تأثير التسميد بكومبوست حمأة الصرف الصحي المعالجة في إنتاجية شجيرات القطف الملحي والقطف الأمريكي

Effect of Fertilization with the Compost of Treated Sewage Sludge on *Atriplex halimus* and *Atriplex canescens* Shrubs Productivity

عواد محمود الأسود[2-1] أحمد دركلت [3-1] أحمد خريشي محمد[4-1] محي الدين قواس [3-1] وحسان درغام[5-1]

A. M. Al-Aswad[1-2] A. Darkalt[1-3] A. KH. Mohamed[1-4]

M. D Kwass[1-3] H. Dergham[1-5]

dr.awadalaswad@gmail.com ahdarkalt@gmail.com akherashy@yahoo.com

dr.kawas1953@gmail.com hassandergam@hotmail.com

(1) منظمة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

(1) The Arab Center for the Studies of Arid zones and Dry lands (ACSAD), Damascus, Syria.

(2) قسم الحراج والبيئة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، دير الزور، سورية.

(2) Depart. of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Deir Ezzor, Syria.

(3) قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، كلية الهندسة الزراعية، حلب، سورية.

(3)Depart. of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Syria.

(4) قسم البيئة النباتية والمراعي، مركز بحوث الصحراء، القاهرة، مصر.

(4) Depart. of Plant Ecology and Range Management, Desert Research Center, Cairo, Egypt.

(5) منظمة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

(5) The Arab Center for the Studies of Arid zones and Dry lands (ACSAD), Damascus, Syria.

الملخص

نفذ البحث في محطة بحوث إزرع التابعة لمنظمة لمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) بهدف دراسة تأثير التسميد بكومبوست حمأة الصرف الصحي المعالجة في إنتاجية شجيرات القطف الملحي والقطف الأمريكي خلال موسمي النمو 2017 و2018. تم الحصول على حمأة الصرف الصحي المعالجة من محطة الهيجانة لمعالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ريف دمشق (سورية). تم إجراء عملية التخمير للحمأة لمدة ستة أشهر أنتج من خلالها الكومبوست. تم إنتاج غراس القطف الملحي والقطف الأمريكي بدءاً من البذرة في حقل نباتات المراعي في محطة بحوث ازرع، نقلت الغراس بعمر سنة إلى الأرض المستديمة، وزرعت وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية وبأربعة مكررات، إذ تم تطبيق أربعة مستويات من التسميد بالكومبوست [الشاهد (دون إضافة)، 3، 6 و9 طن/هكتار]. أظهرت النتائج أن الكومبوست الناتج من حمأة الصرف الصحي المعالجة آمنة من حيث محتواها من العوامل الممرضة والعناصر الثقيلة (الزنك، المنغنيز، الحديد، النحاس، الرصاص، البورون، النيكل، الكروم والكادميوم)، وهي أقل من الحدود المسموح بها حسب المواصفة القياسية السورية.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243; AIF-181 (p:141 - 149)

وقد تفوق القطف الملحي على القطف الأمريكي معنوياً في صفات الإنتاجية الغضة والجافة والتغطية التاجية والحجم التاجي للشجيرة، في حين تفوق القطف الأمريكي على القطف الملحي في صفة ارتفاع النبات، كما سجلت أعلى القيم في كل الصفات المدروسة عند مستوى إضافة 9 طن للهكتار من كومبوست حمأة الصرف الصحي المعالج، وأظهر التفاعل بين النوع النباتي ومستويات تسميد الكومبوست أن القطف الملحي حقق أعلى قيمة في الإنتاجية الغضة والجافة (6.5 و2.85) كغ/الشجيرة على التوالي، وفي صفة الحجم التاجي للشجيرة (3.37 م^3) عند مستوى تسميد 9 طن/هكتار، في حين أعطى القطف الأمريكي عند مستوى التسميد نفسه أعلى قيمة في التغطية التاجية للشجيرة (4.29 م^2).

الكلمات المفتاحية: كومبوست، حمأة الصرف الصحي، القطف، التغطية التاجية، الحجم التاجي، الإنتاجية الغضة والجافة.

Abstract

This Research was conducted at Izraa Research Station, The Arab Center for the Studies of Arid zones and Dry lands (ACSAD) to study the effect of fertilization with the compost of treated sewage sludge on *At.riplex halimus* and *Atriplex canescens* shrubs productivity during the growing seasons of 2017 and 2018. Treated sewage sludge was acquired from Al-Haijaneh station for treating waste water located in Rif-Dimashq Governorate. Compost was produced by fermentation of the treated sewage sludge for six months. Seedlings of *Atriplex halimus* and *Atriplex canescens* were produced in rangeland plants field in Izraa Research Station. Seedlings were transplanted in the field at age of one year using the randomized complete block design with four replicates. Four fertilization levels of the compost (control, 3, 6, 9 ton/ha) were applied. The results showed that the compost of treated sewage sludge produced in this experiment was safe regarding its contain of pathogens and heavy metals (Zn, Mn, Fe, Cu, Pb, B, Ne, Cr, Cd) with values less than the Syrian Standards. *Atriplex halimus* was significantly superior on *Atriplex canescens* in fresh and dry productivity, shrub crown coverage, and shrub crown volume. While, *Atriplex canescens* was significantly superior on Atr. halimus in plant height only. The highest values of the studied parameters were obtained by using 9 ton/ha of the compost of treated sewage sludge. The interaction between plant species and compost fertilization levels showed that *Atriplex halimus* achieved the highest values in fresh and dry productivity (6.5 and 2.85 kg/shrub), respectively, and the shrub crown volume (3.37 m^3); while *Atriplex canescens* at the same fertilization level gave the highest value of shrub crown cover (4.29 m^2).

