دراسة تأثير بعض محسنات التّربة وخلائطها في بعض خصائص التّربة الخصوبية تحت ظروف الإجهاد المائي

أ.د. عمر عبد الرزاق [1] أ.د. ياسر السلامة[2] م. رحمه الدندل[3]

(1): أستاذ دكتور في قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الهندسة الزراعية بدير الزور– جامعة الفرات

(2): أستاذ دكتور في قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الهندسة الزراعية بدير الزور– جامعة الفرات

(3): طالبة دكتوراه في قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الهندسة الزراعية بدير الزور– جامعة الفرات

الملخص

تم تنفيذ البحث خلال موسمي الزراعة (2024/2023) م بمحطة بحوث اكساد في منطقة المريعية شرق ديرالزور، وفق تصميم القطّاعات العشوائيّة الكاملة بتراتيب القطع المنشقّة، بوجود عاملين (الرّي ومحسّنات التّربة) حيث احتلت مستويات الرّي (100,75,50)% من السعة الحقلية القطع الرئيسة، ومحسّنات التّربة (C1) كمبوست 20طن/هـ ، (C2) Ultra Classic 45 ،(C3) خليط كمبوست 10طن/هـ + 150كغ/هـ Ultra Classic45 إضافة للشاهد (C0) القطع المنشقة.

تمت الزراعة على شكل قطع طولية بمساحة 2×8 م^2، بهدف دراسة تأثير المحسنات في خصائص التّربة وانتاجية نبات القمح صنف اكساد (1105). تميزت المعاملة C3 لخليط (كمبوست + Ultra classic 45) بتأثيرها الإيجابي في تحسين خصائص التّربة لكلا الموسمين ، تمثل بارتفاع معنوي للنسبة المئويّة للمادة العضويّة مع تفوق الموسم الثاني على معاملة الشاهد، وازداد محتوى التربة من الآزوت الكلي والفسفور والبوتاسيوم. وأظهرت المعاملةC1 خفض مستويات ملوحة التّربة ودرجة حموضتها للموسم الأول. إذ كان للمعاملة C2 تأثير إيجابي في زيادة وزن الألف حبة، وكان لانخفاض مستويات الرّي تأثيرات سلبيّة في جميع الخصائص المدروسة، يستثنى من ذلك مستوى الرّي 75 والذي أظهر انخفاضاً قليلاً في إنتاجية النبات(10.68،3.51)% خلال موسمي الزراعة. وعند دراسة التّفاعل بين مستويات الرّي ومحسّنات التّربة، تميزت معاملة C3 عند مستوى ري 100% بالتّأثير الأفضل من حيث تحسّن خصائص التّربة بأعلى انتاجية لكلا الموسمين.

كلمات مفتاحية : كمبوست ، Ultra Classic 45، خلائط كمبوست، اجهاد مائي ، خصائص تربة، إنتاجية القمح.

المقدمة والدراسة المرجعية :

يُعدّ الإجهاد الجفافي من أهم التّحديات التي تواجه الإنتاج الزراعي في المناطق الجّافة وشبه الجّافة، حيث يؤدي إلى انخفاض رطوبة التّربة، وتراجع النشاط الميكروبي، مما ينعكس سلبًا على توافر العناصر الغذائيّة والتّوازن الكيميائي للتّربة. في هذا السياق، تبرز أهمية استخدام المحسّنات العضويّة والمعدنيّة كوسيلة فعّالة للتخفيف من آثار الجفاف وتحسين خصوبة التّربة. يُعتبر الكمبوست أحد أهم المحسّنات العضويّة التي تسهم في زيادة المادة العضويّة والكربون العضوي في التّربة، مما يعزز السّعة التّبادلية الكاتيونيّة ويُحسن الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائيّة. من ناحية أخرى يمتاز المخصب العضوي Ultra Classic 45 بتركيبته الغنية بالعناصر الغذائيّة الكبرى والصغرى، بالإضافة إلى دوره في تعزيز جاهزيّة العناصر وتحفيز النّشاط الحيوي للتربة. وعند استخدام خليط من الكمبوست و45 Ultra Classic . يمكن تحقيق تأثير تكاملي يجمع بين تحسين الخصائص الفيزيائيّة للتّربة باستخدام الكمبوست، ورفع محتوى التّربة من العناصر الغذائيّة باستخدام 45 Ultra Classic . إنّ دراسة تأثير هذه االمحسّنات تحت ظروف الإجهاد الجفافي تكتسب أهميّة خاصة، إذ توفر حلولاً عملية لتعزيز استدامة الإنتاج الزراعي وتحقيق كفاءة أعلى في استخدام الموارد المائية والعناصر الغذائيّة. يعدّ الكمبوست أحد أنواع مُحسّنات التّربة، التي تعمل على تحسين خصائصها الفيزيائيّة والكيميائيّة والبيولوجيّة، مما يُحسّن من نمو وإنتاج النبات ولا يترك أثاراً سلبية في البيئة (Ozores-Hampton *et al.*,2022)، حيث يعمل على تحسين خواص التّربة وزيادة محتواها من العناصر الغذائيّة وهذا ما أشار إليه (Hernandez *et al*.,2019) في أبحاثه على تربة مزروعه بالقمح حيث زاد محتواها من الأحماض العضويّة والكربون العضوي مما ساهم باتاحة العناصر الغذائيّة الرئيسيّة في التّربة كما وأدّى إلى تحسين خواص التّربة الفيزيائيّة مع الحفاظ على انتاجيتها. كما أدّت اضافته للتّربة إلى تحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وزيادة المقاومة للجفاف، مما يعمل على تحسين خصائصها الفيزيائيّة وانتاجيتها (Zaghloul et al.,2024). ويعمل الكمبوست في تحسين خواص التربة الحيوية من خلال زيادة النشاط الميكروبي في التّربة بالتالي زيادة خصوبتها(Hernandez *et al*.,2019). مما يؤدّي لتحسين السعة التبادليّة الكاتيونيّة للتربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالعناصر الغذائيّة. حيث اشارت تجربة لكل من(Zaghloul *et al*.,2024) أنّ معاملة التّربة بالكمبوست أدّت لزيادة تركيز كل من العناصر الكبرى (النتروجين والفسفور والبوتاسيوم) بشكل ملحوظ مقارنة بالترب غير المعاملة بالكمبوست.

