

المجلة العربية

للبيئات الجافة



المدير المسؤول

رئيس التحرير

المدير العام للمركز العربي - أكساد

د. نصر الدين العبيد

نائب رئيس التحرير

د. أيهم الحمصي

مدير التحرير

د. ثروات ابراهيم

هيئة التحرير "حسب الترتيب الأبجدي"

د. محمد العبد الله	جامعة دمشق (سورية)
د. ابراهيم داوود	مركز بحوث الصحراء (مصر)
د. طارق عبد الرحيم	جامعة دمشق (سورية)
د. لطفي موسى	جامعة الخرطوم (السودان)
د. عبد المنعم الياسين	منظمة المركز العربي - أكساد
د. محمد سعيد موسى	جامعة حماه (سورية)
د. هناء حسن	وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي (سورية)
د. أحلام معروف	جامعة دمشق (سورية)
د. ماجد سليمان	جامعة الفرات (سورية)
د. محمود السباعي	جامعة البعث (سورية)
د. ياسر السلامة	جامعة الفرات (سورية)

م. عبد الرحيم لولو	منظمة المركز العربي - أكساد
د. وليد الطويل	منظمة المركز العربي - أكساد
م.ع. محمد نصري	وزارة الفلاحة والصيد البحري والموارد المائية (تونس)
د. أحمد محييد	جامعة بغداد (العراق)
د. إيهاب جناد	جامعة دمشق (سورية)
د. صلاح عبد الله أحمد عيدون	وزارة الموارد المائية والري (السودان)
د. عبد النبي بشير	جامعة دمشق (سورية)
د. ابراهيم صقر	جامعة تشرين (سورية)
د. حسام فرج	جامعة عين شمس (مصر)
د. ساهر الباكير	جامعة حلب (سورية)

تم جميع المراسلات الخاصة بالمجلة عبر مدير تحرير المجلة العربية للبيئات الجافة المحكمة

Acsad.jae@gmail.com

tharwat.ibrahim68@gmail.com

قواعد النشر في المجلة العربية للبيئات الجافة

يصدرها المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)

ISSN: 2305-5243/AIF: 023-2021

– المجلة العربية للبيئات الجافة (JAAE)، هي مجلة علمية دورية محكمة حاصلة على معاملة التأثير العربي (AIF)، تعنى بالبحوث والدراسات المبتكرة والأصيلة في التنوع الحيوي، والتصحر، وإدارة المراعي، والإجهادات، ومختلف العلوم الزراعية ذات العلاقة بالبيئات الجافة وشبه الجافة. وتقبل للنشر البحوث العلمية الأصيلة والنتائج العلمية المبتكرة على هيئة بحوث علمية تطبيقية قصيرة، وباللغتين العربية أو الإنجليزية. – تقدم مادة النشر على أربع نسخ ورقية، ونسخة إلكترونية مطبوعة على الحاسوب، على ألا يزيد عدد صفحات البحث عن خمس عشرة صفحة، أو ترسل إلكترونياً على البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة.

– تقدم مادة النشر مرفقة بتعهد خطي يؤكد بأن البحث لم يُنشر، أو لم يقدم للنشر في مجلة أخرى. – يحق لهيئة تحرير المجلة إعادة الموضوع لتحسين الصياغة، أو إحداث أي تغييرات، من حذف أو إضافة بما يتناسب مع الأسس العلمية وشروط النشر في المجلة.

– تلتزم المجلة بإشعار مقدم البحث بوصول بحثه في موعد أقصاه أسبوعين من تاريخ استلامه، كما تلتزم المجلة بإشعار الباحث بقبول البحث للنشر من عدمه فور إتمام إجراءات التقييم.

– يُرسل البحث المودع للنشر بسريّة تامة إلى ثلاثة محكمين متخصصين بمادته العلمية، إضافة لمقوم احصائي ويتم إخطار ذوي العلاقة بملاحظات المحكمين، ومقترحاتهم ليؤخذ بها من قبل المودعين، تلبية لشروط النشر في المجلة وتحقيقاً للسوية العلمية المطلوبة.

– لا يعد البحث مقبولاً للنشر في حال رفض من قبل محكمين اثنين، أو ثلاثة محكمين.

● ملاحظات مهمة:

– تعبّر البحوث التي تنشرها المجلة عن وجهة نظر أصحابها فيما أبده، وهي وإن كانت نتاج دراسات وبحوث جرى تحكيمها وتقييمها، فإنها لا تعكس بالضرورة وجهة نظر هيئة التحرير أو سياسة المركز العربي/أكساد.

– يعطى الباحث (الباحثون) مدة شهر كحد أقصى لإعادة النظر فيما أشار إليه المحكمون، أو ما تطلبه رئاسة التحرير من تعديلات، فإذا لم تُعاد مخطوطة البحث ضمن هذه المهلة، أو لم يستجب الباحث لما طلب إليه، فإنه يصرف النظر عن قبول البحث للنشر، مع إمكانية تقديمه مجدداً للمجلة، ولكن كبحت يخضع للتحكيم من جديد، ولمرة ثانية وأخيرة.

– يخضع ترتيب البحوث في المجلة وأعدادها المتتالية لاعتبارات علمية وفنية خاصة بالمجلة.

– لا تُعاد البحوث التي لا تقبل للنشر في المجلة إلى أصحابها.

– يترتب على البحوث المحكمة والمقبولة رسم قبول قدره 35.000 ل.س (خمسة وثلاثون ألف ليرة سورية) لبحوث الدكتوراه وما في حكمها، و25.000 ل.س (خمسة وعشرون ألف ليرة سورية) لبحوث الماجستير، من داخل سورية، و100 دولار أمريكي (مائة دولار أمريكي) للبحوث من خارج سورية. ويستثنى من ذلك البحوث الخاصة بنتائج المركز العربي/أكساد.

– تدفع المجلة مكافآت رمزية للسادة المحكمين.

Journal Address

- Materials to be published have to be sent by registered mail to:

P.O. Box 2440, Damascus, Syria.

- Manuscripts may be submitted directly to the Editorial Board at this address:

The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD)

Damascus -Syria

- Alternatively, the material could be emailed to:

<http://www.acsad.org>

acsad.jae@gmail.com

journalAE@acsad.org

tharwat.ibrahim68@gmail.com

The Arab Journal for Arid Environments 14 (1) 2021 - ACSAD

المجلة العربية للبيئات الجافة 14 (1) 2021 - أكساد



المحتويات

الجزء العربي

- 7..... الافتتاحية
دراسة تباين كفاءة استعمال وامتصاص عنصري الأزوت والفوسفور والغلة الحبية
- 8..... تحت ظروف الزراعة المطرية والري التكميلي لدى بعض أصناف الشعير المحلية.....
ريم الإدليبي، أيمن الشحاذه العوده
- 20..... تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة في خصائص التربة وإنتاجية نبات التريتكال.....
محمد منهل الزعبي، ماجدة مفلح، مصطفى بدا، رابعة الحايك، سمر حسن، ليلى عدرة، عمار عباس، عمر جزدان، إلهام طعمة
تأثير الأحماض الدبالية المستخلصة من كومبوست حمأة الصرف الصحي ومخلفات الحقل
- 29..... في تحفيز نمو القمح القاسي (أكساد 1105) وإنتاجيته.....
حسان درغام، ماجد مولود سليمان، عبد الرحمن الراشد، أياد الزين
- 38..... دراسة بيولوجية ومعنوية لبعض الترب في المنطقة الساحلية السورية (اللاذقية).....
سمر غانم، عادل رقية
تأثير كومبوست نشارة الخشب وسماد الأبقار والسماد المعدني في بعض الخصائص الفيزيائية والمائية للترب الطينية
- 52..... وفي بعض المؤشرات المورفولوجية والإنتاجية للفلو.....
ابايل حمود، حياة وطفة
- 60..... تصنيف وتقييم بعض الترب في محافظة السويداء (سورية) وإعداد خارطة التربة وخارطة المقدرة الإنتاجية.....
سامي الحناوي، طارق جعفر
- 73..... استعمال الريزوبكتريا كأسمدة حيوية من أجل زراعة مستدامة.....
أكرم آدم، حامد صافية
- 78..... تأثير إضافة أنواع من الأسمدة العضوية والحيوية في بعض الخصائص الخصوبية للتربة ونمو وإنتاجية شجرة الفستق الحلبي.....
فاطمة خلف، محمد بطحه، أكرم البلخي
- 88..... تأثير معدلات التسميد الأزوتي في بعض الصفات الإنتاجية والتنوعية للشوندر السكري الصيفي تحت ظروف محافظة حماه.....
انتصار الجبواي، عمار محمود، مروان الحاج حسين، عبد الغني الخالدي، بيان العبدالله
- 98..... تأثير كومبوست مخلفات الفستق الحلبي (القشر) ومخلفات الأغنام والماعز في إنتاجية أشجار الفستق الحلبي الصنف العاشوري.....
محمد الدعيمس، بيان العبدالله، أماني بيرايوي، محاسن توكلنا، و مصطفى بدا
- 108..... تأثير السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) في نمو وإنتاجية نبات البطاطا.....
محمد العمر، رولا بايرلي
- 118..... تأثير الرش الورقي بالمستخلصات المائية للعرقسوس والخميرة في نمو وإنتاجية صنف الثوم الكسواني.....
أسامة العبدالله، روعة البيبلي، رولا بطحوش، غادة بلقار، دعاء غزال
- 128..... تحديد المقدرة الإنتاجية وملاءمة ترب الجزء الشمالي من محافظة ريف دمشق للمزروعات.....
رهب الأحمر، أكرم البلخي، وسيم المسبر، ابراهيم داوود

- 141.....تأثير التسميد بكمبوست حمأة الصرف الصحي المعالجة في إنتاجية شجيرات القطف الملحي والقطف الأمريكي. عواد الأسود، أحمد دركلت، أحمد خريشي محمد، محي الدين قواس، حسان درغام
- 150.....تقييم محطة خربة المعزة وإمكانية الاستفادة من مياهها المعالجة في أغراض الري. نور الدين يوسف، آلاء عفيف، عبير علي
- 161.....تحليل البيانات الفضائية بطريقتي انحدار المربعات الصغرى والانحدار المكاني الموزون لتقدير الفسفور المتاح في ترب المنطقة الغربية من محافظة حماة/سورية. علاء خلّوف، يونس إدريس، سمير شمشم
- 174.....تقدير نسبة الكلس في التربة باستخدام جهاز المطياف الاشعاعي. احمد مدلول محمد، وسام احمد عبد عفتان، أزهار عباس حسن
- 184.....تأثير التغيرات المكانية لبعض صفات التربة الهيدرولوجية والفيزيائية في توزيع العناصر الخصوبية لمشروع كفل شنافية. مهند سلام عباس، قصي عبد الرزاق وهيب

الجزء الانجليزي

English Section

Role of Organic Amendments in Building Soil Organic Carbon.....202

A.S. Muhaimeed, R. F.Zahalan, M. Al-Zoubi

التنضيد وأمانة السر

فاطمة عبد الرحمن

حميدة سليمان

الإخراج الفني

م. جهاد العواد



الإفتاحية

إيماناً منها بأهمية الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية، ولاسيما موارد الأراضي والمياه، شاركت منظمة أكساد العالم احتفاله باليوم العالمي للتربة الذي يصادف اليوم الخامس من شهر كانون الأول / ديسمبر في كل عام، كما رعت المؤتمر العلمي الافتراضي الأول؛ تحت شعار "الإدارة المستدامة لموارد الأراضي والمياه"، خلال الفترة من 5-6 ديسمبر 2021، وذلك انسجاماً مع المهام المناطة بها منذ نشأتها حول المحافظة على النظم البيئية، ولاسيما الهشة منها، والعناية بالموارد الطبيعية المختلفة، وتمييزها وترشيدها استثمارها، ضماناً لاستدامتها للأجيال القادمة.

وفي هذا الإطار، وإيماناً من أكساد بأهمية البحث العلمي ونشر نتاج بحوثه، قامت بتخصيص هذا العدد من المجلة العربية للبيئات الجافة المحكمة لنشر نتائج بعض البحوث التطبيقية المميزة التي شاركت في المؤتمر أنف الذكر، وذلك بهدف تعميق الوعي، وزيادة المعرفة حول كيفية المحافظة على هذا المورد الطبيعية، والعمل على حمايتها من عوامل التدهور، وصولاً لتبني استراتيجيات طويلة الأمد للتعامل السليم مع موارد التربة والمياه، وإدماج ذلك مع استراتيجيات الوصول إلى أهداف التنمية المستدامة 2030، بما يعود بالفائدة المرجوة على الإنسان والبيئة.

يضم هذا المجلد الخاص عدداً من البحوث النوعية المتميزة لبحاثة من عدد من الدول العربية، منها بحوث عن أهمية استخدام المياه المعالجة في الري، وعن استخدام الأحماض الدبالية المستخلصة من كومبوست حمأة الصرف الصحي ومخلفات الحقل في تحفيز نمو وإنتاجية بعض المحاصيل، كذلك تضمن بحثاً عن تأثير كومبوست نشارة الخشب وسماد الأبقار والسماد المعدني في بعض الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة الطينية وفي بعض المؤشرات المورفولوجية والإنتاجية لمحصول الفول، كما تضمن العدد بحثاً عن استعمال الريزوبكتريا كأسمدة حيوية من أجل زراعة مستدامة، إضافة لبحوث عن أهمية إضافة الأسمدة العضوية والحيوية والمستخلصات النباتية في بعض الخصائص الخصوبية للتربة والإنتاجية للنبات، وبحث بيولوجية وتصنيفية وهيدرولوجية لتربة في سورية والعراق، كذلك بحث عن استخدام البيانات الفضائية لتقدير الفسفور المتاح في تربة المنطقة الغربية من محافظة حماة/ سورية، وأخيراً بحث باللغة الانجليزية عن دور المحسنات العضوية في بناء كربون التربة العضوي.

إن هيئة تحرير مجلة أكساد المحكمة- وبعد حصولها على معاملة التأثير العربي AIF للعام الخامس على التوالي (3.2)، وبزيادة معنوية كبيرة بلغت نحو 250% مقارنة بالعام الماضي، وتقييمها الإيجابي الذي أهلها لتكون قيد التحضير للاستضافة على منصة سكوبس Scopus، بناء على الاتفاقية الموقعة بين أمانة إتحاد الجامعات العربية AARU ومؤسسة Elsevier مالكة المنصة المذكورة، وذلك بعد إتمام إجراءات التدريب وفق المعايير المطلوبة من المنصة- يسرها وهي تقدم لكم هذا العدد الخاص، أن تؤكد دعوتها الدائمة والمتجددة لجميع البحاثة في الوطن العربي الكبير للمشاركة فيها نشرًا وتقويماً، كما يسرها أن ترحب بأية مقترحات تساعد على تطوير أدائها، والارتقاء بعملها، وصولاً لتحقيق أهدافها السامية في خدمة وتطوير البحث العلمي العربي والتنمية المستدامة لبلداننا العربية.

سائلين الله التوفيق والنجاح في عملنا، وهو الموفق والمعين.

رئيس التحرير

الأستاذ الدكتور نصر الدين العبيد



دراسة تباين كفاءة استعمال وامتصاص عنصرى الأزوت والفوسفور والغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المطرية والرّي التكميلي لدى بعض أصناف الشعير المحلية

Study of Variation in the Efficiency of the Use and Absorption of Nitrogen and Phosphorous Elements and the Grain Yield under the Conditions of Rain-fed Agriculture and Supplementary Irrigation for some Local Barley Verities

د. أيمن الشحاذة العوده⁽³⁻²⁾

م. ريم الإدلبي⁽¹⁾

Eng. Reem Al-Edelbi⁽¹⁾

Dr. Ayman Shehada AL-Ouda⁽²⁻³⁾

reem.aledelbi@gmail.com

aymanalouda@ymail.com

(1) المعهد التقاني الزراعي، دمشق، سورية.

(1) Agricultural Technical Institute, Damascus, Syria.

(2) قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

(2) Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus Univ., Syria.

(3) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/أكساد.

(3) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD.

الملخص

نُفذ البحث في مزرعة أبي جرش، بكلية الزراعة، جامعة دمشق (سورية)، في موسمي الزراعة (2018/2017، 2018/2019)، بهدف تقييم أداء سبعة أصناف من الشعير المعتمدة محلياً، تحت ظروف الزراعة المطرية، والرّي التكميلي، وتحديد الأصناف الأكثر كفاءة في استعمال وامتصاص عنصرى الأزوت والفوسفور المتاحين في التربة. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD)، بثلاثة مكررات. أظهرت النتائج أنه كان متوسط كفاءة استعمال الأزوت، وكفاءة امتصاص الأزوت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني الأكثر هطولاً تحت ظروف الزراعة المطرية لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات 5 (78.16 كغ حبوب. كغ أزوت متاح في التربة¹، 1.93 كغ أزوت في الكتلة الحية. كغ أزوت متاح في التربة¹. هكتار⁻¹ على التوالي). وكان متوسط كفاءة استعمال الفوسفور، ومتوسط كفاءة امتصاص الفوسفور الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأوّل تحت ظروف الرّي التكميلي لدى صنفى الشعير سداسي الصفوف فرات 5، وفرات 4 وبفروقات معنوية بينهما (76.89، 68.02 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹؛ 28.50، 28.85 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة¹. هكتار⁻¹)، كان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأوّل تحت ظروف الرّي التكميلي لدى صنف الشعير فرات 5 (5905 كغ. هكتار⁻¹). عموماً، تُعد أصناف الشعير فرات 5، وفرات 4 الأكثر تكيّفاً مع ظروف الزراعة المطرية في المنطقة البيئية المستهدفة، وأكثر استجابة للرّي التكميلي، وأكثر كفاءة في استعمال الأزوت والفوسفور وذات غلة حبيّة معنوياً أعلى بالمقارنة مع الأصناف الأخرى المدروسة.

الكلمات المفتاحية: الزراعة المطرية، الرّي التكميلي، كفاءة استعمال الأزوت، كفاءة امتصاص الأزوت، كفاءة استعمال الفوسفور، كفاءة امتصاص الفوسفور، الشعير.

Abstract

The research was carried out at Abi Jarash Farm, Faculty of Agriculture, University of Damascus (Syria), over two growing seasons (2017/2018 and 2018/2019), to evaluate the performance of seven locally certified barley varieties under rainfed and supplementary irrigation conditions, to determine the most efficient varieties in utilization and absorption of nitrogen and Phosphorus elements which are available in the soil. The experiment has been laid according to the design of the complete randomized blocks (RCBD), with three replications. The results showed that average nitrogen use efficiency and the nitrogen uptake efficiency were significantly higher during the second growing season under rainfed conditions in the barley cultivar Fourat5 (78.16 kg grains. Kg nitrogen available in soil⁻¹ and 1.93 kg total nitrogen. Kg nitrogen available in soil⁻¹. ha⁻¹ respectively). The mean average of phosphorous use efficiency and the average of phosphorus absorption efficiency were significantly higher during the first growing season under supplemental irrigation conditions in the two barley varieties Fourat5 and Fourat4 with significant differences between them (76.89, 68.02 kg grains. Kg phosphorous available in soil⁻¹; 28.50, 28.85 kg total phosphorus ha⁻¹. kg Phosphorous available in soil⁻¹. ha⁻¹). The grain yield was significantly higher during the first growing season under supplementary irrigation conditions in the barley variety Fourat5 (5905 kg. ha⁻¹). In general, the barley varieties Fourat5 and Fourat4 are considered as the most adaptive varieties to rainfed conditions in the targeted environmental conditions, more responsive to supplementary irrigation, more efficient in use of nitrogen and phosphorus and could maintain significantly higher grain yields compared to the other studied varieties.

Keywords: Rainfed conditions, Supplementary Irrigation, Nitrogen Use Efficiency, Nitrogen Uptake Efficiency, Phosphorus Use efficiency, Phosphorus Uptake Efficiency, Barley.

المقدمة

يُعد التراجع المستمر في معدّل الهطول المطري، وخصوبة التربة من أهم مشاكل الإنتاج الزراعي في البيئات الجافة وشبه الجافة، ولاسيما تحت ظروف الزراعة المطرية (Jones وزملاؤه، 2003)، إذ يتأثر نمو وإنتاجية محاصيل الحبوب الصغيرة (القمح والشعير) سلباً بالجفاف الناجم عن التغير المناخي (Sallam وزملاؤه، 2019). يُعدّ تطوير طرز وراثية ذات كفاءة إنتاجية مرتفعة في البيئات المجهدّة مائياً، الهدف الرئيسي لمربي النباتات (Cattivelli وزملاؤه، 2008). وتُعدّ مسألة نقص عنصري الآزوت، والفوسفور تحت ظروف الزراعة الجافة لبيئات حوض المتوسط من أهم المعوقات بعد مشكلة الجفاف التي تحدّ من نمو نباتات محصول الشعير وتطورها وإنتاجيتها (Ryan وزملاؤه، 2009). إذ يتحدّد نمو نباتات الأنواع المحصولية وتطورها بإتاحة عنصر الفوسفور، ولاسيما في الدول النامية، بسبب صعوبة الحصول على الأسمدة الفوسفورية، وارتفاع أسعارها (Lynch، 2007). وبالمقابل يؤدي وجود كمية زائدة من الأسمدة الآزوتية بشكل خاص إلى زيادة حساسية نباتات العديد من الأنواع المحصولية، ولاسيما الشعير للرقاد، الأمر الذي يؤثر سلباً في إنتاجية هذا المحصول (Anbessa و Juskiw، 2012). بالإضافة إلى أنه لا يمكن تجاهل المشاكل البيئية والصحية الناجمة عن تلوث التربة والمياه والهواء بالنترات وأكاسيد الآزوت (N₂O) (Coskun وزملاؤه، 2017). ويُعدّ تبعاً لذلك تحديد الكمية المناسبة من الأسمدة المعدنية (الآزوتية، والفوسفورية)، وزراعة الطرز الوراثية الكفوءة في استعمالها من القضايا الزراعية المهمة جداً، ولاسيما في نظم الإنتاج الزراعي المطرية والمروية، مما يستلزم العمل على تطوير أصناف أكثر كفاءة في استعمال الأسمدة المعدنية المضافة (الآزوت والفوسفور)، أي تُعطي إنتاجية مرتفعة عند مستويات متدنية من الآزوت والفوسفور في التربة تحت ظروف الزراعة المطرية، وفي نظم الزراعة المكثفة، التي تعتمد على الري والتسميد، من أجل زيادة كفاءة استعمالها، والحد من ضياعها وفقدانها بالتثبيت في التربة، ما يسمح بتقليل تكاليف الإنتاج الزراعي، وحماية البيئة.

بيّن Angás وزملاؤه (2006) أنّ كفاءة استعمال الآزوت في الشعير قد تراوحت من 10 إلى 81 كغ حبوب لكل كغ سماد آزوتي، وأظهرت نتائج Hafez و Abou El Hassan (2015) في دراستهما لتأثير معاملات المياه (الري الكامل، و ظروف العجز المائي) استجابةً لخمسة معدّلات متباينة من التسميد الآزوتي في كفاءة امتصاص الآزوت وكفاءة استعماله على صنف الشعير جيزة 2000 أنّ متوسط الغلّة الحبية الأعلى معنوياً سجل عند معدّل التسميد الآزوتي الأعلى (140 كغ N. هكتار⁻¹)؛ وأدّت زيادة معدّل التسميد الآزوتي حتى 70 كغ N هكتار⁻¹ للحصول على أعلى كفاءة في امتصاص الآزوت (46.95، 53.2 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة⁻¹)، وكفاءة استعمال الآزوت (27.05، 23.7 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة⁻¹)، تحت ظروف الري الكامل والعجز المائي على التوالي. وبالمقابل تستعمل محاصيل الحبوب الصغيرة (القمح، والشعير) نحو

20.4 % من الأسمدة الفوسفورية المضافة (Heffer، 2009)؛ وتستفيد النباتات فقط من 10 إلى 20 % من كامل كمية الأسمدة الفوسفورية المضافة للتربة خلال كامل موسم النمو (McLaughlin وزملاؤه، 1988)، وبالتالي هناك حاجة إلى توازن في دورة الفوسفور، أي يجب أن تتوازن كمية الفوسفور الممتصة من قبل النباتات المحصودة مع كمية الفوسفور المضافة على شكل أسمدة معدنية لتجنب استنفاد التربة من عنصر الفوسفور (Richardson وزملاؤه، 2011).

