



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et vie
Département d'agronomie

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences de la nature et de la vie
Sciences agronomiques
Hydro pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :

Barr Seddik

Le : mardi 25 juin 2024

تأثير الكومبست والفحم الحيوي على خصائص التربة ونبات الشعير
في منطقة الحرماية بولاية الوادي

Jury :

Dr. Kessai Abla	MCA	Université de BISKRA	Président
Dr. Guimeur Kamel	MCA	Université de BISKRA	Rapporteur
Dr. Atek Younes	MCA	Université de BISKRA	Examineur

Année universitaire : 2024/2023



إلى جميع أفراد أسرتي العزيزة إلى ابنتي الحبيبتين جوري ورغد.

إلى زوجتي العزيزة.

إلى أصدقائي رفقاء دربي من داخل الجامعة و خارجها.

إلى الأستاذ المشرف الدكتور قيصر كمال، إلى أساتذتي الكرام الذين أناروا دروبنا بالعلم
و المعرفة.

إلى كل من يقتنع بفكرة فيدعو إليها و يعمل على تحقيقها، لا يبغى بها إلا وجه الله و
منفعة الناس.

إليكم أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع.



شكر وتقدير

أرى لزاما علي تسجيل الشكر و إعلامه و نسبة الفضل لأصحابه، استجابة

لقول النبي ﷺ : «من لم يشكر الناس لم يشكر الله».

و كما قيل :

علامة شكر المرء إعلان حمده فمن كتم المعروف منهم فما شكر

فالشكر أولا لله عز و جل على أن هداني لسلوك طريق البحث و التشبه بأهل العلم و إن كان بيني و بينهم مفاوز.

كما أخص بالشكر أستاذي الكريم و معلمي الفاضل المشرف على هذا البحث الدكتور قيصر كمال، فقد كان حريصا على قراءة كل ما أكتب ثم يوجهني إلى ما يرى بأرق عبارة و ألطف إشارة، فله مني وافر الثناء و خالص الدعاء.

كما أشكر السادة الأساتذة و كل الزملاء و كل من قدم لي فائدة أو أعاني بمرجع، أسأل الله أن يجزيهم عني خيرا و أن يجعل عملهم في ميزان حسناتهم.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

((رَبَّنَا آتِنَا مِنْ لَدُنْكَ رَحْمَةً وَهَيِّئْ لَنَا مِنْ

أَمْرِنَا رَشَدًا))

صدق الله العظيم

1	مقدمة :
3	الجزء النظري
4	الفصل الأول: معلومات عامة عن الشعير وعن الكومبست والفحم الحيوي
5	1-الحبوب في الجزائر:
5	2-معلومات عامة عن الشعير :
6	3- الكومبست :
6	1.3. تعريف الكومبست :
6	2.3. عمليات التسميد بالكومبست:
6	3.3. العوامل المؤثرة على التسميد بالكومبست الهوائي :
6	1.3.3. التنفس:
7	2.3.3. الرطوبة
7	3.3.3. العناصر الغذائية :
7	4.3.3. درجة حرارة :
7	5.3.3. محتوى اللجنين:
7	6.3.3. البولي فينول:
8	7.3.3. قيمة PH:
8	4- تثمين الفحم الحيوي من الانحلال الحراري للكتلة الحيوية اللجنوسليلوزية:
9	1.4. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للفحم الحيوي:
9	1.1.4. الخواص الكيميائية (التركيب الكيميائي):
9	2.1.4. الخصائص الهيكلية للفحم الحيوي:
11	3.1.4. الخصائص التركيبية للفحم الحيوي:
12	4.1.4. مساحة السطح المحددة والمسامية:
12	2.4. خلفية تحليل الفحم الحيوي لتعديل التربة ونمو النبات:
12	3.4. العناصر الرئيسية والثانوية في الفحم الحيوي:
12	1.3.4. التوصيل الكهربائي (CE):
13	2.3.4. القدرة على الاحتفاظ بالمياه (CRE):
13	3.3.4. قدرة التبادل الكاتيوني (CEC):
13	4.4. الفوائد الأساسية للفحم الحيوي :
14	5.4. نتائج دراسات استخدام الفحم الحيوي لتحسين خصوبة التربة:
15	6.4. إنتاج واستخدام الأسمدة على أساس الفحم الحيوي:
15	5. الكتلة الحيوية اللجنوسليلوزية:
16	1.5. التركيب الكيميائي للكتلة الحيوية اللجنوسليلوزية:

قائمة الأشكال

6. مجالات تثمين الكتلة الحيوية اللجنوسليلوزية: _____ 16
- 1.6. التثمين الزراعي: ----- 16
- 2.6. استعادة الطاقة : ----- 16
- 3.6. التحويل البيوكيميائي (الطريق الرطب): ----- 16
7. إمكانات الكتلة الحيوية لمخلفات النخيل: _____ 17
8. الانحلال الحراري: _____ 17
- 1.8. الانحلال الحراري البطيء ----- 17
- 2.8. الانحلال الحراري السريع: ----- 18
- 3.8. مزايا الانحلال الحراري ----- 18
- الجزء التطبيقي _____ 19
- الفصل 03: المواد والطرق _____ 20
1. الهدف من هذا العمل: _____ 21
2. موقع الدراسة: _____ 21
3. المواد النباتية : _____ 21
4. المنتجات المستخدمة: _____ 21
- 1.4. التعديل العضوي والأسمدة: ----- 21
- 1.1.4. الكمبوست: ----- 22
- 2.1.4. السماد الحيواني: ----- 22
- 3.1.4. الفحم الحيوي: ----- 23
- 4.1.4. الأسمدة المعدنية: ----- 23
5. التجهيز التجريبي: _____ 24
- 1.5. تحليل التربة : ----- 24
- 2.5. تحليل الماء السقي: ----- 24
- 3.5. تحضير الأخص: ----- 25
6. جرعات التعديلات العضوية والأسمدة المطبقة في الاختبار: _____ 25
7. الزراعة : _____ 29
8. السقي: _____ 29
9. مراحل نمو نبات الشعير: _____ 29
10. الطابع المورفولوجي: _____ 30
- 1.10. طول النبات: ----- 30

الفهرس

30	3.10. طول السفاة :
30	11. خصائص الإنتاج :
31	12- مكونات المحصول :
31	13. تحليل التربة بعد الحصاد:
31	1.13. تحضير العينات:
31	2.13. قياس قيمة PH و CE :
31	3.13. قياس نسبة الازوت الكلي :
32	4.13. قياس نسبة المادة العضوية-
32	5.13. قياس نسبة الصوديوم القابل للإمتصاص.:
33	الفصل الثاني: النتائج والمناقشة
34	1-النتائج والمناقشة:
34	1.1. الخصائص الفينولوجية:
34	1.1.1. مدة المراحل الخضرية ودورة نمو النبات:
38	2.1.1. الحصاد:
39	2.1. التحليل الإحصائي:
39	3.1. خصائص النمو:
39	1.3.1. طول الجذور في مرحلة النضج:
40	4.1. خصائص المورفولوجية :
40	1.4.1. ارتفاع الساق :
42	2.4.1. طول السنبله :
43	3.4.1. طول السفاة :
44	5.1. خصائص الإنتاج :
44	1.5.1. عدد السنابل في الأصبص (NE/pot) :
45	2.5.1. عدد الحبوب في السنبله :
46	3.5.1. وزن 1000 حبة (PMG) :
47	5.4.1. متوسط قيم المردود النظري(RDT) في مختلف المعالجات:
48	2. نتائج ومناقشة الخصائص الكيميائية للتربة في المنطقة المدروسة بعد الحصاد :
48	1.2. قياس قيمة pH :
49	2.2. قياس قيمة الموصلية الكهربائية CE:
50	3.2. قياس نسبة الأزوت الكلي %N:
51	4.2. قياس نسبة المادة العضوي %MO:
52	5.2. قياس قيمة الصوديوم المذاب Na:

الفهرس

53	_____	الخاتمة:
54	_____	الملاحق
55	-----	الملحق 01: نتائج التحاليل الكيمائية للتربة بعد جني المحصول
56	-----	الملحق 02: التحليل الكيمائي للتربة قبل الزراعة
57	-----	الملحق 03: نتائج قياس الخصائص المورفولوجية للمحصول
58	-----	الملحق 04: صور أصلية لبعض المراحل الخضرية لتطور نبات الشعير
59	_____	المراجع
63	_____	ملخص

الصفحة	رقم وعنوان الجدول
5	الجدول 1: ملخص المساحات والإنتاج والمردودية
14	الجدول 2: تأثير الفحم النباتي على نسب الزيادة في الانتاج حسب طبيعة التربة
16	الجدول 3: التكوين العنصري للكتل الحيوية اللايجنوسليلوزية المختلفة
22	الجدول 4: تحاليل الكمبوست "Palm Compost"
24	الجدول 5 : خصائص الفيزيوكيميائية لتربة الحمراية المستعملة في الدراسة التجريبية.
24	الجدول 6: يوضح النوعية الكيميائية لماء السقي
34	الجدول 07: توار يخ ظهور مراحل تطور متوسط مختلف المعالجات
39	الجدول 8 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط أطوال الجذور
40	الجدول 9 : المتوسط المقدر للمجموعات الجذرية
41	الجدول 10 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط أطوال الساق
41	الجدول 11 : المتوسط المقدر للمجموعات السيقان
42	الجدول 12 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط أطوال السنبله
42	الجدول 13 : المتوسط المقدر لمجموعات أطوال السنبله
43	الجدول 14 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط أطوال السفاة
43	الجدول 15 : المتوسط المقدر لمجموعات أطوال السفاة
44	الجدول 16 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط عدد السنابل في الأصيص
44	الجدول 17 : المتوسط المقدر لمجموعات عدد السنابل في الأصيص
45	الجدول 18 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط عدد الحبوب في السنبله
45	الجدول 19 : المتوسط المقدر لمجموعات عدد الحبوب في السنبله
46	الجدول 20 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط وزن 1000 حبة
46	الجدول 21 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط وزن 1000 حبة
47	الجدول 22 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم المردود النظري Rdt
47	الجدول 23 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم المردود النظري Rdt
48	الجدول 24 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم pH في المعالجات
48	الجدول 25 : متوسط قيم pH في المعالجات
49	الجدول 26 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم CE في المعالجات
49	الجدول 27 : متوسط قيم CE في المعالجات
50	الجدول 28 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم %N في المعالجات
50	الجدول 27 : متوسط قيم %N في المعالجات
51	الجدول 30 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم MO % في المعالجات
51	الجدول 31 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم MO % في المعالجات
52	الجدول 32 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم Na في المعالجات
52	الجدول 33 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم Na في المعالجات

الصفحة	رقم وعنوان الشكل
8	الشكل 01: صورة لتربة عادية وصورة Terre preta
9	الشكل 2: التركيب الفيزيائي والكيميائي للفحم الحيوي
11	الشكل 3: صورة لسطح الفحم الحيوي مأخوذة بواسطة المجهر الإلكتروني.
13	الشكل 4: مزايا الفحم الحيوي المطبق كأداة لخصوبة التربة وإدارتها
15	الشكل 5: الآليات الممكنة لتحسين خصوبة التربة
21	الشكل 6: خريطة موقع الدراسة
22	الشكل 7: صورة أصلية لكيس كومبست من "Palm Compost"
22	الشكل 8: خلط السماد الحيواني مع التربة لوضعها في الأصبص
23	الشكل 9: الأداة المستخدمة في تحضير الفحم الحيوي وطريقة توصيله إلى قطع الاختبار.
23	الشكل 10: السماد المعدني المستعمل في التجربة
24	الشكل 11: صورة أصلية توضح مصدر مياه السقي
25	الشكل 12: رسم تخطيطي للتوزيع العشوائي للأصص
25	الشكل 13: صورة أصلية توضح تموضع الأصص في التجربة
26	الشكل 14: صورة أصلية توضح جرعة Compost في الأصبص
27	الشكل 15: صورة أصلية توضح جرعة Biochar في الأصبص
27	الشكل 16: صورة أصلية توضح جرعة Fumier في الأصبص
31	الشكل 17: صور أصلية توضح مراحل الغزيلة ووزن التربة لكل عينة
31	الشكل 18: صور أصلية توضح مراحل تحليل الأزوت الكلي في التربة
32	الشكل 19: صور أصلية توضح مراحل تحليل الكربون العضوي في التربة
32	الشكل 20: صور أصلية توضح مراحل تحليل الكربون العضوي في التربة
34	الشكل 21: مدة مرحلة الإنبات للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة
35	الشكل 22: مدة مرحلة 3 أوراق للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة
35	الشكل 23: مدة مرحلة الإشتاء للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة
36	الشكل 24: مدة مرحلة الصعود للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة
36	الشكل 25: مدة مرحلة الإنبال للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة
37	الشكل 26: مدة مرحلة الإزهار للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة
37	الشكل 27: مدة مرحلة النضج للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة
38	الشكل 28: عدد الأيام لجميع المراحل الخضرية للشعير في مختلف العلاجات
38	الشكل 29: صورة أصلية حصاد الشعير
39	الشكل 30: صورة أصلية لجذور نبات الشعير عند النضج
39	الشكل 31: متوسط أطوال الجذور في مختلف المعالجات
40	الشكل 32: متوسط أطوال الساق في مختلف المعالجات
42	الشكل 33: متوسط أطوال السنبل في مختلف المعالجات
43	الشكل 34: متوسط أطوال السفاة في مختلف المعالجات
44	الشكل 35: متوسط عدد السنابل في مختلف المعالجات

قائمة الأشكال

45	الشكل 36 : متوسط عدد الحبوب في السنبللة في مختلف المعالجات
46	الشكل 37 : متوسط وزن 1000 حبة في مختلف المعالجات
47	الشكل 38 : متوسط قيم المردود النظري Rdt في مختلف المعالجات
48	الشكل 39 : متوسط قيم pH في مختلف المعالجات
49	الشكل 40 : متوسط قيم CE في مختلف المعالجات
50	الشكل 41 : متوسط نسب الأزوت الكلي في مختلف المعالجات
51	الشكل 42 : متوسط MO % في مختلف المعالجات
52	الشكل 43 : متوسط قيم Na في مختلف المعالجات

Ca: Calcium

CE : Conductivité électrique sol

CEC : Capacité d'échange cationique

Cl : Chlorures

Dr : Densité réelle

H : Hydrogène

Ha : hectare

HCO₃: Bicarbonate

K : Potassium

N : Azote

Na : Sodium

NE : nombre d'épis/m²

NGE : nombre des grains/épis ;

MADR: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

Map: Mono ammonium phosphate.

MO : Matière Organique

P : Phosphore

P% : Porosité

PMG : Poids de 1000 grains

ppm: partie par million

Qx/ha : Quintal par hectare

Rdt : Rendement théorique

SO₄ : Sulfates

مقدمة عامة

مقدمة :

يعد تأمين الغذاء للتعداد السكاني المتزايد أحد أبرز التحديات التي تواجه البشرية في المستقبل القريب، حيث من المتوقع أن يتخطى عدد سكان الأرض 9 مليار بحلول عام 2050، الأمر الذي يضاعف الحاجة للبحث في آفاق جديدة تلبي الاحتياجات الغذائية المتعددة خاصة في ظل انخفاض مساحات الأراضي الصالحة للزراعة نتيجة تدهور الأراضي والزحف العمراني وغيرها من العوامل.

انطلاقاً من ذلك كان لا بد من إيجاد طرق جديدة تعزز من كفاءة استخدام الأراضي الزراعية في إنتاج الغذاء عن طريق تحسين المؤشرات الخصوبية للتربة كالمادة العضوية التي تؤدي دوراً بالغ الأهمية في كيمياء التربة وخصوبتها، حيث إن انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية يشكل تهديداً كبيراً لخصوبتها وإنتاجية المحاصيل والعائد الاقتصادية خاصة في النظم الزراعية الجافة والشبه جافة.

يشكل الفحم الحيوي Biochar أحد الخيارات التي تعطي آمالاً كبيرة في تحسين خصوبة التربة وزيادة إنتاجيتها، إذ اكتسب استخدامه أهمية عالمية وزاد الاهتمام به لقدرته على تحسين احتفاظ التربة بالماء والعناصر المغذية، ويعرف الفحم الحيوي Biochar بأنه أحد النواتج الكربونية الصلبة لعملية الانحلال الحراري Pyrolysis للكتلة الحيوية Biomass المشتقة من المواد العضوية الحية أو الغير حية وتشمل مواد مثل الخشب والنباتات وبقايا الأشجار ومخلفات المحاصيل الزراعية إضافة للمواد غير السيليلوزية كفضلات الحيوانات أو الأجزاء العضوية من النفايات الصلبة.

تنوعت الأبحاث المهمة بالفحم الحيوي على الصعيد العالمي، فبعضها اهتم بتأثير الفحم للحيوي في تحسين خصوبة التربة وزيادة إنتاجية المحاصيل المزروعة بها إذ وجد إن إضافة الفحم الحيوي منفرداً بمعدل 10 طن / هكتار زاد من نمو الذرة الصفراء وإنتاجيتها بنسبة 11.4 %.

وفي المناطق القاحلة، تؤدي الزراعة المكثفة إلى انخفاض خصوبة التربة يتجلى في فقدان المواد العضوية المستقرة وزيادة حساسية النباتات لاختلال التوازن الغذائي والأمراض. لعلاج هذا استخدم الكومبست الدائم ضروري. في هذه المناطق، الكومبست ليس فقط منتج نادر ولكنه ذو جودة ليست مطمئنة تماماً (Haddad,2007). ومن ناحية أخرى، توجد في الواحات كميات كبيرة من المنتجات الثانوية الطبيعية العضوية متوفرة. إعادة تدويرها من خلال التسميد يسمح إنتاج الكومبست العضوي القابل للاستخدام في البستنة. يحدد (Johan,2005).

التسميد كعملية بيولوجية تسهل وتسرع عملية الأكسدة المواد العضوية عن طريق التخمر الهوائي تطبيق السماد يعزز زيادة المواد العضوية، وارتفاع PH، ومحتوى الكالسيوم، وكذلك من الكتلة الحيوية الميكروبية مما يؤدي إلى تكوين مجاميع أكثر استقراراً مما يسمح بتحسين بنية التربة وزيادة مقاومتها للتآكل والحد من الترشيع (Gerzabek et al,1995).

ومن هنا وعلى أساس كل هذه العناصر التي تقترحها الدراسة الحالية المساهمة في دراسة استخدام الكومبست أو الفحم الحيوي المعتمد على أعضاء النخيل التمر لإنتاج نبات الشعير . بسبب كمية النفايات منها النخيل في منطقتنا، يهدف عملنا إلى:

- تثمين مخلفات النخيل التمر من خلال التسميد العضوي ومقارنة بينه و بين التسميد المعدني .

مقدمة

- استخدام الكومبست المحلي كركيزة زراعية في مناطق القاحلة و شبه قاحلة.
- دراسة تأثير الفحم الحيوي و الكمبوست على معدل إنبات و نمو نبات النباتات و تحسين خصائص التربة.
- و نطرح الأشكال هل التسميد بالفحم الحيوي و الكومبست له تأثير على خصائص التربة و النبات في مناطق القاحلة و شبه قاحلة ؟ و هل هو البديل عن التسميد المعدني في مستقبل الزراعة المحلية و العالمية ؟ و للإجابة عن هذه الفرضيات و الإشكالية قمنا بهذه الدراسة على مستوى منطقة الحمراية و ولاية الوادي .

