The integration effect between biochar and NPK fertilization on maize production and cob specifications under Syrian coast conditions.

Dr. Ali Zidan*
Dr. Mais Deeb**
Ghina Adba***

(Received 23 / 2 / 2023. Accepted 8 / 6 /2023)

□ ABSTRACT □

This research was carried out in the village of Jiditi in Tartous governorate in summer season of 2021, to study the integration effect of adding three levels of biochar (B_2=2%, B_1=1%, B_0=0%) by weight with four levels of mineral fertilizer (F_3=100%, F_2=75%, F_1=50%. F_0=0%) of the recommended fertilizer equation on production and cobs specifications of Zea mays (v, Ghouta 82), the design of the complete random blocks was adopted in this work, with three replications and 15 plants per replicate.
The results showed that the addition of biochar to the soil individually had a positive effect on the cob characteristics and the grain yield of maize, but the combined effects of biochar with mineral fertilization were more significant than the individual effects of each of them separately, where the treatment B_2F_3 consisting of 100% of the fertilizer equation achieved with 2% Biochar has recorded the highest value of the grain yield of (10.67 tons/h), with an increase of 108% compared to the control.

Key wards; Zea mays, Biochar, Mineral fertilizer, Recommended fertilizer equation.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Professor, Soil and Water Sciences Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. Zidannet13@yahoo.com**
****Researcher at General Commission of Scientific Agricultural Research- Tartous -Syria mais.deeb@yahoo.com**
*****Postgraduate Student, Soil and water sciences Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. Adbaghina@gmail.com**

تأثير التكامل بين الفحم الحيوي والتسميد المعدني في مواصفات العرنوس والإنتاج الحبي للذرة الصفراء (*Zea mays L*) في ظروف الساحل السوري.

د. علي زيدان *

د. ميس ديب**

غنى عدبا***

(تاريخ الإيداع 23 / 2 / 2023. قبل للنشر في 8 / 6 / 2023)

□ ملخّص □

نفذ هذا البحث في قرية جديتي التابعة لمحافظة طرطوس في الموسم الصيفي لعام 2021 لدراسة الأثر التكاملي لإضافة ثلاث مستويات من الفحم الحيوي (B_2=2%, B_1=1%, B_0=0%) من التربة وزناً مع أربعة مستويات من السماد المعدني وفق التوصية السمادية (F_3=100%, F_2=75%, F_1=50%. F_0=0%) من المعادلة السمادية الموصى بها في إنتاجية الذرة الصفراء صنف غوطة 82، وقد اعتمد تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في تصميم البحث بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة و15نباتاً في المكرر الواحد.

أظهرت النتائج أن إضافة الفحم الحيوي للتربة بشكل منفرد كان له تأثيراً إيجابياً في مواصفات العرنوس وفي الإنتاجية الحبية للذرة الصفراء، لكن التأثيرات المشتركة للفحم الحيوي مع التسميد المعدني كانت أكثر معنوية من التأثيرات الافرادية لكل منهما حيث حققت المعاملة (B_2F_3) المكونة من (100%) من المعادلة السمادية مع (2%) فحم حيوي أعلى قيمة في الإنتاج الحبي حيث سجلت (10.67 طن/هـ) وبزيادة بحدود (108%) مقارنة بالشاهد.

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء، الفحم الحيوي، السماد المعدني، المعادلة السمادية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* أستاذ – قسم علوم التربة والمياه- كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية. Zidannet13@yahoo.com

** باحثة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – طرطوس- سورية. Mais.deeb@yahoo.com

*** طالبة ماجستير – قسم علوم التربة والمياه- كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية-سورية.adbaghina@gmail.com

مقدمة:

الأسمدة المعدنية هي المدخلات الزراعية الرئيسية التي تستخدم لزيادة إنتاجية المحاصيل في جميع أنحاء العالم، وعلى الرغم من أن استخدامها يعوض بسرعة نقص العناصر الغذائية في التربة أو النبات، إلا أن الاستخدام المكثف لها يؤثر سلبًا على البيئة وإنتاجية المحاصيل. (Lee et al, 2021)، وبالتالي أصبحت الحاجة إلى زيادة غلة المحاصيل، وخفض تكلفة الإنتاج، والحفاظ على صحة التربة وسلامة البيئة، والحصول على منتج نباتي خالي من الآثار المتبقية للأسمدة المعدنية والمبيدات تحدياً لضمان الزراعة المستدامة، (Arif et al, 2012).

بدأ استخدام الفحم الحيوي مع الأسمدة المعدنية أو العضوية ينتشر كإحدى التقنيات الحديثة المستخدمة للإدارة المستدامة للتربة للحصول على إنتاج أكبر بأقل ضرر للتربة والبيئة، (Zheng et al, 2010).

