46.5)%.
- The saturated water conductivity in the treatment without adding biochar to the soil reached (0.626) cm hr^{-1} . At the same time, its value increased significantly when adding biochar to the soil at a level of 0.5% to (0.843) cm hr^{-1} .
- The addition of biochar to the soil at a rate of 0.5% led to a significant increase in the Atterberg limits, specifically the liquid limit and positive increase in plastic limit, compared to the control treatment without biochar

application. The liquid and plastic limits prior to biochar incorporation were 40.68 and 29.10%, respectively, whereas following biochar addition, these values increased to 43.52 and 30.84%, respectively. When biochar was added at a rate of 0.5%, both the plasticity index and clay activity increased significantly, reaching values of 12.68% and 0.246, respectively in contrast, without the addition of biochar, the values were 11.58% and 0.225, respectively.

- Aggregate stability values increased significantly when biochar was added to the soil compared to when no biochar was added to the soil, with different sieve diameters used. Aggregate stability values, respectively, for each sieve when biochar was added were (86.219, 15.291, 0.439, 0.150, 0.039) % while aggregate stability values when no biochar was added to the soil were (78.842, 5.006, 0.079, 0.093, 0) % respectively.

- Adding 0.5% of biochar to the soil significantly increased the weighted diameter by (4.796)mm compared to adding no biochar to the soil. However, after adding biochar to the soil, the value of this characteristic reached (5.012) mm.

- The values of volumetric water content before the addition of biochar to the soil were (0.526, 0.464, 0.339, 0.290, 0.253, 0.239, 0.210, 0.171, 0.138) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ at the measured matric suctions of (0, 10, 33, 100, 300, 500, 700, 1000, 1500) kPa, respectively. In contrast, these values increased after the addition of biochar to (0.549, 0.483, 0.344, 0.315, 0.267, 0.251, 0.236, 0.184, 0.147) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ at the same aforementioned suctions, respectively.

Vegetative growth characteristics and yield:

- Plants grown under irrigation levels of 75 and 100% of field capacity showed a positive increase in each of the traits of leaf chlorophyll content, plant height, and head circumference. However, they did not reach the level of significant compared to plants grown under conditions of 50% of field capacity. The effects at these two levels (75 and 100%) reached the level of significant in each of the traits of head weight and total yield of heads compared to the level of 50% of field capacity, as the values of these traits at these two levels reached 785.42 and 817.50 g head^{-1} and 7.8542

Summary

and 8.1750 kg m², respectively, for each irrigation level and each trait. The best treatment in terms of these two traits was achieved in the case of plants grown at 100% field capacity, as the head weight and total yield reached the highest significant values.

- Plants that had biochar added to their soil at a level of 0.5% compared to plants that had no biochar added to their soil, that is at a level of 0% biochar, showed positive increases in some traits and significant increases in other characteristics. Among the traits that increased positively when biochar was added were the chlorophyll content of leaves and the percentage of dry matter in leaves, as the values of these traits reached 32.638SPAD and 6.1594%, respectively, for each trait. Its addition led to a significant increase in the number of leaves, head circumference, head weight, and total head yield, as the values of these traits reached 49.500 leaves/plant⁻¹, 58.3889 cm head⁻¹, 821.67 g head⁻¹, and 8.2167 kg m², respectively.
- Rama cultivar plants were significantly superior to Nader cultivar plants in the traits of chlorophyll content of leaves, plant height, number of leaves, head weight and total yield of heads, as the values of these traits in the significantly superior cultivar reached, respectively, for each trait, 34.833 SPAD, 35.4723 cm plant⁻¹, 49.278 leaves plant⁻¹, 825.56 g head⁻¹ and 8.2556 kg m².
- Significant effects appeared in the case of binary and triple interactions in most of the studied traits. In general, the best binary interaction coefficients in head weight and heads yield were reached as follows: In the case of interaction between irrigation levels and biochar levels, the best interaction treatment in the two traits mentioned above was reached in the case of interaction of 100% irrigation level of field capacity with 0.5% biochar level, as these two interaction traits reached 886.67 g head⁻¹ and 8.8667 kg m².
- In the case of interaction irrigation levels with cultivars, the best interaction treatment was achieved at 75% of field capacity irrigation with Rama plants, reaching 847.50 g head⁻¹ and 8.4750 kg m⁻².

Summary

- Regarding the interaction of biochar levels with cultivars, the best interaction treatment was recorded at 0.5% irrigation level with Rama plants, reaching values of 856.67 g head⁻¹ and 8.5667 kg m⁻².
- The best triple-interaction in head weight and total head yield was achieved at 100% of field capacity irrigation with 0.5% biochar addition with Rama plants, reaching values of 900.00 g head⁻¹ and 9.0000 kg m⁻².

University of Mosul
College of Agriculture and Forestry



**Effect of Drip Irrigation and Biochar on Some
Soil Physical Properties, Growth and Yield of Two
Lettuce Cultivars
(*Lactuca sativa* L.)**

Huda Faris Saaduldeen ALsardar

**M.Sc. Thesis
Soil Science and Water Resource**

Supervised by

Dr. Ahmed Kh. Abdulsalam Dr. Fathel F. R. Ibraheem

Lecturer

Professor

1447 A.H.

2025 A.D.