و يتمحور هذا العمل على جزئين :

- نظري : يتكون من فصل واحد
- يعرض هذا الفصل معلومات عامة عن زراعة الشعير و الكومبست و الفحم الحيوي
- تطبيقي : يتكون من فصلين
- و يعرض الفصل الأول المواد و الطرق المستخدمة لإجراء هذا الاختبار.
- و يعرض الفصل الثاني أهم النتائج و المناقشة و الخاتمة المرتبطة بوجهات النظر و التوصيات الخاصة بهذا العمل.

الجزء النظري

الفصل الأول:

معلومات عامة عن الشعير وعن
الكومبست والفحم الحيوي

1- الحبوب في الجزائر:

يعد محصول الحبوب مؤشرا أساسيا للتنمية الفلاحية، لذا تولي الدول اهتماما بالغا لهذا المحصول لأن له علاقة وطيدة بالأمن الغذائي، و الاستقرار الاقتصادي و السياسي للدول وخاصة النامية، ومن هنا تتضح الأهمية الإستراتيجية لمحصول الحبوب في سد الحاجيات السكانية المتزايدة، ومن جهة أخرى فهو يعتبر الغذاء الأساسي للسكان ومحصول إستراتيجي هام، والركيزة الأساسية للأمن الغذائي لأنه يوفر 75% من السعرات الحرارية في الوجبات اليومية للناس في الدولة، حيث يعتبر مؤشرا حقيقيا لقياس قدرة وكفاءة الزراعة الجزائرية على وبالتالي تقليص فاتورة الواردات من المواد الغذائية (Sufyan, 2020 p5)، وتحقيق أمنها الغذائي حيث الفترة 2010/2017 - بلغت مساحة الحبوب المزروعة ب 3385560 هكتار، بزيادة 6% مقارنة بالفترة 2009-2000 ؛ منها حوالي 1.5 مليون هكتار للقمح الصلب، ومليون هكتار للشعير، وحوالي 600000 هكتار للقمح اللين و 100000 هكتار للشوفان (MADR, 2021).

الجدول 1: ملخص المساحات والإنتاج والمردودية 2018/2019 (MADR, 2019)

	2018			2019		
	Sup	Prod	Rdt	Sup	Prod	Rdt
	ha	Qx	qx/ha	ha	qx	qx/ha
Céréales d'hiver						
Blé dur	1492546	31780207	21,3	1579080	32087678	20,3
Blé tendre	455856	8031984	17,6	395907	6681084	16,9
Orge	1080250	19573271	18,1	1133005	16477463	14,5
Avoine	77375	1180178	15,3	7 762 6	1013052	13,1
Triticale	75	2400	31,0	30	626	20,9

2-معلومات عامة عن الشعير :

الشعير هو أحد الأعشاب الرئيسية المزروعة في العالم، موطنه الأصلي آسيا وإثيوبيا، وهو من أقدم النباتات المزروعة. وبالفعل تم تنفيذ العديد من الأعمال لتحسين إنتاجية الشعير والكشف عن تأثير الخصائص المورفولوجية والبيئية عليه. الشعير لديه صفات إنتاجية أعلى من القمح. بالإضافة إلى ذلك فهو من الأنواع الريفية جداً، مقاوم للجفاف وقوي، ويمكن زراعته في أراضٍ غير صالحة للحبوب (CLERGET, 2011).

في الجزائر، يعتبر الشعير ثاني أهم الحبوب بعد القمح القاسي (Tellah, 2005). يتم زراعته حيث لا يمكن أن يكون القمح مربحاً، أي في المناطق الهامشية ذات التربة الفقيرة إلى حد ما. يلعب هذا المحصول دورا هاما في توازن الاقتصاد الجزائري، ومن المرجح أن يساهم في زيادة إنتاج الأعلاف، في المناطق الهامشية حيث يظهر تكيفا مقارنة مع الحبوب الأخرى، لكن على الرغم من هذه الأهمية الاقتصادية، إلا أن محصول الشعير، ومع أنها لا تزال منخفضة نسبياً مقارنة بالاحتياجات الوطنية، فإن هذا القصور يعني أن الجزائر تستورد كميات كبيرة من الشعير كل عام (FELLIACHI et al, 2001).

تتراوح مساحتها سنويا بين 300.000 إلى 1.600.000 هكتار، أي 35 إلى 40% من المساحة المخصصة للمحاصيل الرئيسية (BENMAHAMED,2004).

3- الكومبست :

1.3.1 تعريف الكومبست :

الكومبست هو عبارة عن مادة بنية داكنة مجزأة لها رائحة الخشب. إنها في الواقع نتيجة إعادة تدوير المواد العضوية. وهو مثل الدبال يحتوي على كائنات حية ومعادن يمكن أن تكون بمثابة غذاء للنباتات. يرجى ملاحظة أن الكائنات الحية التي تعيش في الكومبست ليست طفيليات ولا جراثيم ممرضة. وهي عوامل طبيعية تعمل على تحلل المواد العضوية، ولا يوجد بها سوى النفايات النباتية والحيوانية. الكومبست هو تعديل ممتاز للتربة. يحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية ويساعد على استعادة التربة لبعض خصائصها التي تستنزف مع الوقت والاستخدام. يمكن أن يحل إلى حد كبير محل خليط التربة والأسمدة المتاحة تجارياً، ويمكن استخدامه لجميع المحاصيل: الخضروات، والنباتات المزهرة السنوية، والأعشاب النباتية، والنباتات المعمرة، والشجيرات المزهرة والفاكهة، وأشجار الفاكهة، والمروج، وفي حاويات الزهور أو أثناء زراعة الأشجار أو إعداد الأرض. والتحسين. تسمح هذه التقنية ذات الأصل الطبيعي بتحويل النفايات الخضراء اليومية، خاصة تلك الناتجة عن البستنة والمنزل، إلى تربة حقيقية وأسمدة لمحاصيلك ومزارعك وحتى زهورك. يمكن أن يأخذ التسميد شكل كومة بسيطة من النفايات، على العشب أو للأشخاص الأكثر خبرة في الكومبست المخصص لهذا الغرض. تم شراؤها تجارياً أو تم تصنيعها منزلياً (Albert et Etienne,2018) .

2.3 عمليات التسميد بالكومبست:

التسميد هو عملية طبيعية "للتحلل" أو تحلل المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة والكبيرة في ظل ظروف محددة جيداً. يمكن استخدام المواد الخام العضوية، مثل بقايا المحاصيل والنفايات الحيوانية وبقايا الطعام وبعض النفايات مجمعات السكنية والنفايات الصناعية المناسبة، على التربة كسماد، بمجرد اكتمال عملية التسميد (MISRA , et al ,2005)

3.3 العوامل المؤثرة على التسميد بالكومبست الهوائي:

1.3.3 . التنفس:

يتطلب التسميد الهوائي كميات كبيرة من الأكسجين، خاصة في المرحلة الأولية. التهوية هي مصدر الأكسجين، وبالتالي فهي عامل أساسي في التسميد الهوائي. عندما تكون إمدادات الأكسجين غير كافية، يكون نمو الكائنات الحية الدقيقة الهوائية محدوداً، مما يؤدي إلى إبطاء عملية التحلل. بالإضافة إلى ذلك، تساعد التهوية على تقليل الحرارة الزائدة والتخلص من بخار الماء والغازات الأخرى المحبوسة في الكومة. تعتبر إزالة الحرارة مهمة بشكل خاص في المناخات الحارة، نظراً لارتفاع مخاطر ارتفاع درجة الحرارة والحرائق. ولذلك، فإن التهوية الجيدة ضرورية للسماد الفعال. (MISRA , et al,2005)

2.3.3 . الرطوبة

الرطوبة ضرورية لضمان النشاط الأيضي للكائنات الحية الدقيقة. يجب أن يحتوي الكومبست على نسبة ماء تتراوح بين 40 إلى 65%. إذا كانت الكومة جافة جدًا، فستكون عملية التسميد أبطأ، في حين أن نسبة الرطوبة أعلى من 65%، ستواجه الظروف اللاهوائية. من الناحية العملية، من المستحسن أن تبدأ الكومة بمحتوى رطوبة يتراوح من 50 إلى 60% لتصل في نهاية العملية إلى نسبة رطوبة تبلغ 30%.(MISRA ,al,2005).

3.3.3 . العناصر الغذائية :

تتطلب الكائنات الحية الدقيقة C و N والفوسفور (P) والبوتاسيوم (K) كمواد مغذية رئيسية لها. تعتبر نسبة C/N عاملاً مهماً بشكل خاص. وتتراوح نسبة C/N المثلى بين 25 و30 على الرغم من أن النسب بين 20 و40 مقبولة أيضاً. عندما يكون C/N أكبر من 40، يكون نمو الكائنات الحية الدقيقة محدوداً ويتطلب وقتاً أطول للتسميد. تؤدي نسبة C/N أقل من 20 إلى نقص استخدام الأزوت وقد يتم فقد الأزوت الزائد في الغلاف الجوي على شكل أمونيا أو أكسيد النيتروز، وقد تصبح الرائحة مشكلة. وينبغي أن تتراوح نسبة C/N النهائية بين 10/1 و15/1 (MISRA. et al, 2005).

4.3.3 . درجة حرارة :

تستخدم عملية التسميد نطاقين من درجات الحرارة: محب للحرارة ومتوسط. في حين أن درجة الحرارة المثلى لمرحلة التسميد الأولية هي 20 إلى 45 درجة مئوية، وبعد ذلك، حيث أن الكائنات الحية المحبة للحرارة قد سيطرت على المراحل اللاحقة، فإن درجة الحرارة بين 50 و70 درجة مئوية مثلى. تميز درجات الحرارة المرتفعة عمليات التسميد الهوائية وهي مؤشرات على نشاط ميكروبي كبير. يتم تدمير مسببات الأمراض بشكل عام عند درجة حرارة 55 درجة مئوية وما فوق، في حين أن النقطة الحرجة للقضاء على بذور الحشائش هي 62 درجة مئوية. يمكن استخدام الحرارة والتهوية لتنظيم درجة الحرارة (MISRA et al,2005).

5.3.3 . محتوى اللجنين:

يعد اللجنين أحد المكونات الرئيسية لجدران الخلايا النباتية، وبنيته الكيميائية المعقدة تجعله شديد المقاومة للتحلل الميكروبي (Richard, 1996). طبيعة اللجنين لها نتيجتان. أولاً، يقلل اللجنين من التوافر الحيوي لمكونات جدار الخلية الأخرى، مما يؤدي إلى انخفاض نسبة C/N الفعلية (النسبة بين C وN القابلة للتحلل) عما هو مذكور بشكل عام. ثانياً، يعمل اللجنين كمُحسِّن للمسامية، مما يخلق ظروفًا مواتية للسماد الهوائي. لذلك، في حين أن إضافة الفطريات المتحللة للجنين قد تؤدي في بعض الحالات إلى زيادة الكربون المتوفر، وتسريع عملية التسميد وتقليل فقد النيتروجين، إلا أنها قد تؤدي في حالات أخرى إلى ارتفاع نسبة C/N الفعلية وضعف المسامية، وهما عاملان مسؤولان عن تمديد وقت التسميد (MISRA et al,2005).

6.3.3 . البوليفينول:

تشتمل البوليفينول على العفص القابلة للتحلل والمكثفة. تعمل العفص المكثفة غير القابلة للذوبان على ربط جدران الخلايا والبروتينات وتجعلها أقل قدرة على الوصول إلى المحلات فيزيائياً وكيميائياً.

تتفاعل العفص القابلة للذوبان والمكثفة مع البروتينات وتقلل من تحللها الميكروبي وبالتالي انبعاثات النيتروجين. تجذب مادة البولي فينول واللجنين المزيد من الاهتمام كعوامل مثبتة. (PALM et al, 2001) اقترح استخدام مستويات هاتين المادتين لتصنيف المواد العضوية من أجل الحصول على استخدام أفضل للموارد الطبيعية ضمن العملية الزراعية بما في ذلك التسميد (MISRA. et al, 2005).

7.3.3. قيمة PH:

على الرغم من أن تأثير التخزين المؤقت الطبيعي للتسميد يسمح باستخدام مواد في نطاق واسع من PH، إلا أنه لا ينبغي أن يكون أعلى من 8. عند PH الأعلى، يتم توليد المزيد من الأمونيا ومخاطر فقدانها في الغلاف الجوي (MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005).

4- تثمين الفحم الحيوي من الانحلال الحراري للكتلة الحيوية اللجنوسليلوزية:

الفحم الحيوي عبارة عن مواد مسامية غنية بالكربون، مشتقة من الكتلة الحيوية العضوية عن طريق الانحلال الحراري تحت درجة حرارة عالية وظروف خالية من الأكسجين، وهو محسن للتربة يهدف إلى تخصيب التربة بالعناصر الغذائية الأساسية. (J.Lehmann et S.Joseph, 2015).

تشبه ظروف التكوين تلك الخاصة بإنتاج الفحم أثناء حرائق الغابات أو الحقول أو أثناء الكربنة في حفر الفحم التقليدية.

في القرن التاسع عشر، تم اكتشاف تربة أمازونية سوداء غنية جدًا بالكربون تتعايش مع تربة رسوبية رمادية فقيرة، تسمى "Terra Preta". وقد قدرت إنتاجية المحاصيل من هذه التربة بحوالي 3 إلى 4 مرات أعلى من التربة الشاهدة المحلية (W. I. Woods et al., 2009). وتعزى هذه الخصوبة إلى وجود نسبة عالية من الكربون في هذه التربة (أكثر من 9% كربون) مقارنة بالتربة الشاهدة التي يقل فيها إجمالي محتوى المادة العضوية عن 2.5%. كما تم اكتشاف تربة مشابهة لـ "Terra Preta" في شمال غرب أوروبا (Plaggen soils أو anthroposols) أو في نيوزيلندا.



الشكل 01: صورة لتربة عادية وصورة Terra preta

1.4. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للفحم الحيوي:

تعتمد الخواص الفيزيائية والكيميائية للفحم الحيوي على نوع الكتلة الحيوية المستخدمة بالإضافة إلى ظروف تشغيل عملية الانحلال الحراري، ولا سيما درجة الحرارة النهائية ووقت البقاء ومعدل التسخين.

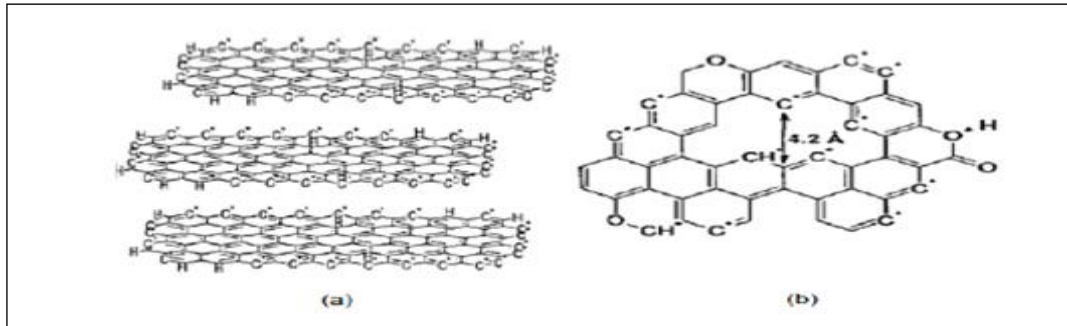
1.1.4. الخواص الكيميائية (التركيب الكيميائي):

يشتمل التركيب العنصري للفحم الحيوي عموماً بالإضافة إلى الكربون والنيتروجين والهيدروجين وبعض العناصر الغذائية المعدنية (الرماد)، مثل K وCa وNa وMg بنسب متغيرة اعتماداً على المادة الأصلية وظروف الانحلال الحراري. بشكل عام، تكون الكتلة الحيوية الخشبية منخفضة في الرماد (أقل من 1% من الوزن)، بينما في الكتلة الحيوية العشبية وكذلك في غطاء البذور، يمكن أن يمثل الرماد ما يصل إلى 24% من الوزن.

أخيراً، يتكون الفحم الحيوي أيضاً من جزء من الزيوت التي يتم إنتاجها أثناء الانحلال الحراري والتي تظل ملتصقة بالسطح (Schnitzer et al, 2005) في شكل مركبات حلقة غير متجانسة N، وفورانات مستبدلة، وفينولات، وبنزين، ومجموعات كربوهيدراتية وأليفاتية.

2.1.4. الخصائص الهيكلية للفحم الحيوي:

تقدم منتجات الانحلال الحراري (الفحم والفحم الحيوي) هيكل بلورية غير متبلورة وطبقات غرافين غير مرتبة مستقرة للغاية. هيكل الفحم الحيوي بشكل عام معقد للغاية ويعتمد على مجموعة من عدة عوامل مثل طبيعة وبنية الكتلة الحيوية الأولية، ونوع مفاعل الانحلال الحراري، ودرجة الحرارة النهائية ومعدل التسخين.



الشكل 2: التركيب الفيزيائي والكيميائي للفحم الحيوي

نموذج للهيكال الغرافيتي الغريزوفولفين (أ) وبنية عطرية تحتوي على الجذور الحرة لـ O وC (ب)

يتم تحليل بنية الفحم الحيوي بشكل عام باستخدام تقنيات تحليلية مختلفة مثل la spectroscopie Raman ، والرنين المغناطيسي النووي (RMN)، و la diffraction des rayons X ، وما إلى ذلك.

تظهر التحليلات باستخدام la spectroscopie Raman أن درجة حرارة الانحلال الحراري تؤثر بشكل كبير على توزيع الهياكل الكربونية المختلفة للفحم الحيوي.

3.1.4. الخصائص التركيبية للفحم الحيوي:

تؤثر الخصائص التركيبية (مساحة سطح محددة، وحجم وقطر المسام، وما إلى ذلك) للفحم الحيوي تأثيرًا عميقًا على خصائص التربة الزراعية لأنها تعمل بشكل خاص على مستوى التجميع، والنفاذية، والقدرة على الاحتفاظ بالمياه والكاتيونات، وبيئة الكائنات الحية الدقيقة مثل وكذلك استجابتها لتقلبات درجات الحرارة (C. J. Atkinson, 2010).

من المهم أن نلاحظ أن نسيج الفحم الحيوي يعتمد بشدة على طبيعة الكتلة الحيوية الأولية ودرجة حرارة الانحلال الحراري. عندما ترتفع درجة حرارة الانحلال الحراري، تزيد مساحة السطح المحددة وحجم المسام وعدد المسام الدقيقة بشكل عام بسبب التخلص من المواد المتطايرة (F. Ronsse, S et al, 2013).

1.3.1.4 المسامية والكثافة الظاهرية ومساحة السطح المحددة للفحم الحيوي:

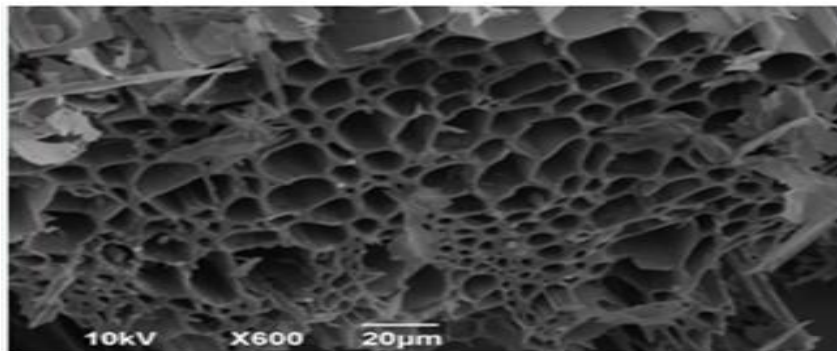
المسامية هي خاصية فيزيائية أساسية، حيث يحدد نوع المسام وحجمها و مساحة السطح المحددة. هذه فكرة مهمة جدًا في توصيف الفحم الحيوي، والذي يُعرف بأنه مادة مسامية للغاية ولها نوعان من المسامية:

- **المسام الدقيقة:** (قطرها أقل من 2 نانومتر) تتشكل أثناء تعرض الكتلة الحيوية لدرجات حرارة الانحلال الحراري العالية (خاصة حوالي 750 درجة مئوية)، وهي مسؤولة عن معظم المساحة السطحية الكبيرة المحددة للفحم الحيوي (الحد الأقصى لمساحة السطح الداخلية لخشب الصنوبر الفحم الحيوي الذي يتم الحصول عليه عند 750 درجة مئوية: 400 م²/غ).