الهدف من البحث:

تقييم أداء سبعة أصناف معتمدة من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية والرّي التكميلي، اعتماداً على كفاءتها في استعمال وامتنصاص الأسمدة المعدنية المضافة (الأزوت والفوسفور)، وتحديد الأصناف ذات الكفاءة الإنتاجية المرتفعة.

مواد البحث وطرائقه

• المادة النباتية: تمّ تقييم أداء سبعة أصناف من الشعير المعتمدة محلياً، في موسمي الزراعة (2018/2017) و(2019/2018). تمّ الحصول على الحبوب من إدارة بحوث المحاصيل في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق (الجدول، 1).

الجدول 1. توصيف المادة النباتية المدروسة.

المنتج الإنتاجية (كغ. هكتار ⁻¹)	منطقة الاستقرار	عدد الأيام حتى النضج (يوم)	نمط السنبلة	الصنف
2370	الثالثة	160	ثنائي الصف	عربي أسود
2385	الثانية	167	ثنائي الصف	عربي أبيض مُحسن
3250	الثالثة	168	سداسي الصفوف	فرات ⁴
2030	الثالثة	171	سداسي الصفوف	فرات ⁵
2435	الثانية	140	ثنائي الصف	فرات ⁶
1850	الثالثة	163	ثنائي الصف	فرات ⁷
2630	الثالثة	130	ثنائي الصف	فرات ⁹

المصدر: تقرير الاعتماد لأصناف الشعير، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق.

• موقع تنفيذ التجربة: نُفذت التجربة في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة بجامعة دمشق (سورية)، التي تقع في منطقة الاستقرار الثالثة، إذ بلغ متوسط معدل الهطول المطري نحو 180.8 ملم. سنة¹ خلال الموسم الزراعي الأول، ونحو 197.70 ملم. سنة¹ خلال الموسم الزراعي الثاني، (الجدول 2). وبشكل عام كان توزيع هطول الأمطار خلال الموسم الزراعي الثاني أفضل نسبياً مقارنة بالموسم الأول، ولوحظ حدوث تراجع في معدل الهطول المطري خلال الموسم الزراعي الأول ابتداءً من تاريخ الزراعة وخلال المراحل المتقدمة الحرجة من حياة النبات، ولاسيما الإزهار (الجدول 2).

الجدول 2. المعطيات المناخية في موقع تنفيذ البحث خلال موسمي الزراعة.

الموسم الزراعي 2019-2018			الموسم الزراعي 2018-2017			أشهر السنة
الهطول المطري (ملم)	متوسط درجات الحرارة (م)		الهطول المطري (ملم)	متوسط درجات الحرارة (م)		
	الصغرى	العظمى		الصغرى	العظمى	
28.80	14.00	27.85	2	13.5	27.4	تشرين الأول/أكتوبر
27.50	8.83	18.54	0	6.94	18.3	تشرين الثاني/نوفمبر
34.30	5.33	13.92	10	5.83	14.73	كانون الأول/ديسمبر
63.90	2.22	12.14	60	1.28	9.09	كانون الثاني/يناير
31.70	3.79	13.90	28	2.37	13	شباط/فبراير
0.40	5.12	16.67	2.00	5.86	17.66	آذار/مارس
11.10	7.03	20.65	43.80	10.52	26.35	نيسان/إبريل
0.00	13.35	31.35	35	15.00	30.45	أيار/مايو
197.70	7.46	19.38	180.8	7.66	19.62	المتوسط/المجموع

المصدر: محطة الأرصاد الجوية، قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

• طريقة الزراعة: تمّت زراعة التجربة للموسم الزراعي الأول 2018/2017 بتاريخ 2017/11/14، وتمّ الحصاد بتاريخ 2018/5/29، وللموسم الزراعي الثاني 2019/2018 بتاريخ 2018/11/21، وتمّ الحصاد بتاريخ 2019/5/16. قُسم الحقل المُحصّر بشكل جيد للزراعة إلى قطاعين، قطاع يُمثّل معاملة الرّي التكميلي، وقطاع يمثل الزراعة المطرية، وتمّ تقسيم كل قطاع إلى ثلاثة مكررات. زُرعت البذار يدوياً في سطور (طول السطر 2 م)، على عمق 4 إلى 5 سم، وبواقع ستة سطور لكل صنف، وتُركت مسافة 20 سم بين السطر والآخر، ومسافة 10 سم بين النبات والآخر ضمن السطر نفسه (مساحة القطعة التجريبية 0.2×2×6 م = 2.4 م²)، وتُرك فاصل مناسب (4 م) بين قطع الزراعة المطرية وقطع الرّي التكميلي، لمنع رشح المياه من القطع المروية إلى القطع التي تعتمد فقط على مياه الأمطار. أُضيفت الأسمدة المعدنية (الأزوتية، والفوسفورية) بناءً على نتائج تحليل التربة (الجدول 3)، وحسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي السورية المعتمدة لمنطقة الاستقرار الثالثة لمحصول الشعير. أُضيف السماد الأزوتي (سماد مركب %43-N) بمعدّل 80 كغ. هكتار⁻¹ لقطاع الزراعة المروي رياً تكميلياً خلال موسمي الزراعة الأول والثاني، موزعةً على ثلاث دفعات متساوية (وقت الزراعة، بداية الإشتاء، وبداية الإنبال)، وأضيف السماد الأزوتي إلى قطاع الزراعة المطرية بمعدّل 28 كغ N. هكتار⁻¹ خلال موسمي الزراعة الأول والثاني على دفعتين متساويتين (وقت الزراعة، وبداية الإشتاء). وتمّت إضافة السماد الفوسفوري (سماد مركب %40-P) قبل زراعة البذور في كلا الموسمين الزراعيين، وللزراعتين المروية رياً تكميلياً والمطرية، بمعدّل 80، و50 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي. ونُفذت عمليات الخدمة كافةً للمحصول حسب استمارة التعليمات العامة لزراعة محصول الشعير (Jacobs، 2016). سُجّلت القراءات المطلوبة من خمسة نباتات مختارة عشوائياً، والموجودة في السطور الأربعة الداخلية لكل صنف ومن كل مكرر ومعاملة. بلغ مجموع كميات مياه الرّي التكميلي (ملم) المضافة ومياه الأمطار الهائلة (ملم) خلال الموسم الزراعي الأول نحو (370.14 ملم)، وخلال الموسم الثاني نحو (271.27 ملم)، إذ تمّ تأمين المقنن المائي لمحصول الشعير (نحو 350 ملم) (الجدول 4).

الجدول 3. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مزرعة أبي جرش قبل الزراعة.

P (olsen) (ppm)	N معدني (ppm)	N كلي (%)	مادة عضوية (%)	ECe (dS. m ⁻¹)	pH	القوام	التحليل الميكانيكي للتربة			مقطع التربة	الموسم الزراعي
							طين	سنت	رمل		
3.03	6.5	0.17	0.83	0.20	7.9	لومي	39.25	30.95	29.80	المروي	الموسم الزراعي الأول
3.45	5.5	0.12	0.62	0.22	8.42	طيني	37.65	29.60	32.75	البعلي	الموسم الزراعي الأول
6.12	7	0.14	0.80	0.28	8.25	لومي	39.40	36.80	23.80	المروي	الموسم الزراعي الثاني
4.29	6.8	0.11	0.75	0.25	7.33	طيني	38.65	38.65	26.50	البعلي	الموسم الزراعي الثاني

المصدر: قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

الجدول 4. متوسط كميات الرّي التكميلي (مم) المضافة لمحصول الشعير خلال موسمي الزراعة.

المجموع	الإزهار	استطالة الساق	الإشتاء	الإنبات	المراحل التطورية
190.06	40.87	36.79	51.09	61.31	معدّل الرّي (ملم) خلال الموسم الأول
73.57	73.57	0	0	0	معدّل الرّي (ملم) خلال الموسم الثاني

• الصفات المدروسة:

1 - كفاءة استعمال الأزوت (NUE) Nitrogen Use Efficiency (كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة⁻¹):

وحُسبت وفق العلاقة الرياضية الآتية (Mariano وزملاؤه، 2012):

$$NUE = \frac{\text{الغلة المحببة (كغ حبوب. هكتار}^{-1})}{\text{(كغ آزوت في التربة قبل الزراعة في الهكتار} + \text{كغ سماد آزوتي مُضاف في الهكتار)}}.$$

وتُحسب كمية الأزوت المتاح في التربة قبل الزراعة حسب المعادلة الآتية (Faraj، 2011):

$$\text{Soil N mineral} = \text{N ppm} \times \text{bulk density (g cm}^{-3}) \times \text{soil depth (cm)} / 10$$

حيث: bulk density = 1.20 غ. سم⁻³، وهي كثافة التربة الظاهرية لتربة موقع الدراسة.

2 - كفاءة امتصاص الأزوت (NUpE) Nitrogen Uptake Efficiency (كغ أزوت في الكتلة الحية/كغ أزوت متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹):

وحُسبت وفق العلاقة الرياضية الآتية (Gaju وزملاؤه، 2011):

$$\text{NUpE} = \text{كمية الأزوت الكلية الممتصة من النباتات عند النضج} / (\text{كغ أزوت في التربة قبل الزراعة في الهكتار} + \text{كغ سماد آزوتي مضاف في الهكتار}).$$

إذ أن كمية الأزوت الممتصة من النباتات عند النضج = [(تركيز الأزوت في الحبوب % × الغلة الحبية (كغ حبوب. هكتار⁻¹) + (تركيز الأزوت في القش % × غلة القش (كغ قش. هكتار⁻¹)).

إذ تم تقدير الأزوت في حبوب وقش أصناف الشعير المدروسة من كل مكرر ومعاملة بعد الحصاد، باستعمال جهاز كداهل (Bremner، 1996).

3 - كفاءة استعمال الفوسفور (PUE) Phosphorous use efficiency (كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹):

وحُسبت من المعادلة الرياضية الآتية (Sandaña و Pinochet، 2014):

$$\text{PUE} = \text{الغلة الحبية (كغ حبوب. هكتار⁻¹)} / (\text{كمية الفوسفور المتاحة في التربة والسماد الفوسفوري المضاف (كغ فوسفور في التربة قبل الزراعة في الهكتار} + \text{كغ سماد فوسفوري مضاف في الهكتار})$$

وتحسب كمية الفوسفور المتاحة في التربة حسب المعادلة الآتية (Thakur، 2012):

$$\text{P-olsen(mpp)} \times 2.24 = \text{كمية الفوسفور المتاحة في التربة (كغ p. هكتار⁻¹)}$$

4 - كفاءة امتصاص الفوسفور (UpE) Uptake Efficiency Phosphorous (كغ فوسفور في الحبوب والقش. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹):

وحُسبت كمية الفوسفور الممتصة من قبل نباتات المحصول من خلال تقدير نسبة الفوسفور في كل من الحبوب والقش، وفق المعادلة الرياضية الآتية (Eagle وزملاؤه، 2000):

$$\text{UpE} = \text{كمية الفوسفور الكلية الممتصة من النباتات عند النضج} / \text{كمية الفوسفور المتاحة في التربة والسماد الفوسفوري المضاف.}$$

إذ أن:

$$\text{كمية الفوسفور الممتصة من النباتات عند النضج} = [(\text{تركيز الفوسفور في الحبوب} \% \times \text{الغلة الحبية (كغ حبوب. هكتار⁻¹)} + (\text{تركيز الفوسفور في القش} \% \times \text{غلة القش (كغ قش. هكتار⁻¹)).$$

إذ تم تقدير الفوسفور في حبوب وقش أصناف الشعير المدروسة من كل مكرر ومعاملة بعد الحصاد حسب طريقة (Riley و Murphy، 1962).

الجدول 5. مجموع كميات الأزوت المعدنية المتاحة للمحصول (سماد مضاف + أزوت معدني قبل الزراعة)، ومجموع كمية الفوسفور المتاحة للمحصول (سماد مضاف + فوسفور متاح في التربة قبل الزراعة) (كغ. هكتار⁻¹).

الموسم الزراعي الثاني		الموسم الزراعي الأول		موسم الزراعة	
الزراعة المطرية	الري التكميلي	الزراعة المطرية	الري التكميلي	طبيعة الزراعة	
28	16.32	80	16.80	28	15.60
28	13.20	80	15.60	Soil mineral Nitrogen (Kg N. ha ⁻¹)	
44.32	96.80	41.20	95.60	المجموع	
45	9.61	70	13.70	45	7.73
45	7.73	70	6.80	Soil Phosphorus (Kg P.ha ⁻¹)	
54.61	83.70	52.73	76.80	المجموع	

5 - متوسط الغلة الحبية (كغ. هكتار⁻¹) Grain yield: حُسب متوسط وزن الحبوب في النبات الواحد عند اكتمال مرحلة النضج التام،

و ضرب الناتج بمتوسط عدد النباتات في المتر المربع من الأرض، ثم تم التحويل إلى كغ. هكتار⁻¹.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، بثلاثة مكررات، وتم تحليل البيانات إحصائياً باستعمال برنامج التحليل الإحصائي (MSTAT-C، Russell، 1991)، وتمت المقارنة بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%.

النتائج والمناقشة

1 - كفاءة استعمال الآزوت (NUE) (كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹):

بيّنت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات ظاهرية في صفة كفاءة استعمال الآزوت بين المواسم الزراعية، ووجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة كفاءة استعمال الآزوت بين طبيعة الزراعة (ري تكميلي، زراعة مطرية) والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. كان متوسط كفاءة استعمال الآزوت الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المطرية بالاعتماد على مياه الأمطار فقط (43.84 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹) مقارنة بظروف الري التكميلي (31.47 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹) (الجدول 6). وكان متوسط كفاءة استعمال الآزوت الأعلى معنوياً لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات 5 (63.59 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹)، تلاه وبفروقات معنوية صنف الشعير سداسي الصفوف فرات 4 (52.92 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى أصناف الشعير ثنائية الصفوف فرات 7، وفرات 9، وعربي أسود ودون فروقات معنوية بينها (25.27، 25.61، 26.41 كغ آزوت متاح في التربة¹ على التوالي) (الجدول 6).

يُعزى التباين في صفة متوسط كفاءة استعمال الآزوت بين الأصناف المدروسة بشكل رئيس إلى التباين في الغلة الحبية، إذ يُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى صنف شعير سداسي الصفوف فرات 5 (4132 كغ. هكتار¹)، تلاه وبفروقات معنوية صنف الشعير سداسي الصفوف فرات 4 (3466 كغ. هكتار¹)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى أصناف الشعير ثنائية الصفوف فرات 9، وفرات 7، وعربي أسود ودون فروقات معنوية بينها (1624، 1675، 1705 كغ. هكتار¹ على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض، أنّ متوسط كفاءة استعمال الآزوت الأعلى معنوياً سجل خلال الموسم الزراعي الثاني الأكثر هطولاً تحت ظروف الزراعة المطرية لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات 5 (78.16 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني تحت ظروف الري التكميلي لدى صنف الشعير فرات 9، وعربي أسود ودون فروقات معنوية بينهما (17.29، 18.94 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹ على التوالي) (الجدول 6). تتفق هذه النتائج مع نتائج Gaju وزملائه (2011)، الذين بيّنوا أنّ قيم كفاءة استعمال الآزوت تزداد بانخفاض معدّل السماد الآزوتي المضاف لنباتات محصول القمح الطري. وبيّن Gaju وزملائه (2016) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الغلة الحبية لمحصول القمح وكفاءة امتصاص الآزوت واستعماله، عند مختلف معدّلات التسميد الآزوتي.

الجدول 6. تأثير المواسم الزراعية وطبيعة الزراعة في كفاءة استعمال الآزوت لدى أصناف الشعير المدروسة.

المتوسط العام للموسمين الزراعيين	المواسم الزراعية						الأصناف
	متوسط الأصناف	الموسم الزراعي الثاني		متوسط الأصناف	الموسم الزراعي الأول		
		زراعة مطرية	ري تكميلي		زراعة مطرية	ري تكميلي	
26.41 ^e	26.40 ^h	33.86 ^{ij}	18.94 ^{op}	26.41 ^h	28.73 ^k	24.09 ^{lm}	عربي أسود
38.39 ^c	40.39 ^e	50.27 ^e	30.51 ^k	36.38 ^f	36.89 ^{gh}	35.86 ^{hi}	عربي أبيض مُحسن
52.92 ^b	50.01 ^d	64.60 ^c	35.42 ^{hi}	55.83 ^c	57.02 ^d	54.64 ^d	فرات 4
63.59 ^a	61.07 ^b	78.16 ^a	43.98 ^f	66.11 ^a	70.46 ^b	61.77 ^c	فرات 5
31.38 ^d	31.02 ^g	39.74 ^g	22.30 ^{mn}	31.74 ^g	34.30 ^{hi}	29.18 ^k	فرات 6
25.27 ^e	25.82 ^h	31.17 ^{jk}	20.46 ^{no}	24.73 ^h	25.56 ^l	23.89 ^{lm}	فرات 7
25.61 ^e	25.42 ^h	33.56 ^{ij}	17.29 ^p	25.80 ^h	29.39 ^k	22.20 ^{mn}	فرات 9
37.65	37.16 ^a	47.34 ^a	26.99 ^d	38.14 ^a	40.34 ^b	35.95 ^c	المتوسط
	الزراعة المطرية			الري التكميلي			المتوسط العام لطبيعة الزراعة
	43.84 ^a			31.47 ^b			
ABC	BC	AC	AB	(C) الأصناف	(B) طبيعة الزراعة	(A) المواسم الزراعية	المتغير الإحصائي
2.86	2.46	2.46	2.05	1.74	6.65	9.56ns	LSD _{0.05}
4.63							C.V (%)

تُشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المتوسطات على مستوى الأعمدة والصفوف عند مستوى معنوية 0.05.

2 - كفاءة امتصاص الأزوت (NUpE) (كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات ظاهرية في صفة كفاءة امتصاص الأزوت بين المواسم الزراعية، ووجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) بين طبيعة الزراعة (ري تكميلي، زراعة مطرية)، وبين الأصناف المدروسة، والتفاعلات المتبادلة بينهما. كان متوسط كفاءة امتصاص الأزوت الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المطرية (1.03 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹) مقارنة بظروف الري التكميلي (0.72 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹) (الجدول 7). ويمكن أن يُعزى ذلك إلى التباين في حجم المجموعة الجذرية، فعادةً ما يكون معدل نمو الجذور ودرجة تشعبها أكبر تحت ظروف شحّ الموارد المائية (الزراعة المطرية) مقارنة بظروف إتاحة المياه بكميات كافية في التربة (الري التكميلي)، إذ يزداد معدل امتصاص الأزوت بزيادة حجم الأجزاء الأرضية (الجذور). وسجل متوسط كفاءة امتصاص الأزوت الأعلى معنوياً لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات5 (1.52 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹)، تلاه بفروقات معنوية فرات4 (1.22 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الشعير ثنائي الصفوف فرات7 (0.54 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض، أن متوسط كفاءة امتصاص الأزوت كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني الأكثر هطولاً تحت ظروف الزراعة المطرية لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات5 (1.93 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني تحت ظروف الري التكميلي لدى أصناف الشعير ثنائية الصفوف فرات9، وفرات7، وعربي أسود ودون فروقات معنوية بينها (0.40، 0.40، 0.34 كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹). تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Gaju وزملاؤه (2011) في محصول القمح.

الجدول 7. متوسط كفاءة امتصاص الأزوت (كغ حبوب. كغ آزوت متاح في التربة¹) لدى أصناف الشعير المدروسة.

المتوسط العام للأصناف	المواسم الزراعية						الأصناف
	المتوسط	الموسم الزراعي الثاني		المتوسط	الموسم الزراعي الأول		
		زراعة مطرية	ري تكميلي		زراعة مطرية	ري تكميلي	
0.62 ^e	0.61 ^h	0.82 ^{fg}	0.40 ^m	0.63 ^h	0.73 ^{ij}	0.53 ^{lm}	عربي أسود
0.85 ^c	0.90 ^e	1.15 ^d	0.64 ^k	0.80 ^f	0.88 ^{ef}	0.73 ^{ij}	عربي أبيض مُحسن
1.22 ^b	1.29 ^c	1.63 ^b	0.95 ^e	1.16 ^d	1.19 ^d	1.12 ^d	فرات ₄
1.52 ^a	1.55 ^a	1.93 ^a	1.17 ^d	1.48 ^b	1.56 ^b	1.40 ^c	فرات ₅
0.75 ^d	0.70 ^g	0.81 ^{fg}	0.59 ^{kl}	0.81 ^f	0.85 ^{fg}	0.76 ^{hi}	فرات ₆
0.54 ^f	0.53 ^j	0.66 ^{kl}	0.40 ^m	0.55 ^{ij}	0.59 ^{kl}	0.50 ^m	فرات ₇
0.60 ^e	0.56 ^{ij}	0.79 ^{ghi}	0.34 ^m	0.63 ^h	0.77 ^{hi}	0.49 ^m	فرات ₉
0.87	0.88 ^A	1.11	0.64	0.86 ^A	0.94	0.79	المتوسط
الزراعة المطرية			الري التكميلي			المتوسط العام لطبيعة الزراعة	
1.03 ^A			0.72 ^B				
ABC	BC	AC	AB	الأصناف (C)	طبيعة الزراعة (B)	المواسم الزراعية (A)	المتغير الإحصائي
0.073	0.063	0.063	0.054	0.045	0.18	0.21 ^{ns}	LSD _{0.05}
4.71							C.V (%)

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المتوسطات عند مستوى المعنوية 0.05.

3 - كفاءة استعمال الفوسفور (PUE) Phosphorous use efficiency: (كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات ظاهرية في صفة كفاءة استعمال الفوسفور بين المواسم الزراعية وطبيعة الزراعة (ري تكميلي، زراعة مطرية) ووجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) بين الأصناف المدروسة، والتفاعلات المتبادلة بينها. كان متوسط كفاءة استعمال الفوسفور الأعلى ظاهرياً تحت ظروف الري التكميلي (37.98 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹) مقارنةً بالزراعة المطرية (34.97 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹) (الجدول 8)، وسجل متوسط كفاءة استعمال الفوسفور الأعلى معنوياً لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات5 (61.56 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹)، تلاه وبفروقات معنوية صنف الشعير فرات4 (51.49 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى أصناف الشعير ثنائية الصفوف فرات9، وفرات7، وعربي أسود ودون وفروقات معنوية بينها (24.46، 24.67، 25.45 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹) (الجدول 8). ويُعزى التباين في كفاءة استعمال الفوسفور بين الأصناف المدروسة إلى التباين في الغلّة الحبية (Wang وزملاؤه، 2010). إذ يُلاحظ أنّ متوسط الغلّة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات5 (4132 كغ. هكتار⁻¹)، تلاه وبفروقات معنوية لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات4 (3466 كغ. هكتار⁻¹)، في حين كان متوسط الغلّة الحبية الأدنى معنوياً لدى أصناف الشعير ثنائية الصفوف فرات9، وفرات7، وعربي أسود ودون وفروقات معنوية بينها (1705، 1675، 1624 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي). ويُعزى أيضاً إلى التباين في كفاءة امتصاص الفوسفور، إذ كان متوسط كفاءة امتصاص الفوسفور الأعلى معنوياً لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات5 (23.42 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹). كغ فوسفور متاح في التربة¹-1. هكتار⁻¹)، تلاه وبفروقات معنوية صنف الشعير فرات4 (20.98 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹). كغ فوسفور متاح في التربة¹-1. هكتار⁻¹)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى صنف الشعير ثنائي الصفوف فرات9 وفرات7 ودون وفروقات معنوية (10.02، 10.07 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹). كغ فوسفور متاح في التربة¹-1. هكتار⁻¹) (الجدول 9). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض، أنّ متوسط كفاءة استعمال الفوسفور كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول تحت ظروف الري التكميلي لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات5 (76.89 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹)، تلاه وبفروقات معنوية خلال الموسم الزراعي الأول تحت ظروف الري التكميلي لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات4 (68.02 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول هطولاً تحت ظروف الزراعة المطرية لدى صنف الشعير فرات7 (19.97 كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹) (الجدول 8). تُشير هذه النتائج إلى ضرورة إتاحة المياه وتوافر السماد الفوسفوري قبل زراعة المحصول لكي تتم الاستفادة منه بشكل أمثل، ويتجلى ذلك بالقيم المرتفعة لكفاءة استعمال الفوسفور لدى الأصناف ذات الغلّة الحبية المرتفعة، تحت ظروف الري التكميلي خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني، في حين كانت القيم متدنية لكفاءة استعمال الفوسفور في ظروف الزراعة المطرية بالاعتماد فقط على مياه الأمطار.