يُعد المخصّب 45 Ultra Classic من محسّنات التّربة الفعّالة، حيث يتميز بتركيبته الغنية التي تضم أكثر من 40 عنصراً غذائيّاً رئيسّياً ونادراً، من أبرزها السيليكون، الكالسيوم، الحديد، المغنيسيوم والبوتاسيوم. وقد أثبت فعاليته في رفع الإنتاجية الزراعية بما يقارب 30%. يعمل هذا المحسّن على تحسين الخواص الفيزيائيّة والكيميائيّة للتربة، إضافة إلى تحسين المجموع الجذري، فضلًا عن تحسين قدرة التّربة على الاحتفاظ بالرّطوبة في مختلف أنواعها

(الرملية، الطينية، الحامضية والقاعدية)، ويؤدّي كذلك إلى زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التّربة، مما يزيد من العناصر الغذائيّة المتاحة للنبات. العنصر المحوري في هذا المخصّب هو السيليكون، الذي يلعب دوراً أساسياً في تعزيز قدرة النبات على تحمل الإجهاد المائي. إذ يعمل على تحسين امتصاص الجذور للماء والحد من فقدانه مرّة أخرى للتّربة، إلى جانب تنظيم المحتوى المائي في الأوراق مما يقلّل من الفقد عبر النتّح (Wang *et al*., 2021). وقد أظهرت دراسة (Ahmad *et al*., 2007) على القمح تحت ثلاثة مستويات من الرطوبة الأرضيّة (50%، 75%، و100%) من السعة الحقلية أنّ تطبيق المنتجات المحتوية على السيليكون يسهم في تقليل الأضرار الناجمة عن الإجهاد المائي من خلال تحسين محتوى النبات من المادّة الجافّة وزيادة النمو والإنتاجيّة تحت جميع مستويات الرّي. وأكدّت دراسة أخرى لـ **(Johnson *et al*., 2022)** النتائج ذاتها، حيث أظهرت أنّ محسنات السيليكون عزّزت إنتاجيّة الكتلة الحيويّة والحبوب تحت ظروف الجفاف. كما بيّنت نتائج تجربة (Duvnjak & Španić, 2023) الأثر الإيجابي للسيليكون في تحسين كفاءة القمح الفسيولوجيّة وزيادة قدرته على مقاومة الإجهاد المائي.

وعلى الرغم من أنّ السيليكون يُعد ثاني أكثر العناصر وفرة في القشرة الأرضيّة، إلّا أنّ إتاحته للنبات محدودة، مما يجعل من التسميد بالمحسنات الحاوية على السيليكون وسيلة عمليّة وذات تكلفة منخفضة نسبيًا لتعزيز قدرة القمح على تحمل الجفاف، وتحقيق إنتاجيّة أعلى في البيئات الجّافة. كما تلعب العناصر الغذائيّة الكبرى والصغرى مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والحديد دوراً أساسياً في الحفاظ على خصوبة التّربة وتوازنها الكيميائي. إذ يُعد الكالسيوم عنصراً أساسياً في تحسين بناء التّربة، من خلال دوره في تجميع الحبيبات الدقيقة، وتكوين البنية الحبيّبية المستقرة، مما يحسّن التهوية والصرف ويعزّز النشاط الميكروبي المسؤول عن تحلل المادة العضويّة**(Marschner, 2012 ،)** **Brady & Weil, 2016).** كما أنّ الكالسيوم يقلل من تدهور البنية في الأراضي المالحة عبر إزاحة الصوديوم من معقد التبادل الكاتيوني، وهو ما يسهم في تحسين توافر العناصر الغذائيّة الأخرى. أمّا البوتاسيوم فيلعب دوراً رئيسياً في نشاط الإنزيمات، وتنظيم الاتزان الأسموزي داخل النبات، كما أنّ وجوده بكميات كافية في التّربة يحافظ على النشاط الحيوي للأحياء الدقيقة، ويزيد من سرعة تحلل المادة العضويّة وتحرير العناصر الغذائية **(Zörb *et al*., 2014)**

علاوة على ذلك، يُعدّ الحديد من العناصر الصغرى لكنه يؤثر بقوة في توافر الفوسفور والعناصر الأخرى عبر تفاعلات الأكسدة والاختزال، إذ يمكن أن يكوّن رواسب غير ذائبة مع الفوسفور في ظروف الأكسدة، بينما تحت ظروف الاختزال يمكن أن يتحرر ويزيد من ذوبانيّة بعض المغذيات (Hinsinger, 2001) . كما أنّه يشارك في تحفيز النشاط الإنزيمي للكائنات الحيّة الدقيقة في التّربة، مما ينعكس إيجاباً على تمعدن المادة العضويّة .

1- **مبررات البحث:**

تكتسب هذه الدراسة أهميّتها من تزايد مشكلات تدهور خصوبة التّربة في المناطق الجّافة نتيجة الإجهاد المائي، مما يستدعي اعتماد محسّنات عضويّة مستدامة لتحسين خواصّها واستدامتها مع المحافظة على المصادر المائية المتاحة.

2- **أهداف البحث :**

1) دراسة تأثير الكمبوست و Ultra Classic 45 وخلائطهما في تحسين خصائص التّربة تحت مستويات مختلفة من الإجهاد الجفافي.

2) دراسة أثر استخدام هذه المعاملات في اتاحة العناصر الغذائيّة وأثرها في إنتاجية النبات.

3- **مواد وطرائق البحث:**

تمّ تنفيذ التّجربة في محطة بحوث أكساد في منطقة المريعيّة على بعد حوالي (10) كم شرق مدينة ديرالزور.

3-1- المادة التجريبية : قمح قاسي صنف أكساد (1105) يمتاز بتحمّل الجفاف والتأقلم الواسع في البيئات السوريّة، ويتحّمل الرقاد، وهو مقاوم إلى متوسط المقاومة لمرض الصدأ الأصفر والأسود، تمتاز حبوبه بصفات تكنولوجية جيدة .

3-2- كمبوست : مكون من (50%مخلفات نباتية+50%مخلفات ابقار).

3-3- مخصب Ultra Classic 45: مخصب زراعي محسن للتربة يحتوي على عناصر غذائية (40) عنصرا كبيرا ونادرا أهمها (السيليكون، كالسيوم ، حديد، مغنيزيوم، بوتاسيوم) يعمل على تحسين خصائص التربة وتحسين النمو الخضري كما يساعد على زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة.

3-4- تحليل التّربة : تمّ أخذ عينات تربة مركبة بشكل عشوائي من عدة أماكن من العمق (0-30) سم وخلطت جيداً مع بعضها البعض لمجانستها وعمل عينة مركبة منها، تم تجفيفها هوائياً، وبعد طحنها وغربلتها بغربال سعة فتحاته (2)مم أجريت التحاليل المخبرية التالية عليها في مخابر كلية الزراعة بدير الزور ومخابر الهيئة العامة للبحوث الزراعية في دمشق:

- درجة تفاعل التّربة: باستخدام جهاز pH meter بعد تحضير معلق تربة: ماء (2.5:1)
- تقدير الناقلية الكهربائية (EC): تم تقديرها بواسطة جهاز قياس الناقلية الكهربائية في مستخلص عجينة مشبعة (**Rhoades,1982**)، قبل وبعد الزراعة.
- الآزوت: تقدير الازوت الكلي بجهاز كلداهل.
- الفسفور: بواسطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotomete حسب (**Page *et al*,1982**).

- البوتاسيوم: باستخلاصه من التّربة بمعاملة التّربة بمحلول أسيتيات أمونيوم (1) نظامية، ثم جرى تقديره باستخدام جهاز اللّهب بحسب الطّريقة الواردة في(**Page et al ., 1982**).
- تقدير السعة التبادلية وفق طريقة **(Summer,1996)**.
- مادة عضوية: طريقة الأكسدة الرّطبة للكربون العضوي المعدّلة.**(Walky and Black,1934)**.
- التركيب الميكانيكي للتربة بالهيدرومتر وفقا لطريقة **(Richard,1954)** .
- الكثافة الظاهرية : قدرت مخبريا بطريق شمع البارافين.
- الكثافة الحقيقية باستخدام قنينة البيكنومتر سعة (100) سم^3 .
- المسامية الكلية : بالطريقة الحسابية وفقا لطريقة **(Richard,1954)**.