Keywords: Compost, Treated sewage sludge, Atriplex, Crown Cover, Crown volume, Fresh and dry productivity.

المقدمة

تعد الإدارة الرشيدة للموارد أحد أهم ركائز التنمية المستدامة، ولاسيما في المناطق الجافة، حيث محدودية الموارد والاستخدام المفرط لها، وعلى الرغم من ندرة الموارد الطبيعية في كثير من بلدان المناطق الجافة فإن عملية إعادة استخدام هذه الموارد مازالت محدودة نتيجةً لنقص الامكانات، وفقر التكنولوجيا في بعض الأحيان، أو عدم توفر المعلومات المناسبة، وسبل الإدارة السليمة في أحيان أخرى.

تمثل مياه الصرف الصحي والحمأة الناتجة عن معالجتها أحد الموارد التي لم يحسن استغلالها في كثير من الدول العربية حتى الآن، بل أنها تمثل عبئاً بيئياً واقتصادياً لكثير من دول المنطقة العربية. وتقدر الاحصائيات بأن مجموع ما ينتج من مياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي في سورية يبلغ نحو 3 مليار متر مكعب سنوياً، وأنه يمكن نظرياً استعمال هذه الكمية لإنتاج نحو 5 مليون طن من الأعلاف، مما يساعد على سد الفجوة العلفية في السوق المحلية (علي ومفلح، 2016).

كما بين جزدان (2016) أن مياه الصرف الصحي المعالجة تحتوي بالمتوسط على تراكيز تبلغ 50،10 و30 مغ/ل من عناصر N، P، K على التوالي، إضافةً لما تحويه من عناصر غذائية نادرة وبقايا عضوية تسهم في تحسين بناء التربة. إن الاستخدام المباشر للحمأة في الزراعة يعتمد على خصائصها الطبيعية والكيميائية والمواصفات الصحية ومدى احتوائها على كائنات ممرضة، ولكن العامل الرئيس المحدد لإضافة الحمأة للبيئة الطبيعية واستخدامها في الأغراض المختلفة هو مستوى محتواها من العناصر الثقيلة (Alloway وHooda، 1996؛ Pales وزملاؤه، 1996)، لذا فإن القوانين تحدد النسب الآمنة من العناصر الثقيلة في حمأة الصرف الصحي المعالج، والتي يجب عدم تجاوزها عند استخدام الحمأة.

أجرى Holz وزملاؤه (2000) دراسة لاستخدام الحمأة في تحسين خواص التربة والحد من الإنجراف، وأثرها في نمو القطف الأسترالي (Atriplex nummularia)، ووجدوا أن استخدام الحمأة أدى إلى تحسن ملحوظ في خواص التربة، وزيادة في نمو وتغطية نباتات القطف الأسترالي. كما قام عبود وزملاؤه (2009) بدراسة تأثير تسميد الذرة الصفراء بمستويات مختلفة من الحمأة (0 ، 25 ، 50 و 100 طن / هكتار)، وذلك بتجربة حقلية أجريت في منطقة المسيب جنوبي بغداد (العراق) ، وأظهروا أن زيادة مستوى التسميد بالحمأة أدت إلى زيادة نمو وحاصل الذرة الصفراء، مع زيادة في محتوى النبات والحبوب من الزنك بارتفاع مستوى الحمأة.

وأظهرت دراسة لتقييم الأثر التراكمي والمتبقي نتيجة الاستخدام المتكرر للحمأة الناتجة عن الصرف الصحي في الإنتاجية العلفية، وجودة التربة في جنوب ولاية فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية، أنه لم يكن لاستخدام الحمأة كمصدر رئيس للنتروجين على مدار خمس سنوات أي تأثير ضار في التربة وجودة العلف الناتج من أحد الحشائش المعمرة (Paspalum notatum Flügge) (Sigua وزملاؤه، 2005).

وفي دراسة لتقييم مدى ملاءمة الحمأة لتسميد نبات الماش (*Vigna radiata* L.) في الهند وتأثيرها في نمو ومحصول وجودة النبات وكذلك تراكم العناصر الثقيلة. وجد أن النبات أظهر تحسناً في طول الساق ومساحة الأوراق والمحصول الكلي، وزيادةً في معدل العناصر والمعادن الثقيلة في البذور مع انخفاض في نسبة البروتين، وقد اقترحت الدراسة أن استخدام الحمأة بمعدل أقل من 9 كغ / م^2 (9 طن للدونم) يعد ملائماً لتحسين خواص التربة وزيادة محصول الماش Agrawalو Singh)، (2010 . وأوضحت دراسة Boudjabi وزملائه (2015) أن استخدام حمأة الصرف الصحي كسماد لمحصول القمح القاسي أدت إلى زيادة في محتوى النبات من اليخضور وزيادة كل من مساحة الورقة، والفوسفور الكلي، والكتلة الحية والمحصول. كما ذكر Jastrzebska و(2019) Kostrzewska أن السماد المنتج من حمأة الصرف الصحي يمكن استخدامه كمصدر غير تقليدي للسماد الفوسفاتي وتسميد محصول القمح الربيعي.