يمكن التعريف بالفحم الحيوي Biochar بأنه عبارة عن مادة صلبة متفحمة يتم الحصول عليها من التحلل الحراري Pyrolysis للمادة العضوية في بيئة محدودة أو عديمة الأكسجين، مما يؤدي إلى تكوين الفحم الغني بالكربون والذي يتميز بمقاومة عالية للتحلل البيولوجي (Thies and Rillig, 2009) ونتيجة لذلك، يمكن أن يستمر في التربة بثبات وبدون تغير لقرون عديدة (Downie et al, 2011).

لوحظ أن لإضافة الفحم الحيوي للتربة، العديد من الفوائد الزراعية، كتقليل فقد العناصر الغذائية من خلال جريان المياه السطحية والجوفية، والتحرير التدريجي لهذه العناصر لإتاحتها للامتصاص من قبل النبات (Laird, 2008). فضلا عن تحسين سعة التبادل الكاتيونية CEC والأنيونية AEC، وزيادة تجمعات التربة، وتعزيز النشاط الميكروبي، والقدرة على الاحتفاظ بالمياه، وبالتالي تعزيز خصوبة التربة وإنتاج المحاصيل (Brandsfaka, et al, 2010). كما يعتبر الفحم الحيوي وفق (Rondon, et al, 2005)، خزانا ومثبتا للكربون في التربة، ويقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من التربة مثل CO_2 واكسيد النتروز وغاز الميثان.

من جهة أخرى، يعد محصول الذرة الصفراء (*Zea mays L*)، الذي يعود إلى العائلة النجيلية (*Graminaceae*)، من أهم المحاصيل الزراعية التي تزرع على نطاق واسع جداً في العالم، اذ يأتي في الأهمية بعد القمح والأرز في المساحة والانتاج، بسبب تعدد استعمالاته في تغذية الإنسان والحيوان ودخوله في مجالات صناعية عديدة، وكون الذرة الصفراء من المحاصيل الهامة اقتصادياً محلياً وعالمياً والذي يحتاج إلى معدلات تسميد عالية نسبياً للحصول على إنتاجية عالية من الأكواز وبنوعية جيدة، فقد وجد (Badu, et al, 2019)، أن استخدام السماد المركب من الفحم الحيوي مع السماد الآزوتي أدى إلى تحسين خصوبة التربة، وزيادة غلة الذرة، ويعزى ذلك إلى تحسين كفاءة امتصاص واستخدام الـ N.

أشار (Dzomeku, et al, 2018)، أن مزج الفحم الحيوي والتسميد المعدني عزز نمو وتطور الذرة، والمحصول النهائي للحبوب، ووزن الـ 100 حبة، وطول العرنوس ووزنه، وتم الحصول على أعلى أنتاج للحبوب عند أعلى مستوى من الفحم الحيوي والتسميد المعدني.

ذكر (Arif, et al, 2012) أن استخدام الفحم الحيوي مع السماد المعدني لـ NPK، ادى إلى زيادة عدد صفوف الحب على الكوز ووزن الألف حبة والمحصول الحبي والمحصول البيولوجي في الذرة وبالتالي أن الإدارة المتكاملة للمغذيات أفضل بكثير بالمقارنة مع السماد العضوي أو السماد المعدني، حيث أن استخدام الفحم الحيوي بمعدل (30طن/هـ) بالاشتراك مع السماد العضوي والسماد الآزوتي أدى إلى تحسين الغلة ومكونات الغلة لمحصول الذرة. كما وجد (Omara, et al, 2020)، أن خلط السماد الآزوتي المعدني مع الفحم الحيوي المنتج من خشب الصنوبر

أدى إلى زيادة محصول حبوب الذرة، وامتصاص عنصر الآزوت، وكفاءة استخدامه (NUE)، بنسبة (10–14%)، وذلك في التربة الرملية ذات الخصائص الفيزيائية والكيميائية الضعيفة.

وجد (Zhu, et al, 2015)، أن خلط سماد NPK المعدني مع الفحم الحيوي ادى إلى زيادة الكتلة الحيوية للذرة وكفاءة استخدام الـ N في التربة الحمراء، حيث كانت الكتلة الحيوية أعلى بحوالي 2.7 –3.5 مرة من تلك الناتجة عن NPK فقط، وحوالي 1.5– 1.6 مرة أعلى من تلك الناتجة عن الفحم الحيوي لوحده. كما بين (Zhu, et al, 2014)، أن تطبيق الفحم الحيوي المنتج من قش الأرز مع سماد NPK في سبع ترب حمراء حامضية شبه الاستوائية والاستوائية في الصين، أدى إلى زيادة قيمة pH التربة وإنتاجية محصول الذرة الصفراء وخفض تركيز شوارد الـ Al^{3+} القابلة للتبادل في جميع أنواع الترب التي تمت دراستها مقارنة بالشاهد، وبالتالي التخفيف من سميتها.