الجدول 8. متوسط كفاءة استعمال الفوسفور (كغ حبوب. كغ فوسفور متاح في التربة¹) لدى أصناف الشعير المدروسة.

المتوسط العام للأصناف	المواسم الزراعية						الأصناف
	المتوسط	الموسم الزراعي الثاني		المتوسط	الموسم الزراعي الأول		
		زراعة مطرية	ري تكميلي		زراعة مطرية	ري تكميلي	
25.45 ^e	24.69 ^{gh}	27.48 ^{ijklm}	21.91 ^{pq}	26.21 ^g	22.44 ^{pq}	29.98 ^{ij}	عربي أسود
37.39 ^c	38.04 ^d	40.80 ^g	35.29 ^h	36.73 ^d	28.82 ^{kl}	44.64 ^f	عربي أبيض مُحسن
51.49 ^b	46.69 ^c	52.43 ^{de}	40.96 ^g	56.29 ^b	44.55 ^f	68.02 ^b	فرات ⁴
61.56 ^a	57.15 ^b	63.43 ^c	50.86 ^e	65.97 ^a	55.05 ^d	76.89 ^a	فرات ⁵
30.29 ^d	29.02 ^f	32.25 ⁱ	25.79 ^{mn}	31.56 ^e	26.79 ^{lm}	36.32 ^h	فرات ⁶
24.67 ^e	24.48 ^{gh}	25.30 ^{mno}	23.67 ^{nop}	24.86 ^{gh}	19.97 ^q	29.74 ^{ijk}	فرات ⁷
24.46 ^e	23.61 ^h	27.23 ^{klm}	20.00 ^q	25.30 ^{gh}	22.97 ^{op}	27.64 ^{l-m}	فرات ⁹
36.47	34.81 ^A	38.42 ^B	31.21 ^C	38.13 ^A	31.51 ^C	44.75 ^A	المتوسط
الزراعة المطرية			الري التكميلي			المتوسط العام لطبيعة الزراعة	
34.97 ^A			37.98 ^A				
ABC	BC	AC	AB	الأصناف (C)	طبيعة الزراعة (B)	المواسم الزراعية (A)	المتغير الإحصائي
2.63	2.26	2.26	2.20	1.60	7.11	9.31	LSD _{0.05}
4.39							C.V (%)

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المتوسطات عند مستوى المعنوية 0.05.

4 - كفاءة امتصاص الفوسفور (UpE) Uptake Efficiency Phosphorous (كغ فوسفور كلي في الحبوب والقمح. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات ظاهرية في صفة كفاءة امتصاص الفوسفور بين المواسم الزراعية وطبيعة الزراعة (ري تكميلي، زراعة مطرية) ووجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) بين الأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها (الجدول 9). كان متوسط كفاءة امتصاص الفوسفور الأعلى ظاهرياً تحت ظروف الري التكميلي (15.95 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹) مقارنةً بالزراعة المطرية (14.02 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹) (الجدول 9). كان متوسط كفاءة امتصاص الفوسفور الأعلى معنوياً لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات5 (23.42 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹)، تلاه وبفروقات معنوية صنف الشعير فرات4 (20.98 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى صنف الشعير ثنائي الصفوف فرات9 وفرات7 ودون فروقات معنوية بينهما (10.02، 10.07 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹ على التوالي) (الجدول 9). ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض، أن متوسط كفاءة امتصاص الفوسفور كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول تحت ظروف الري التكميلي لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات4، وفرات5 ودون فروقات معنوية بينهما (28.50، 28.85 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹ على التوالي)، وكان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول الأقل هطولاً تحت ظروف الزراعة المطرية لدى صنف الشعير ثنائي الصفوف فرات7، وفرات9 ودون فروقات معنوية بينهما (7.28، 8.17 كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹ على التوالي) (الجدول 9).

الجدول 9. متوسط كفاءة امتصاص الفوسفور (كغ فوسفور كلي. هكتار⁻¹. كغ فوسفور متاح في التربة⁻¹. هكتار⁻¹) لدى أصناف الشعير المدروسة.

المتوسط العام للأصناف	المواسم الزراعية						الأصناف
	المتوسط	الموسم الزراعي الثاني		المتوسط	الموسم الزراعي الأول		
		زراعة مطرية	ري تكميلي		زراعة مطرية	ري تكميلي	
10.90 ^e	10.91 ^g	11.91 ^{hij}	9.91 ^{lm}	10.90 ^g	9.20 ^{mn}	12.59 ^h	عربي أسود
16.56 ^c	17.28 ^d	17.77 ^e	16.79 ^{ef}	15.83 ^e	11.71 ^{hij}	19.95 ^d	عربي أبيض مُحسن
20.98 ^b	18.97 ^c	21.36 ^c	16.58 ^{ef}	22.98 ^b	17.11 ^e	28.85 ^a	فرات ₄
23.42 ^a	22.56 ^b	25.21 ^b	19.90 ^d	24.29 ^a	20.07 ^{cd}	28.50 ^a	فرات ₅
12.95 ^d	13.18 ^f	13.98 ^g	12.38 ^{hi}	12.73 ^f	9.92 ^{klm}	15.53 ^f	فرات ₆
10.07 ^f	10.37 ^{gh}	10.91 ^{kl}	9.84 ^{lm}	9.76 ^h	7.28 ^o	12.24 ^{hi}	فرات ₇
10.02 ^f	10.34 ^{gh}	11.65 ^{hij}	9.02 ^{mn}	9.70 ^h	8.17 ^{no}	11.23 ^{ijk}	فرات ₉
14.98	14.80 ^A	16.11 ^B	13.49 ^C	15.17 ^A	11.92 ^D	18.42 ^A	المتوسط
الزراعة المطرية			الري التكميلي			المتوسط العام لطبيعة الزراعة	
14.02 ^A			15.95 ^A				
ABC	BC	AC	AB	الأصناف (C)	طبيعة الزراعة (B)	المواسم الزراعية (A)	المتغير الإحصائي
1.31	1.13	1.13	0.76	0.80	2.46	4.72	LSD _{0.05}
5.34							C.V (%)

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المتوسطات عند مستوى المعنوية 0.05.

5 - متوسط الغلّة الحبيبة (كغ. هكتار⁻¹): Grain yield

يُلاحظ من الجدول 10 أن متوسط الغلّة الحبيبة كان الأعلى معنوياً تحت الرّي التكميلي (3024 كغ. هكتار⁻¹) مقارنة بظروف الزراعة المطرية (1880 كغ. هكتار⁻¹)، إذ سبّب الرّي التكميلي خلال موسم نمو الشعير زيادةً في الغلّة الحبيبة مقدارها 60.85% مقارنةً بالزراعة المطرية، ما يؤكد على أهمية تطبيق الرّي التكميلي خلال الفترات التي تنحبس خلالها الأمطار للمحافظة على كفاءة الأصناف الإنتاجية. ولوحظ انخفاض في الغلّة الحبيبة تحت ظروف الزراعة المطرية بنحو 37.83% أي بمقدار 2.23% لكل انخفاض مقداره 1 مم في كمية الأمطار الهاطلة، ما يؤكد على أهمية إتاحة المياه بشكل منتظم خلال موسم نمو المحصول لضمان غلّة حبيبة أكبر. وكان متوسط الغلّة الحبيبة الأعلى معنوياً لدى صنف الشعير سداسي الصفوف فرات5 (4132 كغ. هكتار⁻¹)، تلاه وبفروقات معنوية صنف الشعير فرات4 (3466 كغ. هكتار⁻¹)، ثم صنف الشعير عربي أبيض مُحسّن (2533 كغ. هكتار⁻¹)، في حين كان متوسط الغلّة الحبيبة الأدنى معنوياً لدى أصناف الشعير ثنائية الصفوف فرات9، وفرات7، وعربي أسود ودون فروقات معنوية بينها (1624، 1675، 1705 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي) (الجدول 10). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض، أن متوسط الغلّة الحبيبة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأوّل الأقل هطلاً ولكن تحت ظروف الرّي التكميلي لدى صنف الشعير فرات5 (5905 كغ. هكتار⁻¹)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأوّل الأقل هطلاً تحت ظروف الزراعة المطرية لدى أصناف الشعير ثنائية الصفوف فرات7، وعربي أسود، وفرات9 وبدون فروقات معنوية بينها (1053، 1183، 1211 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من التومي (2012) في محصول القمح، والتمو (2013) في محصول الشعير.

الجدول 10. متوسط الغلّة الحبيبة (كغ. هكتار⁻¹) لدى أصناف الشعير المدروسة.

المتوسط العام للأصناف	المواسم الزراعية						الأصناف
	المتوسط	الموسم الثاني		المتوسط	الموسم الأوّل		
		زراعة مطرية	ري تكميلي		زراعة مطرية	ري تكميلي	
1705 ^e	1668 ^{fg}	1501 ^{lm}	1834 ^k	1743 ^f	1183 ^o	2303 ^{fg}	عربي أسود
2533 ^c	2591 ^d	2228 ^{fgh}	2954 ^e	2474 ^d	1520 ^{lm}	3428 ^d	عربي أبيض مُحسّن
3466 ^b	3146 ^c	2863 ^e	3428 ^d	3787 ^b	2349 ^f	5224 ^b	فرات4
4132 ^a	3860 ^b	3464 ^d	4257 ^c	4404 ^a	2903 ^e	5905 ^a	فرات5
2031 ^d	1960 ^e	1761 ^k	2159 ^{gh}	2101 ^e	1413 ^m	2790 ^e	فرات6
1675 ^e	1681 ^{fg}	1382 ^{mn}	1981 ^{ij}	1669 ^{fg}	1053 ^o	2284 ^{fgh}	فرات7
1624 ^e	1580 ^g	1487 ^m	1674 ^{kl}	1667 ^{fg}	1211 ^{no}	2123 ^{hi}	فرات9
2452.16	2355 ^A	2098	2612	2549 ^A	1662	3437	المتوسط
الزراعة المطرية			الرّي التكميلي				المتوسط العام لطبيعة الزراعة
1880 ^B			3024 ^A				
ABC	BC	AC	AB	الأصناف (C)	طبيعة الزراعة (B)	المواسم الزراعية (A)	المتغير الإحصائي
0.72	0.62	0.62	0.55	0.44	1.77ns	2.49ns	LSD _{0.05}
4.53							C.V (%)

تُشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المتوسطات على مستوى الأعمدة والصفوف عند مستوى معنوية 0.05.

الاستنتاجات والمقترحات

- 1 - تتحدّد كفاءة استعمال الآزوت والفسفور بالغلة الحبية، والأصناف الكفوءة في استعمال الآزوت هي نفسها الكفوءة في استعمال الفوسفور، والتي بدورها تتحدّد بكفاءة الأصناف على امتصاص عنصري الآزوت والفسفور من التربة.
- 2 - سبب الرّي التكميلي زيادة في الغلة الحبية مقدارها 60.85% مقارنة بالزراعة المطرية، ما يؤكد على أهمية تطبيق الرّي التكميلي خلال الفترات التي تنحبس خلالها الأمطار، للمحافظة على كفاءة الأصناف المزروعة الإنتاجية.
- 3 - يوصى بزراعة أصناف الشعير فرات5، وفرات4 الأكثر تكيفاً مع ظروف المنطقة البيئية المستهدفة، لأنها كانت أكثر تكيفاً مع ظروف الزراعة المطرية، وأكثر استجابة للرّي التكميلي، وذات كفاءة أعلى في استعمال الآزوت، وذات كفاءة إنتاجية أعلى بالمقارنة مع باقي الأصناف المدروسة.

المراجع

- التمو، منور طلال. 2013. التباين الوراثي في استجابة بعض طرز الشعير (*Hordeum spp.*) لتحمل الجفاف: تقييم الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية والجزيئية. رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية لسورية.
- التومي، عمر الطاهر. 2012. تقويم أهم الآليات التكيفية المورفسيولوجية المحددة لكفاءة محصول القمح (*Triticum ssp.*) الإنتاجية في نظم الزراعة الجافة. رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- Anbessa, Y. and P. Juskiw. 2012. Nitrogen fertilizer rate and cultivar interaction effects on nitrogen recovery, utilization efficiency, and agronomic performance of spring barley. Research Article, International Scholarly Research Network. ISRN Agronomy: 8: 1-9.
- Angás, P., J. Lampurlanés and C. Cantero-Martínez. 2006. Tillage and N fertilization effects on N dynamics and barley yield under semiarid Mediterranean conditions. Soil Till. Res. 87: 59–71.
- Bremner, J. M. 1996. Total Nitrogen. In: Sparks, D.L.(Ed.), Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin:1085-1122.
- Cattivelli, L., F. Rizza, F.W. Badeck, E. Mazzucotelli, A.M. Mastrangelo, E. Francia, C. Mare, A. Tondelli and A. M. Stanca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics, *Field Crops Res.* 105: 1-14.
- Coskun, D., D.T. Britto, W. Shi and H.J. Kronzucker. 2017. Nitrogen transformations in modern agriculture and role of biological nitrification inhibition. *Nat. Plants*, 3: 17074.
- Eagle, A. J., J. A. Bird, W. R. Horwath, B. A. Linquist, S. M. Brouder, J. E. Hill and C. V. Kessel. 2000. Rice yield and nitrogen utilization efficiency under alternative straw management practices. *Agron. J.* 92: 1096-1 103.
- Faraj, B.A. 2011. Evaluation of Nitrogen Use Efficiency (NUE) in Wheat. A thesis submitted for the degree of masters in Agricultural Science. The University of Adelaide, Waite Campus, Australia.p.35.
- Gaju, O., V. Allard, P. Martre, J.W. Snape, E. Heumeze, J. LeGouis, D. Moreau, M. Bogard, S. Griffiths, S. Orford, S. Hubbart and M.J. Foulkes. 2011. Identification of traits to improve the nitrogen-use efficiency of wheat genotypes. *Field Grops Research*. Elsevier E.V:139-152.
- Gaju, O., J. Desliva, P. Carvalho, M.J. Hawkesford, S. Griffith, A. Greenland and M.J. Foulkes. 2016. Leaf photosynthesis and associations with grain yield, biomass and nitrogen-use efficiency in landraces, synthetic-derived lines and cultivars in wheat. *Field Grops Research*, 193:1-15.
- Hafez, E. M. and W. H. Abou El Hassan. 2015. Nitrogen and Water Utilization Efficiency of Barley Subjected to Desiccated Conditions in Moderately Salt-Affected Soil. *Egypt. J. Agron.* Vol. 37, No.2:231 -249.
- Heffer, P. 2009. Assessment of fertilizer use by crop at the global level. IFA, France, Paris.
- Jacobs, A.A. 2016. Plant guide for common barley (*Hordeum vulgare L.*). Coffeeville, Mississipp: USDA-Natural Resources Conservation Service.
- Jones, P. D., D. H. Lister, K. W. Jaggard and J. D. Pidgeon. 2003. Future climate change impact on the productivity of sugar beet (*Beta vulgaris L.*) in Europe. *Climatic Change.* 58: 93-108.
- Lynch, J. P. 2007. Roots of the second green revolution. *Aust J Bot.* 55:1–20.

- Mariano, C., C. Gustavo, A. Slafer and S. Roxana .2012. Nitrogen and water use efficiencies of wheat and barley under a Mediterranean environment in Catalonia. *Field Crops Research* 128 :109–118.
- McLaughlin, M. J., A. Alston and J. Martin .1988. Phosphorus cycling in wheat-pasture rotations. III. Organic phosphorus turnover and phosphorus cycling, *Soil Res.*, 26: 343-353.
- Murphy, J. and J.P. Riley .1962. A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphate in Natural Waters. *Analytica Chimica Acta*, 27, 6 pp.
- Pinochet, D. and P. Sandaña .2014. Grain yield and phosphorus use efficiency of wheat and pea in a high yielding environment. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 14 (4): 973-986.
- Richardson, A. E., , J. P. Lynch, P. R. Ryan, E. Delhaize, F. A. Smith, S. E. Smith, P. R. Harvey, M. H. Ryan, E. J. Veneklaas, H. Lambers, A. Oberson, R. A. Culvenor and R. J. Simpson .2011. Plant and microbial strategies to improve the phosphorus efficiency of agriculture. *Plant Soil*. 349:121–156.
- Russell, D.F. 1991. *MSTAT*, Director Crop and Soil Science Department (Version 2. 10), Michigan State Uni. U.S.A.
- Ryan, J., H. Ibrikci, R. Sommer and A. McNeill .2009. Nitrogen in rainfed and irrigated cropping systems in the Mediterranean region. *Adv. Agron*. 104.
- Sallam, A. M., A. F. A. Alqudah, M. Dawood, P. S. Baenziger and Andreas Börner .2019\). Drought Stress Tolerance in Wheat and Barley: Advances in Physiology, Breeding and Genetics Research nt. *J. Mol. Sci.*2019, 20: 31-37.
- Thakur, R. K. 2012. Determination of Phosphorus in Soil and Plant. Laboratory Manual. Jawahrlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya, India.
- Wang, X., J. Shen and H. Liao .2010. Acquisition or utilization, which is more critical for enhancing phosphorus efficiency in modern crops? *Plant Sci*. 179: 302–306.

N°. Sp Ref: 0001



تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة في خصائص التربة وإنتاجية نبات التريتكال

Effect of Treated Wastewater safely Soil Properties and the Productivity of Triticale Productivity

د. محمد منهل الزعبي⁽²⁻¹⁾ د. ماجدة مفلح⁽¹⁾ د. مصطفى بدا⁽²⁻¹⁾ م. رابعة الهايك⁽¹⁾

د. سمر حسن⁽¹⁾ م. ليلى عدرة⁽¹⁾ د. عمار عباس⁽¹⁾ د. عمر جزدان⁽¹⁾ إلهام طعمة⁽²⁾

Dr. M. Alzoubi⁽¹⁻²⁾

Dr. Majeda Mofleh⁽¹⁾

Dr. M. Badda⁽¹⁻²⁾

Eng. R. Haiek⁽¹⁾

Dr. S. Hassan⁽¹⁾

Eng. L. Adra⁽¹⁾

Dr A. Abbas⁽¹⁾

Dr. O. Juzdan⁽¹⁾

Eng. E. Tomeh⁽²⁾

manhalzo@yahoo.com

magda.mofleh@yahoo.com

bedda.agri@hotmail.com

rabeahhaik@yahoo.com

samar490@yahoo.com

ammarammar6582@hotmail.com

omarjuzdan@gmail.com

elhamtomeh@yahoo.com

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

(1) General Commission for Scientific Agricultural Research, GCSAR, Syria.

(2) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

(2) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands / ACSAD.

الملخص

دُرُس تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة في إنتاجية محصول التريتكال ضمن دورة زراعية، إذ نُفذت تجربة حقلية في محطة بحوث الصنوبر في مركز بحوث اللاذقية (سورية)، بالتعاون بين الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) خلال موسمي 2017 و2018. وضعت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة (SPD)، إذ تضمنت طريقتين من طرائق الري (الري بالتنقيط، والري السطحي)، ونوعين من مياه الري (مياه جوفية، ومياه صرف صحي معالجة)، فبلغ مجموع المعاملات أربع، وبثلاثة مكررات لكل معاملة. حلت التربة خصوبياً قبل الزراعة، وكذلك حلت المياه كيميائياً وجرثومياً.

أظهرت النتائج زيادة إنتاجية محصول التريتكال من الحبوب في العام 2018 عند معاملة الري بالتنقيط مقارنةً بمعاملة الري السطحي (1.026 و 1.085) طن/هكتار على التوالي، وازدادت إنتاجية محصول التريتكال من الحب في موسم 2018 عند معاملة الري بمياه المعالجة مقارنةً بالمعاملة بالمياه العذبة (1.07 و 1.041) طن/هكتار على التوالي. وكذلك ازدادت إنتاجية محصول التريتكال من القش في الموسمين عند معاملة الري بالمياه المعالجة مقارنةً بالمياه العذبة. ولوحظ زيادة تركيز الكاديوم والكروم والرصاص في حب وقش محصول التريتكال زيادةً معنويةً عند معاملة الري بالمياه المعالجة مقارنةً بمعاملة الري بالمياه العذبة. وكذلك ازداد تركيز المعادن الثقيلة في الحب والقش عند معاملة الري السطحي مقارنةً بمعاملة الري بالتنقيط. وازداد تركيز الكاديوم والكروم والرصاص معنوياً في التربة في الموسمين في معاملة طريقة الري السطحي مقارنةً بمعاملة الري بالتنقيط، كما ازداد تركيزها معنوياً في معاملة الري بمياه الصرف المعالجة مقارنةً بمعاملة الري بالمياه العذبة.

وفي تفاعل طرائق الري مع معاملات نوعية مياه الري ازداد تركيز الكاديوم والكروم والكوبالت معنوياً في التربة في معاملة طريقة الري السطحي

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p:20 - 28)

بمياه الصرف المعالجة على باقي التفاعلات (0.61، 47.7، 38 مغ/كغ) في الموسم الأول و(0.6، 47، 38 مغ/كغ) في الموسم الثاني، علماً أن هذه التراكيز من المعادن الثقيلة هي ضمن الحدود المسموح بها.
الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي المعالجة، معادن ثقيلة، تريتكال، الإنتاجية.

Abstract

A field experiment was conducted for two consecutive growing seasons 2017 and 2018 to study the effect of treated waste water (TWW) on fodder productivity (triticale *Triticosecale rimpau Wittm.*) at Latakia Research Center (Syria) through collaboration between, the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR) and the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry lands (ACSAD).

The experiment was carried out in Split Block Design (SBD) with three replications. Two irrigation treatments were applied [drip irrigation (DI) and surface irrigation (SI) and two irrigation water quality were used fresh water (FW) and treated waste water (TWW)]. Soil analyzed before cultivation to monitor soil fertility status.

The results showed increasing the grain yield of triticale crop grown under irrigation treatments DI compared to the treatments irrigated with SI (1.085 and 1.026 ton/ha respectively) in season 2018, also differences in the grain productivity of triticale crop in the treatments of irrigated with TWW compared to the treatments of irrigated with FW (1.07 and 1.041 ton/ha respectively), furthermore results showed differences in the straw productivity of triticale crop in treatments irrigated with TWW compared to the treatments irrigated with FW in the two seasons.

Significant differences were noticed in heavy metals concentration (Cd, Cr and Pb) in straw and grain of triticale crop in the treatments irrigated with TWW compared to the treatments irrigated with FW, also significant differences were noticed in heavy metals concentration in triticale crop when treatments irrigated with SI compared to the treatments irrigated with DI.

Generally heavy metals concentration (Cd, Cr, and Pb) were significantly accumulated in soil that irrigated with TWW compared to that irrigated with FW, and in soil that irrigated with SI compared to that irrigated with DI.

The results of the interaction of irrigation methods with irrigation water quality treatments, showed that the concentration of cadmium, chromium and cobalt increased significantly in the soil in the treatment of surface irrigation method with treated wastewater over the rest of the reactions (0.61, 47.7, 38 mg/kg) in the first season and (0.6, 47, 38 mg/kg) in the second season, knowing that these concentrations of heavy metals are within the permissible limits

Keywords: Treated wastewater, Heavy metals, Triticale, productivity.