ولا تخلو برامج إعادة تأهيل وتحسين المراعي الطبيعية المتدهورة في المناطق الجافة عادةً من زراعة النباتات والشجيرات الرعوية المتحملة للجفاف، ولخصوبة التربة دورٌ محوريٌ في مدى نجاح عملية استزراع النباتات الرعوية في المراعي الطبيعية، وعادةً ما يتم اللجوء إلى استخدام التسميد العضوي ومحسنات التربة لتحسين نمو هذه النباتات وزيادة إنتاجيتها العلفية، الأمر الذي يضع عبئاً إضافياً على برامج التنمية، ولاسيما أن العائد الاقتصادي المتوقع من عملية الاستزراع يعد متواضعاً، لذا فإن استخدام الحمأة كمادة عضوية تعمل على تحسين التربة، وزيادة معدل حفظ المياه بها، ومن ثم زيادة فرصة نجاح استزراع النباتات الرعوية وتحسين نموها وإنتاجيتها، سيعطي مردوداً اقتصادياً واجتماعياً، بالإضافة إلى المردود البيئي والاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية، إذ وجد Liu وزملاؤه (2019) أن استخدام حماة الصرف الصحي لتسميد نبات شجرة السماء (Ailanthus altissima) أدى إلى تحسين نمو النبات، وخلصت التجربة إلى إمكانية استخدام الحمأة المعالجة في إعادة تأهيل واستعادة الغطاء النباتي. وهناك حاجة إلى إجراء بعض البحوث التطبيقية في مجال تعظيم الاستفادة من المخلفات العضوية، مثل الحمأة في برامج إعادة تأهيل واستزراع المراعي المتدهورة.

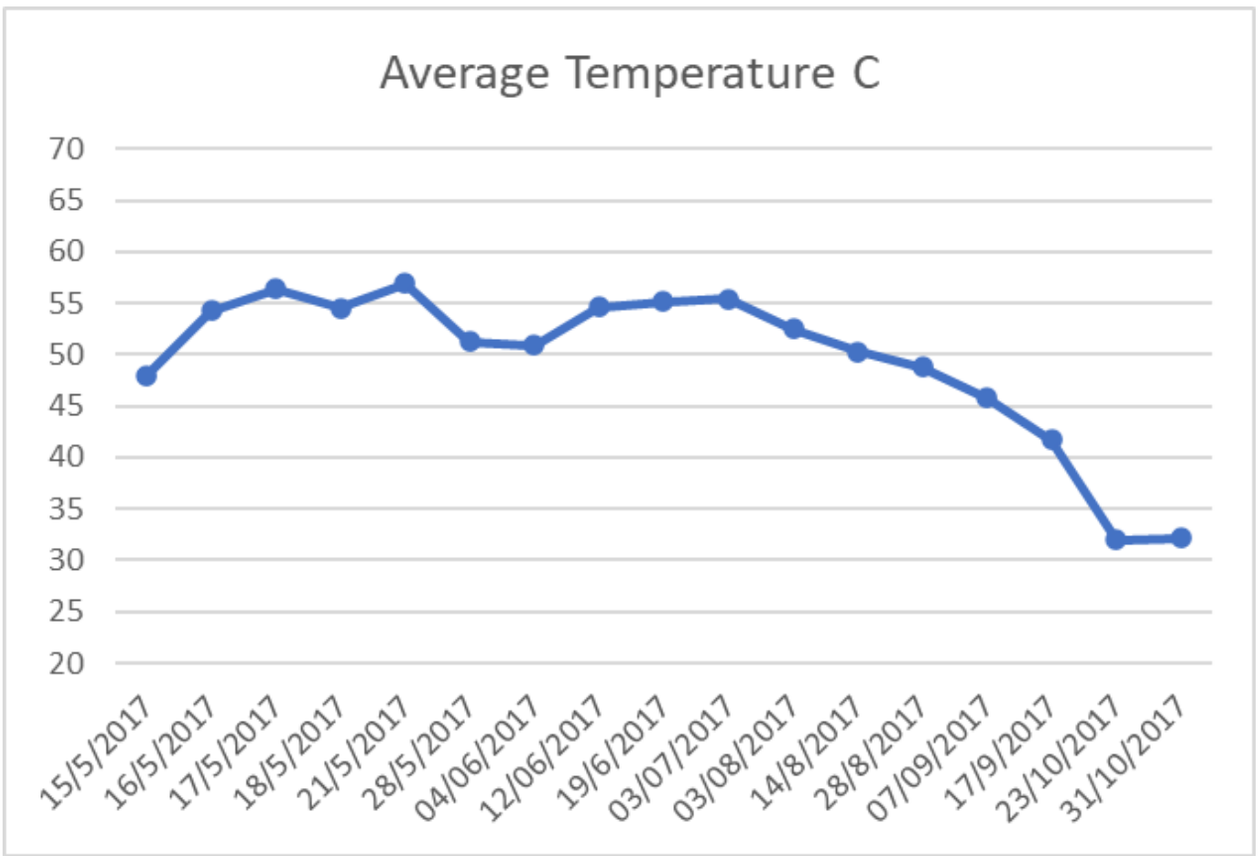
هدف البحث: يهدف البحث إلى دراسة أثر عمليات تخمير الحمأة، وتحويلها إلى كومبوست عضوي متحلل يمكن استخدامه في التسميد الزراعي، كما يهدف إلى تحسين نمو وإنتاجية نباتات القطف الملحي والقطف الأمريكي باستخدام الحمأة المتخمرة كمصدر جيد للعناصر الغذائية والمادة العضوية.