- **المسام الكبيرة:** (القطر أكبر من 50 نانومتر) تنشأ مباشرة من البنية الوعائية للنباتات المستخدمة لإنتاج الفحم الحيوي. وهي مسؤولة عن معظم الحجم الداخلي للفحم الحيوي (3 سم³ / غ من الفحم الحيوي للكتل الحيوية العشبية، و1.25 سم³ / غ للكتل الحيوية الخشبية (Brewer et al, 2014)).

بشكل عام، الفحم الحيوي المنتج من الكتلة الحيوية الغنية باللجنين يكون ذو مسامية كبيرة، في حين أن الكتلة الحيوية الغنية بالسليولوز تفضل تكوين المسام الصغيرة. كما يفقد الفحم الحيوي ما بين 3 و91% من وزن الكتلة الحيوية الأولية أثناء الانحلال الحراري (100-150 درجة مئوية) (Baldock و Smernik, 2002; Czimczik et al, 2002) بينما يتم تقليل الحجم الخارجي بدرجة أقل بكثير. ولذلك، فإن كثافة الفحم الحيوي تكون دائمًا أقل من كثافة المادة العضوية البادئة (Byrne and Nagle, 1997).

الفحم الحيوي الذي يتم الحصول عليه بعد الانحلال الحراري له عمومًا مساحات سطحية محددة أعلى بكثير من الدعامات الخام. وهي في حدود عدد قليل من م²/غ (الفحم الحيوي المنتج من خشب الصنوبر عند درجة حرارة 450 درجة مئوية: 4 م²/غ ويمكن أن تصل إلى عدة مئات من م²/غ (الفحم الحيوي المنتج من بذور القرطم عند درجة حرارة 900 درجة مئوية: 800 م²/غ).



الشكل 3: صورة لسطح الفحم الحيوي مأخوذة بواسطة المجهر الإلكتروني.

2.3.1.4. خلفية مساحة السطح المحددة للفحم الحيوي وتحليل المسامية:

تحت المجهر، يطور الفحم الحيوي الذي تم الحصول عليه بعد عملية الانحلال الحراري بشكل عام بنية قرص العسل المسامية. يفسر هذا الهيكل الكثافة المنخفضة وسطح التلامس الكبير والقدرة الامتصاصية العالية للفحم الحيوي.

يجب تحليل كل عينة تم الحصول عليها بعد عملية الانحلال الحراري لتحديد مساحة سطحها وتوزيع حجم المسام للكشف عن الطبيعة المسامية الحقيقية للعينة وتطبيقها الأنسب.

4.1.4. مساحة السطح المحددة والمسامية:

ثلاثة أنواع من الأسطح المحددة تميز الفحم الحيوي:

1.4.1.4. الفحم الحيوي ذو مساحات سطحية منخفضة النوعية (مساحة سطحية أقل من 250 م²/غ)

عند إضافته إلى التربة كمادة مضافة (تعديل التربة)، فإنه يمكن أن يحسن الخصوبة والكيمياء والمجتمع الميكروبي للتربة.

2.4.1.4. الفحم الحيوي ذو مساحات سطحية محددة معتدلة (مساحة سطحية أقل من 500 م²/غ)

عندما يتم خلط هذا الفحم الحيوي مع التربة وكومبست فإنه يقلل من الكثافة الظاهرية ويزيد من مسامية التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالمياه، مما يحسن معدلات نمو النباتات وفي نهاية المطاف إنتاجية المحاصيل. بالإضافة إلى ذلك، يحتفظ الفحم الحيوي ذو المساحة السطحية المعتدلة بالمياه لفترة أطول، مما يقلل من دورات الري اللازمة.

عندما يتم استخدام هذا الفحم الحيوي كمادة مضافة للكومبست فإنه يعمل على تحسين القدرة على الاحتفاظ بالمياه وتهوية الكومبست، مما يسرع وقت إنتاج الكومبست. بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام الفحم الحيوي أيضاً لتقليل انبعاثات الغاز من الكومبست، مما يقلل بشكل كبير من الروائح الكريهة المرتبطة بإنتاج الكومبست.

ويمكن استخدامه أيضاً لتنقية المياه ويستخدم أيضاً لإزالة الملوثات من الماء بما في ذلك البكتيريا وأزرق الميثيلين والنفايات العضوية وغير العضوية مثل الفوسفات والنترات.

3.4.1.4. الفحم الحيوي ذو الأسطح النوعية العالية (مساحة السطح أكبر من 500 م²/غ):

يتمتع هذا النوع من الفحم الحيوي ذي المساحة السطحية الكبيرة بقدرة امتصاص كبيرة، مما يجعله مناسباً كعامل معالجة لإزالة المعادن الثقيلة مثل الحديد والرصاص والنحاس والزنك والكاديوم. من ناحية أخرى، يمكن أيضاً استخدام الفحم الحيوي في عملية الهضم اللاهوائي للتحكم في وجود المعادن الثقيلة التي قد تشكل تهديداً للمجتمع الميكروبي في جهاز الهضم.

2.4. خلفية تحليل الفحم الحيوي لتعديل التربة ونمو النبات:

هناك مجموعة واسعة من المتغيرات التي من شأنها أن تؤثر على جودة وملائمة الفحم الحيوي للاستخدام في تعديل التربة، وتشمل:

□ نوع المادة الخام المستخدمة لإنتاج الفحم الحيوي.

□ ظروف الانحلال الحراري المستخدمة لإنتاج الفحم الحيوي.

□ الخواص الفيزيائية والكيميائية الناتجة عن الفحم الحيوي.

□ نوع التربة التي سيتم تعديل الفحم الحيوي عليها.

□ النبات (النباتات) المراد زراعتها في هذه التربة المعدلة.

من بين المعايير التحليلية ذات الصلة التي تحدد استخدام الفحم الحيوي في تعديل التربة، نذكر قبل كل شيء:

3.4. العناصر الرئيسية والثانوية في الفحم الحيوي:

يمكن أن تكون العديد من العناصر الرئيسية مفيدة لنمو النبات، على سبيل المثال يلعب البوتاسيوم دوراً حيوياً في عملية التمثيل الضوئي بينما يشارك الفوسفور في عمليات نقل الطاقة وتكوين الأحماض النووية.

بالإضافة إلى ذلك، فإن وجود عناصر معينة، مثل الكالسيوم والمغنيسيوم، يمكن أن يؤثر على PH التربة، مما يؤثر على توافر العناصر الغذائية ونشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة.

ونتيجة لذلك، يمكن أن يساعد تحليل العناصر في التنبؤ بتأثير الفحم الحيوي على PH التربة واتخاذ القرارات بشأن تطبيقه في أنواع معينة من التربة.

1.3.4. التوصيل الكهربائي (CE):

الموصلية الكهربائية للمادة هي مقياس لقدرتها على توصيل التيار الكهربائي. الفحم الحيوي هو موصل ممتاز للكهرباء بسبب وجود الكربون الناتج أثناء عملية الانحلال الحراري مما يؤدي إلى تكوين هياكل كربونية مختلفة، مثل الطبقات الشبيهة بالجرافيت، والتي تساهم بشكل أكبر في توصيله الكهربائي.

تسمح هذه الموصلية الكهربائية للفحم الحيوي بالاحتفاظ بالعناصر الغذائية وتبادلها بشكل فعال في التربة، وتعزيز النشاط الميكروبي للتربة عن طريق تسهيل نقل الإلكترونات بين الميكروبات وبيئتها.

2.3.4. القدرة على الاحتفاظ بالمياه (CRE):

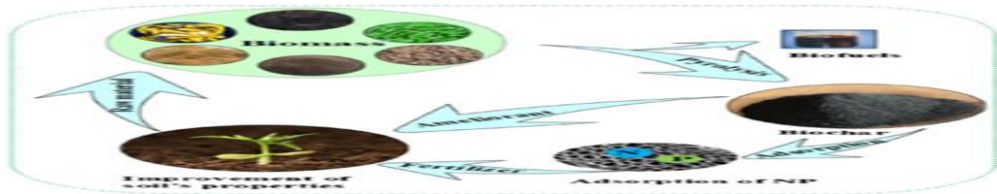
تشير قدرة المادة على الاحتفاظ بالماء إلى قدرتها على امتصاص الماء والاحتفاظ به. يُعزى CRE للفحم الحيوي إلى بنيته المسامية، التي توفر مساحة سطحية كبيرة لامتصاص الماء. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للمجموعات الوظيفية المحبة للماء في الفحم الحيوي، مثل مجموعات الكربوكسيل والهيدروكسيل، أن تشكل روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء، مما يساهم في قدرته على الاحتفاظ بالماء.

3.3.4. قدرة التبادل الكاتيوني (CEC):

قدرة التبادل الكاتيوني (CEC) هي مقياس لقدرة المادة على جذب والاحتفاظ بالأيونات الموجبة الشحنة (الكاتيونات) مثل البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم.

يميل الفحم الحيوي المشتق من المواد النباتية التي تحتوي على نسبة أعلى من اللجنين، مثل الخشب، إلى الحصول على CEC أعلى من تلك المنتجة من المخلفات الزراعية.

تؤدي درجات حرارة الانحلال الحراري المنخفضة (أقل من 500 درجة مئوية) عمومًا إلى ظهور الفحم الحيوي مع ارتفاع CEC، حيث يمكن أن تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى تدهور المجموعات الوظيفية سالبة الشحنة المسؤولة عن تبادل الكاتيونات.



الشكل 4: مزايا الفحم الحيوي المطبق كأداة لخصوبة التربة وإدارتها

4.4. الفوائد الأساسية للفحم الحيوي :

- خزن الكربون : يستطيع الفحم الحيوي تخزين الكربون في التربة لمئات السنين وتحسين خصوبة التربة بالإضافة إلى أن تحفيز نمو النبات يؤدي إلى استهلاك كمية أكبر من ثاني أكسيد الكربون من الجو
- مقاومة الجفاف : و ذلك من خلال زيادة قدرة التربة التخزينية للماء
- تحسين خصوبة التربة : و ذلك من خلال زيادة قدرة التربة التخزينية للعناصر الغذائية الحد من تسرب المغذيات
- إنتاجية وجودة أفضل للمحاصيل
- التقليل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري : الدور الذي يلعبه الفحم الحيوي من تحسين لخصوبة التربة بالإضافة إلى تحفيز نمو النبات يؤدي إلى استهلاك كمية أكبر من ثاني أكسيد الكربون من الجو

- كما أن الحرارة المنبعثة من عملية إنتاج الكربون الحيوي من الممكن تحويلها إلى طاقة كهربائية
- . الحرق المباشر للمادة العضوية يؤدي إلى إطلاق معظم ثاني أكسيد الكربون في الجو ولكن الفحم الحيوي يستبقي 50 ٪ من الكربون الأصلي ليعاود تخزينها في التربة . الكمية الصافية من ثاني أكسيد الكربون التي تعاد إلى الجو يتم تقليلها بزيادة خصوبة التربة والاستغناء عن الوقود الأحفوري الذي يستخدم في إنتاج الأسمدة الاعتيادية وبذلك يكون استعمال الفحم الحيوي خافض للكربون.
- معالجة التربة
- تحسين ميكروبيولوجيا التربة (أو خصائصها.)
- رفع درجة حموضة التربة. الفحم الحيوي مسامي للغاية مما يسمح له بالاحتفاظ بالمغذيات والمياه التي يمكن لجذور النباتات الوصول إليها عند إضافته إلى التربة
- يجب الانتباه إلى أن استعمال الفحم الحيوي قد لا يخلوا من الآثار السلبية , حيث أن 50 ٪ من الدراسات أظهرت أن استخدام الفحم الحيوي يساهم في زيادة الإنتاج و ذلك بمعدل 10 ٪ ولكن هذا يعني , من منظور آخر , أن 50 ٪ من الحالات قد سجلت إما نقصا ضعيفا أو كبيرا في نسب الإنتاج حيث أن الدراسات تبين أن التفاوت في نسب الإنتاج يتراوح ما بين 28 ٪ و 39 ٪ + . وقد أثبتت الدراسات أن تأثير الفحم النباتي على نسب الزيادة في الإنتاج يكون بحسب طبيعة التربة وهي كالآتي:

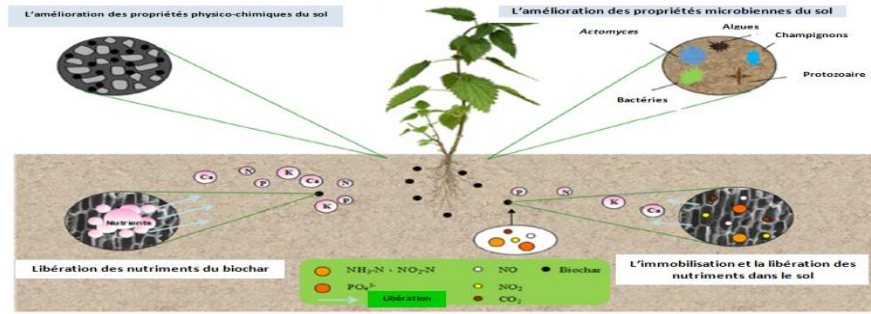
(Ahmed ,et al, 2021) .

14+ ٪	التربة الحمضية
13+ ٪	التربة المحايدة
10+ ٪	التربة الرملية
13+ ٪	التربة متوسطة القوام

الجدول 2: تأثير الفحم النباتي على نسب الزيادة في الإنتاج حسب طبيعة التربة

5.4. نتائج دراسات استخدام الفحم الحيوي لتحسين خصوبة التربة:

يعد الفحم الحيوي مورداً متجدداً وواعداً لإدارة خصوبة التربة، ويمكن أن يحتوي تركيبه الجزيئي عالي المسامية على كميات من المواد الدبالية والفلوفية القابلة للاستخراج (Lin et al. 2012) ويُظهر درجة عالية من الاستقرار الكيميائي والميكروبي. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أيضاً اقتراح تحميل الأمونيوم والنترات والفوسفات كأسمدة بطيئة الإطلاق لتحسين خصوبة التربة (Spokas et al,2011). أفادت العديد من الدراسات والأبحاث أن تطبيق الفحم الحيوي ودمجه مع التربة يمكن أن يحسن جودة التربة (البنية والمسامية والكثافة الظاهرية والتجميع واحتباس الماء)(Baïamonte et al. 2015)، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج الزراعي والترويج له. نمو النبات (Lehman et al,2006).



الشكل 5: الآليات الممكنة لتحسين خصوبة التربة

6.4. إنتاج واستخدام الأسمدة على أساس الفحم الحيوي:

من المحتمل أن يوفر التطبيق المباشر للفحم الحيوي كتعديل للتربة ميزة تحسين خصائص التربة في نفس الوقت من خلال عزل الكربون وتوفير المغذيات (Lehmann, 2007). ولكن يمكن تنشيط الفحم الحيوي عن طريق إثراء العناصر الغذائية (كومبست، وNPK، واليوريا، وما إلى ذلك) لتعديل خصائصه ووظائفه، بهدف تحسين جودته لتلبية متطلبات محددة.

الفحم الحيوي المنشط، والذي يسمى أيضًا الأسمدة المعتمدة على الفحم الحيوي، هو سماد يعمل على إطالة مدة توافر العناصر الغذائية في التربة (Trenkel, 2010)، وذلك بفضل الإطلاق المتدرج وفقًا لاحتياجات المحاصيل خلال الدورة الخضريّة (Alshamaileh et al. 2018).

ومن الطرق المستخدمة لإنتاج هذه الأسمدة المعتمدة على الفحم نذكر:

(أ) **تقنية النقع:** تتكون من تشريب الفحم الحيوي في محلول NPK، ثم يُترك الخليط ليرتاح لتعزيز امتصاص العناصر الغذائية من NPK في مسام الفحم الحيوي، ثم يتم تجفيف المنقع في الظل قبل نضجه. التطبيق على التربة.

(ب) **تقنية الطلاء:** تعتمد على استخدام البولييمرات القابلة للتحلل، وتتكون من خلط الفحم الحيوي المبلل سابقاً بخليط من NPK، وعنصر يضمن التصاق العناصر المعدنية بالفحم الحيوي.

5. الكتلة الحيوية اللجنوسليلوزية:

وهي عبارة عن كتلة حيوية جافة تأتي بشكل أساسي من الموارد الخشبية ذات الأصل الغاباتي أو الزراعي أو الحضري، وتسمى الطاقة الخشبية، مثل نفايات الخشب على شكل رقائق أو نشارة الخشب والقش وبقايا المحاصيل والمواد الحيوانية وتشمل أيضًا النفايات الحضرية العضوية الصلبة. تمثل هذه

الكتلة الحيوية للجنوسليلوزية واحدة من أكثر الموارد المتجددة وفرة على وجه الأرض، وبالتأكيد واحدة من أقلها تكلفة (N.S. Bentsen and C. Felby, 2012).

1.5. التركيب الكيميائي للكتلة الحيوية للجنوسليلوزية:

تتكون المادة اللجنوسليلوزية أساساً من الكربون (C)، والهيدروجين (H)، والأكسجين (O)، والنيتروجين (N) وبنسب أصغر من الكبريت (S) ومستويات منخفضة من المواد المعدنية (Ca، Mg، K، P، Na، Si...). تتراوح محتويات C و O و H و N بين 45% و 53%؛ بين 38% و 48%؛ بين 5% و 6% ومن 0.4% إلى 2% على التوالي (الجدول 3).

<i>Biomasse lignocellulosique</i>	C	H	N	O
<i>Bagasse</i>	51.7	5.3	0.3	42.6
<i>Tige de coton</i>	49.5	5.8	1.1	43.8
<i>Paille de riz</i>	48.7	5.9	1.9	43.2
<i>Tige en bois dur</i>	50.5	5.8	0.2	43.4
<i>Feuillus (chêne)</i>	51.0	6.0	1.2	38.7
<i>Eucalyptus</i>	45.5	5.5	0.1	48.3
<i>Roseau à massette</i>	52.8	5.8	1.2	40.0
<i>Bouleau</i>	45.8	6.1	0.3	45.8

الجدول 3: التكوين العنصري للكتل الحيوية اللجنوسليلوزية المختلفة (% بالوزن على أساس جاف)

6. مجالات تهمين الكتلة الحيوية للجنوسليلوزية:

1.6. التثمين الزراعي:

هي عودة الكتلة الحيوية إلى الأرض من أجل تحسين خصوبتها. تستخدم هذه التقنية بشكل خاص لبقايا الكربون الناتجة عن الهضم اللاهوائي، أو مخاليط المواد العضوية المختلفة المستخدمة لتحضير الكومبست (الخشب والعشب والمخلفات الزراعية وغيرها).

2.6. استعادة الطاقة :

تعتبر الكتلة الحيوية للجنوسليلوزية المصدر الرئيسي للطاقة. يتم استخدام مسارين للتحويل بشكل أساسي: التحويل الكيميائي الحيوي والتحويل الكيميائي الحراري.