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً لأهمية محصول الذرة الصفراء محلياً وعالمياً والاستخدام العشوائي والمفرط للأسمدة وخاصة المعدنية فيها بغرض الحصول على إنتاج كبير، وانطلاقاً من الأهمية الاقتصادية والتصنيعية والقيمة الغذائية العالية لمحصول الذرة الصفراء وفي ضوء التوجه العالمي إلى الاستفادة من بقايا المحصول بدلاً من حرقها، لذلك فقد هدف البحث إلى:

- دراسة تأثير التكامل بين الفحم الحيوي والتسميد المعدني (NPK) في إنتاج الذرة الصفراء.
- تحديد المستوى الأمثل للخلط بين التسميد المعدني والفحم الحيوي الذي يحقق أفضل كفاءة استخدام للأسمدة المعدنية وأفضل إنتاجية ونوعية لمحصول الذرة الصفراء.

طرائق البحث ومواده:

1 – النبات:

تم اعتماد صنف الذرة الصفراء المحلي غوطة 82 لهذا البحث، حيث أنه صنف تركيبي متوسط التبكير بالنضج (110–120 يوم)، يصلح للزراعة التكثيفية، حبوبه ذات لون اصفر منغوزة قليلاً، ويبلغ متوسط إنتاجيته 6.35 طن/ هـ، وتم الحصول على هذه البذور من المؤسسة العامة لإكثار البذار.

2 – الفحم الحيوي:

تم تحضير الفحم الحيوي محليا من بقايا تقليم أشجار الحمضيات بطريقة التفحيم في ظروف لاهوائية على حرارة 400 – 500م^0، حيث أن هذه الحرارة كانت كافية للتوصل إلى فحم حيوي بمواصفات مناسبة وفق (Ibraheem, et al. 2020).

جدول(1)بعض مواصفات الفحم الحيوي

$pH_{1/1}$	$EC_{1/1}$	المادة العضوية	$CaCO_3$	N	K	P
	ميليموس/سم	%	الكلية%	%	ppm	
7.5	1.3	1.4	8.5	0.7	4500	8300

3 – الأسمدة المعدنية:

استخدمت الاسمدة المعدنية المتوفرة محلياً لتحقيق المعادلة السمادية الموصى بها في زراعة الذرة الصفراء في محافظة طرطوس، المكونة من سماد اليوريا 46% N كمصدر للآزوت بمعدل 300 كغ\هـ، والسوبرفوسفات الثلاثي 48% P_2O_5 كمصدر للفوسفور بمعدل 260كغ\هـ، وسلفات البوتاسيوم 50% K_2O كمصدر للبوتاسيوم بمعدل 240 كغ\هـ.

4 – موقع تنفيذ البحث:

نفذ هذا البحث في قرية جديتي التابعة لمحافظة طرطوس والتي ترتفع عن البحر 110م، حيث مواصفات تربة الموقع مبينة في الجدول (2):

جدول (2) يوضح بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة الموقع

$pH_{1/1}$	$EC_{1/1}$	المادة العضوية	$CaCO_3$		N	K	P	التوزع الحبيبي%		
	ميليموس/سم	%	كلية	فعالة	%	Ppm		رمل%	سلت%	طين%
6.92	0.25	3.36	أثار	أثار	0.174	352	14.49	38	14	48

حيث تبدو التربة طينية معتدلة التفاعل غير مالحة غنية بالمادة العضوية والعناصر الكبرى (NPK).

5 –معاملات التجربة:

تتضمن هذه التجربة (12) معاملة (T)، مكونة من تداخل أربعة مستويات من التسميد المعدني وفق التوصية السمادية (F_3=100%, F_2=75%, F_1=50%. F_0=0%)، من التوصية السمادية المعتمدة من قبل الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية لمحصول الذرة الصفراء، متداخلة مع ثلاث مستويات من الفحم الحيوي (B_2=2%, B_1=1%, B_0=0%) من التربة وزناً، ولكل معاملة ثلاثة مكررات وبالتالي سيكون عدد القطع التجريبية (4x3x3=36) حيث أن:

جدول(3) يبين معاملات التجربة

المعاملة T	الرمز	البيان
T1	B_0F_0	= تربة بدون سمادNPK وبدون فحم حيوي
T2	B_0F_1	= تربة + 50% من التوصية السمادية وبدون فحم حيوي
T3	B_0F_2	= تربة + 75% من التوصية السمادية وبدون فحم حيوي
T4	B_0F_3	= تربة + 100% من التوصية السمادية وبدون فحم حيوي
T5	B_1F_0	= تربة بدون سماد NPK +1% فحم حيوي
T6	B_1F_1	= تربة + 50% من التوصية السمادية + 1% فحم حيوي
T7	B_1F_2	= تربة + 75% من التوصية السمادية + 1% فحم حيوي
T8	B_1F_3	= تربة + 100% من التوصية السمادية + 1% فحم حيوي
T9	B_2F_0	= تربة بدون سماد NPK +2% فحم حيوي
T10	B_2F_1	= تربة + 50% من التوصية السمادية + 2% فحم حيوي
T11	B_2F_2	= تربة + 75% من التوصية السمادية +2% فحم حيوي
T12	B_2F_3	= تربة + 100% من التوصية السمادية +2% فحم حيوي

6 - الزراعة والمتابعة:

تمت حراثة الأرض وتمهيدها وتقسيمها إلى قطع تجريبية مساحة كل قطعة (5,2 م^2)، وتم خلط الفحم الحيوي مع السماد العضوي (الزبل البقري)، مع التربة السطحية بعمق(15سم)، وتم إعطاء رية تطويف تساهم في استقرار التربة وذلك قبل اسبوع من الزراعة، وأضيف إلى التربة كل من السماد الفوسفاتي والبوتاسي وذلك لمرة واحدة قبل الزراعة مع 25% من كمية السماد الآزوتي وفق النسب المحددة في معاملات التسميد المعدني، وأضيف ما تبقى من السماد الآزوتي في الدفعات المقررة في المعاملات على ثلاث دفعات متساوية كل منها يعادل، 25% بعد 20 و 40و 60يوم من الانبات. وتم زراعة بذور الذرة الصفراء (صنف غوطة 82)، وذلك على ثلاثة خطوط بطول (2.6م)، وعرض كل خط (60 سم)، وزرعت النباتات بمسافة (40سم)، بين كل نباتين متتاليين بحيث تضم كل مسكبة (15 نبات)، مع ترك ممرات خدمة بين المساكب بعرض متر، وتم الري على خطوط بمعدل رية كل 5 أيام في البداية وحسب حاجة النباتات خلال مراحل النمو لاحقا، وأجريت عمليات التعشيب والترقيع والعزيق يدوياً، وتم قطف العرانيس عند النضج.

7- المؤشرات المدروسة:

تم الحصاد في مرحلة النضج الفيزيولوجي حيث: تم اختيار 3عرانيس ممثلة من خط الزراعة الاوسط من كل قطعة تجريبية وتم اخذ القراءات التالية:

- صفات العرنوس من ناحية الوزن الرطب والجاف للعرنوس وعدد صفوف الحب على العرنوس وعدد الحبوب في الصف الواحد.
- وزن الـ 100 حبة والإنتاج الحبي لكل قطعة تجريبية وحسبت الإنتاجية الكلية مقدرة بالـ طن/هكتار. حيث أن:

$$\text{الإنتاجية الكلية} = \frac{\text{إنتاجية القطعة التجريبية (طن)}}{\text{مساحة القطعة التجريبية (م}^2\text{)}} \times 10000$$

-التحليل الإحصائي:

خضعت نتائج التجربة لتحليل التباين (ANOVA)، وجرى حساب أقل فرق معنوي (LSD)، عند مستوى معنوية 5%، لمتوسطات المعاملات وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي Genstat الإصدار الثاني عشر (NULL Corporation, 2009).

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج تحليل التباين (ANOVA) لمعاملات إضافة الفحم الحيوي والسماد المعدني للتربة في الجدول 4، وجود تأثيرات منخفضة المعنوية من درجة (<0.05) بالنسبة لتأثير الفحم الحيوي والتسميد المعدني في الوزن الطري والجاف وعدد الصفوف في العرنوس وبالنسبة لتأثير الفحم الحيوي في عدد الحبوب في الصف، لكنها كانت عالية المعنوية من درجة احتمالية (<0.001) في وزن المائة حبة والإنتاجية الحبية في الهكتار.

جدول(4): تحليل التباين لتأثير إضافة الفحم الحيوي والسماد المعني والتداخل بينهما للتربة في بعض مؤشرات الانتاج.

الخاصية	F.pro		
	B	F	BxF
الوزن الطري للعرنوس غ	*	*	NS
الوزن الجاف للعرنوس غ	*	*	*
عدد الصفوف \عرنوس	*	NS	NS
عدد الحبوب \صف	*	NS	NS
وزن الـ 100 حبة غ	***	***	***
الانتاج الحبي طن\هـ	***	***	NS

هذا ويبين الجدول (5) تغيرات متوسطات قيم الأوزان الطرية والجافة وعدد الصفوف على العرنوس وعدد الحبوب في الصف الواحد تحت تأثر المعاملات المختلفة لمستويات الفحم الحيوي والتسميد المعدني وتداخلاتهما في التربة.

الجدول(5) متوسطات قيم بعض مواصفات العرنوس تحت تأثير مستويات مختلفة من الفحم الحيوي والسماد المعدني في التربة.

المعاملة	متوسط وزن العرنوس غ		عدد الصفوف في العرنوس	عدد الحبوب في الصف
	الرطب	الجاف		
B_0F_0	265.0 bc	136.7 bc	16.00 c	29.33 d
B_0F_1	303.3 ab	157.3 ab	16.67 bc	38.00 ab
B_0F_2	256.0 bc	120.3 cd	16.00 c	33.00 cd
B_0F_3	295.0 ab	144.0 bc	16.00 c	34.33 ab
B_1F_0	218.3 c	103.0 d	17.67 abc	33.30 bcd
B_1F_1	306.7 ab	163.0 ab	18.33 abc	39.00 ab
B_1F_2	269.7 bc	127.0 bcd	18.00 abc	38.33 ab
B_1F_3	252.3 b	143.0 b	16.00 c	40.00 ab
B_2F_0	268.7 bc	148.7 b	16.33 bc	39.00 ab
B_2F_1	284.0 b	145.0 bc	17.00 bc	40.67 ab
B_2F_2	308.7 ab	152.0 ab	20.00 a	39.67 ab
B_2F_3	345.0 a	176.0 a	19.33 ab	44.67 a
$LSD_{0.05}$	55.97	26.83	2.737	10.41