مواد البحث وطرائقه

تضمنت الدراسة مرحلتين؛ الأولى تجهيز الكومبوست الناتج من تخمر حمأة الصرف الصحي، والثانية دراسة تأثير تطبيق مستويات من كومبوست حمأة الصرف الصحي المعالجة في إنتاجية القطف الملحي والقطف الأمريكي.

عملية تخمير حمأة الصرف الصحي وتجهيز الكومبوست:

تم تأمين حمأة الصرف الصحي الجافة من محطة الهيجانة لمعالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ريف دمشق (سورية)، وتم تجهيز موقع تخمير الحمأة من خلال فرشه بشرائح البولي إيتلين، ومن ثم وضعت الحمأة المستخدمة على شكل كومة طولية بارتفاع 50 سم، ووضعت بعض أغصان الأشجار الصغيرة داخل الكومة لتأمين تهوية جيدة، ورطبت الكومة، وغطيت بشرائح البولي إيتلين. تمت متابعة عملية تخمير الحمأة بشكل دوري من خلال إجراء عملية التقليب والترطيب للكومة كل أسبوعين، وتم تحديد التغيرات الطارئة في درجة حرارة الحمأة خلال عملية التخمر باستخدام ميزان حرارة ذو مسبر معدني بطول 30 سم ولعدة نقاط في الكومة، ويوضح الشكل 1 التغير في درجة حرارة الحمأة أثناء عملية التخمير، إذ يوضح الشكل نفسه ارتفاع درجة حرارة الحمأة في بدء عملية التخمر تدريجياً، ثم بدأت درجة الحرارة في الانخفاض مع اكتمال عملية التخمير وتحلل الحمأة حتى الوصول إلى مرحلة النضج والتحلل النهائي، مما يعني أن الحمأة أصبحت جاهزةً للاستخدام.



الشكل 1. التغير في درجات حرارة الحمأة أثناء عملية التخمير في الفترة الواقعة من 2017/5/15 إلى 2017/10/31.

إنتاج غراس الأنواع الرعوية وزراعتها في الأرض المستديمة:

تمت زراعة بذور القطف الملحي *Atriplex halimus* والقطف الأمريكي *Atriplex canescens* في أكياس من البولي إيثلين، وتعبئتها بخلطة من التربة والرمل والسماد البلدي بنسبة 1:1:1 في محطة بحوث إزرع التابعة لمنظمة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (اكساد) بتاريخ 2017/3/15، وتمت متابعة الإنبات ونمو الغراس المنزرعة. نقلت الغراس إلى الأرض المستديمة بعد تجهيز أرض التجربة في موقع التجارب البحثية لبرنامج المراعي والموارد الحراجية في المحطة، وتمت إضافة ثلاثة مستويات من كومبوست حمأة الصرف الصحي المعالجة (3، 6 و9) طن/هكتار، بالإضافة إلى معاملة الشاهد (دون إضافة كومبوست حمأة الصرف الصحي)، إذ تم نثر الكومبوست المتحلل على سطح التربة حسب مستوى التطبيق، ثم خلطها بالتربة بوساطة العزاقة الآلية، وزرعت غراس القطف الملحي والقطف الأمريكي في الجور المعدة على أبعاد 3x3م بتاريخ 2017/12/19.

تم إجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية والحيوية الخاصة بالتربة والحمأة في مخابر قسم التقانات الحيوية والمخابر التابعة للمركز العربي (أكساد) وفق الطرائق العالمية المعتمدة. ويبين الجدول 1 أهم خصائص التربة المستخدمة في التجربة، إذ تبين نتائج التحليل أن التربة رملية لومية، وقلوية خفيفة (pH= 8.25)، وتعد غير كلسية، وفقيرة بالمادة العضوية، وغنية بكل من الفوسفور والبوتاس المتاحين.

الجدول 1. بعض الخصائص الفيزياخصوبية للتربة.

التحليل الميكانيكي للتربة (%)			pH معلق 5:1	مستخلص EC عجينة مشبعة (dS/m)	كربونات كلية (%)	الآزوت الكلي (%)	المادة العضوية (%)	فسفور متاح (مغ/كغ)	بوتاسيوم متاح (مغ/كغ)
رمل	سلت	طين							
18.6	14.9	66.5	8.25	0.168	4.11	0.099	1.3	12.4	590

القراءات المدروسة:

تم أخذ القراءات الخضرية التالية على شجيرات القطف الملحي والقطف الأمريكي بعد سنة من الزراعة في الأرض المستديمة؛ وهي: ارتفاع النبات (سم)، الإنتاجية الغضة (كغ/شجيرة)، الإنتاجية الجافة (كغ/شجيرة)، الحجم التاجي للشجيرة ($م^3$) والتغطية التاجية للشجيرة ($م^2$). وقد تم حساب التغطية التاجية والحجم التاجي للشجيرة باستخدام طريقة Thalen (1978).