3.6. التحويل البيوكيميائي (الطريق الرطب):

هناك ثلاثة قطاعات تحويل كيميائية حيوية للكتلة الحيوية مثيرة للاهتمام بشكل خاص، وهي:

- التحلل المائي والتخمير: الكحولي المخصص لإنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول الحيوي لمركبات البنزين والزيوت النباتية أو الديزل الحيوي لمركبات الديزل).

- الميثانة: لإنتاج الغاز الحيوي.
- التحولات الكيميائية الحرارية (الطريق الجاف): وتتميز حسب أهمية وجود الأكسجين:
- الاحتراق (الهواء الزائد)،
- الانحلال الحراري (ضعيف أو غير مؤكسد)
- التغويز (الهواء ، الماء، ثاني أكسيد الكربون، وما إلى ذلك).

7. إمكانات الكتلة الحيوية لمخلفات النخيل:

وتشير إحصائيات سنة 2012 إلى أن في الجزائر وحدها ما يقارب 18 مليون نخلة من مختلف الأصناف. يتم قطع سعف النخيل الجافة والطازجة كل عام. وينتج هذا الحجم ما بين 7 و10 أطنان لكل هكتار مزروع، لذا فإن تقدير الكتلة الحيوية السنوية لأشجار النخيل المقطوعة يقدر بما يتراوح بين 1 و1.5 مليون طن. ومع ذلك، فإن نسبة C/N لهذه النفايات تتراوح بين 150 و200 بينما تتراوح القيمة المثالية للتخمر بين 25 و35. ونتيجة لذلك، فإن هذه المادة الخام ليست مناسبة إلا إذا تم خلطها مع كتل حيوية أخرى غنية بالنيتروجين مثل السماد أو النفايات الغنية بالنيتروجين.

8. الانحلال الحراري:

الانحلال الحراري هو عملية كيميائية حرارية تتحلل فيها الكتلة الحيوية حرارياً في مكوناته الكيميائية تحت جو خامل أو شديد الأكسجين متكافئة منخفضة. تتم عملية الانحلال الحراري في نطاق درجة الحرارة 400-1200 درجة مئوية، على الرغم من أن أداء المنتج يعتمد على معايير درجة الحرارة المختلفة التشغيل، ولكن بشكل عام درجة حرارة منخفضة ووقت إقامة مرتفع تعزز إنتاج الفحم (Tripathi et al, 2016). وفقاً لشروط التشغيل، تعمل تكنولوجيا الانحلال الحراري وفق نظامين رئيسيين، الانحلال الحراري البطيء والانحلال الحراري السريع:

1.8. الانحلال الحراري البطيء

إنه النوع التقليدي من الانحلال الحراري الذي يتميز بمعدل تسخين بطيء ووقت الإقامة الطويل. يتم تحليل الكتلة الحيوية إلى درجة حرارة تصل إلى حوالي 400 إلى 500 درجة مئوية مع معدل تسخين يبلغ حوالي 0.1 إلى 1 درجة مئوية/ثانية لمدة تتراوح بين 5 و30 دقيقة (Tripathi et al, 2016)

في حالة الانحلال الحراري البطيء، ينخفض معدل التسخين ومدة بقاء المادة يوفر وقت البخار الأطول أجواء مناسبة ووقتاً كافياً لتنتهي ردود الفعل الجانبية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن وقت الإقامة الأطول يلغي الأبخرة الناتجة أثناء التفاعل الثانوي. وهذا يؤدي في النهاية إلى تشكيل الفحم الحيوي (Tripathi et al, 2016)

2.8. الانحلال الحراري السريع:

في الانحلال الحراري السريع، يتم تسخين الكتلة الحيوية إلى درجة حرارة 850-1250 درجة مئوية مع معدل تسخين من 10 إلى 200 درجة مئوية لمدة قصيرة تتراوح بين 1 إلى 10 ثواني. ينتج الانحلال الحراري السريع 60 إلى 75% من المنتجات السائلة، و 15 إلى 25% من الفحم الحيوي، و 10 إلى 20%.

النسبة المئوية للمنتجات الغازية غير القابلة للتكثيف (Bridjoatr, 2003) .

3.8. مزايا الانحلال الحراري

الانحلال الحراري هو تقنية سريعة النمو تكتسب قدرة كبيرة على التكيف. الاثنان من المزايا الرئيسية لهذه التقنية أنه يمكن تحسينها اعتمادًا على النتيجة المطلوب، على سبيل المثال، لإنتاج عال من الفحم الحيوي يمكن أن يكون الانحلال الحراري البطيء يستخدم في حين أنه للحصول على إنتاجية أعلى من الزيوت الحيوية، فإن الانحلال الحراري السريع هو العملية المناسبة. يمكن للانحلال الحراري معالجة معظم الكتلة الحيوية (الجافة، الرطبة، الصلبة) والنفايات (حمأة الصرف الصحي أو غيرها من النفايات الصناعية) مباشرة ودون الكثير صعوبة، على الرغم من أن المعالجة المسبقة في بعض الحالات يمكن أن تجعل العملية أكثر كفاءة. ميزة أخرى للانحلال الحراري هي المرونة مع نوع المادة الخام وظروف التشغيل. جودة منتج الانحلال الحراري تجعله متفوقًا على الآخرين التقنيات، تغيير ظروف الانحلال الحراري يمكن أن يشكل الملمس وخصائص المنتج حسب المتطلبات (Tripathi et al, 2016).

الجزء التطبيقى

الفصل الأول: المواد والطرق

1. الهدف من هذا العمل:

كان الهدف من هذه الدراسة هو دراسة تأثير الفحم الحيوي والسماد العضوي المشتق محلياً من نخيل التمر والتسميد المعدني على أداء محصول الشعير وخصائص التربة.

2. موقع الدراسة:

أجريت الدراسة على مستوى مقر سكني ببلدية الحمراية حيث أخذت تربة من حقل هبوبة الأزهاري بمنطقة الفلاحية الرويحة ببلدية الحمراية ولاية الواي بتاريخ 13 /02/ 2024 .

تتميز المنطقة بمناخ جاف، ويتميز بمتوسط هطول شهري لا يتجاوز 28 ملم خلال أكثر الشهور الممطرة في العام (أكتوبر)، وتسجل أعلى درجة حرارة في شهر جويلية (40 درجة مئوية) وأدنى درجة حرارة في حانفي (06 درجة مئوية). أعلى رطوبة نسبية سجلت في شهر جانفي بنسبة 55.41%، بينما سجلت أدنى نسبة رطوبة في شهر جويلية بنسبة 23.62%.

تتميز التربة المأخوذة من الحقل بقوام رملي طمي يتمثل في نسبة عالية من الجبس ومحتوى منخفض من المواد العضوية.



الشكل 6: خريطة موقع الدراسة

3. المواد النباتية :

المادة النباتية المستخدمة في هذه الدراسة هي صنف الشعير صنف سعيدة. وهو صنف مبكر وعالي الإنتاجية يتكيف مع الظروف المناخية للمنطقة، وهو تجاري للغاية وذو فترة تخزين طويلة ومدة صلاحية.

4. المنتجات المستخدمة:**1.4. التعديل العضوي والأسمدة:**

تم استخدام تعديلات الفحم الحيوي والكمبوست في الزراعة لتحسين خصوبة التربة وإنتاجية المحاصيل. للحصول على هذه التعديلات المستدامة، من المفيد أن يتم استخلاصها من المخلفات المتوفرة

محلياً. ولهذا السبب، جاء الفحم الحيوي والكمبوست المستخدم في هذا العمل بشكل أساسي من الانحلال الحراري وتسميد خشب نخيل التمر.

1.1.4. الكمبوست:

في اختبارنا استخدمنا الكمبوست من وحدة تصنيع الكمبوست "Palm Compost" الموجودة ببلدية شتمة، ولاية بسكرة، ويتم تصنيع هذا الكمبوست باستخدام la technique de production par andain في ظل الظروف الهوائية، وهو مصنوع من مخلفات النخيل.



الشكل 7: صورة أصلية لكيس كومبست من "Palm Compost"

القيم	تحاليل الكمبوست
33.72	الكربون العضوي % (C)
58	المادة العضوية % (MO)
3.18	الازوت الكلي % (N)
12.54	C/N
7.47	pH
164.1	البوتاسيوم التبادلي ppm (K)
0.41	البوتاسيوم الكلي % (K t)
20.85	الفوسفور القابل للامتصاص ppm (P)
0.27	الفوسفور الكلي % (Pt)

الجدول 4: تحاليل الكمبوست "Palm Compost"

2.1.4. السماد الحيواني:

وتم استخراج السماد الحيواني من كومة موجودة بمزرعة المعهد، وهي من أصل أغنام وتأتي من مناطق بسكرة. وهو سماد لا يقل عمره عن سنة ويكون داكن اللون.



الشكل 8: خلط السماد الحيواني

مع التربة لوضعها

في الأصيل

3.1.4. الفحم الحيوي:

الفحم الحيوي الذي استخدمناه تم إنتاجه وفق ما يسمى بعملية الانحلال الحراري البطيء التقليدية من سعف نخيل التمر، في مختبرات القاعة التكنولوجية في جامعة بسكرة. درجة الحرارة المطبقة هي 400 درجة مئوية لمدة ساعتين من الكربنة؛ يتم ضبط درجة الحرارة هذه مسبقاً وفقاً لمبرمج مع التحكم. تم إعداد منتج الفحم الحيوي النهائي لاستخدامه في تعديل قطع الاختبار بعد الطحن ثم الغرلة.



الشكل 9: الأداة المستخدمة في تحضير الفحم الحيوي وطريقة توصيله إلى قطع الاختبار.

4.1.4. الأسمدة المعدنية:

استخدمنا الأنواع الثلاثة التالية من الأسمدة: سمد الفوسفات (MAP) وسمد البوتاسيوم (K_2SO_4) وسمد الأزوت (اليوريا 46%).



الشكل 10: السمد المعدني المستعمل في التجربة

5. التجهيز التجريبي:

1.5. تحليل التربة :

تم تحليل التربة و الماء لمنطقة الحمراية المستعملة في الدراسة التجريبية في مخابر القسم علوم الزراعية وو مخبر الأنظمة الايكولوجية و ديناميكية الفلاحية في مناطق الجافة بحامعة محمد خضير ببسكرة .

العنصر	قيمه
pH	8.31
CE	3.05 mS/cm
Na+	12.68 meq/l
Ca++	5.95 meq/l
Mg++	6.13 meq/l
K+	0.74 meq/l
N	0,022 %
P	243 ppm
CaCO3	7.05%
CEC	22.51 meq/100g
CaCO4 .2H2O	58.74%
Da(densité apparente)	1.33

الجدول 5 : خصائص الفيزيوكيميائية لتربة الحمراية المستعملة في الدراسة التجريبية.

2.5. تحليل الماء السقي :

ماء السقي المستعمل في الدراسة التجريبية مصدره مياه الاستعمال المنزلي لسكان بلدية الحمراية – الوادي وتحليل ماء موضح في الجدول التالي :

PH	7.51
CE	4.71 mS/cm
CO ₃ -	0.4 meq/l
HCO ₃ -	2 meq/l
Ca ₂ +	2.95 meq/l
Mg ₂ +	3.29 meq/l
K ₊	0.21 meq/l
Na ₊	37.29 meq/l
Cl-	28.78 meq/l
SO ₄	15.40 meq/l

الجدول 6: يوضح النوعية الكيميائية لماء السقي



الشكل 11 : صورة أصلية

توضح مصدر مياه السقي

3.5. تحضير الأخص:

في يوم 2024/02/17 قمنا بتحضير 28 أصيص ووضعتنا في كل منها 6 كغ من التربة ووزعت على 7 معالجات في 4 تكرارات لكل معالجة والمسافة بين كل أصيص وآخر 20 سم في جميع الاتجاهات ووضعت بطريقة عشوائية كما هو موضح في الشكل التالي:

E : Engrais chimique / B : Biochar / C : Compost / F : Fumier / T : Témoin/
B+C : Biochar active + compost / B+ E : Biochar active + Engrais chimique/

E	B+C	B	T
B+E	F	C	B
B+C	B	T	C
F	C	F	E
B	B+E	E	B+C
C	T	B+E	F
T	E	B+C	B+E

الشكل 12: رسم تخطيطي للتوزيع العشوائي للأخص



الشكل 13: صورة أصلية توضح تموضع الأخص في التجربة

6. جرعات التعديلات العضوية والأسمدة المطبقة في الاختبار:

حساب الكثافة الظاهرية للعينة التربة :

أخذت عينة التربة من حقل على عمق 00-20 سم ثم وضعت في الأسطوانة ثم نقوم بتسوية سطحها بسكين أو أداة حادة ثم تجفف في الفرن في درجة حرارة 105 درجة مئوية خلال مدة 24 ساعة. وأثناء ذلك نقوم بحساب حجم الاسطوانة بالقدم القنوية ونحسب قطرها وارتفاعها ثم نعوض في العلاقة التالية : $Vt = 1/2 r^2 * h$ ومنه نحسب قيمة الكثافة الظاهرية بالعلاقة التالية :

$$Da = Ms/Vt \text{ g/cm}^3$$

$$Da = 1.33 \text{ g/cm}^3 \text{ : وكانت النتيجة}$$

- نحسب كتلة الهكتار (Ms (ha)

$$\text{حيث لدينا } 1 \text{ هكتار} = 100 * 100 = 10000 \text{ م}^2$$

حيث حجم الكلي للهكتار يساوي $0.20 \times 100 \times 100 = 2000 \text{ م}^3$
حيث ارتفاع التربة الزراعية مقدر ب 20 سم تحول إلى 0.20 م
وكذلك نحول غ/سم³ إلى طن/م³.

فتصبح قيمة الكثافة الظاهرية تساوي 1.33 طن/م³
ومنه نحسب كتلة الهكتار كما يلي :

$$Ms (\text{ha}) = Da \times Vt = 1.33 \times 2000 = 2660 \text{ T}$$

حيث وزن التربة المستعملة في كل معالجة تقدر ب 6 كغ في كل أصيص
وعليه نحسب كل قيم المعالجات التالية :

C :Compost (27 T/ha)

1ha → 27 T compost
2660 T → 27 T compost

$$6 \text{ kg} = 6 \times 10^{-3} \text{ T} \rightarrow x$$

$$X (\text{quantité de compost / pot}) = 27 \times 6 \times 10^{-3} / 2660 = 0.0000609023 \text{ T} = 60.90 \text{ g}$$



الشكل 14: صورة أصلية توضح جرعة Compost في الأصيص

B : Biochar(10T/ha)

1ha → 10 T Biochar

2660 T → 10 T Biochar

$$6 \text{ kg} = 6 \times 10^{-3} \text{ T} \rightarrow x$$

$$X (\text{quantité de Biochar / pot}) = 10 \times 6 \times 10^{-3} / 2660 = 0.0000225564 \text{ T} = 22.55 \text{ g}$$



الشكل 15: صورة أصلية توضح جرعة Biochar في الأصيص

F : Fumier (27 T/ha)

1ha → 27 T Fumier

2660 T → 27 T Fumier

6 kg = $6 \cdot 10^{-3}$ T → x

$$X (\text{quantité de Fumier / pot}) = \frac{27 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{2660} = 0.0000609023 \text{ T} = 60.90 \text{ g}$$



الشكل 16: صورة أصلية توضح جرعة Fumier في الأصيص

الفحم الحيوي المنشط مع الكومبست B+C: (Activation de Biochar avec compost)

1kg Biochar → 2.7 kg de compost

22.55g Biochar → x

X = 22.55 * 2.7 = 60.88 g

$$X (\text{quantité de Biochar active avec compost / pot}) = 22.55 \cdot 2.7 = 60.88 \text{ g}$$

ملاحظة : تترك لمدة أسبوعين

(Engrais chimique) :E السماد الكيميائي

55kg /ha urée

80kg/ha Map

116 kg /ha K₂SO₄

E : Engrais chimique

1ha → 55kg /ha urée

2660 T → 55kg /ha urée

2660*10³ kg → 55kg /ha urée

6 kg → x

$$X (\text{quantité d' engrais chimique urée / pot}) = \frac{6 \cdot 55}{2660 \cdot 10^3} = 0.00012406002 \text{ kg}$$

حساب Map:

1ha → 80kg /ha Map

2660 T → 80kg /ha Map

2660*10³ kg → 80kg /ha Map

6 kg → x

$$X (\text{quantité d' engrai chimique Map / pot}) = \frac{6 \cdot 80}{2660 \cdot 10^3} = 0.0001804511278 \text{ kg}$$

حساب K₂SO₄:

1ha → 116kg /ha K₂SO₄

2660 T → 116kg /ha K₂SO₄

2660*10³ kg → 116kg /ha K₂SO₄

6 kg → x

$$X (\text{quantité d' engrais chimique K}_2\text{SO}_4 / \text{pot}) = \frac{6 \cdot 116}{2660 \cdot 10^3} = 0.000261654 \text{ kg} = 0.26 \text{ g}$$

يتم مزج MAP+(0.26g)K₂SO₄ (0.18g) مباشرة مع 6كغ من التربة . ويتم تقسيم كمية اليوريا على ثلاث مراحل بالتساوي والمقدرة ب3/0.12 غ .

Activation de Biochar avec Engrais chimique: السماد المعدني:

(P) : Map= 0.18g
(K) : K₂SO₄= 0.26g
} +2.55g de Biochar +250 ml d'eau distillée

وتترك لمدة أسبوع

7. الزراعة :

في يوم 2024/02/18 تم زراعة بذور الشعير من نوع سعيدة 20 بذرة في كل أصيص على عمق 2-3 سم وفي بداية مرحلة الإنبات في يوم 2024/02/26 وفي يوم 2024/03/05 تم الإبقاء على 12 نبتة في كل أصيص.

8. السقي: يتم تحديد كمية جرعة السقي عن طريق تحديد نسبة احتفاظ التربة للرطوبة وقدرت بنصف لتر لكل أصيص كل أسبوع في الأشهر الأولى من الإنبات والنمو.

9. مراحل نمو نبات الشعير:

1.9 - مرحلة الزرع - الإنبات : (phase semis-levée) : 2024/02/26-2024/02/18

تبدأ هذه المرحلة من لحظة الزرع والتي يوافق تاريخها 2024/02/18 إلى تحول البذرة من الحياة البطيئة إلى الحياة النشطة وتظهر النباتات على سطح التربة من 7 إلى 10 أيام تتم مراقبتها كل يومين وفي العمل التجريبي الذي قمنا به نبتت البذور في 2024/02/26 .

2.9- مرحلة الإنبات - ثلاثة أوراق (phase levée -3 feuille) : 2024/03/09-2024/02/26

ويتم الوصول إلى مرحلة الثلاث أوراق عندما تنبت 90% من النباتات عن الورقة الثالثة .

و يتم حساب مدة هذه المرحلة بالفرق بين تاريخ الظهور وتاريخ مرحلة الثلاث أوراق وذلك بتاريخ 2024 /03/09.

3.9- مرحلة ثلاث أوراق - بداية الإشطاء : (phase 3 feuilles-tallage) : 2024/03/18-2024/03/09

تتوافق هذه المرحلة مع التاريخ الذي يكشف فيه أكثر من نصف النباتات عن الأشطاء الأولى.و يتم حساب مدة هذه المرحلة بالفرق بين تاريخ مرحلة الثلاث أوراق وتاريخ بدء الأشطاء.