جدول (1) التحاليل الفيزيائيّة للتّربة

العمق (سم)	رمل	سلت	طين	قوام التّربة	كثافة ظاهرية	كثافة حقيقية	مسامية
30-0	%				غ/سم^3		%
	22.72	36	41.28	طيني	1.34	2.45	45.31

الجدول (2) بعض التحاليل الكيميائيّة والخصوبيّة للتّربة قبل الزراعة

العمق (سم)	عجينة مشبعة		مادة عضوية %	سعة تبادلية ميللمكافئ/100غ تربة	N معدني Ppm	P قابل للإفادة ppm	K قابل للتبادل ppm	ميللمكافئ/100غ تربة					
	PH	EC ds/m						الانيونات			الكاتيونات		
								CL^-	$HCO3^-$	$SO4^{--}$	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
30-0	7.85	2.75	1.17	22.5	7.42	5.85	462	1.95	0.014	18.15	8.25	4.57	3.35	1.11

3-5- تم تحضير الأرض بإجراء فلاحتين متعامدتين لسطح التّربة بالموقع المدروس على عمق (0-25) سم وأجريت عمليات التنعيم والتسوية والتقسيم إلى مساكب مساحة الواحدة منها (2×8) م^2 ثم زرعت بذور القمح على خطوط بمعدل (30) كغ/هـ للموسمين 2023/2022م و 2024/2023م . تم إضافة السماد الفسفوري مع الفلاحة والسماد الآزوتي اضيف على ثلاثة دفعات الاولى عند الزراعة والثانية عند الاشطاء والثالثة عند الاسبال (حسب التوصية السمادية لوزارة الزراعة) تمت عملية الري عن طريق الغمر .

4- المؤشرات الإنتاجية لنبات القمح :

4-1- إنتاجية الحبوب كغ/دونم.

4-2- وزن (1000) حبة غ : قدّر معدّل وزن (1000) حبّة بأخذها عشوائيّاً من حاصل حبوب كل معاملة.

4-3- تضمّنت التّجربة المعاملات التالية :

أ- تم استخدام ثلاثة معاملات من محسّنات التّربة بالإضافة إلى خليطهما ومعاملة الشاهد وكانت المعاملات على النحو التالي :

C0: الشاهد.

C1: الكمبوست (50%مخلفات نباتية+50%مخلفات ابقار) (20) طن/هكتار .

C2: مخصب Ultra Classic 45 تم اضافته للتربة قبل الزراعة بمعدل (150)كغ/هكتار.

C3: خليط 100% Ultra Classic 45(150)كغ/هـ +50% كمبوست (10) طن/هـ تم اضافته قبل الزراعة.

هذه النسب تم تسجيلها ضمن خطة البحث بالاستناد إلى دراسات مرجعية استخدمت خلائط كمبوست مع محسنات عضوية مشابها.

أ- معاملات الرّي : 100%، 75%، 50% من السعة الحقلية ويوضح المخطط التالي توزيع المعاملات المدروسة.

5- تصميم التجربة والتحاليل الإحصائيّة:

تم تنفيذ التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بتراتيب القطع المنشقة، حيث جاءت نوعيّة مياه الرّي في القطع الرئيسيّة ، ومحسنات التّربة (كمبوست+45 Ultra Classic) في القطع الثانوية.

القطاع الاول 100%من السعة الحقلية	القطاع الثاني 75% من السعة الحقلية	القطاع الثالث 50% من السعة الحقلية
C0	C3	C2
C1	C1	C0
C2	C2	C1
C3	C0	C3

6- النتائج والمناقشة:

6-1- تأثير محسنات التربة في درجة Ph التربة تحت مستويات الري المختلفة:

أظهرت نتائج جدول (3) أن درجة تفاعل التّربة (pH) تأثرت بشكل واضح بمستويات مياه الرّي وتطبيق محسّنات التّربة، أظهرت معاملة الشاهد (C0) أعلى قيمة (8.15) pH ، في حين أسهمت المحسنات المختلفة بخفض قيمته مقارنة بالشاهد، مع تفوق المعاملة C1 للموسم الأول بانخفاض قدره (4.04) % و (2.63) للمعاملة C3 في الموسم الثاني . ويعزى ذلك إلى دور المواد العضويّة والأحماض الدباليّة النّاتجة عنها والمواد المعدنيّة المتوفرة في هذه المحسنات في إطلاق الأحماض العضويّة، وتحسين التبادل الكاتيوني، مما ساعد على تعديل التفاعل القلوي للتربة وهذا يتوافق مع دراسة (Yanti, 2022) التي أثبت أنّ ارتفاع نسبة المادّة العضويّة في التّربة يعمل على خفض مستوى pH لها وفي الموسم الثاني استمر الاتجاه نفسه مع انخفاض نسبي في القيم مما يؤكد أنّ تأثير المحسنات العضويّة ظلّ ثابتاً في الموسمين، بينما أظهر مستوى الرّي 75% دوراً فعّالاً في ضبط قيم pH والمحافظة على توازن التّربة الكيميائي. ويتّضح أنّ أفضل النتائج تحققت عند المستوى 75% مع إضافة الكمبوست أو (الكمبوست+ Ultra Classic 45) في الموسم الثاني، حيث أدّت هذه المعاملات إلى تحقيق قيم pH أكثر اعتدالاً مقارنة بالشاهد أو الرّي عند 50%.

جدول (3) : تأثير محسّنات التّربة المختلفة في درجة حموضة التّربة pH تحت مستويات رّي المختلفة

الموسم الأول					الموسم الثاني				
مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة	مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة
	100%	75%	50%			100%	75%	50%	
C0	7.87	8.23	8.37	8.15a	C0	7.91	7.99	8.05	7.98a
C1	7.66	7.77	8.05	7.82b	C1	7.70	7.77	7.88	7.78b
C2	7.67	7.80	8.03	7.83bc	C2	7.72	7.80	7.97	7.83abc
C3	7.67	7.80	8.03	7.83bcd	C3	7.68	7.71	7.94	7.77bcd
معدل مستويات مياه الري	7.71a	7.9b	8.12c		معدل مستويات مياه الري	7.75a	7.81ab	7.96bc	
L.S.D. 0.05%	I	0.15			L.S.D. 0.05%	I	0.16		
	C	0.17				C	0.18		
	C*I	0.30				C*I	0.31		

6-2- تأثير محسنات التربة في درجة ds/m Ec تحت مستويات ري مختلفة :