حيث يظهر أقل فرق معنوي (LSD) بين متوسطات المعاملات لتأثير معاملات التسميد المعدني والفحم الحيوي، وجود تغيرات وفروق واضحة ومعنوية مقارنة بالشاهد وفيما بينها على مستوى ثقة (5%) وفق التالي:

1- التأثير في بعض صفات العرنوس:

- **1-1 وزن العرنوس (غ) :**

يوضح الجدول (5) وجود فروق معنوية في معاملات التجربة، للإضافات الافرادية للتربة من الفحم الحيوي والتسميد المعدني والخلط بينهما إلى زيادة معنوية في متوسط وزن العرنوس الطري والجاف مع تفوق معاملتي الحد الأعلى للفحم الحيوي مع كامل المعادلة السمادية B_2F_3 ومع نصف المعادلة السمادية B_2F_2، حيث حققتا (345 و 308.7 غ) للوزن الطري للعرنوس و (176 و 152 غ) للوزن الجاف على التوالي بزيادة تقدر بحوالي (30 و 16.5%) في الوزن الطري و(28.2 و 11%) في الوزن الجاف مقارنة مع معاملة الشاهد التي سجلت (265غ) للوزن الطري و (136.7غ) للوزن الجاف. هذا يتفق مع (Aguirre et al, 2021)، الذين حصلوا على نتائج مشابهة وعزوا ذلك إلى زيادة طول العرنوس وقطره وزيادة عدد الحبوب في الصف الواحد وبالتالي زيادة في وزن العرنوس.

- **1-2 عدد الصفوف في العرنوس:**

يلاحظ من الجدول (5) أيضا عدم وجود فروق معنوية بين معظم المعاملات، مع تركز الزيادات في عدد صفوف الحب على العرنوس في المعاملات الخليطة مع الفحم الحيوي تأكيدا لما ورد في التحليل الاحصائي في الجدول 2، مع تفوق المعاملتين B_2F_2 و B_2F_3 مرة أخرى على بقية المعاملات. تتوافق هذه النتيجة مع (Arif, et al, 2012) الذين

لاحظوا زيادة في عدد الصفوف على العرنوس عند استخدام الفحم الحيوي والسماد NPK معا وعزوا ذلك إلى التأثير الإيجابي للتكامل بينهما في التأثير على امتصاص العناصر الغذائية وخاصة الأزوت فضلا عن زيادة في قطر العرنوس التي أدت إلى زيادة عدد صفوف الحب عليه.

- **3-1 عدد الحبوب في الصف الواحد:**

بينت نتائج تحليل التباين في الجدول (4)عدم تأثر عدد الحبوب في الصف بالمعاملات المختلفة باستثناء المعاملات التي تحوي الفحم الحيوي، وظهر ذلك جليا في مقارنة المتوسطات عن طريق أقل فرق معنوي (LSD) على مستوى ثقة (5%) في الجدول (5) الذي يبين تفوق المعاملات حيث يوجد الفحم الحيوي مع تفوق المعاملة B_2F_3 على بقية المعاملات التي أدت الى زيادة بمعدل 52% في عدد الحبوب في الصف مقارنة بمعاملة الشاهد، قد يعود ذلك الى قدرة الفحم على تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية حسب رأي (Ali, et al, 2011) و Bocchi and Tano, (1994)، والفوائد الإيجابية للفحم الحيوي في تحسين نمو النبات من خلال زيادة مستوى الكربون العضوي والفوسفور والآزوت في التربة وفق (Uzoma, et al,2011) وتقليل فقد العناصر الغذائية من خلال جريان المياه السطحية والجوفية، والتحرير التدريجي لها لإتاحتها للامتصاص من قبل النبات وفق (Laird, 2008).

2- التأثير في وزن الـ 100 حبة والإنتاج الحبي في الهكتار:

بعد التحليل الاحصائي لنتائج أوزان الـ 100 حبة (غ)، والإنتاج الحبي (طن\هـ)، لكافة المعاملات، نزلت متوسطاتها في الجدول 6الذي يظهر فروقات معنوية بين المتوسطات على أساس قيمة أقل فرق معنوي (LSD) على مستوى ثقة 5%، وسجلت رموز المعنوية الى جانب القيم الرقمية، حيث تشير الحروف المتشابهة في نفس العمود الى عدم وجود فروق معنوية.

جدول (6): متوسطات وزن الـ 100 حبة والإنتاج الحبي للذرة الصفراء تحت تأثر المعاملات المختلفة لمستويات الفحم الحيوي والتسميد المعدني وتداخلاتهما في التربة.