4.9- مرحلة بداية الإشطاء. (phase Début de tallage-montaison) : 2024/03/22-2024/03/18

الصعود

نقيس بالملم المسافة التي تفصل بين قاعدة قصبه الأشطاء وأعلى السنبله. يتم حساب مدة هذه المرحلة بالفرق بين تاريخ بدء الأشطاء وتاريخ بداية مرحلة ظهور السنبله البالغة 1 سم. يتوافق تاريخ مرحلة الإسبال مع التاريخ الذي يكون فيه أكثر من نصف السيقان سنابلهم خارج البذرة

5.9- مرحلة الصعود -الإسبال (phase montaison-épiaison) : 2024/04/22-2024/03/22

يحدث النضج عندما تكون 50% من السيقان خالية من السنبله من البذور، وكان من الضروري

إجراء ملاحظتين أسبوعياً لتحديد التاريخ الدقيق (Gate., 2003) . ويتم حساب مدة هذه المرحلة بالفرق بين تاريخ مرحلة السنبله 1 سم وتاريخ الوصول.

6.9- مرحلة الإسبال- الإزهار : (phase épiaison-floraison) 2024/05/06-2024/04/22

تاريخ الإزهار يتوافق مع ظهور المنبر إلى الخارج ، ويتم حساب مدتها بالفرق بين تاريخ الإسبال وتاريخ الإزهار.

7.9 - مرحلة الإزهار – النضج: (phase floraison-maturité) 2024/06/06-2024/05/06

ويتم الوصول إلى مرحلة النضج عندما يحدث اصفرار كامل للنبات (خلدون، 1997)، وتحسب مدة هذه المرحلة بالفرق بين موعد التزهير وموعد النضج.

10. الطابع المورفولوجي:

1.10. طول النبات:

تم قياس طول النبات من بداية الساق (سطح التربة) حتى قمة السفاة خلال مرحلة النضج (بالسننيمتر)

2.10. طول السنبله :

تم تقدير طول السنبله ابتداء من نهاية عنق السنبله حتى قمة آخر سنبله (بالسننيمتر)

3.10. طول السفاة :

تقاس من قمة آخر سنبله إلى قمة آخر السفاة خلال مرحلة النضج (بالسننيمتر)

4.10. طول السنبله مع السفاة :

يقاس من قاعدة السنبله الى قمة اخر السفاة (بالسننيمتر)

11. خصائص الإنتاج :

1.11. الإشطاء الخضري :

يحدد بعدد الاشطاءات الخضرية من خلال حساب عددها انطلاقا من مرحلة الورقة الرابعة وهذا من ظهور أول شطا إلى بداية مرحلة الانتفاخ دون احتساب الفرع الرئيسي.

2.11. الإشطاء السنبلي :

يحدد بحساب عدد الاشطاءات التي تحولت إلى سنابل دون احتساب الفرع الرئيسي .

3.11. عدد السنابل في المتر المربع :

تكون بحساب عدد السنابل في مساحة الأصيلص ويتم تأويلها باستعمال القاعدة الثلاثية للحصول على عدد السنابل في المتر المربع الواحد من خلال العلاقة التالية:

$$\text{عدد السنابل في م}^2 = \text{عدد السنابل في الأصيلص} / \text{مساحة الأصيلص م}^2$$

عدد الحبوب لكل سنبله (NG/E): يتم عن طريق حساب متوسط النتائج مأخوذة من 10 سنابل عشوائيا من كل قطعة.

- وزن 1000 حبة (PMG): تم الحصول على وزن ألف حبة بوزن 1000 حبة على ميزان دقيق. يتم العد يدوياً بعد حصاد السنابل من كل أصيص.

12- مكونات المحصول :

• المحصول النظري (RDT) (qx/ha): تم تحديد المردود النظري (g/m^2) وفق المعادلة التالية:

$$NE \times NGE \times Pmg/1000 = Rdt$$

(NE: عدد السنابل/م²؛ NGE: عدد الحبوب/السنابل؛ Pmg: متوسط وزن الحبة بالغرام)

13. تحليل التربة بعد الحصاد:

1.13. تحضير العينات:

نقوم بترك التربة تجف هوائيا لكل أصيص لمدة 48 ساعة وبعد ذلك نقوم بعملية الغربلة بغربال قطر مسامه 2 ملم لكل معالجة .



الشكل 17 : صور أصلية توضح مراحل الغربلة ووزن التربة لكل عينة ثم نبدأ بعملية التحليل وفق البروتوكول المعتمد .

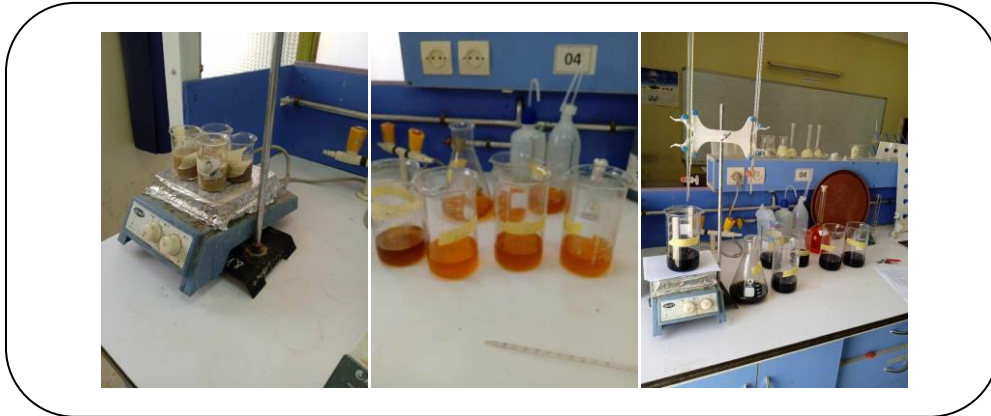
2.13. قياس قيمة PH و CE :

3.13. قياس نسبة الازوت الكلي بطريقة Kjeldhal:



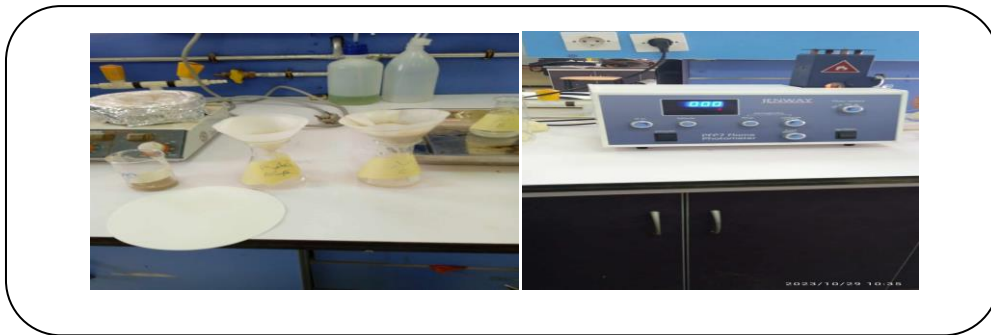
الشكل 18 : صور أصلية توضح مراحل تحليل الازوت الكلي في التربة

4.13. قياس نسبة المادة العضوية أو الكربون العضوي بطريقة الكواشف بالمعايرة حتى نتحصل على اللون الأخضر الخفيف:



الشكل 19 : صور أصلية توضح مراحل تحليل الكربون العضوي في التربة

5.13. قياس نسبة الصوديوم القابل للإمتصاص.:



الشكل 20 : صور أصلية توضح مراحل تحليل الكربون العضوي في التربة

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

1-النتائج والمناقشة:

1.1.الخصائص الفينولوجية:

1.1.1 مدة المراحل الخضرية ودورة نمو النبات:

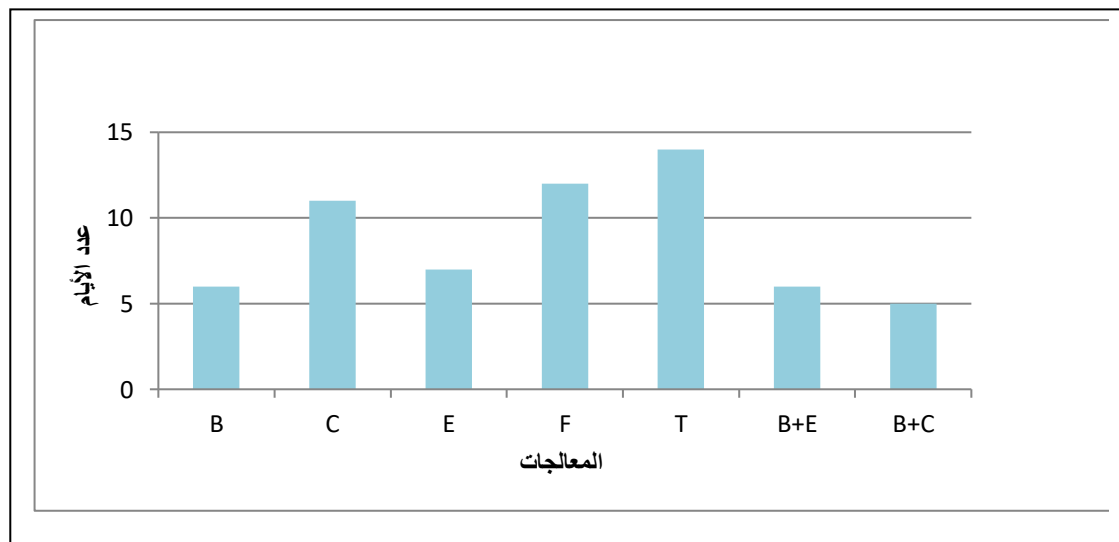
يوضح الجدول 07 المرحلة الخضرية المحسوبة بعدد الأيام لستة معالجات مختلفة مع الشاهد، حيث تقدر اقل مدة 82 يوما وأكبر مدة تقدر ب:103 يوم.

الجدول 07: تواريخ ظهور مراحل تطور متوسط مختلف المعالجات

المعالجات	عدد أيام المراحل الخضرية						عدد بالأيام
	الإنبات	ثلاث أوراق	الأشطاء	الصعود	الأسبال	الإزهار	
B	6	6	5	11	18	9	32
C	11	14	7	8	14	11	31
E	7	8	5	11	14	12	29
F	12	8	8	11	14	10	27
T	14	16	8	10	15	12	28
B+E	6	7	6	11	16	11	32
B+C	5	7	5	9	15	10	31

1.1.1.1. مرحلة الإنبات:

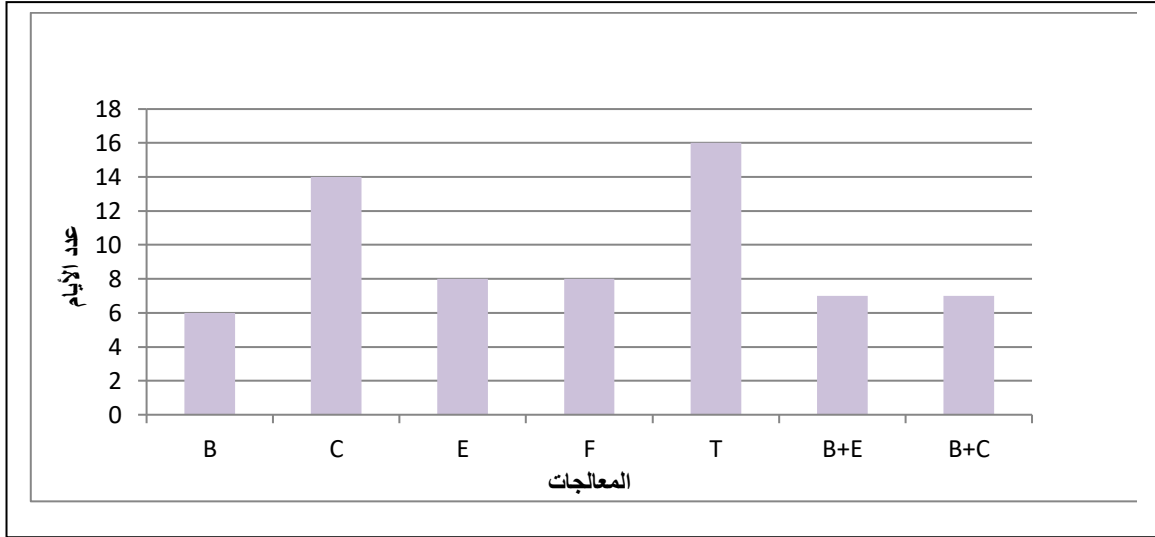
الشكل رقم 21 يوضح مدة مرحلة الإنبات محسوبة بعدد الأيام مع 6 معاملات مختلفة مع الشاهد ، وتتراوح هذه المدة بين 5 أيام و 14 يوما. حيث تكون أطول مدة للإنبات في المعالجة T المقدر ب 14 يوما وأقل مدة في المعالجة B+C المقدر ب 05 أيام. و كذلك نفس المدة لكل من B و B+E المقدر ب 6 أيام ، بينما C مدة الإنبات مقدر ب 11 يوما و F مدة الإنبات مقدر ب 12 يوما.



الشكل 21 : مدة مرحلة الإنبات للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة

2.1.1.1. مرحلة 3 أوراق :

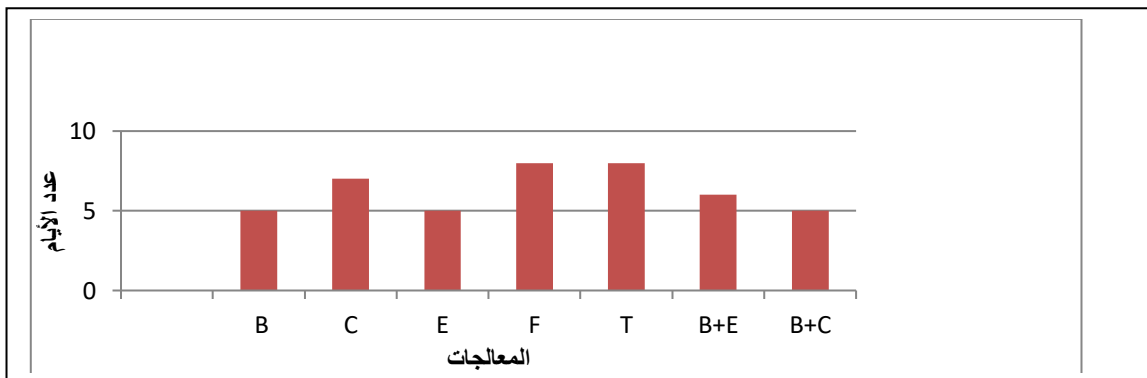
الشكل رقم 22 يوضح مدة مرحلة ثلاث أوراق محسوبة بعدد الأيام مع 6 معاملات مختلفة مع الشاهد ، وتتراوح هذه المدة بين 6 أيام و 16 يوما. حيث تكون أطول مدة ثلاث أوراق في المعالجة T المقدر ب 16 يوما وأقل مدة في المعالجة B المقدر ب 06 أيام. وكذلك نفس المدة لكل من B+C و B+E المقدر ب 7 أيام ونفس المدة لكل من F و E أيام المقدر ب 8، بينما C المدة مقدر ب 14 يوما .



الشكل 22 : مدة مرحلة 3 أوراق للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة

3.1.1.1. مرحلة الاشطاء:

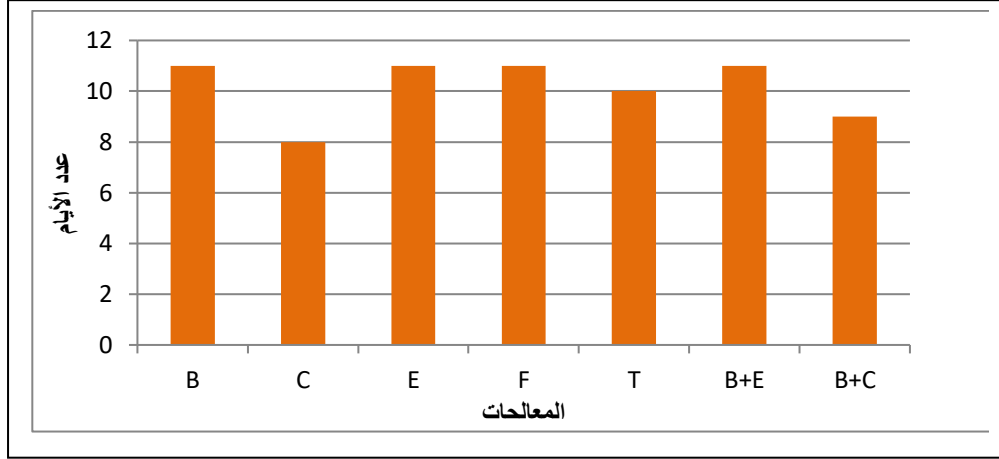
الشكل رقم 23 يوضح مدة مرحلة الإشطاء محسوبة بعدد الأيام مع 6 معاملات مختلفة مع الشاهد ، وتتراوح هذه المدة بين 5 أيام و 8 يوما. حيث تكون أطول مدة للإشطاء في المعالجة T و F المقدر ب 8 أيام وأقل مدة في المعالجة B+C و E المقدر ب 5 أيام ومدة في المعالجة B+E المقدر ب 6 أيام ، بينما C المدة مقدر ب 7 أيام .



الشكل 23 : مدة مرحلة الاشطاء للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة

4.1.1.1. مرحلة الصعود:

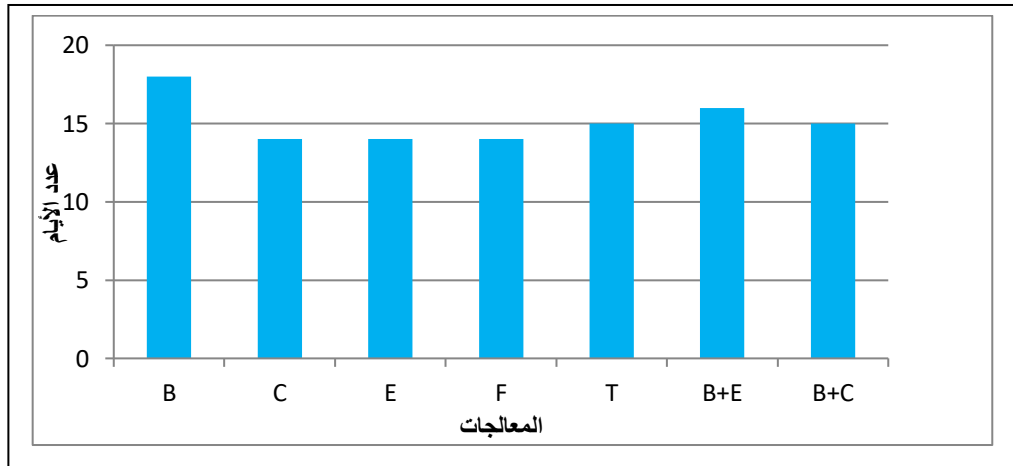
الشكل رقم 24 يوضح مدة مرحلة الصعود محسوبة بعدد الأيام مع 6 معاملات مختلفة مع الشاهد ، وتتراوح هذه المدة بين 8 أيام و 11 يوما. حيث تكون أطول مدة في المعالجة E و F و B+E المقدر ب 11 يوما وأقل مدة في المعالجة C المقدر ب 8 أيام ومدة كل من B+C و T المقدر ب 9 و 10 أيام على التوالي.