يبين الجدول (4) نتائج تأثير المحسنات المضافة تحت الرّي بسعات حقلية مختلفة على درجة ملوحة التّربة اذ يلاحظ ارتفاع قيم ملوحة التّربة بانخفاض مستويات مياه الرّي، كما يلاحظ أنّ تخفيض مستوى الرّي من 100% إلى 75% أدّى لارتفاع الملوحة بنسبة (4.65)% للموسم الأول، لترتفع في الموسم الثاني إلى (10.99)% مقارنة بمستوى الرّي 100%.في حين كان الزّيادة أكبر بانخفاض مستوى الرّي إلى 50% لترتفع مستويات الملوحة إلى (15.77)% للموسم الأول وتزداد للموسم الثاني فتبلغ الزيادة (25.42)% مقارنة بمستوى الرّي 100%. وهذا يتوافق مع دراسة **(Bogati *et al*., 2023)** التي اثبتت أنّ انخفاض كمّيات مياه الرّي المعطاة يعمل على زيادة درجات ملوحة التّربة. كما كان لمعاملات المحسنات تأثيرات واضحة على مستويات الملوحة خاصة في الموسم الأول حيث خفضت المعاملة C1 من مستوى الملوحة لكلا الموسمين بنسبة (23.46-) % مقارنة بالشاهد وهذا يعود للقدرة الكبيرة للمادة العضويّة على تحسين خواص التّربة الفيزيائية والكيميائية بالتالي التقليل من تراكم الاملاح في التربة **(Adams, 2022)**. أمّا بالنسبة للتفاعل بين المحسّنات والرّي فقد كان معنوياً لكلا الموسمين مع اختلاف مستوى درجات الملوحة باختلاف المحسنات المضافة واختلاف مستويات الرّي حيث حققت مستويات الرّي 75% نتائج مقاربة لمستوى 100% ممّا يثبت فعاليّة المحسنات في الحد من تملّح التّربة اذ بلغت أخفض قيم لمعاملة C1 تحت مستوى الرّي 100% (2.11)ds/m بانخفاض قدره (24.64)% عن معاملة الشاهد للموسم الأول، لكن ارتفعت الملوحة للموسم الثاني، يمكن تفسير ذلك بأنّ هذه المحسنات، على الرّغم من دورها الإيجابي في تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتعزيز الغسل الجزئي للأملاح في الموسم الأول، إلّا أنها نتيجة التحلل المستمر أطلقت كميات إضافيّة من الكاتيونات والأنيونات الذائبة، مما أدى إلى ارتفاع EC في الموسم الثاني، وهو ما أشار إليه **(Yu *et* al.,2024)** حيث بيّنت نتائجهم أنّ الكمبوست يزيد من EC بمرور الزمن. هذه النتائج تؤكّد أنّ تأثير المحسنات العضويّة قد يكون مزدوجاً؛ إذ تسهم في البداية بخفض الملوحة عبر تحسين البنية وتعزيز النفاذية، لكنها مع الزمن قد ترفع تركيز الأملاح الذائبة ما لم يقترن استخدامها ببرامج ري وغسل مدروسة **(Li *et al*., 2024)**

جدول (4) : تأثير محسنات التّربة المختلفة على درجة ds/m Ec تحت مستويات ري مختلفة

الموسم الأول					الموسم الثاني				
مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة	مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة
	%100	%75	%50			%100	%75	%50	
C0	2.80	2.82	3.20	2.94a	C0	2.77	3.17	3.91	3.28a
C1	2.11	2.28	2.36	2.25b	C1	3.01	3.21	3.36	3.19ab
C2	3.07	3.27	3.42	3.25c	C2	2.71	3.22	3.85	3.26ac
C3	3.20	3.34	3.48	3.34cd	C3	3.16	3.32	3.49	3.32abcd
معدل مستويات مياه الري	2.79a	2.92ab	3.11bc		معدل مستويات مياه الري	2.91a	3.23b	3.65c	
L.S.D. 0.05%	I	0.25			L.S.D. 0.05%	I	0.26		
	C	0.29				C	0.30		
	C*I	0.50				C*I	0.52		

6-3- تأثير محسنات التربة في النسبة المئوية للمادة العضوية تحت تأثير مستويات ري مختلفة:

تبينّ نتائج الجدول (5) تأثير محسنات التّربة المضافة على النسّبة المئويّة للمادة العضويّة تحت مستويات الرّي المختلفة، إذ لوحظ انخفاض معنوي لمحتوى التّربة من المادة العضويّة بانخفاض الرّي إلى 50% من السعة الحقلية ولكلا الموسمين على التوالي بنسبة (18.12,-16.71-) % هذا يتوافق مع نتائج دراسة **(Soares *et al.*, 2023)** كما اوضحت النتائج أن لمستوى الرّي 75% دوراً مميزاً في المحافظة على نسبة المادة العضويّة في التّربة مقارنة ببقية المستويات. ففي الموسم الأول بلغ متوسط المادة العضويّة (2.58%) بزيادة معنوية عند المستوى 50% (2.28%)، وقريب من قيمة الرّي الكامل 100% (2.83%) مع وجود فروق معنوية، مما يعكس كفاءة هذا المستوى في توفير رطوبة كافية للتربة تسمح باستقرار المادة العضويّة وتقليل فقدانها. وفي الموسم الثاني أظهرت النتائج اتجاهاً مشابهاً، الأمر الذي يشير إلى أن هذا المستوى يمثل توازناً بين تقليل الاستهلاك المائي من جهة والمحافظة على المادة العضويّة من جهة أخرى. في حين سجلت معاملة (C3)أعلى القيم في كلا الموسمين (3.25% و3.72%) بزيادة قدرها (91.76 و125.45) % عن الشاهد ، مؤكدةً تفوقها على جميع المعاملات الأخرى، حيث جمع هذا الخليط بين تأثيري الكمبوست في تزويد التّربة بالمادة العضويّة وتحسين النشاط الميكروبي**(Bogati *et al.*,2023)**، ودور Ultra classic 45 في تعزيز الاحتفاظ بالرطوبة

وتحسين البنية، وهو ما انعكس إيجاباً على زيادة نسبة المادة العضويّة. كما بينت نتائج التفاعل تميز المعاملة C3 تحت مستوى الرّي الكامل بأعلى نسبة للمادة العضويّة مقارنة بمعاملة الشاهد.

جدول (5) : تأثير محسنات التّربة على النسبة المئوية للمادة العضويّة تحت تأثير مستويات ري مختلفة

الموسم الأول					**الموسم الثاني**				
مخصبات	**مستويات الرّي**			**معدل محسنات التّربة**	**مخصبات**	**مستويات الرّي**			**معدل محسنات التّربة**
	%100	**%75**	**%50**			**%100**	**%75**	**%50**	
C0	1.76	1.73	1.62	1.70a	**C0**	1.68	1.65	1.61	1.64a
C1	3.40	3.14	2.48	3.00b	**C1**	2.59	2.40	2.05	2.35b
C2	2.68	2.30	1.90	2.29c	**C2**	3.45	3.38	2.79	3.20c
C3	3.47	3.16	3.14	3.25d	**C3**	4.22	3.61	3.33	3.72d
معدل مستويات مياه الرّي	2.83a	2.58b	2.28c		**معدل مستويات مياه الرّي**	2.98a	2.76b	2.44c	
L.S.D. 0.05%	I	0.179			**L.S.D. 0.05%**	I	0.158		
	C	0.206				C	0.182		
	C*I	0.358				C*I	0.315		

6-4- تأثير محسنات ومستويات الري المختلفة في النسبة المئوية للآزوت الكلي في التربة :