المعاملة	وزن 100 حبة غ	الإنتاج طن/هكتار
B_0F_0	14.23 j	5.12 f
B_0F_1	17.45 i	6.35 ef
B_0F_2	20.32 f	7.35 de
B_0F_3	18.63 h	6.21 ef
B_1F_0	25.26 c	7.06 e
B_1F_1	23.49 d	8.23 bcd
B_1F_2	22.36 e	9.02 b
B_1F_3	19.93 g	7.37 cd
B_2F_0	27.72 b	8.39 bcd
B_2F_1	25.68 c	9.28 b
B_2F_2	27.33 b	10.17 a
B_2F_3	28.77 a	10.67 a
$LSD_{0.05}$	0.506	1.363

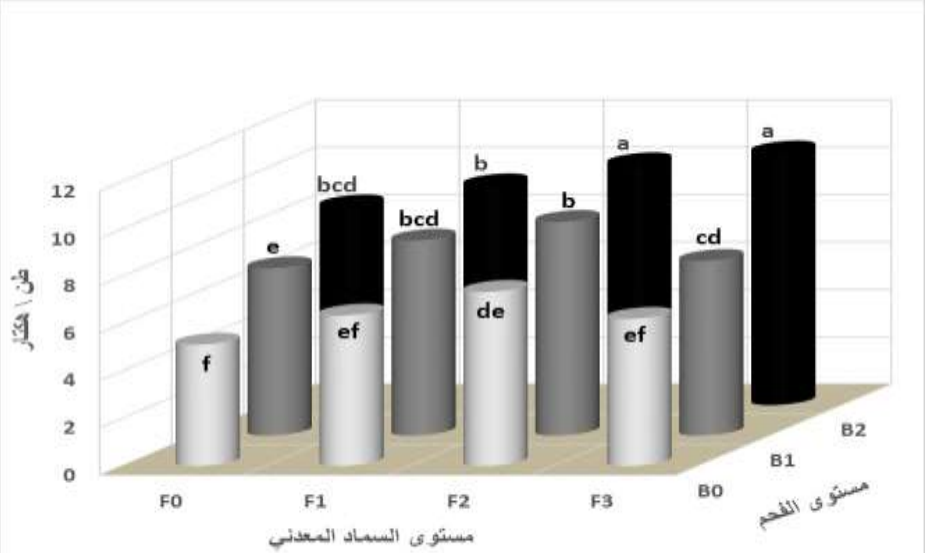
- **4-2-1وزن 100 حبة (غ):**

بينت نتائج المقارنات بين المتوسطات وفق ($LSD_{0.05}$)، كما هو موضح في الجدول (6) وجود تأثير معنوي لإضافة الفحم الحيوي مع الأسمدة المعدنية حيث سجلت المعاملة B_2F_3 لوزن الـ 100 حبة قيمة (28.77غ)، متفوقة على بقية المعاملات وبزيادة حوالي (102 %)، مقارنة مع معاملة الشاهد B_0F_0 وحوالي (54.4%)، مقارنة بالتوصية السمادية المعتمدة في زراعة الذرة الصفراء في المعاملة B_0F_3 ، فضلا عن أن معاملة المستوى الأول للفحم الحيوي لوحدها B_1F_0 بدون سماد معدني سجلت قيمة (25.26غ)، لوزن الـ 100حبة متفوقة أيضا على معاملة المعادلة السمادية المعتمدة بزيادة قدرت بحوالي (35.6%)، وقد تشابهت هذه النتائج مع ما أشار اليه (Arif, et al, 2012)، حيث ربطوا ذلك بدور الفحم الحيوي في تعزيز نمو النبات من خلال تحسين الخواص الفيزيائية والخصوبية والحيوية للتربة وبالتالي زيادة امتصاص واستخدام مغذيات التربة مما يساهم في زيادة تراكم البروتين والمواد الكربوهيدراتية المصنعة في أنسجة النبات والحبوب. كما توافقت هذه النتيجة أيضا مع نتائج كل من (Asai, et al, 2009) و (Delate and Camberdella, 2004)، الذيَن عزوا زيادة وزن الحبوب إلى مساهمة الفحم الحيوي في تعزيز إتاحة الآزوت للنباتات وبالتالي النمو الأمثل للعرانيس واكتمال تشكل الحبوب.

- **2-2 الإنتاج (طن/هكتار):**

تشير نتائج الجدول (6) إلى وجود فروق معنوية واضحة بين المعاملات حيث تفوقت المعاملة B_2F_3 المكونة من خليط المعادلة السمادية كاملة مع المستوى الثاني للفحم الحيوي على باقي المعاملات مسجلة (10.67طن\هـ)، من حبوب الذرة الجافة مؤدية إلى زيادة في الإنتاج بحوالي (108 %)، مقارنة مع معاملة الشاهد، تلتها المعاملة B_2F_2 المكونة من نصف المعادلة السمادية مع المستوى الثاني للفحم الحيوي مسجلة (10.17طن\هـ)، بزيادة قدرت بحوالي (98.6%)، مقارنة بمعاملة الشاهد، قد يعزى سبب هذه الزيادة في الإنتاجية الحبية لتأثير الفحم الحيوي على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه وتعزيز اتاحة العناصر الغذائية وتحسين ظروف التربة الحاضنة للكائنات الحية الدقيقة. جاءت هذه النتائج منسجمة مع نتائج (Uzoma, et al, 2011) الذين وجدوا زيادة في الكتلة الحيوية للذرة بنسبة (32%)، مقارنة مع الشاهد، وتوافقت هذه النتائج أيضا مع نتائج (Royo, et al, 1990) الذين لاحظوا زيادة في الإنتاج المحصولي نتيجة تحسين الفحم الحيوي لكفاءة استخدام الأسمدة المعدنية في التربة.