تصميم التجربة والتحليل الاحصائي:

استخدم تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) وبثلاثة مكررات، وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الاحصائي MSTAT-C، وحسبت الفروق بين المعاملات باستخدام اختبار أقل مدى معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 0.05 (Duncan، 1995).

النتائج والمناقشة

الصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للحمأة المستخدمة قبل وبعد التخمير:

يبين الجدول 2 بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لحمأة الصرف الصحي المستخدمة في الدراسة قبل وبعد عملية التخمير، ويلاحظ بشكل عام انخفاض في الكثافة الظاهرية ($غ/سم^3$)، والنسبة المئوية لكل من المادة العضوية والفوسفور والبوتاسيوم والكربون بعد عملية التخمير، في حين ارتفعت نسبة الكربون إلى الآزوت ونسبة الآزوت المعدني، وأظهرت النتائج المتحصل عليها أن الحمأة المستخدمة غنية بالمادة العضوية وذات pH متعادل، وغنية نسبياً بالأملاح، وذات محتوى جيد من الآزوت الكلي، وأن نسبة C/N في الكومبوست المنتج من حمأة الصرف الصحي المعالجة بلغت 10 بعد عملية التخمير.

بينت النتائج أن عملية تخمير الحمأة أدت إلى انخفاض محتوى المادة العضوية في الحمأة من 39.66% قبل التخمير إلى 34.4 % بعد التخمير، ويعزى ذلك إلى تمعدن بعض المكونات سهلة التمعدن والداخلة في تركيب الحمأة الطازجة وتطايرها على شكل CO_2، ويعد الكومبوست المنتج من الحمأة المستخدمة مطابقاً للمواصفات القياسية السورية من ناحية خصائصه الفيزيائية والكيميائية.

الجدول 2. التحاليل الفيزيائية والكيميائية لحمأة الصرف الصحي قبل وبعد عملية التخمير.

حمأة الصرف الصحي المعالجة	الكثافة الظاهرية ($غ/سم^3$)	pH	EC	C	OM	T.N	K	P	C/N	آزوت معدني	الرطوبة
			(dS/m)	(%)						(مغ/كغ)	(%)
قبل التخمير	0.67	7.10	4.07	23.06	39.66	2.56	0.290	0.635	9.00	1670	8.33
بعد التخمير	0.71	7.16	3.53	20	34.4	1.99	0.246	0.576	10	1800	55.4

يظهر الجدول 3، والذي يبين محتوى بعض العناصر المعدنية الثقيلة في حمأة الصرف الصحي المعالجة قبل وبعد عملية التخمير، أن حمأة الصرف الصحي المستخدمة في هذه الدراسة مطابقة للمواصفات القياسية السورية، إذ أظهرت نتائج تحليل حمأة الصرف الصحي قبل وبعد عملية التخمير أن محتواها من الزنك، المنغنيز، الحديد، النحاس، الرصاص، البورون، النيكل، الكروم والكادميوم أقل من الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية السورية، وبالتالي فإن استخدام الكومبوست الناتج عن تخمير حمأة الصرف الصحي المعالج يعد آمناً لاستخدامه في تسميد المحاصيل الزراعية بصورة عامة ونباتات المراعي بصورة خاصة، كما يلاحظ انخفاض في محتوى الحمأة من العناصر الثقيلة بعد عملية التخمير مقارنة بمحتواها قبل التخمير والذي قد يرجع لعملية ترطيب الحمأة بالماء التي ساعدت على غسل بعض أملاح العناصر الثقيلة سهلة الانحلال ورشحها لأسفل الكومة، وبالتالي انخفاض محتواها في الكمبوست المنتج من عملية تخمير الحمأة.

الجدول 3. محتوى حمأة الصرف الصحي المعالجة من بعض العناصر المعدنية الثقيلة قبل وبعد عملية التخمير.

حمأة الصرف الصحي المعالجة	مغ/كغ مادة جافة								
	Cd	Cr	Ni	Pb	B	Cu	Fe	Mn	Zn
قبل التخمير	13.5	63.4	35.5	92.0	179	144	18750	292	914
بعد التخمير	11.7	19.4	18.1	31.0	145	104	19910	222	859
الحدود المسموح بها	20	1000	200	800	--	1000	--	--	3000

تبين نتائج الجدول 4 بعض التحاليل البيولوجية لحمأة الصرف الصحي المستخدمة في تحضير الكومبوست كعدد العصيات القولونية البرازية (70 عصية/غرام)، والسالمونيلا (لا يوجد)، وبويضات الديدان المعوية (لا يوجد) في (1) غرام من الكومبوست المنتج من تخمير حمأة الصرف الصحي، وبالتالي فإن نتائج التحليل تبين أن العناصر الممرضة أقل بكثير، أو لا توجد أساساً في الكومبوست المنتج من تخمير الحمأة المستخدمة في التجربة حسب الحدود العليا المسموح بها في المواصفات القياسية السورية.

الجدول 4. بعض التحاليل البيولوجية لحمأة الصرف الصحي المستخدمة في تحضير الكومبوست.