بمقارنة متوسطات مستويات الرّي فقد تبيّن أنّ الاجهاد المائي كان له تأثير سلبي معنوي على محتوى التّربة من الآزوت الكلي إذ يلاحظ انخفاض النسبة المئوية للنتروجين الكلي بالتّربة بنسبة (26.57 و18.12)% بانخفاض الرّي إلى 50% من السعة الحقلية لكلا الموسمين على التوالي. فيما حافظ مستوى الرّي 75% من السعة الحقلية على مستويات متوسطة للنتروجين الكلي قريبة من الرّي الكامل بانخفاض (10.48 و7.38) % مع زيادة في قيم الموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول، مما يبرز كفاءته في الحفاظ على الأزوت مع استهلاك مائي أقل نسبياً **(Sharma *et al*., 2017)** وهذا يوضح التاثيرات السّلبية للجفاف على أعداد الاحياء الدقيقة في التّربة ، بالتالي مدى توافر العناصر الغذائيّة ، مما يؤثر سلبًا على دورة النتروجين وتركيزه في التّربة **(Nguyen et al., 2018)and (Diacono & Montemurro, 2010)** . أظهرت نتائج اختبار LSD عند مستوى 0.05 فروقاً معنوية واضحة بين المحسنات (C) ومستويات الرّي (I) وكذلك التفاعل بينهما(I×C) حيث سجلت معاملة (C3) تحت الرّي الكامل (100%) أعلى نسبة آزوت (0.224% في الموسم الأول و0.211% في

الموسم الثاني) مقارنة بالشاهد عند نفس المستوى (0.086% و0.083%). وتؤكد النتائج أنّ الإدارة المتكاملة للمحسنات مع مستويات ري مناسبة تعد استراتيجية فعّالة لرفع محتوى التّربة من الآزوت وتحسين خصوبتها.

الجدول (6) :تأثير محسنات ومستويات الرّي المختلفة على النسبة المئوية للآزوت الكلي في التّربة

الموسم الأول					الموسم الثاني				
مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة	مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة
	%100	%75	%50			%100	%75	%50	
C0	0.086	0.086	0.080	0.085a	C0	0.083	0.082	0.080	0.082a
C1	0.160	0.156	0.124	0.147b	C1	0.129	0.120	0.102	0.117b
C2	0.134	0.114	0.093	0.114c	C2	0.171	0.169	0.140	0.160c
C3	0.224	0.157	0.156	0.179d	C3	0.211	0.180	0.169	0.186d
معدل مستويات مياه الرّي	0.143a	0.128b	0.105c		معدل مستويات مياه الرّي	0.149a	0.138ab	0.122bc	
L.S.D. 0.05%	I	0.012			L.S.D. 0.05%	I	0.017		
	C	0.014				C	0.015		
	C*I	0.024				C*I	0.029		

6-5- تأثير محسنات التربة في تركيز الفسفور المتاح في التربة (ملغ/كغ) تحت مستويات ري مختلفة:

يبين الجدول (7) أنّ لمستويات الرّي تأثير معنوي على نسبة الفسفور المتاح في التّربة ، فقد أظهر الجدول أنّ انخفاض مستويات الرّي أدى لانخفاض تركيز الفسفور المتاح في التّربة ولكلا الموسمين بينما حافظ مستوى الرّي 75% على قيمة الفسفور متوسطة وقريبة من الرّي الكامل بانخفاض بنسبة (15.23, 6.83)% ولكلا الموسمين مما يشير إلى كفاءته في تحقيق توازن بين الحفاظ على الموارد المائية وضمان تيسّر الفوسفور. في حين كان الانخفاض معنوي لمستوى الرّي 50% لكلا للموسمين.هذا يتوافق مع ماتوصلت له دراسة (**Braschi *et al.*, 2003)** حيث أثبت أنّ انخفاض كميّة مياه الرّي كانت العامل الرئيسي في تقليل الفوسفور القابل للإفادة في التّربة، ويعزى ذلك إلى أنّ توفر الرّطوبة الملائمة يسهم في زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة، وتحفيز عملية تمعدن الفوسفور وتحوله إلى صورة متاحة للنبات **(Richardson & Simpson, 2011)and (Wang *et al.*, 2017)** في حين كان لمحسنات التّربة تأثير واضح ومعنوي على تركيز الفسفور المتاح خلال الموسمين مع تفوق معنوي

كبير للموسم الثاني ، اذ حققت معاملة خليط (C3)أعلى القيم المسجلة (14.03 و20.23 مغ/كغ)، مما يؤكد وجود تأثير تكاملي بين الكمبوست الغني بالفوسفور العضوي وبين Ultra classic 45 التي تحسن الخصائص الفيزيائية للتربة. وهذا ما أشار إليه **(Takahashi & Katoh, 2024)** بفعالية دمج أنواع مختلفة من المادة العضويّة في إتاحة الفسفور في التّربة. وهو ما يتفق مع ما أورده **(Agegnehu *et al*., 2016)** بأنّ محتوى التربة من المادة العضويّة كان العامل الرئيسي في الحفاظ على الفوسفور في أشكال قابلة للاستخراج. تظهر نتائج LSD عند مستوى 0.05 وجود فروق معنوية لكل من المحسنات (C) ومستويات الرّي (I) وكذلك التفاعل بينهما(C×I) ، وقد سجلت معاملة خليط الكمبوست + Ultra classic تحت الرّي الكامل (100%) أعلى تركيز للفوسفور المتاح (15.47 و22.90 مغ/كغ للموسمين)، مقارنة بمعاملة الشاهد عند نفس المستوى (13.13 و14.87 مغ/كغ). مما يؤكد أنّ توافر المادة العضويّة مع مستويات مناسبة من الرطوبة يتيح إمكانيات كبيرة للحفاظ على مستويات فوسفور عالية.**(Takahashi & Katoh, 2024)**

جدول (7) : تأثير محسنات التّربة على تركيز الفسفور المتاح في التّربة مغ/كغ تحت مستويات الرّي المختلفة

الموسم الأول					**الموسم الثاني**				
مخصبات	**مستويات الرّي**			**معدل محسنات التّربة**	**مخصبات**	**مستويات الرّي**			**معدل محسنات التّربة**
	%100	**%75**	**%50**			**%100**	**%75**	**%50**	
C0	13.13	12.70	10.40	12.07a	**C0**	16.47	14.87	12.27	14.53a
C1	15.20	13.60	11.30	13.36ab	**C1**	18.30	16.30	13.37	15.99b
C2	14.27	13.13	11.03	12.81abc	**C2**	20.40	18.10	15.00	17.83c
C3	15.47	14.67	11.97	14.03bcd	**C3**	22.90	20.30	17.50	20.23d
معدل مستويات مياه الرّي	14.51a	13.52a	11.17b		**معدل مستويات مياه الرّي**	19.51a	17.39b	14.53c	
L.S.D. 0.05%	I	1.20			**L.S.D. 0.05%**	I	1.25		
	C	1.40				C	1.45		
	C*I	2.40				C*I	2.50		

6-6- تأثير محسنات التربة في تركيز البوتاسيوم المتاح في التربة (ppm) تحت مستويات ري مختلفة:

تشير نتائج الجدول (8) إلى أنّ تركيز البوتاسيوم المتاح في التّربة قد تأثر بصورة معنوية واضحة عند كل من مستويات الرّي ومعاملات محسّنات التّربة. إذ أظهرت البيانات أن رفع مستوى الرّي من 50% إلى 100% أدى إلى زيادة ملحوظة في تركيز البوتاسيوم المتاح، وهو ما يتفق مع ما أورده **(Panwar *et al*., 2002)** الذين أكدّوا وجود ارتباط إيجابي بين درجة تشبع التّربة بالماء وتوافر البوتاسيوم فيها. في المقابل، أدى خفض مستوى الرّي إلى 75% إلى المحافظة على نسب مقبولة من البوتاسيوم المتاح، حيث بلغت نسبة الانخفاض (5.48)% في الموسم الأول و(5.32)% في الموسم الثاني مقارنة بمستوى الرّي الكامل (100%). أمّا فيما يتعلق بتأثير معاملات المحسنات، فقد ظهر دورها الإيجابي الواضح في رفع تركيز البوتاسيوم المتاح مع تباين مستويات الفعاليّة فيما بينها. كما أظهرت نتائج التّفاعل بين مستويات الرّي والمحسّنات (I × C) وجود فروق معنوية عند اقل فرق معنوي LSD 5%، مما يشير إلى أن كفاءة المحسنات تعتمد على مستوى الرّي. ففي الموسم الأول، سُجّلت أعلى قيمة للمعاملة C3 تحت مستوى ري 100%، مع تفوق جميع المحسنات المضافة مقارنة بمعاملة الشاهد، إضافة إلى بقاء تأثيرها إيجابياً في الحفاظ على مستويات مرتفعة من البوتاسيوم حتى تحت مستوى ري 75%، وهو ما انعكس معنويّاً على النتائج في كلا الموسمين. وتؤكّد هذه النتائج الدور التكاملي الفعّال لخليط الكمبوست مع مخصب الـUltra Classic، حيث تعمل الأحماض الدباليّة الناتجة عن تحلل الكمبوست مع العناصر الغذائيّة في Ultra Classic على تحسين بنية التّربة وزيادة توافر العناصر الغذائيّة فيها**(Guo *et al*., 2016)** .

جدول(8) يبين تأثير المحسنات في تركيز البوتاسيوم المتاح في التّربة(ppm) تحت مستويات ريّ المختلفة.

الموسم الأول					الموسم الثاني				
مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة	مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة
	%100	%75	%50			%100	%75	%50	
C0	247.00	241.03	217.67	235.23a	C0	239.14	234.04	207.98	227.05a
C1	361.03	346.00	224.19	310.40b	C1	405.94	363.41	345.47	371.60b
C2	326.95	313.74	280.89	307.19bc	C2	349.47	359.78	295.16	334.80c
C3	362.07	325.15	307.14	331.45d	C3	432.31	393.60	376.52	400.81d
معدل مستويات مياه الرّي	324.26a	306.48b	257.47c		معدل مستويات مياه الرّي	356.71a	337.70b	228.53c	
L.S.D. 0.05%	I	15.50			L.S.D. 0.05%	I	15.00		
	C	18.00				C	17.50		
	C*I	31.00				C*I	30.00		

6-7- تأثير محسنات التربة المختلفة في وزن الألف حبة تحت مستويات الري المختلفة:

يبين الجدول (9) التأثر الكبير والمعنوي لوزن الألف حبة بانخفاض مستويات الرّي المقدّمة تحت محسّنات التّربة المختلفة خلال موسمي التجربة. بمقارنة متوسطات مستويات الرّي يلاحظ انخفاض الوزن بوضوح مع تقليل كمية مياه الرّي من 100% إلى 75% ثم 50%، حيث بلغ أدنى متوسط (34.0)غ عند مستوى الرّي 50% في الموسم الأول و(34.86)غ في الموسم الثاني، وهذا يتوافق مع نتائج **(karmollachaab *et al*.,2013)** اذ بينت انه كان للجفاف الشديد التأثير الأكبر على إنتاج الحبوب للقمح والتي انخفضت بنسبة (38٪) عن الشاهد. بينما تحقق أعلى متوسط (47.51 و47.26)غ عند الرّي الكامل 100% في الموسمين على التوالي. ويعود ذلك إلى أنّ الإجهاد المائي الناتج عن خفض الرّي يقلل من كفاءة العمليات الفسيولوجية للنبات، مما ينعكس سلبًا على امتلاء الحبوب ويؤدي إلى انخفاض وزنها**(Sleibi & Abdullah, 2025)** كما يتضح من النتّائج أنّ جميع محسّنات التّربة سجلت قيمًا أعلى من الشاهد(C0) . في حين أسهم Ultra classic 45 في تعزيز تغذية النبات بفضل احتوائه على عناصر غذائية كبرى وصغرى مهمة لنمو الحبوب، حيث أثبتت دراسة **(Johnson *et al*., 2022)** التأثير الإيجابي لعنصر السيليكون في التخفيف من الآثار السلبيّة للجفاف على وزن الحبوب. كما أظهرت نتائج

التحليل الإحصائي معنوية التفاعل بين مستويات الرّي والمحسنات(I × C) ، ما يدل على أنّ استجابة وزن الألف حبة لاستخدام المحسّنات تتباين تبعًا لمستوى الرّي المطبق. وبذلك يتضح أن خفض مستويات الرّي يقلّل بشكل ملحوظ من وزن الألف حبة، في حين أنّ استخدام محسّنات التّربة، ولا سيما الخليط بين الكمبوست و Ultra classic 45، يعد إستراتيجية فعّالة للتقليل من أثر الإجهاد المائي وتحقيق أفضل الإنتاجيّة.

جدول (9): تأثير محسّنات التّربة المختلفة على وزن الألف حبة (غ) تحت مستويات الرّي المختلفة

الموسم الأول					الموسم الثاني				
مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة	مخصبات	مستويات الرّي			معدل محسنات التّربة
	%100	%75	%50			%100	%75	%50	
C0	45.07	34.40	30.81	36.77a	C0	44.12	37.69	34.22	38.67a
C1	46.40	38.37	32.13	38.96b	C1	45.03	38.73	34.42	39.39ab
C2	50.40	47.49	37.27	45.05c	C2	48.84	44.28	35.77	42.96c
C3	48.20	44.87	35.83	42.96cd	C3	51.05	44.91	35.06	43.67cd
معدل مستويات مياه الرّي	47.51a	41.29b	34.0c		معدل مستويات مياه الرّي	47.26a	41.40b	34.86c	
L.S.D. 0.05%	I	1.85			L.S.D. 0.05%	I	1.90		
	C	2.14				C	2.20		
	C*I	3.70				C*I	3.80		

6-8- تأثير محسنات التربة في إنتاجية القمح تحت مستويات الري المختلفة :

يوضح الجدول (10) تأثّر الإنتاجيّة بمستويات الرّي المختلفة عند المعاملة بمحسنات التّربة خلال موسمي الزراعة. فقد انخفضت الإنتاجيّة مع تقليل مياه الرّي في كلا الموسمين، ويُعزى ذلك إلى زيادة الإجهاد المائي الذي يؤدي إلى تدهور خصائص التّربة الفيزيائيّة والكيميائيّة مما يقلّل من توفّر الماء في منطقة الجذور، بالتالي يحد من امتصاص العناصر الغذائيّة ويؤثر سلباً على كفاءة التمثيل الضوئي، مؤدياً لانخفاض الإنتاجيّة وهذا ما اثبتته دراسة **(Ru *et al*., 2024)** and **(Farooq *et al*., 2012)** حيث يسبب الاجهاد المائي انخفاضاً حاداً في نمو القمح وإنتاجيته، خاصة خلال مراحل النمو الحرجة **(Sharma *et al*., 2022)**. كما ويلاحظ التأثير الفعّال لمحسّنات التّربة في التقليل من الاثار السلبيّة للاجهاد المائي حيث سجلت المعاملة (C3) أعلى إنتاجيّة في كلا الموسمين، مما يعكس التأثير الفعّال بين الكمبوست و45 Ultra classic ، حيث أسهم الكمبوست في تحسين الإنتاجيّة نتيجة لزيادة محتوى المادة العضويّة، وتحسين بنية التّربة وتعزيز قدرتها على الاحتفاظ بالرّطوبة والعناصر الغذائيّة وهذا