المقدمة

نظراً لمحدودية الموارد المائية في الجمهورية العربية السورية، وما يترتب على ذلك من عجز تراكمي متزايد في الموارد المائية المتاحة للأغراض الزراعية، كان لابد من البحث عن مصادر مائية رديفة تدعم الموازنة المائية الحالية، وتهدف لوضع استراتيجية فعالة لتوفير الماء العذب للشرب، وتحسين نوعية المياه السطحية عبر إعادة استعمال مياه الصرف الصحي (Wastewater) بعد معالجتها في مجال الري الزراعي، وإدخال هذا النوع من المياه غير التقليدية كمورد مائي إضافي متجدد ضمن الموازنة المائية الوطنية (جزدان، 2002) في سقاية بعض المحاصيل كربي مقيد، إذ تتجاوز مساحة الأراضي الزراعية التي تستخدم بها هذه النوعية من المياه نحو 37 ألف هكتار في مختلف المحافظات، والتي تشكل نسبة 2.6 % من كامل المساحة المروية.

يؤدي استعمال المياه العادمة المعالجة وغير المعالجة بشكل عشوائي وغير مرشد إلى آثار بيئية مهمة وضارة على كل من التربة والمحاصيل الزراعية والمياه السطحية والجوفية والصحة العامة والبيئة بشكل عام، وقد تكون سامة للإنسان والنبات والحيوان، ومنها العناصر المعدنية الثقيلة، والمواد العضوية وغير العضوية، ولاسيما عند وجودها بتراكيز عالية، تتراكم في التربة، ثم تنتقل عبر السلسلة الغذائية إلى النبات والحيوان للإنسان مسببة أمراضاً خطيرة، كما تؤدي إلى تغيرات مهمة في الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة (Alzoubi وزملاؤه، 2014).

إن معالجة مياه الصرف الصحي تقلل إلى حد كبير من الحمولة الممرضة للطفيليات، ويعتمد ذلك على طريقة المعالجة، سواء الفيزيائية، أو الكيميائية، أو الحيوية. وقد بين Khaskhoussy وزملاؤه (2015) أن استعمال المياه المعالجة يجب أن يكون مشروطاً ببعض التدابير، مثل قوام التربة، واختيار طرائق الري. كما أوضح Abedi-Koupai وزملاؤه (2006) أن تراكم المعادن الثقيلة قد ازداد معنوياً في التربة عند الري بمياه الصرف الصحي مقارنة بالري بالمياه الجوفية.

وقد بين Andrea وزملاؤه (2015) أن فوائد استخدام المياه المعالجة يتمثل بخمس نقاط؛ هي: توفير المواد الغذائية، وتوفير مصدر للمياه، والإسهام في الإمدادات الغذائية في المناطق الحضرية، وأسلوب لتوليد الدخل ورفع مستوى المعيشة، كما يسهم بتوليد الطاقة عند ري محاصيل الوقود الحيوي. وقد ذكر Abdel-Aziz (2015) و El-Nahhal وزملاؤه (2013) أن استعمال المياه المعالجة أدى لتحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية، وكذلك إنتاجية النبات عند المقارنة بالري بالمياه الجوفية، وكذلك أوضح Hidri وزملاؤه (2013) أن استعمال المياه المعالجة أدى إلى تأثير إيجابي في خواص التربة، ولاسيما المادة العضوية.

إن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز المعادن الثقيلة في النبات، ولاسيما عند تطبيق الري السطحي مقارنة بالري بالتنقيط (Mojiri و Hamidi، 2011)، وبين Alghobar و Suresha (2016) أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز الكاديوم والكروم في النبات مقارنة بالري بالمياه العذبة. كما وجد Lente وزملاؤه (2014) أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز الكوبالت في النبات مقارنة بالري بالمياه العذبة. وأوضح Alghobar و Suresha (2016) و Abdel-Aziz (2015) أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز الكاديوم والكروم والرصاص والكوبالت في التربة مقارنة بالري بالمياه العذبة.

هدف البحث: يهدف البحث لدراسة تأثير استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في خواص التربة، ورصد العناصر الثقيلة في التربة والمحصول، وإنتاجية محصول التريتكال.

مواد البحث وطرائقه

1. توصيف التربة قبل الزراعة:

أخذت عينات التربة من الطبقة 0-30 سم، وتم هضم العينات بالطريقة الرطبة (Walinga وزملاؤه، 1995)، ثم قُدر الآزوت المعدني، وتم استخلاص الفوسفور المتاح بطريقة أولسن (Olson وزملاؤه، 1954)، إذ قدر بوساطة جهاز المطيافية الضوئية الآلي (Richards، 1962)، وقدرت المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة (Jackson، 1958)، كما قُدرت بعض العناصر الصغرى المتاحة بطريقة DTBA والمعادن الثقيلة (بطريقة الماء الملكي) بجهاز الامتصاص الذري (Isaac و Kerber، 1971).

2. تحليل المياه:

قُدر الكلور بالمعايرة بمحلول نترات الفضة والكبريتات بطريقة العكارة، والكربونات والبيكربونات بالمعايرة بحمض الكبريت، والكالسيوم والمغنسيوم بالمعايرة بالفيرسينات، وقُدر البوتاسيوم والصوديوم بجهاز اللهب، وقُدرت أشكال الآزوت بجهاز المطياف الضوئي الآلي. وقد حُللت عينات المياه جرثومياً، إذ جرى تعداد كلي للبكتيريا، وتم عد بكتريا E.Coli وبكتريا السالمونيلا، والشيفيلا، وبيوض الديدان، وذلك بإجراء التخفيفات حتى التخفيف المناسب بطريقة التخفيف التدريجي والنشر في أطباق تحوي بيئات تفرقية (EMB، SS، Nutrient agar، Agar)، وحضنت الأطباق على الدرجة 28 ± 2 م° لثلاثة أيام. وقدر الأكسجين الكيميائي المطلوب، COD والأكسجين الحيوي المطلوب BOD (Muthuvel و Udayasoorian، 1999).

3. تصميم التجربة:

وضعت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة، إذ طبقت طريقتان للري (الري بالتنقيط، والري السطحي) ونوعان من مياه الري (مياه جوفية، ومياه صرف صحي معالجة). كررت كل معاملة ثلاث مرات، وقد تم استخدام برنامج Genstat للتحليل الاحصائي.

تم ري محصول التريتكال 3 ريات، وبلغت مساحة القطعة التجريبية $4 \times 16 = 64$ م²، وعدد المعاملات 4، وعدد المكررات 3، ومساحة التجربة $12 \times 16 = 192$ م².

4. الزراعة: زرعت التجربة في الموسم الشتوي بمحصول تريتكال.

5. التحاليل والاختبارات:

- * تقدير الإنتاجية الكلية (طن/هكتار) لنبات التريتكال (القش + الحب).
- * تحليل التربة: فوسفور متاح، وأزوت معدني، ومادة عضوية، وبوتاسيوم متاح.

* تحليل العناصر الثقيلة في التربة: قدرت بعض العناصر الثقيلة الكلية (بطريقة الماء الملكي) بجهاز الامتصاص الذري نوع (Varian) (Issac و Kerber، 1971).
* تحليل العناصر الثقيلة في النبات: قدرت بعض العناصر الثقيلة (الكلية) في مستخلصات النبات بجهاز الامتصاص الذري.

النتائج والمناقشة

1. تحليل المياه:

يبين الجدولان 1 و 2 نتائج تحليل عينات المياه.

الجدول 1. التحليل الكيميائي لعينات المياه.

مغ/لتر														
Co	Pb	Cr	Cd	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	PO ₄ ⁻³	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺²	
-	-	-	-	15	45	0.000	11.8	0.033	2.2	29	0.00	42	70	FW
1.8	0.32	0.1	0.02	45	70	1.143	39.9	0.804	3.3	48	5.00	72	80	TWW

الجدول 2. التحليل الحيوي لعينات المياه.

Helminth eggs	Shigella cfu/ml	Salmonella cfu/ml	Coil form cfu/100 ml	Total count cfu/ml	BOD ₅ مغ/لتر	COD مغ/لتر	TWW
0	2	3	500	10 ⁵ × 9.6	17	50	

يبين التحليل السابق أن جميع المعادن الثقيلة كانت ضمن الحدود المسموح بها، وكذلك بالنسبة لتحليل BOD₅ و COD ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفة السابقة. يلاحظ من خلال التحاليل الجرثومية أن عينة المياه المعالجة تحتوي على بكتيريا القولونيات والسالمونيلا، وكانت هذه المؤشرات ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية السورية 2752، ولا تحتوي على بيوض الديدان.

2. تحليل التربة قبل الزراعة:

يبين الجدولان 3، 4 نتائج تحليل عينات التربة قبل الزراعة.

الجدول 3. توصيف التربة قبل الزراعة.

التحليل الميكانيكي (%)			مغ/كغ					pH	EC _e (dS/m)	العمق
طين	سنت	رمل	البوتاسيوم المتاح	الفوسفور المتاح	الآزوت المعدني	المادة العضوية	CaCO ₃			
22	6	72	184	10	18	1.69	32	7.69	0.20	0 - 30 سم

يوضح التحليل السابق أن التربة معتدلة الحموضة، وكلسية غير مالحة، وذات محتوى جيد من المادة العضوية، وهي متوسطة المحتوى من الآزوت المعدني، والفوسفور، والبوتاسيوم، وهي تربة رملية.

الجدول 4. المعادن الثقيلة في التربة قبل الزراعة.

مغ/كغ				العمق
Co	Pb	Cr	Cd	
5.8	55	23	0.25	0 - 30 سم
1 - 40	2 - 200	10 - 150	0.01 - 2	المحتوى الطبيعي

يلاحظ من خلال تحليل المعادن الثقيلة في التربة أن معظم تراكيز هذه المعادن هو ضمن الحدود المسموح بها في التربة (Adriano، 1986).

3. تأثير طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهما في إنتاجية محصول التريتكال:

يبين الجدول 5 تأثير طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهما في إنتاجية محصول التريتكال، وذلك في معاملات طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهما.

تشير نتائج التحليل الاحصائي في الجدول 5 إلى عدم وجود فروق معنوية في متوسط الغلة بين معاملات طرائق الري، ونوعية مياه الري، والتفاعل بينهما.

وعموماً، تفوقت طريقة الري بالتنقيط ظاهرياً في الغلة على معاملة الري السطحي، كما تفوقت معاملة الري بالمياه المعالجة ظاهرياً في متوسط الغلة على معاملة الري بالمياه العذبة. ويمكن تفسير هذه النتائج بأن استعمال المياه المعالجة يؤدي إلى زيادة إنتاجية النبات، وذلك لاحتوائها على العناصر المغذية للنبات.

الجدول 5. تأثير طرائق ونوعية مياه الري في متوسط الغلة الحبيبية (طن/هكتار) لمحصول تريتكال.

المعاملات		حب (طن/هكتار)		قش (طن/هكتار)	
		2018	2017	2018	2017
مياه معالجة		1.07 ^a	0.70 ^a	1.619 ^a	1.448 ^a
مياه عذبة		1.041 ^a	0.78 ^a	1.368 ^a	1.41 ^a
LSD _{0.05}		0.0929	0.37	0.537	0.54
تأثير طرائق الري					
ري سطحي		1.026 ^a	0.74 ^a	1.480 ^a	1.575 ^a
ري تنقيط		1.085 ^a	0.738 ^a	1.506 ^a	1.289 ^a
LSD _{0.05}		0.0929	0.37	0.537	0.54
تأثير التفاعل بين نوعية المياه وطرائق الري					
ري سطحي بمياه معالجة		1.028 ^a	0.71 ^a	1.686 ^a	1.606 ^a
ري سطحي بمياه جوفية		1.024 ^a	0.77 ^a	1.275 ^a	1.54 ^a
ري تنقيط بمياه معالجة		1.112 ^a	0.685 ^a	1.553 ^a	1.29 ^a
ري تنقيط بمياه جوفية		1.059 ^a	0.79 ^a	1.460 ^a	1.287 ^a
LSD _{0.05}		0.131	0.53	0.759	0.769

تدل الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات للصفات المدروسة عند مستوى معنوية 5%.

4. تأثير طرائق الري، ونوعية المياه والتفاعل بينهم في تراكم المعادن الثقيلة في نبات التريتكال:

يبين الجدول 6 تراكيز المعادن الثقيلة في محصول التريتكال ضمن معاملات طرائق الري ونوعية المياه والتفاعل بينهما.

عموماً ازداد تركيز الكاديوم والكروم والرصاص معنوياً في الحب والقش لمحصول تريتكال في معاملة طريقة الري السطحي مقارنة بمعاملة الري بالتنقيط، كما ازداد تركيزها معنوياً في معاملة الري بمياه الصرف المعالجة مقارنة بمعاملة الري بالمياه العذبة.

وفي تفاعل طرائق الري مع معاملات نوعية مياه الري ازداد تركيز المعادن الثقيلة معنوياً في النبات في معاملة طريقة الري السطحي بمياه الصرف المعالجة مقارنة بباقي التفاعلات.

وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Alghobar و Suresha (2016)، إذ بينا أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز المعادن الثقيلة في النبات مقارنة بالري بالمياه العذبة.

الجدول 6. تأثير طرائق، ونوعية مياه الري، والتفاعل بينهم في تركيز المعادن الثقيلة (مغ/كغ) في نبات تريتكالي.

مغ/كغ							
Pb		Cr		Cd			
2018	2017	2018	2017	2018	2017		
11.3 ^a	11.33 ^a	3.9 ^a	3.99 ^a	0.10 ^a	0.1042 ^a	حب	مياه معالجة
13 ^a	13.17 ^a	1.4 ^a	1.44 ^a	0.1 ^a	0.1058 ^a	قش	
9.8 ^b	9.83 ^b	2.9 ^b	2.93 ^b	0.02 ^b	0.0250 ^b	حب	مياه عذبة
6 ^b	6.07 ^b	1 ^b	1.1 ^b	0.019 ^b	0.0198 ^b	قش	
0.78	0.781	0.8	0.88	0.009	0.0090	حب	LSD _{0.05}
1.1	1.13	0.15	0.157	0.024	0.0249	قش	
تأثير طرائق الري							
12 ^a	12 ^a	3.6 ^a	3.68 ^a	0.07 ^a	0.075 ^a	حب	ري سطحي
10 ^a	10.7 ^a	1.5 ^a	1.54 ^a	0.07 ^a	0.0723 ^a	قش	
9.1 ^b	9.17 ^b	3.2 ^a	3.24 ^a	0.054 ^b	0.0542 ^b	حب	ري تنقيط
8.3 ^b	8.53 ^b	1 ^b	1 ^b	0.053	0.0533 ^a	قش	
0.78	0.781	0.8	0.88	0.009 ^a	0.0090	حب	LSD _{0.05}
1.1	1.13	0.15	0.157	0.024	0.0249	قش	
تأثير التفاعل بين نوعية المياه وطرائق الري							
12.7 ^a	12.67 ^a	4.3 ^a	4.33 ^a	0.12 ^a	0.1233 ^a	حب	ري سطحي بمياه معالجة
15 ^a	15 ^a	1.7 ^a	1.75 ^a	0.12 ^a	0.125 ^a	قش	
11.3 ^b	11.33 ^b	3 ^b	3.03 ^b	0.027 ^c	0.0267 ^c	حب	ري سطحي بمياه جوفية
6.4 ^c	6.4 ^c	1.3 ^b	1.33 ^b	0.019 ^c	0.0197 ^c	قش	
10 ^c	10 ^c	3.6 ^{ab}	3.65 ^{ab}	0.08 ^b	0.085 ^b	حب	ري تنقيط بمياه معالجة
11.3 ^b	11.33 ^b	1.1 ^b	1.13 ^b	0.086 ^b	0.0867 ^b	قش	
8.3 ^d	8.33 ^d	2.8 ^b	2.83 ^b	0.023 ^c	0.0233 ^c	حب	ري تنقيط بمياه جوفية
5.7 ^c	5.73 ^c	0.86 ^c	0.867 ^c	0.02 ^c	0.02 ^c	قش	
1.1	1.104	1.24	1.248	0.0127	0.01279	حب	LSD _{0.05}
1.59	1.599	0.2	0.22	0.034	0.035	قش	
0.1 - 30		1- 5		0.05 - 1.2		الحدود المسموح بها	

تدل الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات للصفات المدروسة عند مستوى معنوية 5 %.

يلاحظ أن تراكيز هذه المعادن كان ضمن الحدود المسموح بها في النبات (Adriano، 1986) كما يبين الجدول 7.

الجدول 7. المحتوى الطبيعي للمعادن الثقيلة في النبات والتربة.

Co	Pb	Cr	Cd	
0.5 - 0.05	30 - 0.1	5 - 1	1.2 - 0.05	المحتوى الطبيعي في النبات
40 - 1	200 - 2	150 - 10	2 - 0.01	المحتوى الطبيعي في التربة

5. تأثير طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهما في الخصائص الخصوبية للتربة:

يبين الجدول 8 تأثير طرائق الري، ونوعية المياه في الخصائص الخصوبية للتربة والتفاعل بينهما، إذ يلاحظ عدم وجود فروق معنوية في المؤشرات المدروسة في التربة، وذلك بين معاملات طرائق الري، ونوعية مياه الري، والتفاعل بينهما. عموماً ازدادت نسبة الآزوت الكلي والفسفور المتاح في التربة ظاهرياً في معاملة طريقة الري السطحي مقارنة بمعاملة الري بالتنقيط، كما ازدادت نسبة الآزوت الكلي والفسفور المتاح في التربة ظاهرياً في معاملة طريقة الري بالمياه المعالجة، مقارنة بالري بالمياه العذبة.

الجدول 8. تأثير طرائق ونوعية مياه الري والتفاعل بينهما في الخصائص الخصوبية للتربة.

K av. (mg/kg)		P av. (mg/kg)		N % كلي		% مادة عضوية		
2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	
122.7 ^a	122.7 ^a	26 ^a	26.8 ^a	0.20 ^a	0.203 ^a	2 ^a	2.91 ^a	مياه معالجة
145.5 ^a	140.5 ^a	9 ^a	7 ^a	0.17 ^a	0.177 ^a	2 ^a	3 ^a	مياه عذبة
58.1	58	22.5	22.35	0.12	0.1246	1	0.718	LSD _{0.05}
تأثير طرائق الري								
138.5 ^a	138.4 ^a	22 ^a	21 ^a	0.19 ^a	0.19 ^a	2 ^a	2.91 ^a	ري سطحي
125.5 ^a	124.8 ^a	16 ^a	12.8 ^a	0.19 ^a	0.19 ^a	2 ^a	3 ^a	ري تنقيط
58.1	58	22	22.35	0.12	0.1246	1	0.718	LSD _{0.05}
التفاعل بين نوعية المياه وطرائق الري								
126.1 ^a	126.4 ^a	35 ^a	35.7 ^a	0.2 ^a	0.21 ^a	2 ^a	2.89 ^a	ري سطحي بمياه معالجة
150.1 ^a	150.4 ^a	6 ^a	6.3 ^a	0.1 ^a	0.17 ^a	2 ^a	2.93 ^a	ري سطحي بمياه جوفية
119 ^a	119 ^a	18 ^a	18 ^a	0.17 ^a	0.197 ^a	2 ^a	2.93 ^a	ري تنقيط بمياه معالجة
131.1 ^a	130.6 ^a	12 ^a	7.7 ^a	0.18 ^a	0.183 ^a	2 ^a	3.07 ^a	ري تنقيط بمياه جوفية
82	82	31	31.61	0.17	0.1762	1	1	LSD _{0.05}

وتتوافق هذا النتائج مع ما توصل إليه Abdel-Aziz (2015) و El-Nahhal وزملاؤه (2013)، إذ بينوا أن استعمال المياه المعالجة أدى لتحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية، وزيادة الآزوت المعدني في التربة مقارنة بالري بالمياه الجوفية.

6. تأثير طرائق الري، ونوعية المياه، والتفاعل بينهما في الخصائص السمية للتربة:

يبين الجدول 9 تأثير طرائق الري ونوعية المياه في الخصائص السمية للتربة والتفاعل بينهما. عموماً، ازداد تركيز الكاديوم والكروم والرصاص معنويًا في التربة في معاملة طريقة الري السطحي مقارنة بمعاملة الري بالتنقيط، كما ازداد تركيزها معنويًا في معاملة الري بمياه الصرف المعالجة مقارنة بمعاملة الري بالمياه العذبة. وفي تفاعل طرائق الري مع معاملات نوعية مياه الري ازداد تركيز المعادن الثقيلة معنويًا في النبات في معاملة طريقة الري السطحي بمياه الصرف المعالجة مقارنة بباقي التفاعلات.

وتتوافق هذا النتائج مع ما توصل إليه Alghobar و Suresha (2016)، إذ بينا أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز المعادن الثقيلة في النبات مقارنة بالري بالمياه العذبة.

تتوافق هذا النتائج مع ما توصل إليه Vlnir وزملاؤه (2003)، و Alghobar و Suresha (2016)، و Abdel-Aziz (2015)، و Khaskhoussy وزملاؤه (2015)، الذين بينوا أن استعمال المياه المعالجة أدى لزيادة تركيز المعادن الثقيلة في التربة مقارنة بالري بالمياه العذبة.

الجدول 9. تأثير طرائق ونوعية مياه الري في تركيز المعادن الثقيلة (مغ/كغ) في التربة.

مغ/كغ						
Pb		Cr		Cd		
2018	2017	2018	2017	2018	2017	
33 ^a	33.3 ^a	37 ^a	37.7 ^a	0.49 ^a	0.497 ^a	مياه معالجة
17 ^b	18.3 ^b	10 ^b	10.3 ^b	0.2 ^b	0.2 ^b	مياه عذبة
8	8.11	5.4	5.47	0.15	0.15	LSD _{0.05}
تأثير طرائق الري						
30 ^a	30.2 ^a	30 ^a	30.2 ^a	0.4 ^a	0.407 ^a	ري سطحي
22 ^b	21.5 ^b	17 ^b	17.8 ^b	0.29 ^a	0.29 ^a	ري تنقيط
8	8.11	5.4	5.47	0.15	0.15	LSD _{0.05}
تأثير التفاعل بين نوعية المياه وطرائق الري						
38 ^a	38 ^a	47 ^a	47.7 ^a	0.6 ^a	0.61 ^a	ري سطحي بمياه معالجة
22 ^{bc}	22.3 ^{bc}	12 ^c	12.7 ^c	0.2 ^b	0.203 ^b	ري سطحي بمياه جوفية
29 ^{ab}	28.7 ^{ab}	27 ^b	27.7 ^b	0.38 ^b	0.383 ^b	ري تنقيط بمياه معالجة
14 ^c	14.3 ^c	8 ^c	8 ^c	0.19 ^b	0.197 ^b	ري تنقيط بمياه جوفية
11	10	9	8	0.19	0.2	LSD _{0.05}
200 - 2		150 - 10		2 - 1.1		الحدود المسموح بها

تدل الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات للصفات المدروسة عند مستوى معنوية 5 %.

الاستنتاجات

- ازداد إنتاج محصول التريتكال عند الري بالمياه المعالجة مقارنةً بإنتاجيته عند الري بالمياه العذبة.
- أدى استعمال المياه المعالجة لتخصيب التربة بالأزوت والفوسفور عند الري بالمياه المعالجة مقارنةً بالري بالمياه العذبة.
- ازداد معنوياً تركيز المعادن الثقيلة في التربة والنبات عند الري بالمياه المعالجة مقارنةً بالري بالمياه العذبة، إلا أن تراكيز هذه المعادن في التربة والنبات كانت ضمن الحدود المسموح بها.