الشكل 24 : مدة مرحلة الصعود للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة

5.1.1.1. مرحلة الإسبال:

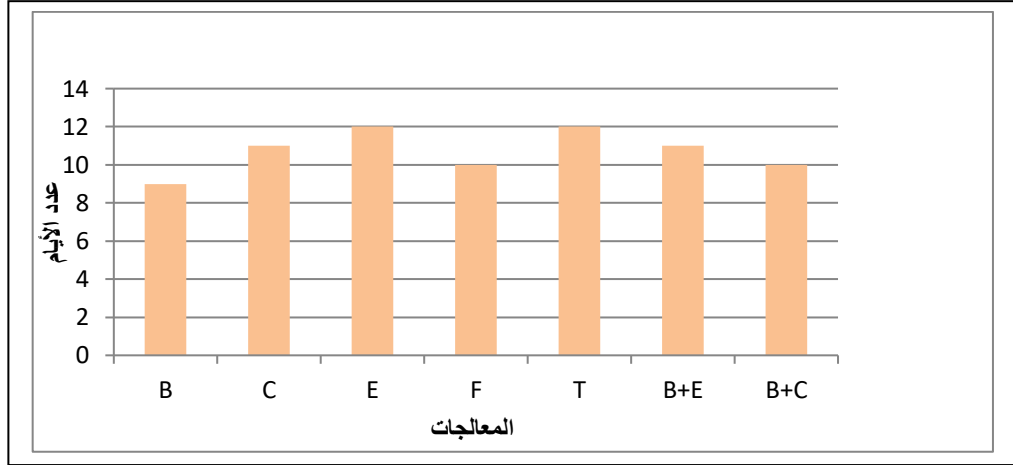
الشكل رقم 25 يوضح مدة مرحلة الإسبال محسوبة بعدد الأيام مع 6 معاملات مختلفة مع الشاهد ، وتتراوح هذه المدة بين 14 أيام و 18 يوما. حيث تكون أطول مدة في المعالجة B المقدر ب 18 يوما وأقل مدة في المعالجة C، E، F المقدر ب 14 يوما ومدة كل من B+C و T المقدر ب 15 يوما و B+E المقدر ب 16 يوما.



الشكل 25 : مدة مرحلة الإسبال للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة

6.1.1.1. مرحلة الإزهار:

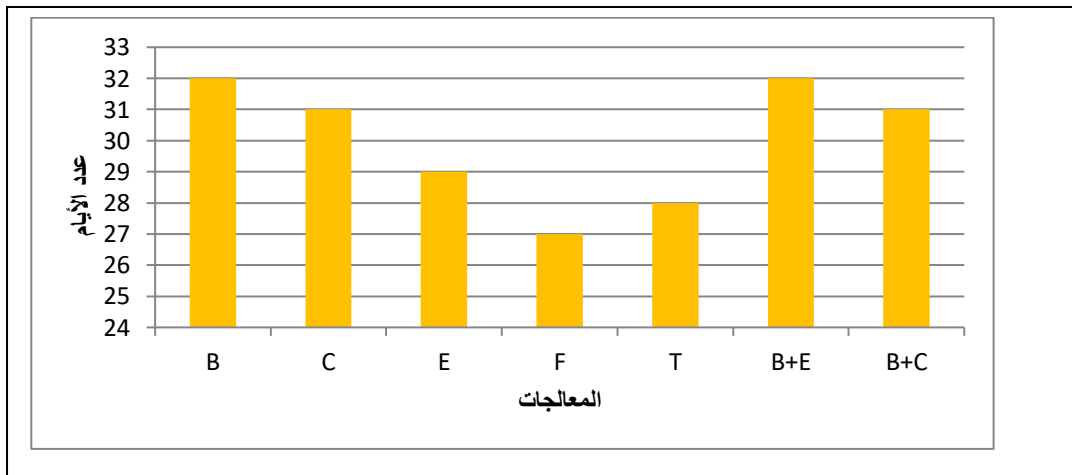
الشكل رقم 26 يوضح مدة مرحلة الإزهار محسوبة بعدد الأيام مع 6 معاملات مختلفة مع الشاهد ، وتتراوح هذه المدة بين 9 أيام و 12 يوما. حيث تكون أطول مدة في المعالجة E و T المقدر ب 12 يوما وأقل مدة في المعالجة B والمقدرة ب 9 أيام، ومدة كل من F، B+C المقدر ب 10 أيام ومدة كل من B+E و C المقدر ب 11 يوما .



الشكل 26 : مدة مرحلة الإزهار للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة

7.1.1.1. مرحلة النضج:

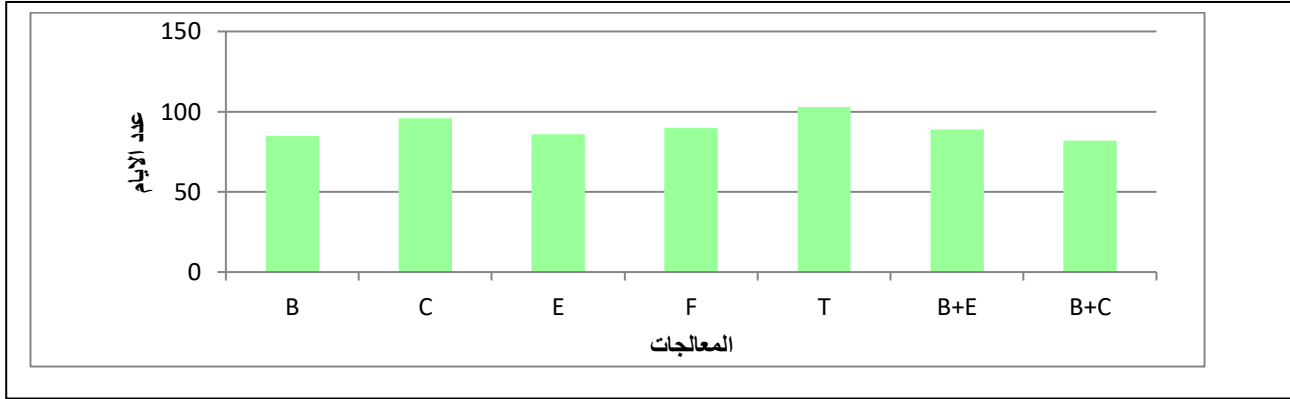
الشكل رقم 27 يوضح مدة مرحلة النضج محسوبة بعدد الأيام مع 6 معاملات مختلفة مع الشاهد ، وتتراوح هذه المدة بين 27 أيام و 32 يوما. حيث تكون أطول مدة في المعالجة B و B+E المقدر ب 32 يوما وأقل مدة في المعالجة F والمقدرة ب 27 أيام، ومدة كل من C، B+C المقدر ب 31 أيام ومدة كل من E و T المقدر ب 29 و 28 يوما على التوالي .



الشكل 27 : مدة مرحلة النضج للشعير اعتمادا على تأثير العلاجات المختلفة

2.1.1. الحصاد:

الشكل رقم 28 يوضح عدد الأيام المراحل الخضرية محسوبة بعدد الأيام مع 6 معاملات مختلفة مع الشاهد ، وتتراوح هذه المدة بين 82 يوم و 103 يوم. حيث تكون أطول مدة في المعالجة T المقدر ب 103 يوماً وأقل مدة في المعالجة B+C والمقدرة ب 82 يوم، ومدة كل من B,C,E,F,B+E المقدر ب 85,96,86,90,89 على التوالي .



الشكل 28 : عدد الأيام لجميع المراحل الخضرية للشعير في مختلف العلاجات



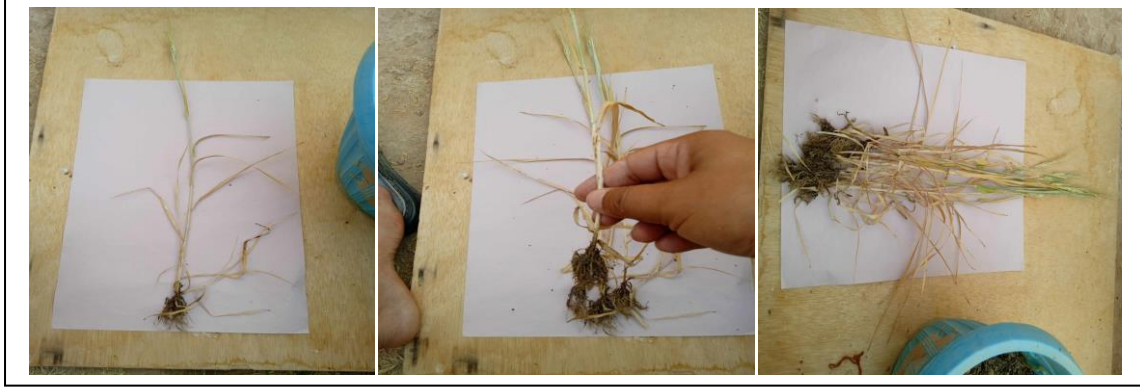
الشكل 29 : صورة أصلية حصاد الشعير

2.1. التحليل الإحصائي:

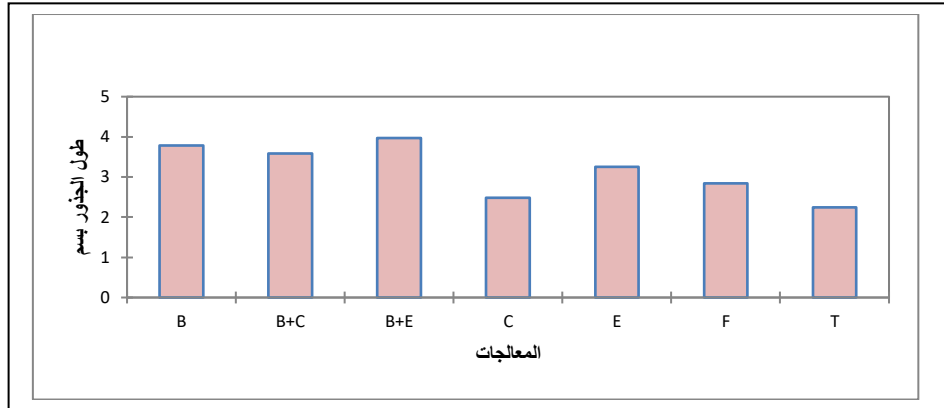
تم إخضاع البيانات التي تم جمعها لجميع الخصائص المدروسة لتحليل التباين باستخدام برنامج XLSTAT 2010. تحليل التباين الذي تم إجراؤه ذو عاملين (السماذ الحيواني ، الكومبست ، الأسمدة المعدنية، الفحم الحيوي، كومبست مع الفحم الحيوي المنشط ، السماذ المعدني مع الفحم الحيوي المنشط). تتم مقارنة الوسائل باستخدام اختبار Newmann- keuls(SNK) .

3.1 خصائص النمو:

1.3.1. طول الجذور في مرحلة النضج:



الشكل 30 :صورة أصلية لجذور نبات الشعير عند النضج



الشكل 31 : متوسط أطوال الجذور في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	10.436	1.739	2.367	0.066
Erreur	21	15.433	0.735		
Total corrigé	27	25.869			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

الجدول 8 :تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط أطوال الجذور

جدول التحليل الإحصائي رقم 09 بواسطة اختبار نيومان-كيولز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعة واحدة متجانسة؛ A على التوالي (B، E، T، F، C، B+E، B+C)، المجموعة الواحدة متجانسة A: B+E بمقدار 3.965 سم B بمقدار 3.778 سم، B+C بمقدار 3.588 سم وE بمقدار 3.250 سم F بمقدار 2.838 سم و C بمقدار 2.488 سم و T بمقدار 2.248 سم وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان-كيولز (95%) أعطى المجموعة المتجانسة واحدة A و (Pr>F = 0.066) وهو دلالة إحصائية غير إيجابية بترتيب متوسط لأطوال الجذر تنازليا كما يلي:

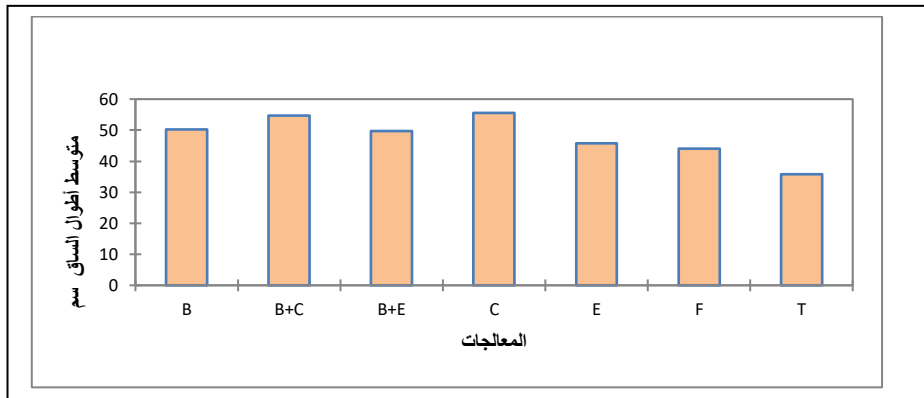
$$(B+E) < (B) < (B+C) < (E) < (F) < (C) < (T)$$

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B+E	3.965	A
B	3.778	A
B+C	3.588	A
E	3.250	A
F	2.838	A
C	2.488	A
T	2.248	A

الجدول 9 : المتوسط المقدر للمجموعات الجذرية

4.1. خصائص المورفولوجية :

1.4.1. ارتفاع الساق :



الشكل 32 : متوسط أطوال الساق في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	1124.214	187.369	3.840	0.010
Erreur	21	1024.750	48.798		
Total corrigé	27	2148.964			
Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$					

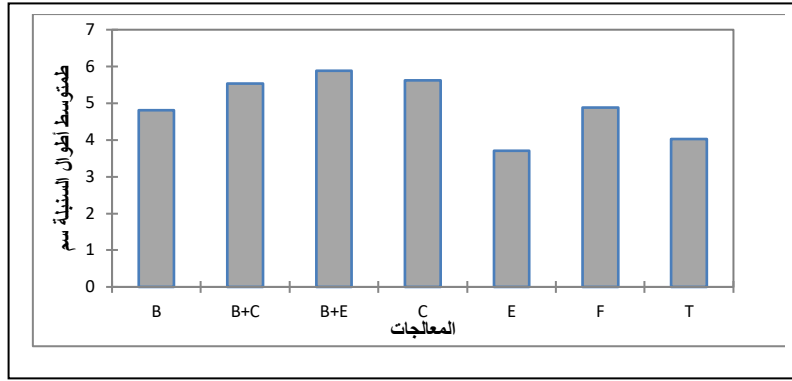
الجدول 10 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيولز لمتوسط أطوال الساق

جدول التحليل الإحصائي رقم 11 بواسطة اختبار نيومان-كيولز الذي يصنف تأثير العلاج إلى 3 مجموعات متجانسة؛ A ، AB ، B على التوالي (C ، B+C) ، (B ، B+E ، E ، F) ، (T) ، المجموعات الثلاث متجانسة A وفيها C بمقدار 55.500 سم B+C بمقدار 54.750 سم، والمجموعة AB وفيها B بمقدار 50.250 سم و B+E بمقدار 49.750 سم E بمقدار 45.750 سم و F بمقدار 44.000 سم و T بمقدار 35.750 سم وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان-كيولز (95%) أعطى ثلاث مجموعات متجانسة A ، AB ، B و ($Pr>F = 0.010$) وهو دلالة إحصائية ذات إيجابية عالية عالي بترتيب متوسط لأطوال السيقان تنازليا كما يلي: (C) < (B+C) < (B) < (B+E) < (E) < (F) < (T).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
C	55.500	A	
B+C	54.750	A	
B	50.250	A	B
B+E	49.750	A	B
E	45.750	A	B
F	44.000	A	B
T	35.750		B

الجدول 11 : المتوسط المقدر لمجموعات الساق

2.4.1. طول السنبلية :



الشكل 33 : متوسط أطوال السنبلية في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	16.462	2.744	2.760	0.039
Erreur	21	20.879	0.994		
Total corrigé	27	37.341			

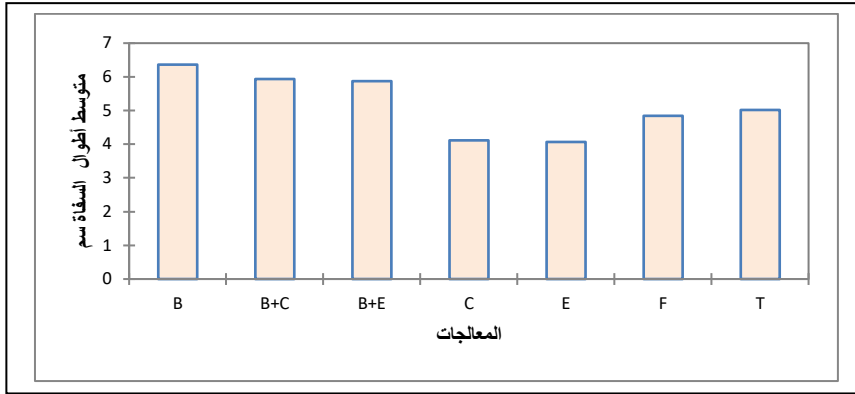
Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

الجدول 12 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط أطوال السنبلية
 جدول التحليل الإحصائي رقم 13 بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعة واحدة متجانسة؛ A على التوالي (E ، T ، B ، F ، B+C ، C،B+E) ، المجموعة الواحدة متجانسة B+E بمقدار 5.888 سم و C بمقدار 5.625 سم ، B+C بمقدار 5.535 سم و F بمقدار 4.880 سم B بمقدار 4.805 سم و T بمقدار 4.025 سم و E بمقدار 3.700 سم وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) أعطى المجموعة المتجانسة واحدة A و (Pr>F = 0.039) وهو دلالة إحصائية ذات إيجابية بترتيب متوسط لأطوال السنبلية تنازليا كما يلي: (E) < (T) < (B) < (F) < (B+C) < (C) < (B+E).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B+E	5.888	A
C	5.625	A
B+C	5.535	A
F	4.880	A
B	4.805	A
T	4.025	A
E	3.700	A

الجدول 13 : المتوسط المقدر لمجموعات أطوال السنبلية

3.4.1 طول السفاة :



الشكل 34 : متوسط أطوال السفاة في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	19.764	3.294	1.833	0.141
Erreur	21	37.747	1.797		
Total corrigé	27	57.511			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

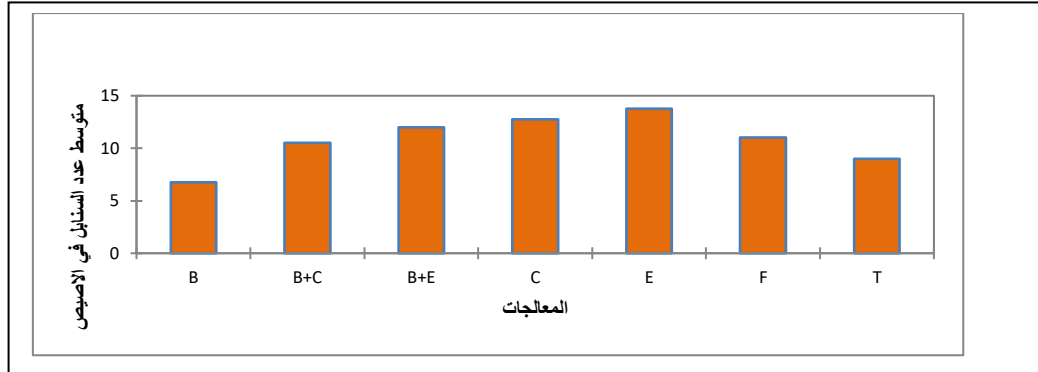
الجدول 14 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط أطوال السفاة
 جدول التحليل الإحصائي رقم 15 بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعة واحدة متجانسة؛ A على التوالي (B، B+C، B+E، T، F، C، E)، المجموعة الواحدة متجانسة B بمقدار 6.355 سم و B+C بمقدار 5.930 سم، B+E بمقدار 5.870 سم و T بمقدار 5.010 سم F بمقدار 4.848 سم و C بمقدار 4.115 سم و E بمقدار 4.063 سم وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) أعطى المجموعة المتجانسة واحدة A و (Pr>F = 0.141) وهو دلالة إحصائية غير إيجابية بترتيب متوسط لأطوال السفاة تنازليا كما يلي: (B) < (B+C) < (T) < (F) < (C) < (E).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B	6.355	A
B+C	5.930	A
B+E	5.870	A
T	5.010	A
F	4.848	A
C	4.115	A
E	4.063	A

الجدول 15 : المتوسط المقدر لمجموعات أطوال السفاة

5.1. خصائص الإنتاج :

1.5.1. عدد السنابل في الأصبص (NE/pot) :



الشكل 35 : متوسط عدد السنابل في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	134.857	22.476	3.250	0.020
Erreur	21	145.250	6.917		
Total corrigé	27	280.107			
<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>					

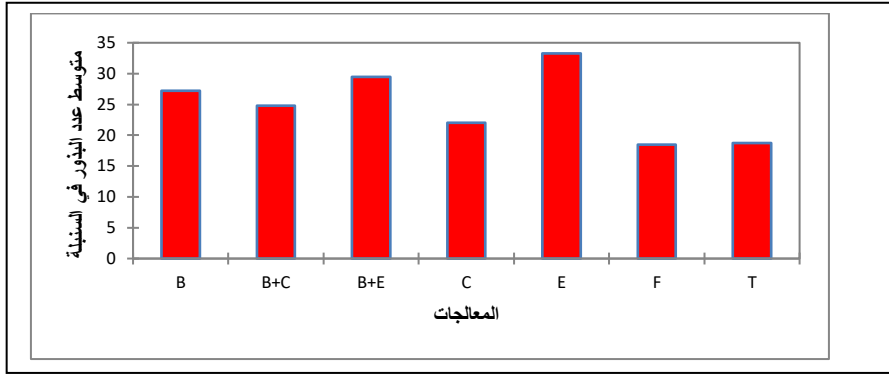
الجدول 16 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط عدد السنابل في الأصبص

جدول التحليل الإحصائي رقم 17 بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى 3 مجموعات ؛ A ، AB ، B ، على التوالي (E ، C) ، (B + E ، F ، B + C ، T) ، (B) ، المجموعة المتجانسة A وفيها E بمقدار 13.750 و C بمقدار 12.750 ، والمجموعة AB وفيها B + E بمقدار 12.000 و F بمقدار 11.000 و B + C بمقدار 10.500 و T بمقدار 9.000 و B بمقدار 6.750 وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) أعطى ثلاث مجموعات متجانسة A ، AB ، B و (Pr > F = 0.020) وهو دلالة إحصائية ذات إيجابية عالية بترتيب متوسط عدد السنابل تنازليا كما يلي: (E) < (C) < (B + E) < (F) < (B + C) < (T) < (B) .