نوع التحليل	العصيات القولونية البرازية	السالمونيلا	بويضات الديدان المعوية
العدد في 1 غ حمأة	70	لا يوجد	لا يوجد
الحدود العليا المسموح بها	1000 عصية/غ	3 عصية في 4 غ حمأة جافة	بيضة في 4 غ حمأة جافة

تأثير النوع النباتي في صفات النمو والإنتاجية:

يبين الجدول 5 تأثير النوع النباتي (القطف الملحي والقطف الأمريكي) في كل من ارتفاع النبات، والإنتاجية الغضة والجافة (كغ/شجيرة)، والتغطية التاجية للشجيرة ($م^2$) ، والحجم التاجي للشجيرة ($م^3$). ويلاحظ أن النوع النباتي أثر معنوياً في الصفات المدروسة، إذ أظهر القطف الأمريكي تفوقاً معنوياً على القطف الملحي في صفة ارتفاع النبات (125 سم)، في حين تفوق القطف الملحي على القطف الأمريكي في الإنتاجية الغضة والجافة (5.20، 1.97 كغ/شجيرة) على التوالي، والتغطية التاجية للشجيرة (2.70 $م^2$) والحجم التاجي للشجيرة (2.28 $م^3$) (الجدول 5).

بصورة عامة يمكن أن يعزى تفوق القطف الملحي في صفات النمو وحجم الشجيرة على القطف الأمريكي إلى طبيعة نمو ومدى تأقلم القطف الملحي مع ظروف المناطق الجافة مقارنة بالنوع المدخل (القطف الأمريكي)، وقد بينت دراسة Nedjimi وDaoud(2009) تفوق القطف الملحي على القطف الأمريكي في صفات النمو والمحصول وتحمل الملوحة في الجزائر، كما أظهرت دراسة Walker وزملائه (2014)، أن القطف الملحي نبات ذو أهمية رعوية للحيوانات وشجيرة حيوية في تنمية المناطق الرعوية منخفضة الأمطار، الأمر الذي يعزز نتائج الدراسة من حيث قوة نمو وتحمل القطف الملحي للظروف البيئية في المنطقة العربية.

الجدول 5. تأثير النوع النباتي في صفات النمو الخضري والإنتاجية النباتية للقطف الملحي والقطف الأمريكي.

الصفة المدروسة /النوع	قطف أمريكي	قطف ملحي
ارتفاع النبات (سم)	125.00 ^{a}	123.8 ^{b}
الإنتاجية الغضة (كغ/شجيرة)	1.95 ^{b}	5.20 ^{a}
الانتاجية الجافة (كغ/شجيرة)	0.85 ^{b}	1.97 ^{a}
التغطية التاجية للشجيرة ($م^2$)	2.59 ^{b}	2.70 ^{a}
الحجم التاجي للشجيرة ($م^3$)	1.76 ^{b}	2.28 ^{a}

تأثير مستويات التسميد بالحمأة في صفات النمو والإنتاجية:

تشير النتائج الموضحة في الجدول 6 إلى أن ارتفاع النبات والإنتاجية الغضة والجافة والتغطية التاجية للشجيرة والحجم التاجي للشجيرة قد تأثرت معنوياً بمستويات التسميد المدروسة (الشاهد، 3، 6 و9 طن/هكتار). ويلاحظ أن ارتفاع النبات قد ازداد بشكل ملحوظ مع زيادة كمية التسميد بدءاً من معاملة الشاهد (دون إضافة) وانتهاءً بأعلى تركيز تم إضافته (9 طن/هكتار). وسجل التركيز 9 طن/هكتار أعلى قيمة لارتفاع النبات (142.5 سم)، في حين انخفض ارتفاع النبات تدريجياً إلى أقل قيمة له عند معاملة الشاهد (107.5 سم). وسلكت صفة الإنتاجية الغضة والجافة سلوك صفة ارتفاع النبات نفسها، إذ أعطت الأنواع المدروسة أعلى قيمة لها في الإنتاجية الغضة والجافة (4.60، 2.02 كغ/شجيرة) على التوالي عند مستوى تسميد 9 طن/هكتار، وبدأت هاتان الصفتان بالتراجع مع تخفيض كمية كومبوست الحمأة المضافة إلى 6 و3 طن/هكتا،ر وانخفضت الإنتاجية الغضة والجافة إلى أقل قيمة لها عند معاملة الشاهد (1.85، 0.71 كغ/شجيرة) على التوالي بنسبة انخفاض في الإنتاجية الغضة والجافة بين أعلى مستوى إضافة من كومبوست الحمأة إلى الشاهد بلغت نحو 60 و 65 % على التوالي، إذ أدت زيادة معدلات الكومبوست إلى زيادة صفات النمو والإنتاجية لكل من القطف الملحي والقطف الأمريكي،

نتيجة زيادة تركيز المادة العضوية وزيادة معدل إتاحة العناصر الغذائية، ولاسيما الآزوت والفوسفور في التربة (Jakobsen،1995)، كما أسهمت إضافة الكمبوست المنتج من حمأة الصرف الصحي في زيادة إتاحة المياه (Joshua وزملاؤه، 1998)، كما أوضح Eissa (2014) أن زيادة معدل إضافة الكمبوست إلى نوعين من القطف (*Atriplex lentiformis* و *Atriplex undulata*) رافقه زيادة في صفات النمو والمحصول الغض والجاف للشجيرات.