المراجع

- المواصفة القياسية السورية. 2008. معايير ومواصفات مياه الصرف الصحي المعالجة للاستعمال الزراعي. رقم 2752.
- جزدان ، عمر. 2002. "دراسة تأثير الري بالمياه العادمة المعالجة وغير المعالجة في خصائص التربة الفيزيائية والهيدروفيزيائية والكيميائية وفي إنتاجية بعض الخضار والمحاصيل باستعمال الأحواض الليزيمترية". رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علوم التربة واستعمالات المياه، كلية الزراعة، جامعة دمشق.
- Abdel-Aziz, R. 2015. Impact of Treated Wastewater Irrigation on Soil Chemical Properties and Crop Productivity. International Journal of Water Resources and Arid Environments 4(1): 30-36.
- Abedi-Koupai, J., B. Mostafazadeh-Fard, M. Afyuni, and M.R. Bagheri .2006. Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. PLANT SOIL ENVIRON. 52, (8): 335–344.
- Adriano, D. C. 1986. Trace element in the terrestrial environment. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 536p.
- Alghobar Mohammed Abdullah., and S. Suresh 2016. Effect of Wastewater Irrigation on Growth and Yield of Rice Crop and Uptake and Accumulation of Nutrient and Heavy Metals in Soil. Applied Ecology and Environmental Sciences, , Vol. 4(3): 53-60

- Alzoubi, M.M., O. Jouzdan, A Major, M,N Haboub, M Hakkoun and H. H. Drwesh, 2014. Treated Waste Water Use in Agriculture. General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR In collaboration with ACSAD and ICBA). Damascus – Syria
- Andrea, M., Ariela G,J Salas Barboza, Valeria Garcés, María S Rodríguez Alvarez, Martín A Iribarnegaray, Viviana I Liberal, Graciela E Fasciolo, Jules B van Lier and Lucas Seghezze. 2015. The Use of (Treated) Domestic Wastewater for Irrigation: Current Situation and Future Challenges, International Journal of Water and Wastewater Treatment V.12.
- El-Nahhal Y., K. Tubail, M.Safi, and J. Sufi. 2013. Effect of Treated Waste Water Irrigation on Plant Growth and Soil Properties in Gaza Strip, Palestine. American Journal of Plant Sciences, 4: 1736-1743 .
- Hidri, Yassine ., Olfa Fourti, Naceur Jedidi and Abdenaceur Hassan. 2013. Effects of ten years treated wastewater drip irrigation on soil microbiological properties under Mediterranean conditions. African Journal of Biotechnology. Vol. 12(39): 5761-5770.
- Isaac, R ., and J. D. Kerber, 1971. Atomic Absorption and flame photometry , techniques and uses in soils, plant and water analysis, in L.M.Walsh(ed), Soil. Sci. Soc of Amer. Madison W: 117-37.
- Jackson L. 1958 .Soil chemical analysis, Prentice Hall Inc.Englewood Cliffe N J: 151-153 and 331-334.
- Khaskhoussy K, B Kahlaoui, B Messoudi Nefzi, O Jozdan, A Dakheel and M Hachicha 2015. Effect of Treated Wastewater Irrigation on Heavy Metals Distribution in a Tunisian Soil. Engineering, Technology and Applied Science Research Vol. 5(3): 805-810.
- Lenten, I., J. Ofosu-Anim, A. K. Brimah and S. Atiemo. 2014. Heavy Metal Pollution of Vegetable Crops Irrigated with Wastewater in Accra, Ghana. West African Journal of Applied Ecology, vol. 22(1): 41–58
- Mojiri Amin and Hamidi Abdul Aziz. 2011. Effect of municipal wastewater on accumulation of heavy metals in soil and wheat (*triticum aestivum* L.) with two irrigation. Nardi Fundulea, Romania Romanian Agricultural Research, no. 28, ISSN 1222-4227.
- Muthuvel, P., and C. Udayasoorian. 1999. Soil, Plant, Water and Agrochemical Analysis.Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India. p.315.
- Olson, R. S, C. V.Cole, S.Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular No.939.
- Richards, L. A. 1962. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, Agricultural hand book no 60 United states Department of agriculture.
- Vlunir, J., Vlhammad, and N. Itlazahreh. 2003. Changes in Soil Fertility Parameters in Response to Irrigation of Forage Crops with Secondary Treated Waste. COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANT Analysis. Vol. 34, Nos. 9 and 10: 1281-1294.
- Walinga I, J., Van Der, V. Houba, W. Van Vark and I. Novozamsky. 1995. Plant Analysis Manual. Kluwer Academic Publishers. London.

N°. Sp Ref: 0002



تأثير الأحماض الدبالية المستخلصة من كومبوست حمأة الصرف الصحي ومخلفات الحقل في تحفيز نمو القمح القاسي (أكساد1105) وإنتاجيته

Effect of Humic Acids Extracted From Compost of Sewage Sludge and Farm Residues on Growth Stimulation and Productivity of Durum Wheat (ACSAD₁₁₀₅)

م. أياد الزين⁽¹⁾

م. عبد الرحمن الراشد⁽¹⁾

د. ماجد مؤتود سليمان⁽¹⁾

د. حسان درغام⁽¹⁾

Dr. H.Dergam⁽¹⁾

Dr. M. Souliman⁽¹⁾

Eng. A.A. Al- Rashed⁽¹⁾

Eng. A.Zien⁽¹⁾

hassandergam@hotmail.com

majedsuliman@yahoo.com

a_alrashed@hotmail.com

Eyadzein1973@gmail.com

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

(1) The Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Dry Lands / ACSAD.

الملخص

نفذ البحث في محطة بحوث ازرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) خلال الموسمين الزراعيين 2019/2018 و2020/2019 بهدف دراسة تأثير الأحماض الدبالية المستخلصة من كومبوست حمأة الصرف الصحي ومخلفات تقليم الزيتون في الصفات الإنتاجية للقمح القاسي (أكساد1105) وذلك بنقع البذور قبل الزراعة والرش على الأوراق في مرحلة الأشتاءات. استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات لكل معاملة عند التنفيذ، بينت نتائج تحليل مستخلصات الأحماض الدبالية والحمض التجاري المستخدم (هيوميكو) وجود تباين في محتوى الكربون والأزوت حيث لوحظ غنى مستخلصات الأحماض المستخلصة من كومبوست مخلفات التقليم وحمأة الصرف الصحي وكومبوست حمأة الصرف الصحي بالأزوت الكلي ولوحظ كذلك مطابقة الأحماض المستخلصة جميعها للمواصفات القياسية السورية الناظمة لتداول الأسمدة من حيث محتوى العناصر الثقيلة. أظهرت النتائج تفوق المعاملة H₃C₂ (بإضافة التركيز 0.1 غم لتر⁻¹ من الأحماض الدبالية المستخلصة من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليم وحمأة الصرف الصحي) بصفة عدد السنابل معنوياً (367.8 سنبله م⁻²) مقارنة بباقي المعاملات. وجد بان أعلى متوسط وزن الحبوب للموسمين الزراعيين تحقق مع المعاملة H₃C₂ (488.5 غم م⁻²) كما أعطت المعاملة H₄C₂ (بإضافة التركيز 0.1 غم لتر⁻¹ من الحمض الهيوميني المستخلص من الكومبوست المحضر من حمأة الصرف الصحي) أعلى قيمة لعدد الحبوب/ م² (13620 حبة م⁻²)، بينما سجلت المعاملة H₅C₁ (بإضافة التركيز 1 غ. ل⁻¹ من الحمض الهيوميني التجاري) أدنى عدد حبوب بالمتر المربع (9159 حبة م⁻²). كما وجد تفوق معنوي للمعاملتين H₃C₂ و H₄C₂ في صفة وزن الحبوب + القش (غم م⁻²) (1673 و1587 غم م⁻²). أما فيما يخص صفة وزن الألف حبة (غم) لوحظ تفوق المعاملة H₃C₂ كما هو الحال لصفة وزن الحبوب بالمتر المربع (47.27 غم). بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية (P≤0.05) في صفة دليل الحصاد% بين تركيزين (0.1 و1 غم لتر⁻¹) لأنواع من الأحماض الدبالية المستخلصة والتفاعلات المتبادلة بينها وكانت المعاملة H₃C₁ الأعلى معنوياً (32.63%).

الكلمات المفتاحية: قمح قاسي، حمأة الصرف الصحي، أحماض دبالية، مخلفات التقليم.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (29 - 37)

Abstract

The study was conducted at Experimental Station of the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (Izraa-Syria) during two growing seasons 2018- 2019 and 2019- 2020 to study the effect of different humic acids {i.e., extracted from compost of sheep manure and olive pruning residues (H2), extracted from compost of sewage sludge and olive pruning residues (H3), extracted from compost of sewage sludge (H4) and commercial humic acids (H5)} in productivity of durum wheat (ACSAD 1105). The humic acids was applied either through soaking seeds before planting and foliar spray in tow concentrations C1 (1 g L⁻¹) and C2 (0.1 g L⁻¹). The chemical analysis of applied humic acids have shown that H3 and H4 were rich in total nitrogen compared with others, and the content of heavy metals in applied humic acids were still in the permissible limits.

The results have shown that H3C2 treatment significantly increased the number of spikes (367.8 spike m⁻²). It was also found that the average grain weight was significantly higher in treatment H3C2 (488.5 g m⁻²) and the H4C2 treatment gave the highest number of grains (13620 grain m⁻²), while H5C1 treatment showed the lowest number of grains (9159 grain m⁻²). On the other hand, a significant superiority of the two treatments H3C2 and H4C2 in terms of grain weight + straw (1673 and 1587 g m⁻²). As for the 1000-grain weight, it was noted that H3C2 treatment was superior for grain weight (47.27 g). The results of statistical analysis showed that there was significant difference (P≤0.05) in harvest index between the two concentrations (0.1 and 1 g L⁻¹) for applied humic acids and their interactions. The treatment H3C1 was the most significantly increasing (32.63%).

Key words: Durum wheat, sewage sludge, humic acids, olive pruning residues

المقدمة

تعد حمأة الصرف الصحي من أهم المنتجات الثانوية الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي، وهي آخذة في الزيادة عاماً إثر آخر نتيجة تصاعد عدد السكان، وزيادة عدد محطات المعالجة المنتشرة في معظم الدول، إذ تقدر كميات الحمأة المنتجة في العالم بـ 40 كغ/سنة لكل فرد، واللافت في الأمر حالياً إقدام المزارعين وبشكل كبير على استخدام هذه الحمأة في الزراعة نظراً لخصها مقارنة بالأسمدة الكيماوية، ولتأثيراتها الملحوظة في زيادة المحصول، على ما في ذلك من أخطار على الصحة العامة والبيئة والمياه الجوفية.

على الرغم من وجود العديد من المحاذير لاستخدام حمأة الصرف الصحي في الزراعة، والتي تتجلى باحتوائها على العناصر الثقيلة والعوامل الممرضة، إلا أن وجود كميات هائلة منها، ومحتواها المرتفع من العناصر الخصوبية، يدفع الكثير من الباحثين إلى مواصلة العمل بغرض الوصول الى طريقة استخدام آمنة تمكن المزارعين من الاستفادة منها، والتقليل قدر الأمكان من تأثيراتها السلبية.

تعد الزراعة إحدى الوجهات البديلة لاستخدام حمأة الصرف الصحي، وذلك لمحتواها الغني بالعناصر الغذائية اللازمة للنبات (Melo وزملاؤه، 2007)، ولكن من جهة أخرى فإنه من الممكن أن يكون هذا الاستخدام ضاراً لمنظومة (تربة، نبات)، وهذا مرده من حيث المبدأ إلى المحتوى غير المتوازن للعناصر الغذائية في الحمأة (Bertoncini وزملاؤه، 2008). علاوة على ذلك فإن حمأة الصرف الصحي من الممكن أن تكون مصدراً للعناصر والمركبات السامة، مثل العناصر الثقيلة.

من الممكن أن يؤدي استخدام الحمأة بصورة مباشرة في الزراعة إلى جعل هذه الملوثات أكثر إتاحة للنبات، وتزيد من إمكانية تراكمها بالتربة، واحتمالية وصولها إلى الانسان ضمن السلسلة الغذائية. هذا فضلاً عن إمكانية تأثير المحتوى العالي للنتروجين (الأزوت) في حمأة الصرف الصحي في تلوث المياه الجوفية، وذلك نتيجة لغسل النترات عبر التربة (Corrêa وزملاؤه، 2006)، وبالتالي التأثير السلبي في البيئة.

ينتج عن مخلفات المحاصيل الزراعية، ونواتج تقليم الأشجار المثمرة كميات كبيرة جداً، يتم التخلص منها بالحرق المباشر، مما يسبب خطراً على البيئة المحيطة، تتمثل بالحرائق، التي يمكن أن تنشب، وباللدخان الناتج عن الحرق، فضلاً عن فقدان مواد عضوية مهمة يمكن الاستفادة منها.

أشار Pakhnenko (2007) إلى إمكانية الحصول على كومبوست من حمأة الصرف الصحي ومخلفات تقليم الأشجار المفرومة، إذ تعد حمأة الصرف الصحي مصدراً للأزوت، في حين تعد مخلفات التقليم مصدراً للمواد الهيكلية، مثل السيلولوز واللغنين، ويتميز هذا الكومبوست بمحتوى

رطوبي يتراوح بين 30 و40 % ، وبخلوه من العوامل الممرضة، مما يقلل من المخاطر على الصحة العامة عند مقارنته بحمأة الصرف الصحي. تحدث خلال عملية تحليل المخلفات الزراعية وحمأة الصرف الصحي عمليات التحلل الأولي والثانوي وتكوين الدبال، والذي يحتوي على الأحماض الهيومية والفولفية والهيويمين، وتتجسد عملية التدبيل بالعمليات الحيوية والنشاط الأستقلابي لأحياء التربة المجهرية (Sutton و Sposito، 2005).

أظهرت الدراسات التي أجريت حول الفعالية الفيسيولوجية للأحماض الدبالية وجود طيف واسع من تأثيرات هذه المركبات في نمو النبات، ليس فقط من خلال التأثير المباشر في تحفيز نمو وتطور النبات (زيادة كتلة النبات العامة)، بل يمكن أن يكون بصورة غير مباشرة من خلال تحسين خصائص التربة (زيادة فعالية وكفاءة الأسمدة، وتحسين بنية مجتمعات التربة وغيرها...). تم الكشف عن فعالية الأحماض الدبالية ودورها في تحفيز نمو النبات لأول مرة من قبل Nefedov (1887)، وتم إثبات هذه الخاصية من قبل العديد من العلماء فيما بعد (Vaksman وزملاؤه، 1937؛ Tyurin، 1937). وبينت نتائج الدراسات دور هذه الأحماض في تحفيز نمو المجموع الجذري للنبات بنتيجة التغيير في انتقائية الأغشية الخلوية، مما يعزز عملية دخول الماء وعناصر التغذية. وأشارت بعض الدراسات إلى التأثير الإيجابي للأحماض الدبالية في نمو فطر الخميرة (Naumova، 1983؛ Ovchinnikova، 1991؛ Ryzhikov، 1991؛ Strelkov، 1991).

ذكر بعض الباحثين (Vaughan، 1985؛ Chertov و Popov، 1997) أن تأثير الأحماض الدبالية في نمو وتطور النبات، يمكن أن يكون مرتبطاً بدخول هذه الأحماض إلى النبات، ومشاركتها اللاحقة في العديد من العمليات البيوكيميائية والبيوفيزيائية داخله. وأشار Albuizio وزملاؤه (1986) إلى أن الوزن الجزيئي للأحماض الدبالية يؤدي دوراً كبيراً في التأثير في الفعالية الفيزيولوجية لها، فعلى سبيل المثال تم إثبات أن الأحماض الدبالية مرتفعة الوزن الجزيئي ومنخفضة الوزن الجزيئي (أي الأحماض الهيومينية والفولفية) يمكن أن تبدي تأثيراً في امتصاص النترات واليوتاسيوم من قبل جذور الشعير.

هدف البحث:

- تصنيع كومبوست ذو نوعية جيدة، ومطابق للمواصفات القياسية، ويحتوي على نسبة عالية من المركبات الدبالية.
- استخلاص الأحماض الدبالية من أنواع الكومبوست المحضر.
- دراسة تأثير الأحماض المستخلصة في نمو القمح وصفاته الإنتاجية، وذلك بنقع البذور قبل الزراعة والرش على الأوراق في مرحلة الأشاء.

مواد البحث وطرائقه

تحضير الكومبوست واستخلاص الأحماض الدبالية:

نفذت عمليات تحضير الكومبوست في موقع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة / أكساد في الصبورة، وفق المراحل الآتية: تم تحضير ثلاثة أكوام من الكومبوست بحجم 1 متر مكعب مختلفة من حيث المواد الأولية الداخلة في عملية التخمر؛ وهي: الكومة الأولى: تحتوي على كل من مخلفات تقليم الزيتون المفرومة وروث الغنم غير المخمر (مخلفات زيتون 50 % + روث غنم طازج 50 %). الكومة الثانية: تحتوي على كل من مخلفات تقليم الزيتون المفرومة وحمأة الصرف الصحي الجافة هوائياً المأخوذة من محطة معالجة الصرف الصحي بمنطقة الهجانة في محافظة ريف دمشق (مخلفات زيتون 50 % + حمأة صرف صحي جافة 50 %). الكومة الثالثة: تحتوي فقط على حمأة الصرف الصحي الجافة هوائياً.

وتم اتباع الخطوات التالية:

- تم ترطيب الأكوام بشكل مناسب دون تغدق.
- غطيت الأكوام الثلاث باستخدام شرائح البولي إيثيلين البلاستيكية للتقليل من الفقد.
- قلبت الأكوام الثلاث تقليباً ميكانيكياً بشكل يدوي بعد أسبوع من بدء التخمر.
- تمت مراقبة درجة حرارة الأكوام باستخدام ميزان حرارة رقمي مزود بقضيب معدني.
- رطبت الأكوام بشكل أسبوعي للمحافظة على نسبة رطوبة قدرها 50 %.
- استمرت عملية التخمر لمدة خمسة أشهر، وأخذت عينات في نهاية لإجراء التحاليل الكيميائية اللازمة لتوصيف الكومبوست.
- تم إجراء التحاليل الكيميائية والبيولوجية في مختبر قسم التقانات الحيوية، والمختبر التابعة للمركز العربي / أكساد، وفي مختبر مديرية الصحة الحيوانية التابعة لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في الجمهورية العربية السورية، وذلك لتوصيف المخلفات المستخدمة في تصنيع أنواع الكومبوست، ومراقبة مراحل التخمر، ومدى مطابقتها الكومبوست المنتج للمواصفات القياسية؛ وهي:

التحليل الكيمائية: وهي: المحتوى الرطوبي، ودرجة الحموضة، والناقلية الكهربائية، والكربون العضوي، والأزوت الكلي والمعدني، ونسبة C/N، ومحتوى العناصر الثقيلة (Cd، Pb، Cr، Ni، Zn، Cu).

التحليل البيولوجية: وهي: محتوى العصيات الكولونية الممرضة، ومحتوى بويض الديدان الطفيلية، ومحتوى بكتريا السالمونيلا. تم أستخلاص الأحماض الدبالية من الكومبوست المحضر وفق الطريقة التقليدية، باستخدام محلول قلوي من هيدروكسيد البوتاسيوم، وفق الخطوات الآتية:

- الاستخلاص بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم التجاري بتركيز 0.2 N، وبنسبة كومبوست/ هيدروكسيد بوتاسيوم مقدارها 1/10 (w/v)، وحرك المزيج، وترك لمدة 24 ساعة على درجة حرارة الغرفة.

- إبانة المستخلص لفصلها عن البقايا الصلبة، ونقل المستخلصات إلى أوان بلاستيكية، وتعريضها للشمس لرفع تركيز محتوى الأحماض الهيومية فيها.

- تعديل درجة حموضة المستخلص لتصبح بين 6 و6.5، باستخدام حمض الكبريت التجاري.

- أجريت التحليل اللازمة لتوصيف الأحماض المستخلصة، وهي: محتوى الكربون العضوي، ومحتوى المادة العضوية، ومحتوى الأزوت الكلي ومحتوى العناصر الثقيلة.

موقع تنفيذ البحث: تم تنفيذ البحث في محطة بحوث المركز العربي/ أكساد في أزرع خلال الموسمين الزراعيين 2019/2018 و 2020/2019.

المعاملات المدروسة:

اشتملت المعاملات المدروسة على نقع بذار القمح قبل الزراعة لمدة 18 ساعة، ورش النباتات في مرحلة الأشطاء بمحاليل ممددة من الأحماض الدبالية المستخلصة والحمض التجاري وبتركيزين مختلفين وبالماء كشاهد، وكانت المعاملات كالآتي:

المعاملة الأولى: الشاهد (رش بالماء، H1).

المعاملة الثانية: الأحماض الدبالية المستخلصة من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليل وروث الأغنام غير المخمر (H2)

المعاملة الثالثة: الأحماض الدبالية المستخلصة من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليل وحمأة الصرف الصحي (H3)

المعاملة الرابعة: الحمض الهيوميني المستخلص من الكومبوست المحضر من حمأة الصرف الصحي (H4)

المعاملة الخامسة: الأحماض الدبالية التجارية (هيوميكو) (H5).

كما تم تطبيق تركيزين من الأحماض الهيومية المستخلصة:

1 غ.ل⁻¹ أحماض (هيومية + فولفية) (C1)

0.1 غ.ل⁻¹ أحماض (هيومية + فولفية) (C2)

طريقة الزراعة: تم تحضير الأرض للزراعة بشكل جيد، وأضيفت كامل الأسمدة الفوسفاتية، والبوتاسية قبل الزراعة حسب الكميات الموصى بها من قبل وزارة الزراعة السورية، وفقاً لنتائج تحليل التربة (15 كغ/ دونم من اليوريا، 15 كغ/ دونم سوبر فوسفات ثلاثي)، تمت الزراعة بتاريخ 15 تشرين الثاني/نوفمبر للموسم الزراعيين 2019/2018 و 2020/2019، وطبقت المعاملات المذكورة سابقاً على صنف القمح القاسي المعتمد في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ ACSAD. تم نقع البذور قبل الزراعة بالتركيز المذكورة أعلاه قبل الزراعة لمدة 16 ساعة، بمعدل 150 ليتر لكل 50 كغ بذار، وتم أيضاً رش النبات بالتركيز نفسها ولمرة واحدة في مرحلة الأشطاء بمعدل 40 ليتر/دونم. زرعت الحبوب يدوياً في 5 سطور، بلغ طول السطر 2.5 م، والمسافة بين السطور 25 سم، والمسافة بين البذور في السطر 5 سم، والمسافة بين المكررات 4 م. ووضع البحث وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في ثلاثة مكررات، وبذلك يكون عدد القطع التجريبية $3 \times 2 \times 5 = 30$ قطعة تجريبية، ومساحة كل قطعة تجريبية 25 م².

التحليل الاحصائي:

أختبرت الفروق بين المتوسطات باختبار دنكن متعدد المدى Duncans Multiple Range Test عند مستوى معنوية 0.05، وتم حساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية (0.05).

الصفات المدروسة:

طول النبات (سم).

عدد السنابل في المتر المربع.

عدد الحبوب في السنبل.

عدد الحبوب في المتر المربع.
وزن الـ 1000 حبة (غ).
الغلة الحبية (كغ/ هكتار).
الغلة الحيوية (كغ/ هكتار).
دليل الحصاد (%) = (الغلة الحبية / الغلة الحيوية) × 100 .

النتائج والمناقشة

أولاً. نتائج تحليل المخلفات المستخدمة في تحضير الكومبوست:

تبين الجداول 1 و2 و3 بعض الخصائص الكيميائية، والفيزيائية، والبيولوجية للمخلفات المستخدمة في تحضير الكومبوست، إذ تشير نتائج التحليل إلى تباين قيمة C/N للمخلفات المستخدمة، فقد تراوحت بين 9 لحمأة الصرف الصحي المستخدمة و 55.68 لمخلفات الزيتون المفرومة، ويعود ذلك إلى طبيعة تركيب كل من المادتين، إذ تحتوي الحمأة على ألياف السيلولوز والهيموسيلولوز منخفضة محتوى الكربون مقارنة بمخلفات التقليم والمحتوية بشكل أساس على اللجنين ذو المحتوى العالي من الكربون، وتحتوي حمأة الصرف الصحي على كميات عالية من الكاديوم والكروم والنيكل والرصاص (6.52، 77.2، 45.2 و 92 ملغم كغم⁻¹) على التوالي مقارنة بروت الغنم ومخلفات تقليم الزيتون، غير أن هذه الكميات لا تتجاوز الحدود المسموح بها لهذه العناصر وفق المواصفات القياسية السورية وهي: 20، 1000، 200، 80 وملغم كغم⁻¹ على التوالي. تشير نتائج التحليل البيولوجية للحمأة المستخدمة إلى المحتوى المنخفض للعصيات القولونية البرازية، إذ يبلغ محتواها 70 عصية غ⁻¹، وهو أقل من الحدود المسموح بها وفق المواصفات القياسية السورية (1000 عصية غ⁻¹)، وتبين النتائج كذلك خلو الحمأة من عصيات السالمونيلا وبيوض الديدان المعوية.