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
E	13.750	A	
C	12.750	A	
B+E	12.000	A	B
F	11.000	A	B
B+C	10.500	A	B
T	9.000	A	B
B	6.750		B

الجدول 17 : المتوسط المقدر لمجموعات عدد السنابل في الأصبص

2.5.1. عدد الحبوب في السنبلية :



الشكل 36 : متوسط عدد الحبوب في السنبلية في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	734.429	122.405	7.160	0.000
Erreur	21	359.000	17.095		
Total corrigé	27	1093.429			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

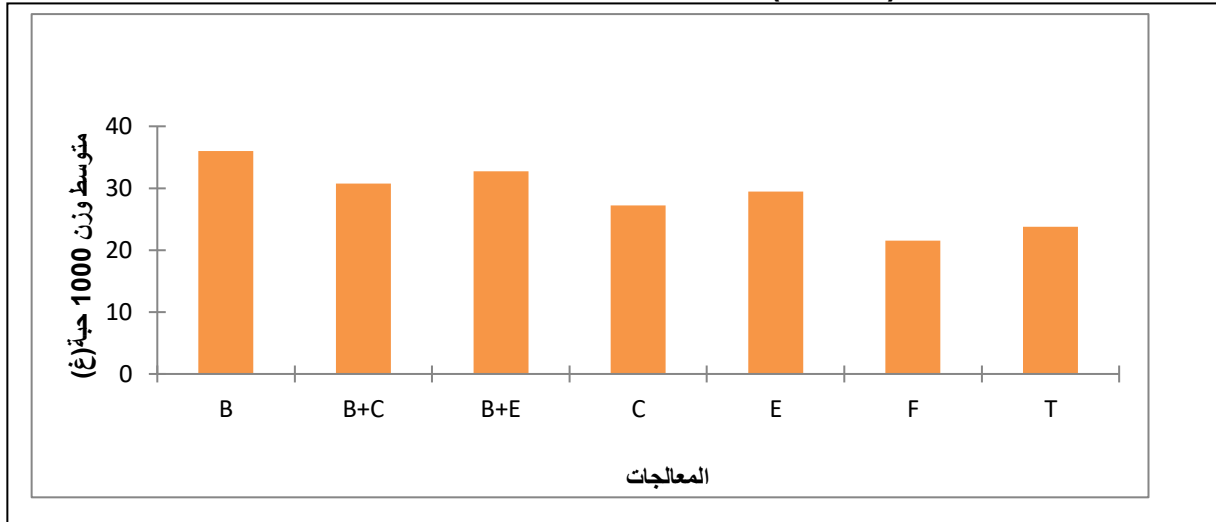
الجدول 18 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط عدد الحبوب في السنبلية

جدول التحليل الإحصائي رقم 19 بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى 4 مجموعات ؛ A ، AB ، BC ، C على التوالي (E) ، (B ، B+E) ، (C ، B+C) ، (F ، T) المجموعات الأربع منها المتجانسة AB وفيها B+E بمقدار 29.500 و B بمقدار 27.250 ، والمجموعة AB المتجانسة الثانية وفيها B+C بمقدار 24.750 و C بمقدار 22.000 بالإضافة إلى C بمقدار 22.000 و T بمقدار 18.750 و F بمقدار 18.500 وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) أعطى مجموعتين متجانستين AB ، BC و (Pr>F = 0.000) وهو دلالة إحصائية غير إيجابية بترتيب متوسط عدد الحبوب في السنبلية تنازليا كما يلي: $(B) < (B+E) < (E) < (F) < (T) < (C) < (B+C)$.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
E	33.250	A		
B+E	29.500	A	B	
B	27.250	A	B	
B+C	24.750		B	C
C	22.000		B	C
T	18.750			C
F	18.500			C

الجدول 19 : المتوسط المقدر لمجموعات عدد الحبوب في السنبلية

3.5.1. وزن 1000 حبة (PMG) :



الشكل 37 : متوسط وزن 1000 حبة في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	611.714	101.952	3.089	0.025
Erreur	21	693.000	33.000		
Total corrigé	27	1304.714			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

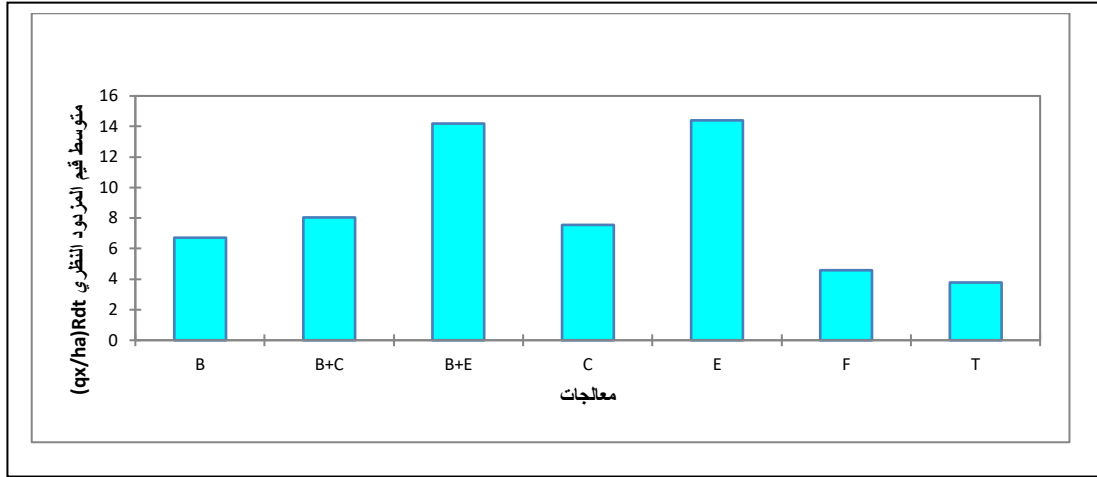
الجدول 20 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط وزن 1000

جدول التحليل الإحصائي رقم 21 بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى 3 مجموعات ؛ A ، AB ، B على التوالي (B) ، (B+E ، B+C ، C ، E ، T) ، (F) المجموعات الثلاث منها واحدة متجانسة AB وفيها B+E بمقدار 32.750 و B+C بمقدار 30.750، و E بمقدار 29.500 و C بمقدار 27.250 و T بمقدار 23.750 وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) أعطى مجموعتين متجانستين ، AB ، BC و (Pr>F = 0.025) وهو دلالة إحصائية إيجابية بترتيب متوسط وزن 1000 حبة تنازليا كما يلي: $(E) < (B+E) < (B) < (B+C) < (C) < (T) < (F)$.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
B	36.000	A	
B+E	32.750	A	B
B+C	30.750	A	B
E	29.500	A	B
C	27.250	A	B
T	23.750	A	B
F	21.500		B

الجدول 21 : المتوسط المقدر لمجموعات وزن 1000 حبة

5.4.1. متوسط قيم المردود النظري (RDT) في مختلف المعالجات:



الشكل 38 : متوسط قيم المردود النظري Rdt في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	436.864	72.811	2.703	0.042
Erreur	21	565.598	26.933		
Total corrigé	27	1002.462			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

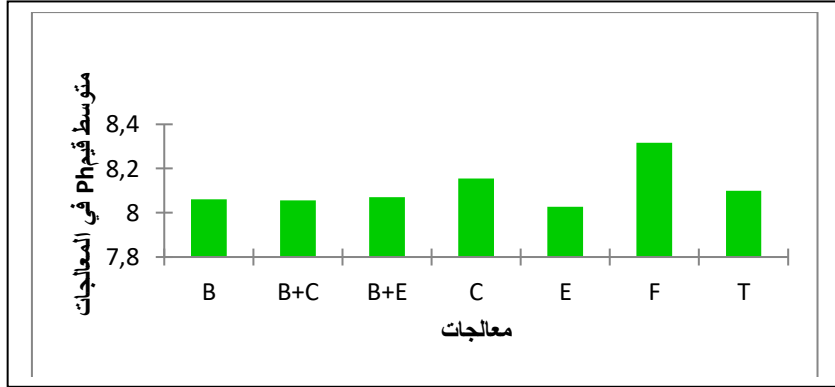
الجدول 22 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم المردود النظري Rdt
 جدول التحليل الإحصائي رقم 23 بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعة واحدة ؛ A على التوالي (E، B+E، C، B، F، T)، المجموعة الواحدة E بمقدار 14.408 و B+E بمقدار 14.193 ، B+C بمقدار 8.030 و C بمقدار 7.553 و B بمقدار 6.708 و F بمقدار 4.575 و T بمقدار 3.790 وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) أعطى المجموعة واحدة A (Pr>F = 0.042) وهو دلالة إحصائية إيجابية بترتيب متوسط قيم المردود النظري تنازليا كما يلي: E < (B+E) < (B+C) < (B) < (C) < (F) < (T).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
E	14.408	A
B+E	14.193	A
B+C	8.030	A
C	7.553	A
B	6.708	A
F	4.575	A
T	3.790	A

الجدول 23 : المتوسط المقدر لمجموعات قيم المردود النظري Rdt

2. نتائج ومناقشة الخصائص الكيميائية للتربة في المنطقة المدروسة بعد الحصاد :

1.2. قياس قيمة pH :



الشكل 39 : متوسط قيم pH في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	0.236	0.039	0.421	0.856
Erreur	21	1.962	0.093		
Total corrigé	27	2.199			

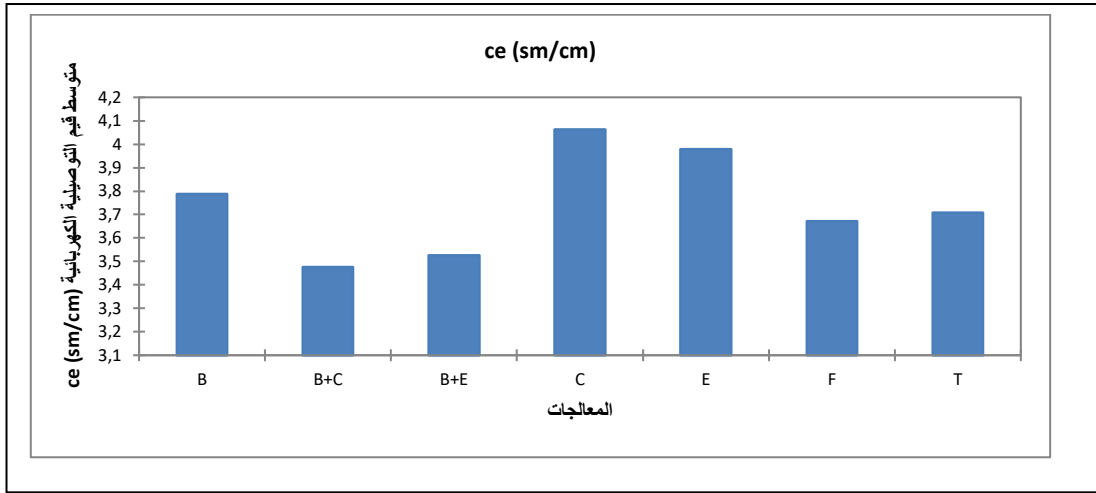
Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

الجدول 24 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم pH في المعالجات
 جدول التحليل الإحصائي رقم 25 بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعة واحدة ؛ A على التوالي (E ، B+C ، B ، B+E ، T ، C،F) ، جميع المتوسطات تتراوح بين 8.028 و8.318 مما يشير من أن قيم pH للمعالجات متقاربة جدا ، وضمن مجموعة واحدة A وهذا يعني لا يوجد فرق معدي بما يكفي لتكون ذات دلالة إحصائية وتشير إلى أن التربة قلوية . وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) ($Pr > F = 0.856$) وهو دلالة إحصائية غير إيجابية .

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
F	8.318	A
C	8.155	A
T	8.100	A
B+E	8.070	A
B	8.060	A
B+C	8.055	A
E	8.028	A

الجدول 25 : متوسط قيم pH في المعالجات

2.2. قياس قيمة الموصلية الكهربائية CE:



الشكل 40 : متوسط قيم CE في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	1.138	0.190	2.001	0.111
Erreur	21	1.992	0.095		
Total corrigé	27	3.130			

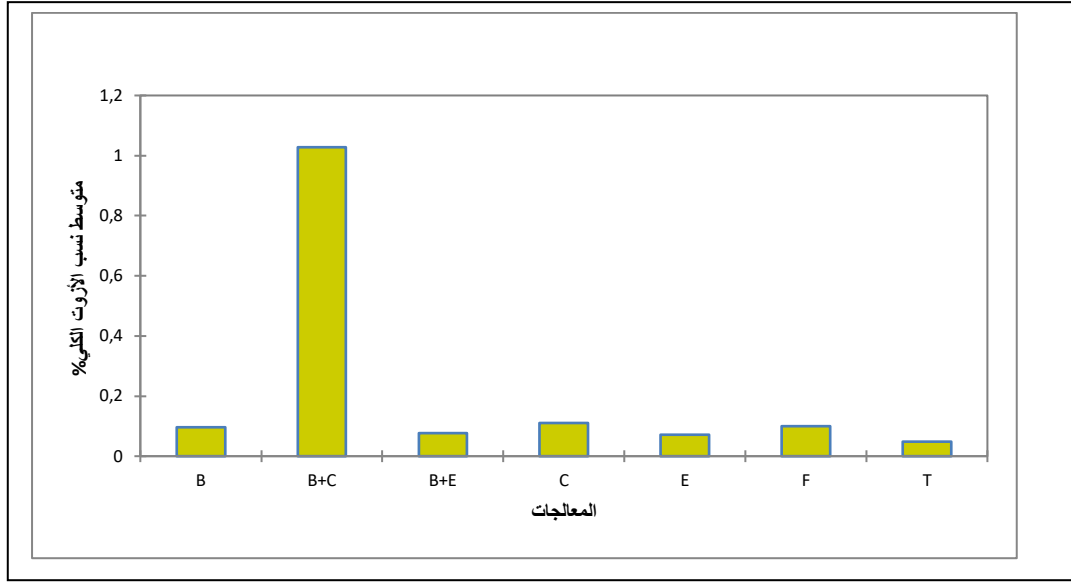
Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

الجدول 26 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيولز لمتوسط قيم CE في المعالجات يوضح الجدول 27 التحليل الإحصائي بواسطة اختبار نيومان-كيولز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعة واحدة A ، جميع المتوسطات تتراوح بين 4.063 و 3.475 مما يشير من أن قيم CE للمعالجات متقاربة في المجموعة الثانية . وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان-كيولز (95%) (Pr>F = 111) وهو دلالة إحصائية غير إيجابية .

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
C	4.063	A
E	3.978	A
B	3.788	A
T	3.708	A
F	3.673	A
B+E	3.525	A
B+C	3.475	A

الجدول 27 : متوسط قيم CE في المعالجات

3.2. قياس نسبة الأزوت الكلي %N:



الشكل 41 : متوسط نسب الأزوت الكلي في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	3.064	0.511	8.023	0.000
Erreur	21	1.337	0.064		
Total corrigé	27	4.400			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

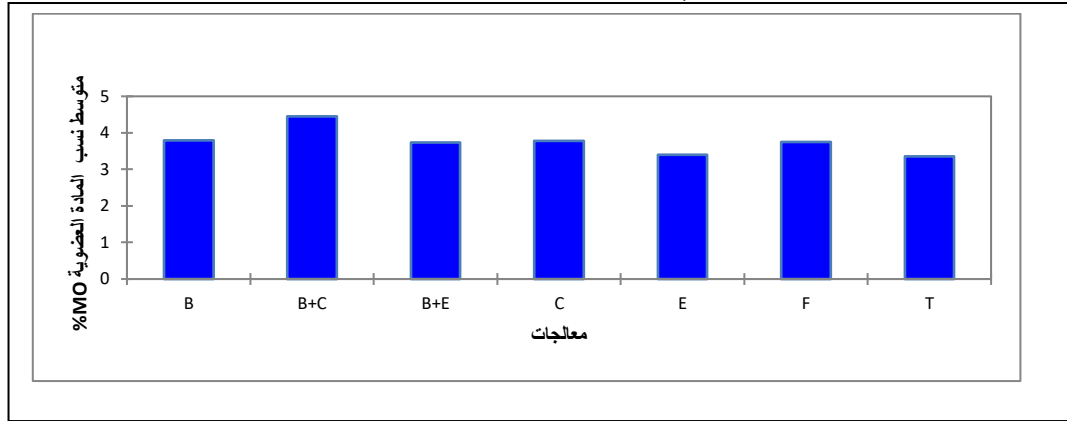
الجدول 28 : تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم %N في المعالجات

يوضح الجدول 29 التحليل الإحصائي بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعتين A و B ، جميع المتوسطات تتراوح بين 1.028 و 0.049 مما يشير من أن قيم %N للمعالجات متقاربة في المجموعة الثانية . وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (%95) ($Pr > F = 000$) وهو دلالة إحصائية غير إيجابية .