كما تشير النتائج إلى أن مستويات التسميد بكومبوست الحمأة قد أثر معنوياً في صفة التغطية التاجية (م^2)، والحجم التاجي للشجيرة (م^3) وسجلت أعلى القيم لها (3.95 م^2 و2.76 م^3) على التوالي عند مستوى التسميد 9 طن/هكتار بكومبوست الحمأة ، في حين أعطت معاملة الشاهد أقل القيم في التغطية التاجية للشجيرة (1.24 م^2)، والحجم التاجي للشجيرة (0.89 م^3)، كما أدت زيادة معدل إضافة الكمبوست إلى زيادة في الغطاء التاجي وحجمه لشجيرات القطف، وقد توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Kandil وزملائه (2019)، من أن زيادة معدل إضافة الكمبوست نتج عنها زيادة في ارتفاع النبات، وعدد الأفرع، والغطاء التاجي وحجمه لشجيرات القطف الأسترالي (*Atriplex nummularia*).

الجدول 6. تأثير مستويات التسميد بالحمأة في صفات النمو الخضري والإنتاجية النباتية للقطف الملحي والقطف الأمريكي.

الصفة المدروسة	مستويات التسميد بالحمأة (طن/هكتار)			
	الشاهد (دون إضافة)	3	6	9
ارتفاع النبات (سم)	107.5 ^{d}	117.5 ^{c}	130.0 ^{b}	142.5 ^{a}
الانتاجية الغضة (كغ/شجيرة)	1.850 ^{d}	3.600 ^{c}	4.250 ^{b}	4.600 ^{a}
الانتاجية الجافة (كغ/شجيرة)	0.71 ^{d}	1.35 ^{c}	1.58 ^{b}	2.02 ^{a}
التغطية التاجية للشجيرة (م^2)	1.24 ^{d}	2.36 ^{c}	3.03 ^{b}	3.95 ^{a}
الحجم التاجي للشجيرة (م^3)	0.89 ^{d}	1.82 ^{c}	2.61 ^{b}	2.76 ^{a}

تأثير التفاعل بين النوع النباتي ومستويات التسميد بكومبوست الحمأة في صفات النمو والإنتاجية:

يظهر الجدول 7 أن صفة ارتفاع النبات قد تأثرت معنوياً بالتفاعل بين النوع النباتي ومستويات التسميد بكومبوست الحمأة، إذ تفوق القطف الأمريكي عند مستوى تسميد 9 طن/هكتار معنوياً على باقي المعاملات وسجل أعلى قيمة له (145 سم)، في حين سجلت أقل قيمة في ارتفاع النبات عند القطف الأمريكي مع معاملة الشاهد (105 سم). وأظهرت النتائج أيضاً أن التفاعل بين النوع النباتي ومستويات التسميد بحمأة الصرف الصحي المعالجة قد أثر معنوياً في الإنتاجية الغضة للنباتات، وتفوق القطف الملحي عند مستوى تسميد 9 طن/ هكتار على القطف الأمريكي وسجل أعلى قيمة (6.5 كغ/شجيرة)، في حين انخفضت هذه الصفة لتصل إلى أقل قيمة لها عند القطف الأمريكي مع معاملة الشاهد (1.2 كغ/شجيرة). وسجل الاتجاه والسلوك نفسه لصفة الإنتاجية الجافة، إذ تفوق القطف الملحي على القطف الأمريكي وسجل أعلى قيمة له في الإنتاجية الجافة عند مستوى 9 طن/هكتار (2.85 كغ/شجيرة)، في حين أعطى القطف الأمريكي أقل القيم في الإنتاجية الجافة مع معاملة الشاهد (0.45 كغ/شجيرة) .

أما بالنسبة للتغطية التاجية للشجيرة، فيلاحظ من أن هذه الصفة قد تأثرت معنوياً بالتفاعل بين النوع النباتي ومستويات التسميد، وأظهر القطف الأمريكي تفوقاً معنوياً وأعطى أعلى القيم (4.29 م^2) مع أعلى مستوى تسميد بالحمأة، في حين سجلت أقل القيم (1.22 م^2) عند القطف الملحي مع معاملة الشاهد. وأظهر القطف الملحي عند مستوى تسميد 9 طن/هكتار تفوقاً معنوياً على القطف الأمريكي في صفة الحجم التاجي للشجيرة وسجل أعلى القيم (3.37 م^3)، في حين انخفضت قيمة الحجم التاجي للشجيرة لتبلغ أقل قيمة لها (0.88 م^3) مع القطف الأمريكي عند معاملة الشاهد (الجدول 7).

الجدول 7. تأثير التفاعل بين النوع النباتي ومستويات التسميد بالحمأة في صفات النمو الخضري والإنتاجية النباتية للقطف الملحي والقطف الأمريكي.

النوع النباتي	مستويات التسميد بالحمأة (طن/هكتار)			
	الشاهد	3	6	9
	ارتفاع النبات (سم)			
القطف الامريكي	105 g	120 d	130 c	145 a
القطف الملحي	110 f	115 e	130 c	140 b
	الانتاجية الغضة (كجم/شجيرة)			
القطف الامريكي	1.2 h	1.7 g	2.2 f	2.7 d
القطف الملحي	2.5 e	5.5 c	6.3 b	6.5 a
	الانتاجية الجافة (كجم/شجيرة)			
القطف الامريكي	0.45 g	0.79 f	0.99 e	1.18 d
القطف الملحي	0.96 e	1.9 c	2.17 b	2.85 a
	التغطية التاجية للشجيرة ($م^2$)			
القطف الامريكي	1.26 g	1.87 f	2.95 d	4.29 a
القطف الملحي	1.22 g	2.85 e	3.11 c	3.61 b
	الحجم التاجي للشجيرة ($م^3$)			
القطف الامريكي	0.88 f	1.49 e	2.54 c	2.14 d
القطف الملحي	0.90 f	2.15 d	2.69 b	3.37 a

الاستنتاجات والمقترحات:

-يمكن الاستفادة من الكميات الضخمة من حمأة الصرف الصحي وتحويلها إلى كومبوست، واستخدامه في تسميد النباتات الرعوية، وتحسين خواص التربة.