الجدول 1. التحاليل الفيزيائية والكيميائية للمخلفات المستخدمة في تحضير الكومبوست.

المخلفات المستخدمة	الكثافة الظاهرية ميغرام م ⁻³	pH	EC (dS/m)	C	T.N	K	P	C/N	الرطوبة
									%
الحمأة	0.67	7.10	4.07	23.06	2.56	0.29	0.635	9.00	8.33
روث غنم طازج	0.29	8.60	4.5	44.56	2.38	2.21	0.893	18.72	7.68
مخلفات الزيتون	0.24	-	2.00	52.34	0.94	0.50	0.14	55.68	25.68

الجدول 2. محتوى بعض العناصر المعدنية في المخلفات المستخدمة.

ملغم كغم ⁻¹ مادة جافة									المخلفات المستخدمة
Zn	Mn	Fe	Cu	B	Pb	Ni	Cr	Cd	
914	292	18750	144	179	92.0	45.2	77.2	6.52	الحمأة
113	212	2675	17.5	82	48.6	11.5	38.8	3.1	روث الغنم
23.5	20.5	1863	6.5	97	25	-	21.8	1.2	مخلفات الزيتون

الجدول 3. بعض التحاليل البيولوجية لحمأة الصرف الصحي المستخدمة في تحضير الكومبوست.

نوع التحليل	العصيات القولونية البرازية	السالمونيلا	بويضات الديدان المعوية
في 1 غ من الحمأة الجافة			
	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

ثانياً. نتائج تحليل الكومبوست بعد النضج والأحماض الدبالية المستخلصة:

يبين الجدول 4 درجة حرارة الأكوام والمقاسة كل 15 يوماً تقريباً من بدء التخمير، إذ يلاحظ ارتفاع في درجة الحرارة خلال الشهرين الأول والثاني مع التقدم في عملية التخمير، نتيجةً لنشاط الكائنات الدقيقة، ومن ثم تثبت درجة الحرارة خلال الشهر الثالث، لتبدأ بالإنخفاض خلال الشهر الرابع والخامس، وذلك مع اكتمال عملية تحلل المخلفات وتحولها إلى دبال.

الجدول 4. تغيرات درجة حرارة الكوم خلال فترة التخمير.

التاريخ	كومة كومبوست روث+ مخلفات زيتون	كومة كومبوست حمأة + مخلفات زيتون	كومة كومبوست حمأة الصرف الصحي
2017/6/19	50	47	59
2017/7/6	53	51	62
2017/7/21	53	52	62
2017/8/6	62	57	60
2017/8/21	55	55	56
2017/9/5	53	51	54
2017/9/22	48	52	50
2017/10/7	42	45	44
2017/10/30	37	39	40
2017/11/15	32	33	33
2017/12/1	28	27	28

يوضح الجدول 5 درجة حموضة الكوم، والناقلية الكهربائية، ونسبة C/N بعد انتهاء عملية التخمير، إذ يلاحظ إنخفاض نسبة C/N للكومتين الأولى والثانية لتصبح 13 و10.52 على التوالي، وذلك يعود لإنخفاض محتوى الكربون العضوي نتيجة الفقد، وارتفاع محتوى الأزوت الكلي نتيجةً لنشاط الأحياء الدقيقة خلال عملية التخمير، وتحللها في نهاية عملية التخمير، في حين يلاحظ ثبات نسبة C/N الخاصة بحمأة الصرف الصحي، وذلك يعود لطبيعة المكونات الداخلة في تكوينها، وهي من المركبات الغنية بالأزوت والكربوهيدرات سهلة التحلل، ويمكن القول أن تخمير حمأة الصرف الصحي يهدف بالدرجة الأولى إلى رفع درجة حرارتها لحدود 60-70 درجة مئوية لمدة لا تقل عن أسبوعين، مما يسهم في قتل معظم العوامل الممرضة التي تحتويها.

الجدول 5. درجة حموضة الكومات والناقلية الكهربائية ونسبة C/N بعد انتهاء عملية التخمير.

رقم الكومة	الأولى (مخلفات زيتون+روث)	الثانية (مخلفات زيتون+حمأة)	الثالثة (حمأة)
درجة الحموضة	8.37	7.37	6.94
الناقلية (ds/m)	4.06	4.06	4.59
C/N	13.00	10.52	9.40

يشير الجدول 6 والجدول 7 إلى نتائج تحليل مستخلصات الأحماض الدبالية المفصولة والحمض التجاري المستخدم، إذ يلاحظ وجود تباين بين الأحماض المفصولة والحمض التجاري من حيث محتوى الكربون العضوي، إذ يبلغ محتوى الكربون العضوي في الحمض التجاري 13.21 غم/100مل، وهو محتوى عال جداً مقارنةً بمحتواه في المستخلصات، والذي تراوح بين 0.66 و3.42 غم/100مل، وهذا يعود لكون الحمض التجاري مستخلصاً من فحم الليونارديت ذو المحتوى العالي من الكربون. تبين النتائج أيضاً غنى مستخلصات الأحماض المستخلصة من كومبوست مخلفات التقلية، وحمأة الصرف الصحي، وكومبوست حمأة الصرف الصحي بالأزوت الكلي، إذ بلغ محتواه 5.51 و5.96 غ/100 غ

على التوالي، وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Asses وزملاؤه (2018). ويلاحظ من نتائج تحليل محتوى العناصر الثقيلة في الأحماض المستخلصة (الجدول 7) انخفاض كبير في محتواها مقارنة بالحدود المسموح بها وفقاً للقانون الناظم للأسمدة في الجمهورية العربية السورية.

الجدول 6. نتائج تحليل مستخلص أحماض الهيومك + الفولفيك المستخلصة.

N (g/100 g)	C/N	C (g/100 ml)	OM (g/100 ml)	نوع الحمض
2.12	27.48	3.42	5.9	H2
5.51	10.48	1.01	1.74	H3
5.96	9.70	0.66	1.14	H4
3.77	15.36	13.21	22.78	H5

حيث:

- H2 مستخلص أحماض هيومك + فولفيك مستخلصة من كومبوست (مخلفات الزيتون + روث).
H3 مستخلص أحماض هيومك + فولفيك مستخلصة من كومبوست (مخلفات الزيتون + حمأة).
H4 مستخلص أحماض هيومك + فولفيك مستخلصة من كومبوست (حمأة).
H5 أحماض هيومك تجارية.

الجدول 7. محتوى العناصر الثقيلة في مستخلص أحماض الهيومك والفولفيك والحمض التجاري (ملغم لتر⁻¹).

Ni	Cr	pb	Cd	نوع الحمض
0.46	1.32	2.54	آثار	H2
8.42	6.52	4.84	2.17	H3
10.45	2.32	5.64	1.25	H4
9.68	2.38	3.12	0.62	H5
200	150	150	5	الحدود المسموح بها (ملغم. كغم ⁻¹)

الحدود المسموح بها وفقاً للقانون الناظم لتداول الأسمدة في الجمهورية العربية السورية.

ثالثاً. تأثير التفاعل بين نوع مستخلص الأحماض الدبالية والتركيز في صفات غلة القمح (أكساد 1105):

يظهر الجدول 8 الذي يعرض تأثير التفاعل بين نوع المستخلص والتركيز في الصفات الإنتاجية وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة طول النبات (سم)، إذ لوحظ أن المعاملة H2C2 (الحمض الهيوميني المستخلص من الكومبوست المحضر من مخلفات التقلية وروث الأغنام غير المخمر باستخدام التركيز 0.1 غ.ل⁻¹) تفوقت على جميع المعاملات بصفة طول النبات (97 سم)، كما لوحظ أن المعاملة H3C1 (الأحماض الدبالية المستخلصة من الكومبوست المحضر من مخلفات التقلية وحمأة الصرف الصحي باستخدام التركيز 1 غ.ل⁻¹) كانت أقل المعاملات بصفة طول النبات، إذ بلغ متوسط طول النبات 85.83 سم، فيما لم يُلاحظ وجود فروقات معنوية بين باقي المعاملات. ويلاحظ من الجدول 8 أيضاً أن متوسط عدد السنابل /م² كان الأعلى معنوياً لدى تطبيق المعاملة H3C2 (367.8 سنبله /م²)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى المعاملة H4C1، إذ بلغ متوسط عدد السنابل بالمتري المربع 271.5 سنبله /م².

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة عدد الحبوب /م² بين التركيزين (0.1 و 1 غم لتر⁻¹) لعدة أنواع من المستخلصات من السماد العضوي المصنع والتفاعلات المتبادلة بينها. وسجل متوسط عدد الحبوب /م² الأعلى معنوياً خلال متوسط الموسمين الزراعيين لدى المعاملة H4C2 (13620 حبة /م²)، بينما أظهرت المعاملة H5C1 أدنى عدد حبوب بالمتري المربع (9159 حبة /م²)، كما يُلاحظ عدم وجود فروقات معنوية لدى باقي المعاملات لنفس الصفة (الجدول 8).

كذلك لوحظت فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة عدد الحبوب / السنبله وذلك بتطبيق التركيزين (0.1 و 1 غم لتر⁻¹) لعدة أنواع من المستخلصات من السماد العضوي المصنع والتفاعلات المتبادلة بينها، إذ سجل متوسط عدد الحبوب / السنبله الأعلى معنوياً لمتوسط الموسمين الزراعيين لدى المعاملة H4C2 (51.50 حبة السنبله⁻¹)، بينما سجلت المعاملة H5C1 أدنى عدد حبوب بالسنبله (39.17 حبة /م²)، كما لوحظ أن المعاملتين H4C2 و H5C2 كانتا الأعلى بعدد الحبوب في السنبله دون فرق معنوي بينهما (51.50 و 50.33 حبة / السنبله) على التوالي.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة وزن الحب + القش (غ.م⁻²) بتطبيق التركيزين (0.1 و 1 غ. لتر⁻¹)، إذ كانت متوسطات صفة وزن الحب + القش (غ.م⁻²) للمعاملتين السابقتين (1673 و 1587 غ/م²) على التوالي. بينما اظهرت المعاملتان H1C1 و H1C2 أدنى قيمة بالغلة الحيوية ودون فارق معنوي بينهما (106.3 و 1167 غ.م⁻²) على التوالي (الجدول 8)، وتتوافق هذه النتائج مع Khan وزملائه (2018).

وجدت فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة وزن الحبوب. م⁻²، وسجلت القيمة الأعلى معنوياً لمتوسط الموسمين الزراعيين في المعاملة H3C2 (488.5 غم. م⁻²)، كما لوحظ أن المعاملة H1C1 أعطت أقل معدل لوزن الحبوب بالمتري المربع (283.2 غم. م⁻²). أما فيما يخص صفة وزن 1000 حبة (غ) لوحظ تنوع المعاملة H3C2، كما هو الحال لصفة وزن الحبوب بالمتري المربع، إذ سجلت المعاملة H3C2 أعلى وزن ألف حبة وقدره (47.27 غ)، تلتها المعاملة H3C1 (46.13 غم) ودون فارق معنوي بينهما، كما لوحظ للصفة نفسها وقوع المعاملة H2C1 آخر سلم ترتيب متوسطات وزن 1000 حبة (40.27 غ)، وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Bezuglova وزملائها (2017).

الجدول 8. تأثير التفاعل بين نوع المستخلص والتركيز في الصفات الإنتاجية.

C2 (0.1 غ. ل ⁻¹)					C1 (1 غ. ل ⁻¹)					المعاملات
H5	H4	H3	H2	H1	H5	H4	H3	H2	H1	
92.83 AB	94.50 AB	88.50 AB	97.00 A	89.00 AB	89.83 AB	92.50 AB	85.83 B	90.17 AB	89.00 AB	ارتفاع النبات (سم)
317.0 ABC	337.7 AB	367.8 A	324.7 ABC	284.0 BC	334.5 AB	271.5 C	313.8 BC	292.2 BC	284.0 BC	عدد السنابل/م ²
.11690 AB	.13620 A	.12200 AB	.9490 B	.9945 B	.9159 B	.9760 B	.12040 AB	.11210 AB	.9945 B	عدد الحبوب/م ²
50.33 AB	51.50 A	45.33 BCD	41.33 D	41.50 D	39.17 D	44.00 CD	48.00 ABC	43.83 CD	41.50 D	عدد الحبوب في السنبلة
.1287 BC	.1587 A	.1673 A	.1527 AB	.1063 C	.1533 AB	.1500 AB	.1510 AB	.1167 C	.1063 C	وزن الحب + القش (غ.م ⁻²)
386.5 CD	404.8 BCD	488.5 A	370.0 CD	283.2 E	434.3 ABC	363.3 CD	476.3 AB	324.8 DE	283.2 E	وزن الحب (غ.م ⁻²)
43.42 BCD	44.40 BC	47.27 A	44.12 BCD	41.30 DE	42.78 CDE	41.98 CDE	46.13 AB	40.27 E	41.30 DE	وزن الـ1000 حبة (غ)
29.60 AB	26.13 AB	29.70 AB	25.22 AB	28.72 AB	28.70 AB	24.22 B	32.63 A	28.13 AB	28.72 AB	دليل الحصاد (%)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة دليل الحصاد (%) بين التركيزين (0.1 و 1 غ. ل⁻¹)، وكان دليل الحصاد (%) الأعلى معنوياً خلال متوسط الموسمين الزراعيين لدى المعاملة H3C1 (32.63 %)، تلتها المعاملة H3C2 (24.22 %)، كما يُلاحظ عدم وجود فروقات معنوية لدى باقي المعاملات للصفة نفسها.

الاستنتاجات:

- طبقت حمأة الصرف الصحي المستخدمة في تصنيع الكومبوست المواصفات القياسية السورية من حيث محتوى العناصر الثقيلة والعوامل المرضية، مثل العصيات القولونية البرازية، وعصيات السالمونيلا، وبيوض الديدان المعوية.
- أدت عملية التخمير إلى نضج أكوام الكومبوست المحضرة وجاهزيتها لاستخلاص الأحماض الدبالية.
- بينت نتائج تحليل مستخلصات الأحماض الهيومنية والحمض التجاري المستخدم وجود تباين في محتوى الكربون والآزوت، إذ لوحظ غنى مستخلصات الأحماض المستخلصة من كومبوست مخلفات التقليم، وحمأة الصرف الصحي، وكومبوست حمأة الصرف الصحي بالآزوت الكلي.

- طابقت مستخلصات الأحماض المواصفات القياسية السورية الناظمة لتجارة الأسمدة في الجمهورية العربية السورية من حيث محتوى العناصر الثقيلة، إذ لوحظ أن محتواها أقل بكثير من الحدود المسموح بها.
- أظهرت النتائج تفوق المعاملة H3C2 (بتطبيق التركيز 0.1 غ. ل⁻¹ من الحمض الهيوميني المستخلص من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليم وحماة الصرف الصحي) بصفة عدد السنابل/م²، ووزن الحب + القش/م²، ووزن الحب /م²، ووزن 1000 حبة (غم) ، ودليل الحصاد معنوياً مقارنة بباقي المعاملات.

المراجع

- Albuzio, A.,G. Ferrari, and S. Nardi.1986. Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. Can. J. Soil Sci. 66:731-736.
- Asses, N., A. Farhat, S. Cherif, M. Hamdi, and H. Bouallagui. 2018. Comparative study of sewage sludge co-composting with olive mill wastes or green residues: process monitoring and agriculture value of the resulting composts. Process. Saf. Environ. Prot. 114: 25–35.
- Bertocini, E.I., V. D’Orazio, N. Senesi, and M.E. Mattiazzo. 2008. Effects of sewage sludge amendment on the properties of two Brazilians oxisols and their humic acids. Bioresource Technology 99: 4972-4979.
- Bezuglova, O.S., E.A. Polienko, A.V. Gorovtsov, V.A. Lyhman and P.D. Pavlov.2017. The effect of humic substances on winter wheat yield and fertility of ordinary chernozem. Ann. Agrar. Sci. 2017: 15, 239–242.
- Corrêa, R.S., R.E. White, and A.J. Weatherley. 2006. Effect of compost treatment of sewage sludge on nitrogen behavior in two soils. Waste Management 26: 614-619.
- Khan, M.Z., A. Khan, S. Khan, F. Saba, I.U. Hussain .2018. Effect of humic acid on growth and crop nutrient status of wheat on two different soils J Plant Nut 4 :453 460.
- Melo, W.J., P.S. Aguiar, G.M. Melo and V.P. Melo. 2007. Nickel in a tropical soil treated with sewage sludge and cropped with maize in a long-term field study. Soil Biology and Biochemistry 39: 1341-1347.
- Naumova, G.V., G.I. Raitsina and V.V. Lyakh .1983. Biological effect of peat hydrolysates on yeast // Humic fertilizers: Theory and practice of their application. T. 8.- Dnepropetrovsk (in Russian).
- Ovchinnikova T. F., A. P. Kudryashov, and V.M. Mazhul .1991. On the membrane activity of hydrohumate a humic preparation from peat // Humic substances in the biosphere / Biological sciences / Scientific. report higher. schools. No. 10 (334) (in russian).
- Pakhnenko, E.P.2007. Sewage sludge and other non-traditional fertilizers. M .: Binom. Knowledge laboratory. (in Russian).
- Popov, A. I., and O.G. Chertov.1997. Humic substances - an important link in the functioning of the system “soil-plant” // Humus and soil formation / Sat. scientific. works of St. Petersburg. State Agrarian University - SPb.,(in Russian).
- Ryzhikov S. V., V. M.Strelkov, N. A. Vedernikov and P. Gailitis Yu.1991. Fractional composition of the products of mechanochemical destruction of humic substances in peat // Humic substances in the biosphere / Biological sciences / Scientific. report higher. schools. No. 10 (334). (in Russian).
- Strelkov V.M, P. Yu .Gailitis, U. Schmitt .1991. Stimulating effect of the products of mechanochemical destruction of humic substances of peat on the growth of fodder yeast // Humic substances in the biosphere / Biological sciences / Scientific. report higher. schools. No. 10 (334).,(in Russian).
- Sutton, R., and G. Sposito. 2005. Molecular structure in soil humic substances: the new view. Environmental Science and Techenology 39: 9009-9012.
- Tyurin, I.V1937.. Soil organic matter and its role in soil formation and fertility. The doctrine of soil humus.- M.-L: Selkhozgiz, State. publishing house of the collective farm and state farm liter, 1937., (in Russian).
- Vaughan, D., R.E. Malcolm.1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes// Soil Organic Matter and Biological Activity/ By eds. D. Vaughan and R. E. Malcolm.- Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.

Nº. Sp Ref: 0003



دراسة بيدولوجية ومعدنية لبعض الترب في المنطقة الساحلية السورية (اللاذقية)

Pedological and Mineralogical Study of some Soils In the Syrian Coastal Region (Lattakia)

د. عادل رقية⁽¹⁾

Dr. Samar Ghanem⁽¹⁾

samar77ghanem@gmail.com

د. سمر غانم⁽¹⁾

Dr. Adel Rukia⁽¹⁾

rukiaadel@yahoo.com

(1) قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية.

(1) Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Syria.

الملخص

نفذت الدراسة عام 2019، وشملت الغطاء البيدولوجي لمنطقة شمال شرقي مدينة اللاذقية (سورية)، بهدف دراسة الخصائص التشخيصية، والتركيب المعدني والكيميائي للترب، إذ تم فيها وضع أكثر من 60 نقطة ملاحظة حقلية موزعة على الوحدات الفيزيوجرافية كافة، وتحضير 30 مقطعاً ممثلاً للمنطقة، تم اختيار خمسة مقاطع منها ممثلة لترب المنطقة، لدراسة خصائصها التشخيصية.

أشارت نتائج الدراسة الفيزيائية والكيميائية والمورفولوجية والمعدنية لترب هذه المقاطع، إلى أنها ترب ضعيفة التطور، حديثة التكوين، ويتضح ذلك من خلال ضعف عملية الإنفصال، والمحتوى المتقارب من الطين. الآفاق التشخيصية السطحية التي تم تحديدها: هي: الآفاق التشخيصي السطحي Ochric Epipedon في المقاطع التالية: P9، p30 و p21، والآفاق Mollic Epipedon و Anthropic Epipedon في المقاطع p6 و p26 على التوالي، واقتصر وجود الآفاق التشخيصية تحت السطحية على الآفاق Cambic عند المقطع p9.

ارتبط التركيب المعدني للترب بدرجة نقاوة الصخر الكلسي والشوائب المرافقة له، وأظهرت النتائج أن المعدن السائد في الترب المتشكلة على الصخور الكلسية هو الكالسيوم، بالإضافة إلى الكوارتز، بينما سادت المعادن الأولية سهلة التجوية في المقطع (p6) المتشكل على صخور نارية، ولم تكن هناك فروق موجودة بين آفاق القطاع الواحد من حيث محتواها من الأكاسيد، وإن وجدت فهي غالباً انعكاس لعدم تجانس مادة الأصل والتداخل الحاصل بين مواد أصل مختلفة. من الناحية التصنيفية ووفقاً للمعايير التي يحددها نظام التصنيف الأمريكي، وبالاعتماد على نتائج التحاليل تم تحديد أربع رتب في المنطقة؛ وهي:

Mollisols، Vertisols، Entisols، Inceptisols.

الكلمات المفتاحية: الخواص التشخيصية، التركيب المعدني، التحليل الكيميائي العام، تصنيف الترب..

Abstract

The study was conducted in 2019 in the northeastern of Lattakia (Syria) with the aim of determining the chemical and mineralogical composition and diagnostic properties of the soils. More than 60 field observation points distributed over all physiographic units, in addition to 30 representing soil profiles were prepared to select five representative soil profiles to be included in this study. The results of the chemical, mineralogical and morphological soil properties indicated that the studied soil are weak and recently developed soils with low activity of leaching process as reflected by low clay content. The dominate surface diagnostic horizon

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p: 38 - 51)

profile 21, 30, and 9, is Ochric Epipedon, while the Mollic Epipedon and Anthropic Epipedon were found in profile p6 and p26, respectively. However, the Cambic subsurface diagnostic horizon was recognized in the p9. Moreover, the results indicated that of mineral composition of the soil related to the purity of the limestone and the impurities associated with, and calcite and quartz were predominant mineral in the soils formed on the limestone, while the slightly weathered primary minerals were predominated in the p6, formed on igneous rocks, furthermore in terms of the oxides content. No differences were found among horizons of the same profile, which indicate the heterogeneity of parent materials and the interference between them.

According to the results of chemical, mineralogical and morphological properties, the studied soils were classified according to the American soil classification system as Entisols, Inceptisols, Mollisols, Vertisols.

Keywords: Diagnostic properties, Mineral composition, General chemical analysis, Soil classification.

المقدمة

أجريت العديد من البحوث في مجال دراسة الترب في العديد من دول العالم، لتحديد خواص الترب وجمع المعلومات والبيانات عنها، بهدف تطبيق سياسات تضمن حمايتها من الاستغلال وسوء الإدارة، وبما يحقق الحاجات المرجوة منها لكل بلد.

يتميز القطر العربي السوري بتنوع كبير في الأنظمة البيئية، وتعد التربة أحد أهم الموارد الطبيعية، وتتأثر خصائص الترب فيها بعوامل تشكيل التربة المختلفة، بالإضافة إلى عوامل أخرى، مثل إدارة التربة، والنشاطات البشرية.

لم تدرس الترب في سورية عموماً، والساحل السوري خصوصاً بشكل كافٍ من الناحيتين المنشئية والتصنيفية، بالإضافة إلى غياب المعطيات التشخيصية الكاملة لترب المنطقة، وعدم وجود منهجية محددة لدراسة الترب في المنطقة الساحلية، واعتماد مسوحات التربة المعمولة على عدة أسس تصنيفية وعلى إصدارات قديمة لنظم التصنيف يجب استبدالها (رقية، 2012)، وقد أجريت عدة دراسات للترب في محافظة اللاذقية (لكنها لم تعتمد منهجاً محدداً للتصنيف)، وبعضها جاء كجزء من أراضي القطر بكامله، بينما اقتصر بعضها الآخر على مساحات محدودة، إذ قام Van Ier (1965) بنشر دراسة تصنيفية استكشافية لأراضي القطر ومن ضمنها محافظة اللاذقية، وقد ميز عدة مجموعات من الترب في اللاذقية، وذلك اعتماداً على المواصفات المورفولوجية المنشئية والفيزيوكيميائية؛ وهي: مجموعة ترب الهضاب والمنحدرات، ومجموعة الترب الرسوبية والمنقولة، ومجموعة ترب المسيلات المائية والوديان.