أما التأثير المشترك لمعاملات التداخل بين مستويات الفحم الحيوي ومستويات السماد المعدني في الإنتاجية الحبية للذرة فقد ظهر واضحا وعالي المعنوية من درجة (<0.001)، في تحليل التباين (ANOVA) في الجدول 4 حيث ظهرت زيادات في الإنتاج مترافقة دائما مع زيادة مستويات التسميد المعدني ومستويات الفحم الحيوي في التربة كما يلخصها الشكل1.



شكل 1: تأثير التكامل بين مستوى الفحم الحيوي والتسميد المعدني في التربة في الإنتاج الحبي للذرة الصفراء (طن\هـ).

وبهذا الخصوص أشار مجموعة من الباحثين (Omara, et al, 2020)، أن الفعل المشترك للسماد الآزوتي المعدني مع الفحم الحيوي المنتج من خشب الصنوبر أدى إلى زيادة كفاءة استخدام الآزوت NUE وزيادة المحصول الحبي للذرة في تربة رملية ذات خصائص فيزيائية وكيميائية ضعيفة. وفي تربة من نوع آخر أشار (Zhu, et al, 2015)، أن خلط سماد NPK مع الفحم الحيوي ادى إلى زيادة الكتلة الحيوية للذرة بحوالي (2.7–3.5 مرة)، من تلك الناتجة عن السماد المعدني NPK لوحده. تتوافق هذه النتائج مع (Dzomeku, et al, 2018)، حول التأثير الإيجابي لمزج الفحم الحيوي والتسميد المعدني في التربة، حيث لاحظوا أن ذلك عزز نمو وتطور نباتات الذرة، ووزن الـ 100 حبة والمحصول النهائي للحبوب.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1) تبين الدراسة أن هناك تأثيرا إيجابيا ومعنويا للخلط بين التسميد المعدني والفحم الحيوي على صفات العرانيس من ناحية الوزن الطري والجاف للعرنوس وعدد الصفوف وعدد الحبوب في الصف الواحد ووزن الـ 100 حبة والإنتاجية الحبية طن\هكتار، وارتبط هذا التأثير مع زيادة مستوى الفحم الحيوي والتسميد المعدني في التربة.

2) كان للتأثير المشترك لإضافة السماد المعدني والفحم الحيوي معاً تأثيرا إيجابياً ومعنوياً في زيادة الإنتاج بشكل واضح وحقق مستوى كامل المعادلة السمادية من السماد المعدني مع المستوى (2%) من الفحم الحيوي أعلى إنتاج لمحصول الذرة الصفراء مقارنة مع معاملات الشاهد وباقي معاملات التجربة.

التوصيات:

1) ينصح بإدراج استخدام الفحم الحيوي مع المعادلة السمادية لنبات الذرة كونه يساهم في زيادة الإنتاج وتقليل تكاليف استخدام الأسمدة.

2) نظراً لأهمية الفحم الحيوي الزراعية وكونه محسن خصوبي وفيزيائي جيد للتربة، ينصح بالقيام بالمزيد من الأبحاث التطبيقية حول استخدامه في زراعة محاصيل زراعية مختلفة.

3) نشر ثقافة تحضير الفحم الحيوي من بقايا المحصول وإعادته للتربة، بدلاً من حرقها، بين المزارعين لتقليل تكاليف مستلزمات الإنتاج وزيادة الربحية.

References:

1. AGUIRRE, J.L.; BAENA, J.; MARTN, M.T.; GONZ¡LEZ, S.; MANJÂN, J.L.; PEINADO, M. HERBICIDAL. *effects of wood vinegar on nitrophilous plant communities.* Food Energy Secur. 2020, 9, e253

2. ALI, K; MUNSIF, F; ZUBAIR, M; HUSSAIN, Z; SHAHID, M; DIN, I.U and KHAN, N. *Management of organic and inorganic nitrogen for different maize varietie*s. Sarhad J. Agric. 2011. 27(4): 525-529

3. ARIF, M;ALI, A; UMAIR, M; MUNSIF, F; ALI, K; SALEEM, M and AYUB, G. *Effect of biochar, fym and mineral nitrogen alone and in combination on yield and yield Components of maize*. Sarhad J. Agric. 2012. Vol.28, 192-196.