-يعد الكومبوست الناتج من تخمر الحمأة المعالجة آمناً من حيث محتواه من العناصر الثقيلة والعوامل الممرضة.

- يمكن زيادة الإنتاجية العلفية الغضة والجافة لشجيرات القطف الملحي والأمريكي، وبالتالي إنتاجية المرعى عن طريق التسميد بالكومبوست المنتج من حمأة الصرف الصحي المعالجة، وبالمحصلة تخفيض تكاليف إنتاج الغراس والشجيرات الرعوية.

المراجع

-عبود وزملاؤه .2009. مقارنة تأثير الحمأة والتسميد المعدني في محتوى النبات من عناصر Zn,K,P,N وحاصل الذرة الصفراء. مجلة جامعة الفرات للعلوم الزراعية، 1(3): 81-88.

-جزدان، عمر .2016. استعمال المياه المعالجة كبديل للتسميد المعدني. الدورة التدريبية حول استعمالات المياه غير التقليدية في الزراعة. اللاذقية، سورية. 16 - 20 /2016/11.

-علي عبد اللطيف وماجدة مفلح .2016. استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في ري المحاصيل العلفية. الدورة التدريبية حول استعمالات المياه غير التقليدية. مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية. تشرين أول. اللاذقية، سورية. 16 - 20 /2016/11.

- Boudjabi, S.; M. Kribaa, and H. Chenchouni .2015. Growth, physiology and yield of durum wheat (*Triticum durum*) treated with sewage sludge under water stress conditions. EXCLI J., 14: 320 -334.

- Duncan, D. B. 1955. Multiple Range and Multiple F Test. Biometric., 11: 1- 24.

- Eissa, M.A. 2014. Impact of compost on metals phytostabilization potential of two halophytes species. Int J Phytorem 17(7):662- 668.

- Holz, S. C; F. Ingelmo and R. Canet .2000.. Long term effects of the application of sewage sludge and vegetal cover on some physical and physiochemical properties of degraded arid soil. Agrochimica 3(4): 132- 139.

- Hooda, P.S. and B.J. Alloway .1996. The effect of liming on heavy metal concentrations in wheat, carrots and spinach grown on previously sludge applied soils. J. Agr. Sci., 127:289- 294.
- Jakobsen, S., T. 1995. Aerobic decomposition of organic wastes 2. Value of compost as fertilizer. Resources, Conservation and Recycling 13: 57- 71.
- Jastrzebska, M. and M. K. Kostrzewska .2019. Using an Environment-Friendly Fertiliser from Sewage Sludge Ash with the Addition of Bacillus megaterium. Minerals, 9, 423: 1- 15.
- Joshua, W. D.; D. L. Michalk; I. H. Curtis; M. Salt and G. J. Osborne .1998. The potential for contamination of soil and surface waters from sewage sludge (biosolids) in a sheep grazing study, Australia. Geoderma 84: 135-156.
- Kandil, E.E.; Sara N. T. El- Metouly; M. A. El- Sheshiny and A. H. Mohamed. 2019. Potential of some forage shrubs for improving of degraded rangelands using compost in Northwestern Coast of Egypt. Egypt. Acad. J. Biolog. Sci., 10(2):9- 16.
- Liu, X.; L. Liu, P. Leng and Z. Hu .2019. Feasible and effective reuse of municipal sludge for vegetation restoration: Physiochemical characteristics and microbial diversity. Sci. Rep., 9, 879: 1- 11.
- Nedjimi, B. and Y. Daoud .2009. Effects of calcium chloride on growth, membrane permeability and root hydraulic conductivity in two Atriplex species grown at high (sodium chloride) salinity. J. Plant Nutr., 32:1818-1830.
- Pales, J.D.; S.R. Brewer and G. W. Barett .1996. Metal uptake by agricultural plant species grown in sludge-amended soil following ecosystem restoration practices. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 57, 6: 917923-.
- Sigua, G. C.; M. B. Adjei and J. E. Rechcigl .2005. Cumulative and Residual Effects of Repeated Sewage Sludge applications: Forage Productivity and Soil Quality Implications in South Florida, USA. Environ Sci & Pollut Res 12 (2) 80- 88.
- Singh, R.P. and M. Agrawal .2010. Effect of different sewage sludge applications on growth and yield of Vigna radiata L. field crop: Metal uptake by plant. Ecological Engineering 36: 969- 972.
- Thalen, D. C. P. 1979. Ecology and utilization of desert shrub rangelands in Iraq. Dr. W. Junk, P. R. Publishers, The Hegue.
- Walker, D.J.; S. Lutts, M. Sa´nchez-Garcı´a and E. Correal .2014. Atriplex halimus: its biology and uses. J. of Arid Environments 100121–111 :101/.

N°. Sp Ref: 0014