بين زين العابدين (1978) في استعراضه لترب محافظة اللاذقية، وجود مجموعتين رئيسيتين من الترب؛ الأولى أراض ذات مادة أصل كلسية، وكان Muir (1951) قد أطلق عليها التيراروزا Terra rossa والتي اسمها فان ليير لاحقاً عام (1965) الأراض الحمرراء المتوسطة Red Mediterranean Soils، والثانية: أراض ذات مادة أصل اندفاعية، تتواجد حيث تنتشر الصخور الخضراء المبعثرة في الجزء الشمالي الغربي من الساحل، قسم Ilaiwi (1983) ترب المنطقة الساحلية إلى عدة وحدات اعتماداً على الموقع التضاريسي، وقامت الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، وجامعة دمشق (1991) بدراسة ترب محافظة اللاذقية، وتصنيفها وكانت هذه الدراسة ذات طابع وصفي، ولم تعتمد تصنيفاً معروفاً.

بدأت في الآونة الأخيرة دراسات تصنيفية لترب المنطقة الساحلية وفق أسس منهجية، وأنظمة تصنيفية ملائمة وحديثة، إذ أجرى Rukia (1991) دراسة على بعض القطاعات من ناحية الخواص المورفولوجية، والميكرومورفولوجية، والمعدنية والكيميائية، وبين أنه على المستوى التصنيفي توجد عدة رتب في المنطقة الساحلية متفاوتة في مستوى تطورها؛ هي: Entisols، Inceptisols، Vertisols، Alfisols، Mollisols، كما قامت غانم (2019) بإجراء دراسة تصنيفية للترب الواقعة شمال شرقي محافظة اللاذقية، درست فيها الخصائص التشخيصية كافة، بالإضافة إلى الدراسة الميكرومورفولوجية للصخرة الأم، والتركيب المعدني والكيميائي للتربة والصخرة الأم، وتم تحديد رتب الترب التالية: Entisols، Inceptisols، Vertisols، Mollisols.

ولاتباع الأسس المنهجية في التصنيف لابد من القيام بدراسة وافية حول العوامل والعمليات الرئيسية لتكوين التربة، بالإضافة إلى إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية، والمورفولوجية، والميكرومورفولوجية، والمعدنية كافة، والتي تعطي بمجملها فكرة واضحة عن صفات الترب، وهذا ما يعرف بتشخيص الترب (الصديق ونعناع، 1995).

تشكل التربة نتيجة لعمليات التجوية، وهي عمليات تغير الصخر والمعادن الأولية قرب سطح الأرض بواسطة العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية (Chittleborough، 1991). يتأثر تركيز العناصر المعدنية في التربة بكثافة التجوية، وزيادة العمليات المنشئية، فمع زيادة التجوية يتناقص محتوى المعادن القابلة للتجوية، ويزداد المحتوى من الطين وأكاسيد الحديد (Sieffermann، 1973؛ Delvaux، 1989)، فالترب تتطور وتنشأ من منظور جيولوجي نتيجة تحطم وتحلل المعادن الموجودة في مادة الأصل، إذ تشكل معادن

جديدة من أقل العناصر قابلةً للذوبان والنااتجة عن مواد الأصل (Chandran و Singh، 2015)، ويتم تحديد التغيرات والتطورات التي حدثت في آفاق مقطع التربة من خلال دراسة التقييم العنصري لمحتوى الآفاق (Jackson، 1964؛ Burt وزملاؤه، 2003)، والذي يوفر قاعدة لمعرفة درجة تطور مقطع التربة فيما يتعلق بمادة الأصل (Bera وزملاؤه، 2005)، وفعالية المناخ، ويمكن من خلال حساب دلائل التجوية تحديد درجة تجوية وتطور المقاطع والعمليات المنشأية للتربة وتقييم خصوبتها، بالإضافة إلى فهم قابلية حركة العناصر أثناء عمليات التجوية (Driese وزملاؤه، 2005؛ Goldsmith وزملاؤه، 2008؛ Braun وزملاؤه، 2009؛ Singh، 2009). إن مجمل هذه الدراسات ودراسات أخرى باختلافها وتنوعها تعطي فكرة واضحة عن خصائص الترب والتغيرات التي تطرأ عليها، وهو أمر في غاية الأهمية، لوضع تصور مبدئي عن ترب المنطقة، وما يمكن أن تقوم به الجهات المعنية من حماية للترب وسبل استثمارها بالشكل الأمثل، وإدارة للمناطق الساحلية في ضوء المعطيات الحالية والمستجدة والمتوقعة.

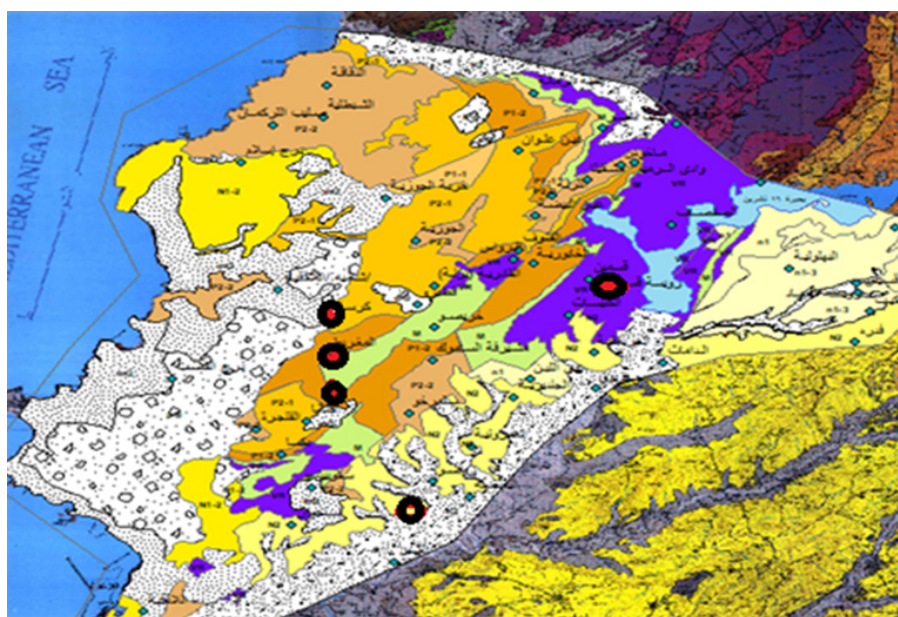
هدف البحث:

- 1 - دراسة الخواص المنشأية، والخصائص التشخيصية للمقاطع المحددة تحت تأثير عوامل التكوين.
- 2 - دراسة التركيب المنرالوجي، والتركيب الكيميائي العام للتربة ككل ومواد الأصل.
- 3 - تحديد الأسس التصنيفية اللازمة لتسكين الترب في الوحدة التصنيفية الملائمة، حسب التصنيف الأمريكي للترب.

مواد البحث وطرائقه

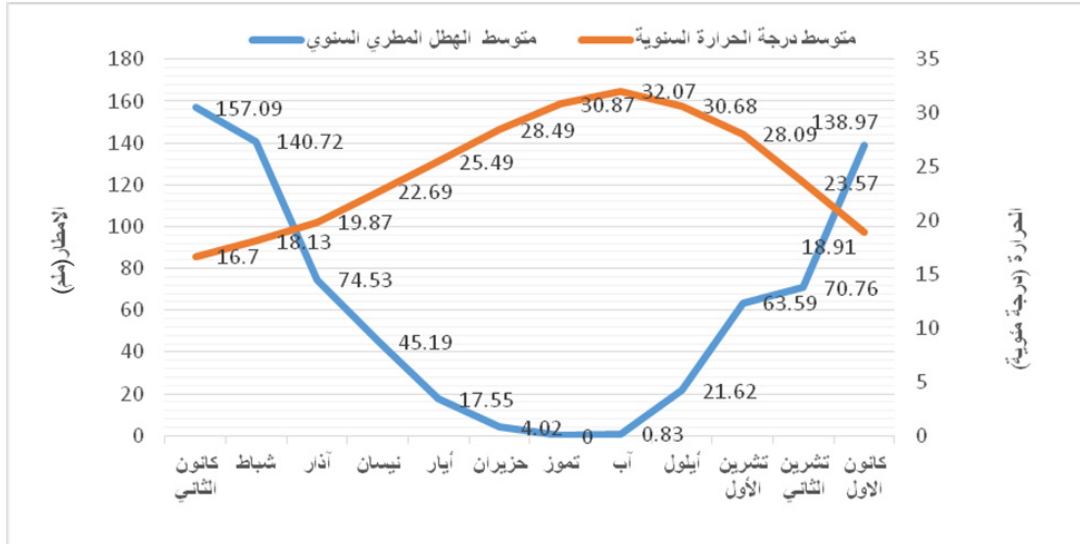
1 - منطقة الدراسة والأعمال الحقلية:

تقع منطقة الدراسة في المنطقة الساحلية، وتحديداً في محافظة اللاذقية (سورية)، وبالاعتماد على الخارطة الجيولوجية لمحافظة اللاذقية لعام (1999) بمقياس 1/50000 والصادرة عن المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، وبعد إجراء المسح الاستكشافي للمنطقة، وبناءً على كل من التغيرات الجيولوجية والتضاريسية والنبتية للمنطقة، تم وضع أكثر من 60 نقطة ملاحظة حقلية، وتحضير 30 مقطعاً، وتم اختيار خمسة مقاطع منها ممثلة للمنطقة (تم تمييزها على الخارطة عن بقية المقاطع) بهدف دراسة خواصها التشخيصية كافة من خلال مجموعة واسعة من التحاليل، ويظهر الشكل 1 توزع المقاطع على الخارطة الجيولوجية لمحافظة اللاذقية، إذ تشكلت المقاطع على مواد أصل متنوعة بين صخور رسوبية، وصخور ذات أصل اندفاعي في بعض الأماكن، وتحت غطاء نباتي غابي إبري الأوراق أو عريض الأوراق، وأحياناً مختلطاً في بعض المواقع، أو مزروع في مواقع أخرى، في ظل تضاريس معتدلة ومناخ متوسطي (نظام رطوبة التربة من النوع Xeric)، أما النظام الحراري للتربة فهو من النوع (Mesic)، ويبين الشكل 2 المتوسط السنوي للهطل ولدرجة الحرارة في الفترة الممتدة من 2007 إلى 2017 في منطقة الدراسة (الهيئة العامة للأرصاد الجوية، 2017).



الشكل 1. توزع المقاطع المختارة على الخارطة الجيولوجية لمحافظة اللاذقية (عجمان، 1999).

بعد تجهيز المقاطع المحددة، تم إجراء التوصيف الجغرافي للمقاطع من خلال تحديد إحداثيات كل مقطع وارتفاعه عن سطح البحر باستخدام جهاز GPS، وتحديد درجة الميل، واتجاهه باستخدام البوصلة الجيولوجية، بالإضافة إلى تحديد نوع الصخرة الأم، ونوع الغطاء النباتي، ثم الوصف الحقلية وفق الأسس المعتمدة عالمياً (FAO، 2006)، وجمعت العينات الترابية من آفاق كل مقطع بشكل منهجي، بالإضافة إلى أخذ عينة صخرية ممثلة للمادة الأم، لإجراء التحاليل المخبرية اللاحقة.



الشكل 2. المتوسط السنوي للهطول ودرجة الحرارة في منطقة الدراسة (2007 - 2017).

2 - العمل المخبري:

جهزت عينات التربة للتحليل عن طريق تجفيفها هوائياً وطحنها ونخلها على منخل قطر فتحاته 2 ملم، وتحديد وزنها الجاف تماماً، ثم نفذت مجموعة من التحاليل الفيزيائية والكيميائية على العينات المأخوذة وشملت، الآتي:

التحاليل الفيزيائية:

- قياس الرطوبة الهيجروسكوبية (Gardner، 1986)، وتقدير قوام التربة عن طريق التحليل الميكانيكي (FAO، 1974)، وتقدير الكثافة الحقيقية بطريقة البكنوميتر (Hartge و Blake، 1986)، وتقدير الكثافة الظاهرية بوساطة اسطوانة الكثافة الظاهرية حقلياً، ثم وزنها في المخبر.

التحاليل الكيميائية:

- قياس درجة pH، والناقلية الكهربائية في معلق (2.5:1) (Richard، 1954)، وتقدير محتوى العينات من الكربونات الكلية بطريقة المعايرة (Drouineau، 1942)، والسعة التبادلية الكاتيونية بالاستخلاص بخلات الصوديوم، ثم تقدير الصوديوم على جهاز اللهب (Rhoades و Polemio، 1977)، وتقدير الكالسيوم والمغنيزيوم المتبادلين في مستخلص خلات الصوديوم، ثم المعايرة بالفرسين (Richards، 1954)، وتقدير الصوديوم والبوتاسيوم بعد الاستخلاص بخلات الصوديوم، ثم التقدير على جهاز اللهب.

- تقدير المادة العضوية والكربون العضوي من خلال الأكسدة بديكرومات البوتاسيوم بوجود حمض الكبريت المركز، و المعايرة بسلفات الحديدوز بوجود دليل الفيروتين (Black و Walkely، 1934).

- تقدير النسبة المئوية لأكاسيد الحديد الحرة بطريقة Jackson و Mehra (1960).

- تحليل كيميائي عام لعينات التربة ككل ومواد الأصل على شكل أكاسيد ($K_2O \cdot Na_2O \cdot CaO \cdot MgO \cdot Fe_2O_3 \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$) كنسبة مئوية وزناً في مخابر الشركة العامة لصناعة الاسمنت ومواد البناء في طرطوس على جهاز الأشعة السينية المفلورة (x-ray fluorescence).

- التحليل المنرالوجي للتربة ككل ولمواد الأصل، وتم في مخابر المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية في دمشق على جهاز حيود الأشعة السينية (X-ray diffractometer) باستخدام برنامج PC-APD, Diffraction Software، إذ يتم طحن العينات بشكل ناعم جداً (بودرة)، ثم توضع العينات على شرائح معدنية مفرغة من الألمنيوم، ثم يتم القياس بوساطة جهاز XRD (تمت قراءة المنحنيات، وتحديد التركيب المعدني لكل أفق من قبل مخابر المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية).

النتائج والمناقشة

تشكلت ترب المقاطع المدروسة على صخور أم متنوعة وتحت أغطية نباتية مختلفة، بالإضافة إلى الاختلاف في درجة الميل والارتفاع، ويظهر الجدول 1 التوصيف الجغرافي للمقاطع التي تمت دراستها.

الجدول 1. التوصيف الجغرافي للمقاطع المدروسة.

رمز المقطع	الارتفاع (م)	درجة الميل (%)	الصخرة الأم	الغطاء النباتي
P6	81	35	بيرودوتيت	صنوبر، آس، أعشاب تحت غابية متنوعة
P21	102	10	صخر كلسي غضاري	أرض غير مزروعة، بلان، أعشاب متنوعة
P26	30	30	لحقيات نهريّة	حمضيات، نباتات عشبية
P30	120	مستوي	مارل غضاري	زيتون، أعشاب متنوعة
P9	50	30	صخر غضاري سلتّي	جربان، سماق، قريضة، نباتات شوكية

1 - الخصائص المورفولوجية:

أظهرت نتائج دراسة الخصائص المورفولوجية (الجدول 2)، أن المقاطع حديثة التكوين، وغير متطورة، وقليلة العمق بشكل عام، مع تفاوت في عمق المقاطع والذي ارتبط بعمق التوضعات الفيضية، وبدرجة الانحدار، والوضع التضاريسي، مع ضعف في تمايز الأفاق الرئيسية. أما الأفاق التشخيصية السطحية التي تم تحديدها؛ فهي: الأفق التشخيصي السطحي Ochric Epipedon في المقاطع p21، p9، p30، والأفق التشخيصي Mollic epipedon في المقطع p6، والأفق التشخيصي السطحي Anthropic Epipedon عند المقطع p23، بينما اقتصر وجود الأفاق التشخيصية تحت السطحية على الأفق Cambic عند المقطع p9. كانت الحدود متموجة وأحياناً مستوية، والانتقال تدريجي بين الأفاق بشكل عام، وكان النشاط الحيوي واضحاً في الأفاق السطحية مع تجمع للمواد العضوية على السطح، وأظهر الاختبار الحقلي للكربونات تفاعلاً ملموساً مع الحمض بحكم طبيعة مواد الأصل كلسية المنشأ، وذلك على خلاف المقطع P6 المتشكل على صخر ناري، الذي أظهر تفاعلاً ضعيفاً مع الحمض. تأثر لون التربة في المقاطع المدروسة بتركيبها المعدني، وتركيبها العضوي، ولاسيما في الأفاق السطحية، وتميز المقطع p9 عن بقية المقاطع بلون برتقالي باهت ناتج عن تحرر ضعيف لأكاسيد الحديد. كما وجدت كميات متفاوتة من الجذور، تركزت في الأفاق السطحية، وكان البناء حبيبياً في الأفاق السطحية، وكتلياً في الأفاق تحت السطحية.

الجدول 2. الخصائص المورفولوجية للمقاطع المدروسة.

المقطع	الأفاق	العمق (سم)	اللون	البناء	الجذور	التفاعل مع HCL	النشاط الحيوي	طبوغرافية الحدود والانتقال بين الأفاق	الأفاق التشخيصية
P6	A	0- 20	2.5Y3/3	حبيبي	غزيرة	منخفض	مرتفع	متموج، انتقال تدريجي	Mollic
	C	20- 45	2.5Y3/3	حبيبي	متوسطة	منخفض	متوسط	متموج، انتقال تدريجي	
	R	45- 100	-	-	-	منخفض	-	-	
P21	A	0- 10	10YR6/1	حبيبي	متوسطة	قوي	ضعيف	غير منظم، انتقال تدريجي	Ochric
	AC	10- 30	10YR6/2	كتلي	قليلة	قوي	ضعيف	مستوي، انتقال تدريجي	
	R	30- 60	-	-	-	-	-	-	

P26	A _p	0- 20	10YR2/1	حبيبي	غزيرة	متوسط	ضعيف	متموج، انتقال تدريجي	Anthropic
	C1	20- 45	10YR5/2	كتلي	قليلة	قوي	ضعيف	مستوي، انتقال حاد	
	C2	45- 60	10YR4/2	كتلي	قليلة	قوي	ضعيف	مستوي، انتقال حاد	
	C3	60- 100	10YR3/1	كتلي	لا يوجد	متوسط	ضعيف	-	
P30	A _p	0- 20	10YR4/1	كتلي	قليلة	قوي	ضعيف	مستوي، انتقال تدريجي	Ochric
	C	20- 85	10YR4/1	كتلي	لا يوجد	متوسط	ضعيف	-	
P9	A1	0- 10	10YR6/3	حبيبي	قليلة	قوي جداً	متوسط	متموج، انتقال تدريجي	Ochric
	B	10- 55	10YR6/3	كتلي	قليلة	قوي جداً	متوسط	مستوي، انتقال تدريجي	Cambic
	BC	55- 80	10YR7/3	كتلي	قليلة	قوي جدا	متوسط	متموج، انتقال تدريجي	
	C1	80- 90	10YR6/2	كتلي	قليلة	قوي جدا	متوسط	متموج، انتقال تدريجي	
	C2	90- 110	10YR7/2	كتلي	قليلة	قوي جدا	لا يوجد	-	

2 - الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

من خلال دراسة نتائج الخصائص الفيزيائية والكيميائية (الجدول 3)، يستنتج الآتي:

احتوت المقاطع المتشكلة على مواد أصل كلسية على نسب مرتفعة نسبياً من الكربونات، بينما انخفضت نسب الكربونات في أفاق المقطع p6، وهو المقطع المتشكل على صخور فيرومغنيزيومية، لا يدخل في تركيبها إلا نسبة بسيطة من البلاجيوكلاز (الكلسي)، والتي من المفترض أن تكون تربتها خالية من الكربونات، وغالباً تعزى النسب الموجودة إلى كونها منقولة من المناطق المجاورة، أو قد تكون عبارة عن كربونات المغنيزيوم.

أما ضمن أفاق المقطع الواحد، فقد انخفضت نسبة الكربونات في الأفاق السطحية، إذ تسهم المادة العضوية، بالإضافة إلى النشاط الحيوي، الذي يعمل على زيادة ضغط CO₂، وخفض درجة pH في ذوبان كربونات الكالسيوم. وتوزعت النسب بشكل غير منتظم ضمن الأفاق، كما هو الحال في الترب حديثة التكوين.

بالمقابل توزعت المادة العضوية بشكل طبيعي، إذ تجمعت في الأفاق السطحية وتناقصت بالإتجاه نحو الأسفل، وبنسب مختلفة بين المقاطع، وارتبط ذلك بوفرة الغطاء النباتي، وغنى الترب بكربونات الكالسيوم التي تساعد في الحفاظ على المادة العضوية وتراكمها في الأفق السطحي، إذ تشكل معها هيومات الكالسيوم، التي تسهم في تكوين بناء حبيبي مسامي، وتكون ذات خواص جيدة (Lyunch، 1996)، في حين تميز المقطع p26 بتوزيع غير منتظم للمادة العضوية، فمع انخفاض نسبتها بالإتجاه نحو الأسفل عادت للارتفاع في الأفق C3، وهذا من أهم ما يميز الترب النهرية من الناحية التصنيفية، وهو التوزيع غير المنتظم للكربون العضوي، نتيجة لحدوث ترسبات فيضية تغطي الترسبات السطحية التي قد تحتوي على نسب أعلى من المادة العضوية (Soil survey staff، 2015).

تباينت نسب الطين في أفاق المقاطع، وكانت مرتبطة بالوضع التضاريسي، والتركيب المعدني، بالإضافة إلى تأثير البعد أو القرب من المجرى المائي. أما ضمن أفاق المقطع الواحد فقد توزع الطين بشكل شبه ثابت مع العمق وبنسب مرتفعة، مع الإشارة إلى أن المحتوى المرتفع للطين هو أحد العوامل التي تؤخر نضج التربة. وبلغت أقصى نسبة للطين في الأفق B من المقطع (70.95%) p9، ويمكن عد هذا الطين غير منقول، وإنما متشكل في مكانه (in situ) بفعل نشاط عمليات التجوية في المنتصف، وذلك لأن التذبذب في الحرارة والرطوبة يكون في أدنى حالاته (Barshard، 1988)، إذ أنه لكي تحصل حركة الطين في التربة لا بد من نشاط بعض العمليات البيوجينية والتي تعرف بالعمليات التمهيديّة (Initial Processes)، المتمثلة بعمليات إزالة المواد المعيقة لتشتت الطين والمتمثلة بعمليات إزالة التملح (Desalinization)، وإزالة الجبس (Degypsification)، وإزالة الكلس (Decalcification)، وهذه العمليات تتطلب توفر كمية كافية من المحتوى الرطوبي اللازم لنشاط تلك العمليات (المشهداني، 1994) في الوقت الذي استمر فيه وجود الكربونات وبنسب مرتفعة ومتباينة من ناحية التوزيع ضمن الأفاق، بالإضافة إلى أن تشكل الأفق الطيني يحتاج إلى فترة زمنية طويلة، ولا يتشكل في الترب حديثة التكوين، وبالتالي الأفق لا يحقق متطلبات الأفق التشخيصي تحت السطحي (Argillic)، وإنما يمكن عده Cambic horizon، ويمكن من خلال الدراسة الميكرومورفولوجية التأكيد على نوعية الأفق. أما نسب الطين في أفاق المقطع P26 فكانت متباينة نتيجة ارتباط تركيب الأفاق بتركيب الرسوبيات المنقولة.

الجدول 3. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمقاطع المدروسة.