4. ASAI, H., B.K. SAMSON, H.M. STEPHAN, K. SONGYIKHANGSUTHOR, K. HOMMA, Y. KIYONO, Y. INOUE, T. SHIRAIWA and T. HORIE. *Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos* 1. Soil physical properties, 2009.leaf SPAD and grain yield. Field Crops Res. 111: 81–84.

5. BADU, E; KABA, S. J; ABUNYEWA, A. A; DAWOE, K. E; AGBENYENA, O and BARNES, U. R. *Biochar and inorganic nitrogen fertilizer effects on maize (Zea mays L.) nitrogen use and yield in moist semi-deciduous forest zone of Ghana.* Journal of Plant Nutrition. 2019. 42:19, 2407-2422.

6. BOATENG, S.A; ZICKERMANN, J and KORNAHREHS, M. *Poultry manure effect on growth and yield of maize*. J. Appld. Econ. 2006. 9: 150-157.

7. BOCCHI, S. and TANO, F. *Effect of cattle manure and components of Pig slurry on maize growth and production.* Europ. J. Agron. 1994. 3:235-241.

8. BRANDSTAKA, F; HELENIUS, J; HOVI, J; KAVALA, J; KOPPELMÄKI, K; SIMOJOKI, A; SOINNE, H and FAMMEORG, P. *Biochar filter: use of biochar in agriculture as soil conditioner*. University of Helsinki, Helsinki, Finland. 2010.

9. CHAN, K; Y.L. Van Zwieten, I. Meszaros. A. Downie and S. Joseph. *Using poultry litter biochars as soil amendments*. Austral. J. Soil Res. 2007. 46(5), 437-444.

10. DELATE, K. AND C.A. CAMBERDELLA. *Agro-ecosystem performance during transition to certified organic grain production.* . 2004. Agron. J. 96:1288-1298.

11. DOWNIE , A. E ; VAN ZWIETEN , L; SMERNIK , R. J ;MORRIS , S and MUNROE , P. R. *Terra Preta Australia: Reassessing the carbon storage capacity of temperate soils.* Agriculture, Ecosystems and Environment. 2011. 140, 137-147.

12. DZOMEKU, K. I; LIASU, O and AMEGBOR, K. *Effects of Biochar, Rice Husk and Rice Straw on Productivity of Maize (Zea mays L.) and Sustainable Soil Fertility Restoration.* Journal of Experimental Agricultural International. 2018. 20(6), 1-11.

13. IBRAHEEM, M; ZIDAN, A and H, EAD; 2020. *Effect of temperature and time factors of carbonization process on some properties of biochar prepared from peanut pods*. Arab Journal of Arid Environments (AJAE). ACSAD.

14. LAIRD, D. A. *The charcoal vision*: *A win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water qualify.* Argon. J. 2008. 100, 178-181.
15. LEE, L. Y; AHMAD, H.O; WAHID, S.A and AZIZ, Z.F. *Biochar Tablets with and without Embedded Fertilizer on the Soil Chemical Characteristics and Nutrient Use Efficiency of Zea mays.* Sustainability, Switzerland. 2021. Vol 13, 48-78.
16. LIANG, B; LEHMANN, J and SOLOMON; D. *Black carbon increases cation exchange capacity in soils.* Soil Sci Soc. Amer. J. 2006. 70: 1719–1730.
17. OMARA, D; AULA, L; OYEBIYI, B. F; EICKHOFF, M. E; CARPENTER, J and RAUN, R. W. *Biochar Application in Combination with Inorganic Nitrogen Improves Maize Grain Yield, Nitrogen Uptake, and Use Efficiency in Temperate Soils.* Agronomy. 2020. 10, 12-41.
18. RONDON, M; RAMIRES, J.A; LEHMANN, J. *Greenhouse gas emissions decrease with charcoal addition to Tropical soils. In: Proceedings of The third USDA Symposium on Greenhouse Gases and Carbon Sequestrations.* Soil Carbon Center, Kansas State University, United States Department of Agriculture, Baltimore. 2005. P. 208.
19.THIES, J. E and RILLING, M. C. *Characteristics of biochar: Biological properties. In Biochar for environmental management*. Science and Technology. 2009. Earth scan, 85-126.
20. UZOMA, K.C. M; INOUE, H; ANDRY, H; FUJIMAKI, A; ZAHOOR and E. NIHIHARA. *Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition*. Soil Use & Mgt. 2011. 27: 205–212.
21. ZHANG, F.S; NIU, J.F; ZHANG, W.F; CHEN, X.P; LI, C.J; YUAN, L.X.; XIE, J.C; CAKMAK, I. *Potassium nutrition of crops under varied regimes of nitrogen supply.* Plant Soil. 2010. 335, 21–34.
22. ZHU, Q. H; PENG, X. H; HUANG, T. Q; XIE, Z. B and HOLDEN, N. M. *Effect of Biochar Addition on Maize Growth and Nitrogen Use Efficiency in Acidic Red Soils*. Pedosphere. 2014. 24(6): 699–708.
23. ZHU, Q; PEN, X; HUANG, T. *Contrasted effects of biochar on maize growth and N use efficiency depending on soil conditions*. Int. Agrophys.2015. (29), 257-266.