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
B+C	1.028	A	
C	0.110		B
F	0.100		B
B	0.096		B
B+E	0.078		B
E	0.071		B
T	0.049		B

الجدول 29 : متوسط قيم %N في المعالجات

4.2. قياس نسبة المادة العضوية MO%:



الشكل 42 : متوسط MO % في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	3.102	0.517	1.412	0.256
Erreur	21	7.686	0.366		
Total corrigé	27	10.788			

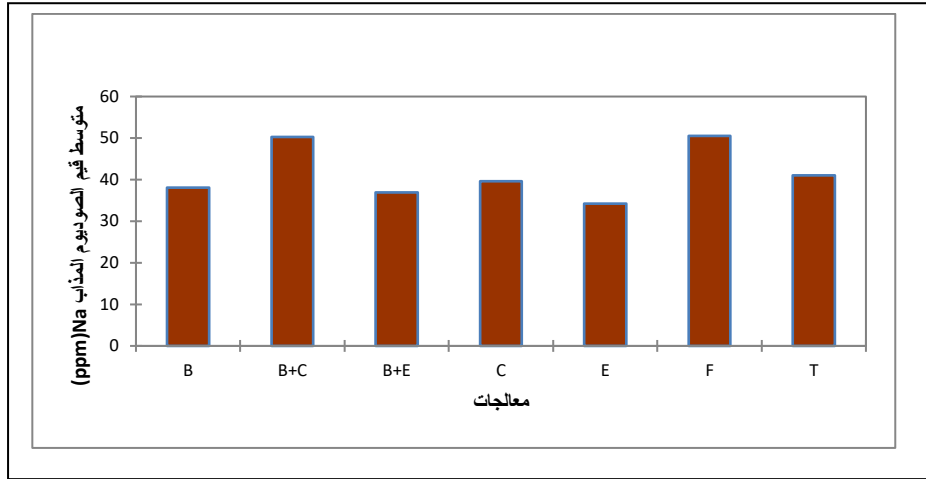
Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

الجدول 30: تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم MO % في المعالجات يوضح الجدول 31 التحليل الإحصائي بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعة واحدة A ، جميع المتوسطات تتراوح بين 4.453 و 3.353 مما يشير من أن قيم MO% للمعالجات متقاربة في المجموعة . وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) ($Pr > F = 0.256$) وهو دلالة إحصائية غير إيجابية .

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B+C	4.453	A
B	3.798	A
C	3.780	A
F	3.755	A
B+E	3.738	A
E	3.403	A
T	3.353	A

الجدول 31 : متوسط قيم MO% في المعالجات

5.2. قياس قيمة الصوديوم المذاب Na:



الشكل 43 : متوسط قيم Na في مختلف المعالجات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	996.840	166.140	1.040	0.428
Erreur	21	3354.162	159.722		
Total corrigé	27	4351.002			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

الجدول 32: تحليل التباين اختبار نيومان- كيلوز لمتوسط قيم Na في المعالجات يوضح الجدول 33 التحليل الإحصائي بواسطة اختبار نيومان- كيلوز الذي يصنف تأثير العلاج إلى مجموعة واحدة A ، جميع المتوسطات تتراوح بين 34.190 و 50.580 مما يشير من أن قيم Na للمعالجات متقاربة في المجموعة . وأعطى التحليل الإحصائي بين متوسطات المعالجات التي منها اختبار نيومان- كيلوز (95%) ($Pr > F = 0.428$) وهو دلالة إحصائية غير إيجابية .

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
F	50.580	A
B+C	50.263	A
T	41.075	A
C	39.658	A
B	38.093	A
B+E	36.878	A
E	34.190	A

الجدول 33 : متوسط قيم Na في المعالجات

الخاتمة:

تهدف دراستنا إلى بيان تأثير معالجات التربة بالأسمدة المعدنية و الفحم الحيوي و الكومبست و فضلات الحيوانات الأغنام المستعملة في الدراسة و الفحم الحيوي المنشط مع الكومبست و أيضا الفحم الحيوي المنشط مع السماد المعدني على خصوبة التربة خصائصها الكيميائية و الفيزيائية و على خصائص نبات الشعير من حيث المرود و خصائص المورفولوجية له .

فقد أتاحت القياسات والتحليلات المختلفة التي تم إجراؤها استخلاص النتائج التالي:

- المزيج بين الفحم الحيوي و الكومبست قلل بشكل كبير من التوصيلية الكهربائية للتربة من ناحية وزيادة المواد العضوية و قدرة تبادل الأيونات الموجبة من ناحية أخرى.

- المزيج الفحم الحيوي و الكومبست لهما تأثير إيجابي على نسبة الصوديوم المذاب والفسفور الممتص و الأزوت الكلي في التربة .

- و قد أتاحت القياسات والتحليلات المختلفة التي تخص بما يمتاز به نبات الشعير من خصائص المورفولوجية من زيادة في أطوال السنبله و الساق و كذلك عدد التفرعات و الأشطاء و قصر في أيام المراحل الخضرية و النضج للمحصول و مما ميز ذلك أن النسب و قيم المرود حصاد كانت ظاهرة جليا في المعالجات مزيج الفحم الحيوي و الكومبست بالرغم من نتائج إيجابية في معالجات الفحم الحيوي و الكومبست كلا على حدا.

- ينصح بشدة استعمال الفحم الحيوي و الكومبست معا في تحسين خصوبة التربة و الحفاظ على المادة العضوية لمدة طويلة و لجمع خصائص كل منهما في التربة و لكن بنسب محسوبة و مقادير معلومة عند إضافتها في عمليات التسميد .

- و من خلال هذه الدراسة العلمية يمكن التأكيد على أن يكون الكومبست و الفحم الحيوي بديلا عن الأسمدة المعدنية المكلفة ماديا و عكس الفحم الحيوي و الكومبست غير مكلف ماديا و سهل تصنيعه على المستوى المحلي و العالمي و إستغلال مخلفات النباتية للمناطق الواحات و القاحلة و شبه قاحلة .

وهذا ما يقودنا إلى تثمين الزراعة العضوية والمستدامة و صديقة للبيئة في المناطق القاحلة و تثمين مخلفات نخيل التمر لتدويرها و إنتاج الكومبست و الفحم الحيوي و إضافة جد مهمة لزراعة الصحراوية و في مناطق الواحات في الجزائر و الوطن العربي و باقي دول العالم

الملاحق

الملاحق

الملحق 01: نتائج التحاليل الكيميائية للتربة بعد جني المحصول

Ech	PH	Ce sm/cm	[sel] g/l	Azote totale%	MO %	Na Mg/l
B	08.48	4.23	2.71	0.014	03.97	52.62
B	07.51	3.51	2.25	0.161	03.97	45.2
B	08.29	3.97	2.54	0.112	03.52	33.2
B	07.96	3.48	2.23	0.095	03.73	21.35
C	08.24	4.23	2.71	0.161	4.330	43.74
C	07.93	4.19	2.68	0.049	2.78	36.14
C	08.33	3.96	2.53	0.089	04.12	27.5
C	08.12	3.87	2.48	0.140	03.89	51.25
E	07.80	3.85	2.46	0.07	03.95	52.62
E	07.92	4.01	2.57	0.056	03.95	44.32
E	08.32	3.83	2.45	0.063	02.51	28.32
E	08.07	4.22	2.7	0.095	03.20	11.5
F	08.20	3.64	2.33	0.065	03.10	55.51
F	08.13	3.81	2.44	0.049	04.13	65.43
F	08.42	4.04	2.59	0.112	03.77	45.26
F	08.52	3.40	2.18	0.174	04.02	36.12
T	08.48	4.23	2.71	0.028	03.18	54.52
T	07.51	3.09	1.98	0.063	03.77	44.5
T	08.38	3.69	2.36	0.033	03.45	28.13
T	08.03	3.82	2.44	0.071	03.01	37.15
B+C	08.31	3.84	2.46	0.21	04.61	54.52
B+C	07.68	3.06	1.96	1.54	04.37	43.16
B+C	08.01	3.66	2.34	0.78	04.70	53.12
B+C	08.22	3.34	2.14	1.85	04.13	50.25
B+E	08.33	3.87	2.48	0.021	04.75	41.72
B+E	07.66	3.32	2.12	0.112	02.31	37.25
B+E	08.25	3.50	2.24	0.044	04.37	50.3
B+E	08.04	3.41	2.18	0.133	03.52	18.24

الملحق 02: التحليل الكيميائي للتربة قبل الزراعة

العنصر	قيمه
pH	8.31
CE	3.05 mS/cm
Na+	12.68 meq/l
Ca++	5.95 meq/l
Mg++	6.13 meq/l
K+	0.74 meq/l
N	0,022 %
P	243 ppm
CaCO3	7.05%
CEC	22.51 meq/100g
CaCO4 .2H2O	58.74%
Da(densité apparente)	1.33

الملحق 03: نتائج قياس الخصائص المورفولوجية للمحصول

Ech	Nombre de d epis /pot	Nombre de grans/epis	Pmg (g) 100 grein	Rdt (QX/ha) 318 pot	Hauteur de la tige	Longueur de racine	Longueur de l'épis	Longueur de la barbe
B	07	33	4.0	09.24	45	3.15	03.12	06.52
B	04	30	3.7	04.44	43	2.53	04.5	07.32
B	05	21	3.1	03.25	50	4.51	05.5	05.95
B	11	25	3.6	09.9	63	4.92	06.1	05.63
C	10	24	2.9	6.96	54	2.25	06.5	04.22
C	12	22	2.1	5.54	53	02.2	05.3	03.56
C	14	27	2.9	10.96	62	03.1	06.5	05.23
C	15	15	3.0	6.75	53	02.2	04.2	03.45
E	10	35	3.0	10.5	42	02	03.5	04.97
E	20	35	3.9	27.3	51	04	05.2	02.56
E	14	30	3.6	15.12	40	03	02.6	02.22
E	11	33	1.3	04.71	50	04	03.5	06.50
F	14	22	2.5	07.7	47	03.1	05.1	05.5
F	10	19	2.0	03.8	45	2.65	05.02	06.1
F	10	20	2.1	04.2	38	2.10	04.3	03.59
F	10	13	2.0	02.6	46	3.50	05.1	04.20
T	6	20	2.9	3.48	38	2.15	03.2	06.24
T	10	15	2.4	03.6	47	3.52	04.5	05.16
T	10	18	2.0	03.6	36	2.10	05.3	06.33
T	10	22	2.2	4.84	22	1.22	03.1	02.31
B+C	11	29	3.4	10.84	63	04.5	06.9	05.98
B+C	10	26	2.6	06.76	62	04.30	05.95	06.78
B+C	11	24	3.0	07.92	48	03.20	04.32	05.63
B+C	10	20	3.3	06.6	46	02.35	04.97	05.33
B+E	14	34	3.5	26.18	53	03.25	06.12	05.45
B+E	10	33	3.8	12.54	47	3.59	05.86	04.06
B+E	14	25	3.3	11.55	49	04.13	05.14	06.98
B+E	10	26	2.5	06.5	50	04.89	06.43	06.99

الملحق 04: صور أصلية لبعض المراحل الخضرية لتطور نبات الشعير



- Ahmed, M., Lee S. S., Lim J. E., Lee S. E., Cho J. S., Moon D. H., Hashimoto Y. & Ok Y. S. (2014). Speciation and Phyto availability of lead and antimony in a small arms range soil amended with mussel shell, cow bone and biochar: EXAFS spectroscopy and chemical extractions. *Chemosphere* 95, 433-441
- Albert Z. et Etienne M., 2018- Composter les déchets organiques. Ed. Les guides de l'éco citoyen. 34 p.
- Alshamaileh E., Al-Rawajfeh A-E., et Alrbaihat M. (2018). Mechanochemical Synthesis of Slow-release Fertilizers: A Review *The Open Agriculture Journal*, 2018, 12, 11-19
- Baiamonte, G., De Pasquale, C., Marsala, V., Cimò, G., Alonzo, G., Crescimanno, G., & Conte, P. (2015). Structure alteration of a sandy-clay soil by biochar amendments. *Journal of Soils and Sediments*, 15, 816-824. <https://doi.org/10.1007/s11368-014-0960-y>
- Baldock, J. A. et Smernik, 2002; Czimczik et al, 2002) .Chemical composition and bioavailability of thermally altered *Pinus resinosa* (Red pine) wood .*Organic Geochemistry* .33, 1093-1109.
- Benmahamed A., 2004 : La production de l'orge et possibilités de développement en Algérie, *céréaliculture* n° 41 : 34-38.
- Byrne et Nagle, 1997 . [Carbonization of wood for advanced materials applications](#) - Carbon, 1997 - Elsevier
- C. Di Blasi, C. Branca, A. Santoro, et E. Gonzalez Hernandez, « Pyrolytic behavior and products of some wood varieties », *Combustion and Flame*, vol. 124, no 1, p. 165-177, janv. 2001
- C. J. Atkinson, J. D. Fitzgerald, et N. A. Hipps, « Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review », *Plant Soil*, vol. 337, no 1-2, p. 1-18, déc. 2010

المراجع

- . Clerget Y., 2011. Biodiversité des céréales Origine et évolution, p 16
- FAO (1999),
 - F. Ronsse, S. van Hecke, D. Dickinson, et W. Prins, « Production and characterization of slow pyrolysis biochar: Influence of feedstock type and pyrolysis conditions », GCB Bioenergy, vol. 5, p.104-115, mars 2013.
 - **F.-X. Collard et J. Blin**, « A review on pyrolysis of biomass constituents: Mechanisms and
 - Felliachi., 1998 : in Betka R et Smaili Y, 2006 : Etude d'induction de la calogènes d'orge (*Hordeum vulgare* L.), Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila2006.p80
 - Gate P., G. M. (2003). stades de blé. Dans A.-i. d. végéta
 - **Igalavithana, A. D. (2018)**. *Advances and future dire direction of biochar characterization method and application, critical reviews in environmental science and Technology, Vol 0,No.0, pp 1-56*
 - Jahirul, M. C. (2012). Biofuels Production through Biomass Pyrolysis. Technological Review.
 - J. Lehmann et S. Joseph, Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation, 2 Edition. Routledge, 2015.
 - Khaldoun A., A. R. (1997). L'irrigation d'appoint des céeéales d'hiver. (p. 14). I.T.G.C
 - L. Yao et M. Anne Naeth, « Soil and plant response to used potassium silicate drilling fluid application », Ecotoxicology and Environmental Safety, vol. 120, p. 326-333, oct. 2015.
 - **Lehmann, Johannes, John Gaunt, and Marco Rondon**. "Bio-Char Sequestration in Terrestrial Ecosystems - A Review." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11 (2006): 403–27. <https://doi.org/10.1007/s11027-005-9006->

المراجع

Lin et al. (2012) Water extractable organic carbon in untreated and chemical treated biochars. *Chemosphere* 87:151-157. doi:10.1016/j.chemosphere.2011.12.007

- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. *MADR. 2019, statistique agricole SERIE B 2019*. <http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles>.
- MISRA RV. Consultant FAO, ROY RN. Division de la mise en valeur des terres et des eaux FAO, Rome, HIRAOKA H., 2005. Bureau régional pour l'Asie et le Pacifique FAO, Bangkok. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux. Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome.2, 3pp
- N. S. Bentsen et C. Felby, « Biomass for energy in the European Union - a review of bioenergy resource assessments », *Biotechnology for Biofuels*, vol. 5, p. 25, avr. 2012.
- Palm et al. (2001)
- R. Shin, « Chapter 8 - Potassium sensing, signaling, and transport: toward improved potassium use efficiency in plants », in *Plant Macronutrient Use Efficiency*, M. A. Hossain, T. Kamiya, D. J. Burritt, L.-S. P. Tran, et T. Fujiwara, Éd. Academic Press, 2017, p. 149-163.
- Richard, 1996
- Schnitzer et al, (2005). A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *Amer.Natur.*,166,262-276.
- Spokas, K.A., J.M. Novak, C.E. Stewart, K.B. Cantrell, M. Uchimiya, M.G. Du Saire, and K.S. Ro. (2011). Qualitative analysis of volatile organic compounds on biochar. *Chemosphere* 85:869–882. doi:10.1016/j.chemosphere
- T. Xie, Y. Sadasivam, K. Reddy, C. Wang, et K. Spokas, « Review of the Effects of Biochar Amendment on Soil Properties and Carbon Sequestration », *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, vol. 20, p. 04015013, juill. 2015.
- Tellah S., 2005 - Etude du comportement de 19 géotypes d'orges (*Hordeum*

المراجع

- Trenkel, M.E. (2010) Slow-and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris.
 - vulgare L) dans les conditions de la Mitidja. ev. Céréaliculture N°45, p12.
 - W. I. Woods, W. G. Teixeira, J. Lehmann, C. Steiner, A. M. G. A. WinklerPrins, et L. Rebellato, Éd., Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision. Springer Netherlands, 2009.
- « Les principes de la pyrolyse et gazéification », ADEME. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-laction/valorisationenergetique/dossier/pyrolyse- gazeification/principes-pyrolyse-gazeification..>

مجلة جامعة البعث المجلد 45 العدد 15 عام 2023 مازن شاهين د. محمود عودة-ص 3 و4.

- مذكرة تخرج دراسة سلوكيات بعض أصناف نبات الشعير **Hordeum vulgare L** حسب خصائص **U.P**، بن قارة أسماء طالب سارة 2020/2019 ص 39،40،41.
- Mémoire de master Timechbache Manel ,2022/2023, Effet de biochar et compost à la base de déchet de palmier dattier ur les paramètre agronomique de l'orge dans région aride (Biskra) p : 6,7,8,9,10

ملخص

الكومبست والفحم الحيوي هما موردان مهمين في الزراعة ينتج كل منهما من مخلفات نخيل التمر خاصة الأوراق الجافة، فالحم الحيوي ينتج باستخدام سلسلة من عمليات الانحلال الحراري. أما الكومبست ينتج عن طريق عملية التكمير

ويستخدم كليهما في تحسين جودة التربة وزيادة إنتاج المحاصيل. يتمتع بالقدرة على تعزيز احتفاظ التربة بالماء وزيادة توفير العناصر الغذائية للنبات

في الزراعة يعتبر الكومبست والفحم الحيوي من مخلفات النخيل حلا مستداما وبيئيا إذ يقلل من الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية و يساهم في خصوبة التربة والحفاظ عليها بالإضافة الى ذلك يساعد في التقليل من تأثيرات التآكل والتدهور البيئي في مناطق زراعة النخيل والمناطق القاحلة وشبه القاحلة

Résumé :

Le compost et le biochar sont deux ressources importantes en agriculture. Tous deux sont produits à partir de déchets de palmiers dattiers, en particulier les feuilles séchées. Le biochar est produit à l'aide d'une série de procédés de pyrolyse. Quant au compost, il est produit par le processus de raffinage.

Les deux sont utilisés pour améliorer la qualité des sols et augmenter la production agricole. Il a la capacité d'améliorer la rétention d'eau du sol et de fournir des nutriments aux plantes.

En agriculture, le compost et le biocharbon issus des déchets de palmiers sont considérés comme une solution durable et environnementale, car ils réduisent le besoin d'engrais chimiques et contribuent à la fertilité et à la préservation des sols. En outre, ils contribuent à réduire les effets de l'érosion et de la détérioration de l'environnement dans les zones de culture des palmiers. et les zones arides et semi-arides.

Mots clés : biochar - compost - procédé de raffinage - procédé de pyrolyse

Abstract:

Compost and biochar are two important resources in agriculture. Both are produced from date palm waste, especially dried leaves. Biochar is produced using a series of pyrolysis processes. As for compost, it is produced through the refining process.

Both are used to improve soil quality and increase crop production. It has the ability to enhance soil water retention and increase the availability of nutrients to plants.

In agriculture, compost and biochar from palm waste are considered a sustainable and environmental solution, as they reduce the need for chemical fertilizers and contribute to soil fertility and preservation. In addition, they help reduce the effects of erosion and environmental deterioration in palm growing areas and arid and semi-arid areas.

Keywords: biochar - compost - refining process - pyrolysis process