يتفق مع دراسة قام بها كل من **(Paradelo *et al*.,2019)** في حين ساهمت العناصر الغذائيّة الكبرى والصغرى مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والحديد الداخلة في تكوين (Ultra classic 45) بدور محوري في الحفاظ على خصوبة التّربة وتوازنها الكيميائي. في حين أظهرت دراسات **(Duvnjak Španić,2023)and (Johnson *et al*.,2022)** الدّور الهام لعنصر السيليكون في تحسين قدرة القمح على مواجهة الجفاف من خلال تعزيز وظائفه الفسيولوجية. كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ التّفاعل بين المحسّنات ومستويات الرّي (I × C) كان معنويًا عند مستوى(LSD 0.05) ، مما يدل على أنّ استجابة القمح للمحسّنات تختلف تبعًا لمستوى الرّي. فقد حققت المعاملة C3تحت الرّي الكامل (100%) أعلى إنتاجية بلغت 379.67 كغ/هـ في الموسم الأول 419.23 كغ/هـ في الموسم الثاني، وحتى عند مستوى الرّي 50% بقيت معاملات المحسنات متفوقة على معاملة الشاهد، كما يتضح من المقارنة بين الموسمين أنّ الاتجاه العام للنتائج كان متشابهاً، مع تفوق الموسم الثاني، ويُعزى ذلك إلى تراكم الأثر المتبقي للمحسنات العضويّة في التّربة وتحسن خصائصها الكيميائية والفيزيائية بمرور الوقت **(Yu *et al.*, .2024).**

جدول (10) : تأثير محسّنات التّربة على إنتاجيّة القمح كغ/دونم تحت مستويات الرّي المختلفة

الموسم الأول					**الموسم الثاني**				
مخصبات	***مستويات الرّي***			***معدل محسنات التّربة***	***مخصبات***	***مستويات الرّي***			***معدل محسنات التّربة***
	%100	**%75**	**%50**			**%100**	**%75**	**%50**	
C0	314.03	305.36	250.07	289.82a	**C0**	304.13	286.67	255.07	281.95a
C1	368.33	361.27	280.17	336.48b	**C1**	403.57	348.17	291.57	347.77b
C2	367.27	358.47	263.17	329.63c	**C2**	417.57	371.17	318.97	369.23c
C3	379.67	353.77	284.87	339.43bd	**C3**	419.27	373.57	353.07	381.97d
معدل مستويات مياه الرّي	357.33a	344.78b	269.57c		**معدل مستويات مياه الرّي**	386.13a	344.89b	304.67c	
L.S.D. 0.05%	I	4.385			**L.S.D. 0.05%**	I	4.425		
	C	5.063				C	5.120		
	C*I	8.770				C*I	8.830		

- **الاستنتاجات:**

1. إنّ إضافة محسنات التّربة كان لها دوراً إيجابياً واضحاً في تحسين الخصائص الكيميائية والفيزيائية، وزيادة الإنتاجية للنبات، وتحسين المادة العضويّة والأزوت والفوسفور والبوتاسيوم.
2. أدّى خفض مستوى الرّي إلى 50% من السعة الحقلية إلى ارتفاع الملوحة وانخفاض محتوى العناصر الغذائيّة، ممّا أدّى إلى تدهور واضح في الإنتاجية وكذلك وزن الألف حبة، في حين أظهر مستوى الرّي 75% قدرة على الحفاظ على إنتاجية مقبولة مع تقليل استهلاك المياه وتحسين استقرار المادة العضويّة.
3. أظهرت نتائج التّفاعل بين المحسّنات ومستويات الرّي أنّ أفضل النتّائج كانت عند استخدام خليط الكمبوست Ultra Classic + مع الرّي الكامل (100%)، كما أثبت هذا الخليط فعاليته في التخفيف من آثار الإجهاد المائي حتى عند مستوى الرّي 75%.

المقترحات:

1. اعتماد مستوى ري 75% كخيار إستراتيجي في البيئات الجّافة وشبه الجّافة لتحقيق توازن بين تقليل استهلاك المياه والحفاظ على إنتاجية جيدة وتحسين خصائص التّربة عند إضافة محسنات التربة وخلائطها.
2. التوصية باستخدام خليط الكمبوست + Ultra Classic 45 كأفضل معاملة، لتحسين إنتاجية القمح وزيادة جاهزيّة العناصر الغذائيّة، ورفع كفاءة استخدام المياه تحت ظروف الإجهاد الجفافي.
3. اعتماد الكمبوست منفرداً في الأراضي المتملحة المرتفع لما له من دور في خفض الملوحة وتعديل قلوية للتربة.

المراجع:

1- Adams, J. (2022). *Compost amendments to alleviate saline water stress on organic green bean (Phaseolus Vulgaris L.) cultivated in sandy and clay soils under arid climate.*

2- Agegnehu, G., Nelson, P.N., & Bird, M.I. (2016). Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. *Soil and Tillage* Research, 160: 1–13.

3- Ahmad, F., Aziz, T., Maqsood, M. A., Tahir, M. A., & Kanwal, S. (2007). Effect of silicon application on wheat (Triticum aestivum L.) growth under water deficiency stress. Emirates Journal of Food and Agriculture, 19(2), 1–7.

4- Bogati, K., Sewerniak, P., & Walczak, M. (2023). *Effect of changes in soil moisture on agriculture soils: response of microbial community, enzymatic and physiological diversity. Ecological Questions, 34*(4), 1-33. 20)

5- Brady,N.C.,&Weil,R.R.(2016).The Nature and Prpperties of Soils(15th ed.).

6- Braschi, I., Ciavatta, C., Giovannini, C., & Gessa, C. E. (2003). Combined effect of water and organic matter on phosphorus availability in calcareous soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *67*(1), 67–74.
7- Diacono,M., & Montemurro, F.(2010).long-term effects of organic amendments on soil fertility. Agronomy for Sustainable Development, 30(2), 401-422.
8- Duvnjak, J., & Španić, V. (2023). The role of silicon (Si) in increasing drought tolerance in wheat. *Agronomski Glasnik*, *84*(4–5), 197–206.
9- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. (2012). Drought stress in plants: An overview. In R. Aroca (Ed.), *Plant Responses to Drought Stress: From Morphological to Molecular Features* (pp. 1–33). Springer
10- Guo, L., Wu, G., Li, Y., Li, C., Liu, W., Meng, J., Liu, H., Yu, X., & Jiang, G. (2016). Effects of cattle manure compost combined with chemical fertilizer on topsoil organic matter, bulk density and earthworm activity in a wheat–maize rotation system in Eastern China. *Soil & Tillage Research*, *156*, 140–147.
11- Hernández, T., Chocano, C., Coll, M. D., & García, C. (2019). Composts as alternative to inorganic fertilization for cereal crops. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(35), 35340–35352.
12- Hinsinger, P. (2001). Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review. *Plant and Soil, 237*, 173-195
13- Johnson, S. N., Chen, Z., Rowe, R. C., & Tissue, D. T. (2022). Field application of silicon alleviates drought stress and improves water use efficiency in wheat. *Frontiers in Plant Science*, *13*.
14- Karmollachaab, A., Bakhshandeh, A., Gharineh, M. H., Telavat, M. R. M., & Fathi, G. (2013). Effect of Silicon application on Physiological characteristics and Grain Yield of Wheat under Drought stress condition. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, *4*(1), 30–37.
15- Li, Y., Wang, Z., Sun, H., & Zhang, J. (2024). A review of organic and inorganic amendments to treat saline–sodic soils. *Science of the Total Environment, 924*, 171696.
16- Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press.
17- Nguyen, L., Osanai, Y., Osanai, Y., Anderson, I. C., Bange, M. P., Tissue, D. T., & Singh, B. K. (2018). Flooding and prolonged drought have differential legacy impacts on soil nitrogen cycling, microbial communities and plant productivity. *Plant and Soil*, *431*(1), 371–387.
18- Ozores-Hampton, M., Biala, J., Evanylo, G. K., Faucette, B., Cooperband, L. R., Roe, N. E., Creque, J., & Sullivan, D. (2022). *Compost use* (pp. 777–846).
19- Page, A. L., Miller, R. H., & Keeney, D. R. (Eds.). (1982). *Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and microbiological properties* (2nd ed.). American Society of Agronomy; Soil Science Society of America.
20- Panwar, B. S., Pannu, B. S., & Kuhad, M. S. (2002). Dynamics of different fractions of potassium in semi-arid soils. *Agricultural Science Digest, 22*(1), 24–26.

21- Paradelo, R., Eden, M., Martínez, I., Keller, T., & Houot, S. (2019). Soil physical properties of a Luvisol developed on loess after 15 years of amendment with compost. Soil & Tillage Research, 191, 207–215

22- Rhoades, J.D. 1982. Cation exchange capacity. P. 149-157. In: Page, A. L. Methods of soil analysis, Chemical and Microbiological Properties. part II (2nd Edition), Madison, WI., pp. 149-157.

23- Richardson, A. E., & Simpson, R. J. (2011). Soil microorganisms mediating phosphorus availability. *Plant Physiology*, 156(3), 989–996.

24- Richards L.A.(1954).Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture handbook. No.60.US Dep.Agric.

25- Ru, S., Sanz-Saez, A., Leisner, C. P., Rehman, T., & Busby, S. (2024). Review on blueberry drought tolerance from the perspective of cultivar improvement. *Frontiers in Plant Science, 15*, 1352768.

26- Sumner, M. E., & Miller, W. P. (1996). *Cation exchange capacity and exchange coefficients*. In D. L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods* (SSSA Book Series Vol. 5, pp. 1201-1229). Soil Science Society of America & American Society of Agronomy.

27- Sharma, B., Yadav, L., Shrestha, A., Shrestha, S. M., Subedi, M., Subedi, S., & Shrestha, J. (2022). Drought stress and its management in wheat (Triticum aestivum L.): a review. *Agricultural Science and Technology*, *14*(1), 3–14.

28- Sharma, P., Abrol, V., Sharma, R. K., & Kumar, R. (2017). Impact of integrated nutrient management on soil physical properties, organic carbon and productivity of maize–wheat system in a rainfed agro-ecosystem. *Soil Research*, 55(5), 458–467.

29- Sleibi, A. T., & Abdullah, A. K. (2025). Phenotypic, physiological and molecular changes of some wheat varieties under drought stress. *Plant Science Today*.

30- Soares, P., Harrison, M., Kalantari, Z., Zhao, W., & Ferreira, C. (2023). Drought effects on soil organic carbon under different agricultural systems. *Environmental Research Communications*.

31- Takahashi, Y., & Katoh, M. (2024). Variations in the level of available phosphorus with changes in the status of water-soluble organic matter derived from different organic materials in soil. *Journal of Environmental Management, 370,* 122531.

32- Walkley‹a.andc.a.black.1934.Anexamination odegtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method.Soil.Sci.37: 29 – 38.

33- Wang, X., Lü, S., Gao, C., Wang, Y., & Wu, L. (2017). Effects of irrigation regimes on soil carbon and nitrogen dynamics in maize farmland in Northeast China. *Soil and Tillage Research*, 168, 147–156.

34- Yanti, I. (2022). Effect of Water Content in Soil On C-Organic Levels and Soil Acidity (pH). *IJCR: Indonesian Journal of Cemical Research*, 92–97.

35- Yu, D., Miao, Q., Shi, H., Feng, Z., & Feng, W. (2024). Effects of combined application of organic and inorganic fertilizers on physical and chemical properties in saline–alkali soil. *Agronomy, 14*(10), 2236.

36- Zaghloul, E. M., Awad, E.-S. A. M., Mohamed, I., Abd El-Hameed, A. M., Feng, D., Desoky, E. M., Algopishi, U. B., Al Masoudi, L. M., Elrys, A. S., Mathew, B. T., AbuQamar, S. F., & El-Tarabily, K. A. (2024). Co-application of organic amendments and natural biostimulants on plants enhances wheat production and defense system under salt-alkali stress. *Dental Science Reports*, *14*(1).

37- Zörb, C., Senbayram, M., & Peiter, E. (2014). Potassium in agriculture – Status and perspectives. *Journal of Plant Physiology, 171*(9), 656–66

A Study on the Effect of some soil improvers and their mixtures on some properties of fertile soils under water stress conditions

Abstract

The study was conducted during the 2023/2024 growing seasons at the ACSAD Research Station in the Al-Mrei'iyah area east of Deir ez-Zor, using a randomized complete block design arranged in split plots with two factors (irrigation levels and soil amendments). Irrigation levels (100%, 75%, and 50% of field capacity) were assigned to the main plots, while soil amendments—compost at 20 t ha^{-1} (C1), Ultra Classic 45 (C2), and a mixture of compost at 10 t ha^{-1} + 150 kg ha^{-1} Ultra Classic 45 (C3), in addition to the control (C0)—were allocated to the sub-plots.

The crop was sown in longitudinal plots of 2 × 8 m^2 to evaluate the effects of these amendments on soil properties and the productivity of wheat (ACSAD 1105). The C3 treatment (compost + Ultra Classic 45 mixture) exhibited a pronounced positive effect on improving soil properties in both seasons, reflected in a significant increase in organic matter percentage, with the second season outperforming the control. Soil contents of total nitrogen, phosphorus, and potassium also increased. The C1 treatment reduced soil salinity and pH during the first season, while the C2 treatment enhanced the thousand-grain weight. Reduced irrigation levels had negative effects on all measured traits, except for the 75% irrigation level, which resulted in only slight decreases in crop productivity (3.51% and 10.68%) during the two growing seasons. The interaction between irrigation levels and soil amendments showed that the C3 treatment under full irrigation (100%) produced the most favorable improvements in soil properties and the highest productivity in both seasons.

Keywords: Compost, Ultra Classic 45, compost mixtures, water stress, soil properties, wheat productivity.