P6	الافق	الرطوبة الهجروسكوبية (%)	الكثافة الظاهرية g / cm ³	الكثافة الحقيقية g / cm ³	طين (%)	سنت (%)	رمل (%)	قوام التربة	PH	EC (مليموز / سم)	OM (%)	كربونات كلية (%)	CEC	Ca	Mg	Na	K
P6	A(0-20)	5.7	1.02	2.1	41.86	15.85	42.29	طيني	7.9	0.1	7.4	11.46	56.1	36	17.2	0.8	1.3
	AC(20-45)	6.3	1.43	2.5	36.8	10.64	52.56	رسمي طيني	7.7	0.06	2.61	13.7	66.2	46.8	16	0.3	1.1
	R(45-100)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.93	-	-	-	-
p21	A(0-10)	6.53	1.23	2.41	65.42	26.64	7.94	طيني	8	0.3	3.34	78.46	49.52	37.6	9.2	0.9	1.1
	AC(10-30)	6.33	1.43	2.5	65.31	21.28	13.41	طيني	7.9	0.1	1.05	61.47	43.05	29.2	8.7	0.8	0.7
	R(30-60)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	-	-	-
p26	Ap(0-20)	9.05	1.63	2.59	66.95	16.36	16.69	طيني	8	0.1	1.53	44.09	48.5	36.7	8.12	0.2	1.6
	C1(20-45)	7.93	-	2.63	55.47	21.59	22.94	طيني	8.1	0.1	0.72	70.7	37.9	30	4	0.2	1.2
	C2(45-60)	8.5	-	2.64	62.9	11.1	26	طيني	8	0.1	0.87	56.16	39	33	3	1.5	1.4
	C3(60-100)	9.53	-	2.67	71.2	20.1	8.7	طيني	8	0.1	1.45	63.13	40.2	34	4	0.4	1.4
p30	Ap(0-20)	8.85	-	2.73	69.56	15.25	15.19	طيني	7.7	0.5	1.54	66.77	42.6	33.2	4.6	1.6	2
	C(20-85)	9.45	-	2.79	67.76	5.47	26.77	طيني	8	0.6	0.95	50.63	46	36	5.2	1.8	2.1
	A(0-10)	6.04	1.28	2.53	66.7	26.51	6.79	طيني	7.8	0.09	3.19	50.99	40.4	30	5.7	1.1	2.1
p9	B(10-55)	6.41	1.32	2.54	70.95	17.82	11.23	طيني	8	0.09	1.33	57.32	33.4	22.4	6.4	1.5	1.1
	BC(55-80)	5.95	1.32	2.58	65.6	21.2	13.2	طيني	8	0.12	1.04	53.92	22.6	13	6	2.1	1.3
	C1(80-90)	5.3	1.35	2.58	65.19	22.64	12.17	طيني	7.9	0.12	0.9	46.87	22.6	12.56	5.11	1.9	1.3
C2(90-110)	5.76	1.36	2.59	65.7	22.3	12	طيني	8	0.09	0.5	60.07	26	15	6.4	1.3	1.1	

3 - دراسة التركيب المعدني الكلي للتربة ولمواد الأصل:

لدراسة التركيب المعدني لآفاق المقاطع المدروسة ومواد الأصل تم تحليل التركيب المعدني الكلي للتربة . بينت النتائج سيادة معدن الكالسيت، يليه الكوارتز، في المقاطع p21 و p26 المشكلة على مادة أصل كلسية والتي شكلت النسبة العظمى من التركيب المعدني لهذه المقاطع، بالإضافة إلى بعض معادن الطين كالونيمورونيونيت والكاولينيت والإليت، ويمكن أن يعزى اللون الأسود في الأفق الأول من المقطع p26 إلى تشكيل معقدات طينية دبالية خاصة بين المادة العضوية وطين المونتمورونيونيت، والذي ظهر في نتائج تحليل التركيب المعدني لهذا المقطع، والتي ربما أتت مع الرواسب المنقولة.

يعد الكالسيت المكون الرئيس للصخور الكلسية، ويسود في ترب المناطق ذات المناخات الجافة، ولا تخلو من وجوده إلا المناطق ذات الهطولات المطرية المرتفعة (Dixon، 1987)، أما معدن الكوارتز فيوجد في جميع الترب كونه معدناً مقاوماً للتجوية، وتتوقف نسبته على درجة نقاوة الصخر الكلسي (Ferreira وزملاؤه، 2016)، ويمكن أن يُضاف إلى التربة بواسطة عمليات الإنجراف والترسيب في بعض الأحيان (Singer، 1978)، أما معدن الإليت، وهو من معادن الميكا، فمعظمه موروث من المادة الأم، أما تشكل المونتمورونيونيت فيعتمد على توفر أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم مع pH قاعدي للوسط، وامتداد بالسيليس والألمنيوم (Allen و Fanning، 1983).

أظهرت النتائج أن أغلب المعادن المكونة للترب ومواد الأصل النارية، والمثلة بالمقطع (p6) هي معادن أولية، وتأتي هذه المعادن في المرتبة الثانية بعد الأولفين من ناحية التجوية وفق سلسلة بوين. وهذا يدل على ضعف عمليات التجوية وحدثة المقطع، وتقسم المعادن الموجودة إلى قسمين:
- معادن أولية (Non Ferromagnesian):

مثل الليوسيت (Leucite) وهو فلدسبات بوتاسي (ويوجد في الأفق الأول والثاني من المقطع (P6)، وهو فلدسبار بوتاسي، ويعتقد أنه منقول وليس موروث من الصخرة الأم (البيرودوتيت)، والتي لا تحتوي في تركيبها على فلدسبار بوتاسي، وإنما يتكون من نسب متقاربة من معدني الأولفين والبيروكسين (Wyllie، 1970).

- معادن أولية فيرومغنيزية (Ferromagnesian):

مثل معادن البيروكسين (Diopside Augite, Enstatite)، وباستمرار وجودها على امتداد الآفاق، وباعتبارها من المعادن سهلة التجوية وفق سلسلة بوين، فيمكن القول أن المقاطع لم تتعرض لعمليات تجوية واضحة.

بالإضافة إلى المعادن الأولية وجدت بعض المعادن الثانوية مثل: Kaolinite و Philipsite، وباعتبار أن الظروف غير ملائمة لتشكيل الكاولينيت الذي يتطلب تكوينه حصول تجوية شديدة، يمكن القول أنه منقول أو قد يكون تشكل في ظروف سابقة كانت مناسبة لتشكيله، في حين يمكن عد المعدن الطيني Philipsite من النواتج الثانوية لتجوية الصخرة الأم، إذ يلاحظ وجوده في الأفق C وعلى امتداد الآفاق، مع ملاحظة غياب معدن الكالسيت في آفاق المقطع P6، بحكم طبيعة مادة الأصل.

بشكل عام، كانت عمليات تحول وتجوية المعادن في حدها الأدنى، وارتبط ذلك بتركيب مادة الأصل، والشروط المناخية المرافقة لعملية التجوية. ويظهر الجدول 4 نتائج دراسة التركيب المعدني لآفاق المقاطع المدروسة.

الجدول 4. التركيب المعدني لآفاق المقاطع المدروسة.

المقطع	الأفق	التركيب المعدني
p6	A	Leucite > Kaolinit > Philipsite.
	C	Kaolinite > Philipsite > Leucite > Augite
	R	Quartz > Philipsite > Diopside > Augite
p21	A	Calcite > Quartz > Saponite > Montmorillonite
	AC	Calcite > Quartz > Saponite > Illite > Montmorillonite
	R	Calcite > Saponite > Philipsite > Montmorillonite
p26	A _p	Calcite > Kaolinite > Philipsite > Montmorillonite.
	C1	Calcite > Quartz > Leucite > Montmorillonite
	C2	Calcite > Quartz > Leucite > Augite
	C3	Calcite > Leucite > Enstatite > Saponite
p30	A _p	Calcite > Saponite > Leucite > Illite
	C	Calcite > Saponite > Leucite > Montmorillonite
p9	A	Calcite > Quartz > Enstatite > Montmorillonite
	B	Calcite > Kaolinite > Philipsite > Enstatite.
	BC	Calcite > Enstatite > Leucite > Illite
	C1	Calcite > Philipsite > perillite > Illite.
	C2	Calcite > Enstatite > Leucite > Illite

4 - التحليل الكيميائي العام للتربة ومواد الأصل على شكل أكاسيد:

أظهرت نتائج التحليل الكيميائي العام (الجدول 5) ، الآتي:

تقاربت نسب معظم الأكاسيد في آفاق المقطعين p6 و P30، وتوزعت بشكل شبه متجانس، بينما كان هناك اختلاف في نسبة الأكاسيد بين آفاق المقطع p21. إن التباين في محتوى التربة ومادة الأصل الصخرية من الأكاسيد يعكس درجة التجوية التي تعرضت لها مادة الأصل (المكي، 2016)، أما الاختلاف في نسب الأكاسيد ضمن آفاق المقطع p26 فهو يعود إلى اختلاف تركيب الرسوبيات المنقولة. وتميز الأفق C2 من المقطع P9 بارتفاع نسب كل من أكسيد الألمنيوم وأكسيد السيلكون، مما يخلق الظروف الملائمة لتشكيل معادن الطين في حال توفر أيونات الكالسيوم والمغنزيوم. وارتفعت نسبة SiO₂ في آفاق المقاطع المتشكلة على مواد رسوبية منقولة كما في الترب النهرية Fluvents، وارتبطت نسبتها بتركيب المواد المنقولة، وأثرت مواد الأصل على قيم وتوزع الأكاسيد، إذ كانت القيم الأعلى لأكسيد الحديد الكلي، وأكسيد المغنزيوم في المقطع p6 المتشكل على الصخور النارية فوق القاعدة الغنية بالمعادن الحديدية المغنيزية (فيرومغنيزية)، وتعد الصخور المكونة للتربة والحاملة للحديد في تركيبها والمصدر الرئيس للحديد في التربة (Zonn، 1982)، وهي من الصخور التي تكون فيها نسبة SiO₂ أقل من 45%.

إن غنى الآفاق السفلية بأكاسيد الحديد بشكل عام دليل على اشتراكها بالانتقال مع الطين خلال عمليات النقل والترسيب Eluvial، Illuvial (Maniyunda، 2015)، وهذا ما لم تتم ملاحظته في حالة المقاطع المدروسة، مما يدل على انخفاض في معدل التجوية وضعف في عمليات الغسل. ارتفعت نسبة أكسيد الكالسيوم CaO، وازدادت مع الاقتراب من مادة الأصل الكلسية، وتشابه التوزع العمودي لأكسيد الكالسيوم تقريباً مع توزع الكربونات، إذ ازدادت نسبة CaO بالاتجاه نحو الأسفل في المقاطع التي حصل فيها انغسال جزئي للكربونات، وارتفعت نسبتها في الآفاق التي حصل فيها تراكم للكربونات. بينما انخفضت النسبة في المقطع (P6) المتشكل على مادة أصل غير كلسية.

بالنتيجة يمكن القول أنه لم يكن هناك فروق واضحة بين آفاق القطاع الواحد من حيث محتواها من الأكاسيد، وإن هذه الفروق إن وجدت فما هي إلا انعكاس لعدم تجانس مادة الأصل والتداخل الحاصل بين مواد أصل مختلفة، وهذا من ميزات الترب حديثة التكوين.

الجدول 5. التحليل العنصري الكامل على شكل أكاسيد (%).

لمقاطع	الآفاق	CaO	MgO	AL ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	SO3	Na ₂ O	k ₂ O
P6	A	7.67	9.57	14.36	11.51	47.02	0	2.86	0.26
	C	6.42	9.66	14.21	11.61	47.16	0	2.76	0.3
	R	7.8	8.7	15.46	10.63	48.25	0	0.59	1.78
P21	A	45.94	3.59	9.79	3.9	40.98	0	0.33	0.51
	AC	35.28	1.25	4.5	2.86	24.83	0	0.17	0.31
	R	46.65	0.85	2.12	1.16	12.97	0	0.07	0.16
p26	A _p	24.69	4.72	11.61	5.79	46.15	0	0.36	0.4
	C1	40.59	3.85	9.93	4.24	42.83	0	0.32	0.39
	C2	31.45	4.8	11.01	5.04	43.97	0	0.36	0.55
	C3	35.35	4.18	10.38	4.68	43.29	0	0.33	0.48
P30	A	26.79	2.96	6.73	3.98	30.78	0.4	0.23	0.35
	C	27.65	2.77	6.53	3.77	30.51	0.04	0.25	0.37
p9	A	27.6	2.54	9.01	5.12	26.26	0	0.24	0.67
	B	31.39	2.23	8.64	4.11	24.57	0	0.23	0.7
	BC	29.37	2.45	8.88	4.33	24.8	0	0.23	0.78
	C1	24.89	2.82	10.99	5.66	29.39	0	0.21	0.84
	C2	30.97	2.24	8.15	4.18	23.19	0	0.21	0.71

5 - النسب الجزئية ومؤشرات التجوية:

تم حساب النسب الجزئية ومؤشرات التجوية، وفيما يأتي بعض مؤشرات التجوية التي تم استخدامها :

$R = SiO_2 / Al_2O_3$	(Ruxton, 1968)
$WEP = 100 [(2.Na_2O/0.35)+(MgO/0.9)+(2.K_2O/0.25)+(CaO/0.7)]$	(Parker, 1970)
$CIA = Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O) 100$	(Nesbitt and Markovics, 1997)
$CIW = Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O) 100$	(Harnois, 1988)

تزداد قيمة بعض هذه الدلائل مع زيادة التجوية، إذ تصل إلى القيمة 100 عند الترب المجاوة بشدة، كما في المؤشر CIA الذي يقيس مدى تحول الفلدسبات إلى طين كالكولينيت، والمؤشر CIW (الدليل الكيميائي للتجوية)، بينما تكون القيمة المثالية للتجوية عند بعضها تساوي صفراً، كما في دليل باركر (WIP Parker, 1970)، ويستنتج من خلال النتائج التي تم الحصول عليها (الجدول 6) الآتي:

تقاربت النسب الجزئية لكل من SiO_2/Al_2O_3 ، SiO_2/Fe_2O_3 ، SiO_2/R_2O_3 ، وكانت شبه متساوية ضمن آفاق المقطع الواحد، وهذا يدل على حداثة المقاطع (Markewich وزملاؤه، 1987).

ويمكن الاستدلال من خلال المدى الواسع للنسبة بين SiO_2/Al_2O_3 إلى مستوى تجوية منخفض لترب المقاطع المدروسة، إذ أنه ومع تقدم التجوية تنخفض نسبة Ruxton (Nakanga و Akpan، 2016)، وهذا دليل على أن الترب حديثة التكوين (غير متطورة)، فكلما صغرت هذه النسبة، أي كلما اقتربت من الواحد، كما في أراضي Oxisols كانت التربة شديدة التطور (Burt وزملاؤه، 2003)، إذ إنه مع زيادة الأمطار والحرارة تقل كل من نسبة السيلكا إلى الألومينا، والسيلكا مقارنة بالأكاسيد السداسية.

ارتفعت النسبة الجزئية MgO/CaO بين آفاق المقاطع عموماً، في حين أن انخفاض هذه القيمة عن (1) في كل آفاق المقطع (P6) يدل على سيادة المغنيزيوم على الكالسيوم داخل الشبائك البلورية للمعادن المكونة لترب هذه المقاطع (كريم وعباس، 2012).

ارتفعت قيمة دليل باركر WEP في جميع المقاطع، وهذا يتوافق مع المقاطع حديثة التكوين، بالنسبة للمؤشرين CIA و CIW، وهي من المؤشرات التي تزداد نسبتها مع زيادة التجوية، وتدل قيمتها على أن ترب المقاطع غير متطورة، وحديثة التكوين (Nesbitt و young، 1982).

الجدول 6. النسب الجزئية ومؤشرات التجوية في المقاطع المدروسة.

المقاطع	الآفاق	SiO_2 / R_2O_3	SiO_2 / Fe_2O_3	SiO_2 / Al_2O_3	CaO / MgO	CIW	CIA	WEP
P6	A	3.68	10.89	5.57	0.57	43.47	43.1	74.72
	C	3.71	10.83	5.64	0.47	46.68	46.18	71.2
	R	3.69	12.1	5.31	0.64	50.46	47.47	64.65
P21	A	5.67	28.02	7.12	9.14	10.41	10.35	134.55
	AC	6.68	23.15	9.38	20.16	6.52	6.49	97.68
	R	7.71	29.82	10.4	39.2	2.43	2.43	123.37
P26	A	5.13	21.26	6.76	3.74	20.31	20.15	82.82
	C1	5.76	26.94	7.33	7.53	11.77	11.71	120.51
	C2	5.26	23.26	6.79	4.68	15.98	15.85	101.56
	C3	5.51	24.67	7.09	6.04	13.78	13.69	108.92
P30	A	5.65	20.62	7.78	6.46	12.04	11.96	81.66
	C	5.81	21.58	7.94	7.13	11.4	11.32	83.68
P9	A	3.03	7.77	4.95	7.76	15.10	14.92	85.38
	B	3.71	15.94	4.83	10.05	13.05	12.90	94.35
	BC	3.62	15.27	4.75	8.56	14.15	13.96	90.49
	C1	3.42	13.85	4.55	6.30	19.39	19.09	80.41
	C2	3.65	14.79	4.84	9.88	12.56	12.41	93.21

$$R_2O_3 = Fe_2O_3 + Al_2O_3$$

6 - أكاسيد الحديد غير السيلكاتية (الحرّة).

أظهرت نتائج تقدير أكاسيد الحديد الحرّة بطريقة Mehra و Jackson (1960) (الجدول 7)، الآتي:
كانت النسب منخفضة بشكل عام في أفاق المقاطع p3، p26، p21 المتشكلة على مادة أصل كلسية مع ملاحظة تحرر ضعيف لأكاسيد الحديد في المقطع p9، بينما ارتفعت النسبة في أفاق المقطع p6 المتشكل على صخور فيرومغنيزيومية، نتيجة وجود نسب مرتفعة نسبياً من أكاسيد الحديد الأولية في هذه الصخور، وعموماً يدل الانخفاض في محتوى الترب من أكاسيد الحديد الحرّة إلى حداثة الترب وضعف العمليات المنشئية في ترب هذه المقاطع.
بشكل عام تعد مركبات الحديد الحرّة ذات قدرة على الهجرة ضمن أفاق التربة، وبالتالي تسهم في تطور مقطع التربة وتمايز أفاقه، بينما يصنف حديد السيلكات على أنه غير نشط لأن هجرته في مقطع التربة محدودة للغاية (وهو احتياطي محتمل من الحديد الحر)، (Sheudghen وزملاؤه، 2015)، مع الإشارة إلى أنه ليس هناك ارتباط بين لون التربة الأحمر والمحتوى الكلي من الحديد لا في كتلة التربة، ولا في الطين، إنما أشكاله الحرّة هي التي تعطي اللون الأحمر (Jokova و Shishkov، 2018)

الجدول 7. النسبة المئوية لأكاسيد الحديد السيلكاتية وغير السيلكاتية في أفاق المقاطع المدروسة.

المقاطع	الأفاق	أكاسيد الحديد الكلية (%)	أكاسيد الحديد غير السيلكاتية (الحرّة) (%)	أكاسيد الحديد السيلكاتية (%)
P6	A	11.51	1.95	9.56
	C	11.61	1.91	9.70
	R	10.63	-	-
P21	A	3.90	0.35	3.55
	AC	2.86	0.17	2.89
	R	1.16	-	-
P26	A _p	5.79	0.18	5.61
	C1	4.24	0.12	4.12
	C2	5.04	0.2	4.84
	C3	4.68	0.12	4.56
P30	A _p	3.98	0.17	3.31
	C	3.77	0.11	3.66
P9	A	5.12	1.38	3.79
	B	4.11	1.37	2.74
	BC	4.33	1.39	2.94
	C1	5.66	1.37	4.29
	C2	4.18	1.13	3.05

7 - تصنيف ترب المقاطع الممثلة لمنطقة الدراسة:

بالاستناد إلى نتائج الدراسة المورفولوجية، ونتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية، والتركيب المعدني، ونتائج التحليل الكيميائي، والدراسة المجهرية للصخرة الأم، تم تصنيف المقاطع الممثلة للمنطقة وفقاً للمعايير التي يحددها نظام تصنيف التربة الأمريكي soil (survy staff، 2015) (الجدول 8)، إلى مستوى تحت المجموعة، كالآتي:

الجدول 8. تصنيف الترب في منطقة الدراسة.

المقطع	Order	Suborder	Great group	Subgroup
P6	Mollisols	Xerolls	Haploxerolls	Typic Haploxerolls
P21	Entisols	Orthents	Xerorthents	Lithic xerorthents
P26	Entisols	Fluvents	Xerofluvents	Mollic Xerofluvents
P30	Vertisols	Xererts	Haploxererts	Typic Haploxererts
P9	Inceptisols	Xerepts	Haploxerepts	Typic Haploxerepts

الاستنتاجات

تميزت المقاطع المدروسة بمستوى منخفض من العمليات المنشئية (Pedogenetic)، وكانت عمليات تكوين التربة السائدة هي عمليات عامة، كإضافة المواد العضوية وتحللها.

النماذج النشوئية لمواد الأصل متبقية من النوع Eluvial، باستثناء المقطع p26 المتشكل من مواد أصل منقولة (رسوبيات نهريّة). لعب التركيب المعدني للصخر، بالإضافة إلى الظروف المناخية السائدة في بيئة التجوية دوراً مهماً في كمية ونوعية نواتج التجوية. من خلال دراسة التركيب الكيميائي العام على شكل أكاسيد، أظهرت النتائج عدم وجود اختلاف ملموس بين أفاق المقطع الواحد من حيث محتواها من الأكاسيد، وغياب أي نشاط لعملية هجرة، أو عملية تكوين تربة تشخيصية.

أظهر التركيب المعدني استمرار وجود معظم المعادن المكونة للصخرة الأم على امتداد الأفاق، ومنه يستنتج أن عمليات التجوية الكيميائية للمعادن الأولية مازالت في مراحلها الأولى.

أثرت مواد الأصل في نسب أكاسيد الحديد الكلية وأكاسيد الحديد الحرة، وكانت القيم الأعلى في الترب المتشكلة على الصخر الأم الغنية بالمعادن الحديدية المغنيزية (البيرودوتيت).

المراجع

- الهيئة العامة للاستشعار عن بعد وجامعة دمشق. 1991. دراسة أراضي وغابات المنطقة الساحلية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، جامعة دمشق. 183 صفحة.

- الصديق، محمد عبد الله، أحمد نعناع. 1995. حصر وتصنيف الأراضي، جامعة حلب، كلية الزراعة، عدد الصفحات: 255.

- المشهداني، أحمد صالح. 1994. مسح وتصنيف الترب، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، العراق.

- المكي، محمود. 2016. تجوية مادة الأصل وخصائص قطاعات ترب الرندزينا بمنطقة الجبل الاخضر - ليبيا، المجلة الاردنية في العلوم الزراعية، (3): 881-889.

- رقية، عادل. 2012. دراسة الغطاء البيدولوجي في المنطقة الساحلية السورية، مجلة جامعة تشرين للعلوم البيولوجية، 342: 43-54.

- زين العابدين، أحمد ناجي. 1978. اساسيات علم الاراضي. منشورات جامعة حلب. 250-270.

- عجميان، جاك. 1999. اللخارطة الجيولوجية لمحافظة اللاذقية مقياس 1/50000. المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، دمشق.

- غانم، سمر. 2019. دراسة الخواص التشخيصية للغطاء البيدولوجي لمنطقة شمال شرق مدينة اللاذقية والمساهمة في تصنيفه. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة تشرين. 228 صفحة.

- كريم، هاشم حنين، وقيس حسين عباس. 2012. التحليل العنصري الكامل لترب غابات شمال العراق تحت أنواع مختلفة من الأشجار، مجلة جامعة كربلاء العلمية.

- Akpan, U. S., and N.A. Nakanga. 2016. Elemental Composition and Weathering Indices of Selected Wetland Soils of Akwa Ibom State, Nigeria, International Journal of Innovative Agriculture and Biology Research. 4(1):26-39.

- Allen, B.L and D.S Fanning. 1983. composition and soil genesis. In pedogenesis and soil taxonomy, 1. concepts and interaction, Ed. L.P. wilding, N.E. smeck, and G.F. Hall, Elsevier, Amsterdam: 141- 192

- Barchard, I. 1988. chemistry of soil development in F, E Bear Ed, chemistry of soil reinhold, New york, 1988: 1- 70.

- Bera, R.; A. Sea; M. Bananerjee; and A.K. Dolui. 2005. Nature and profile distribution of iron and aluminum in relation to pedogenic processes in some soils developed under tropical environment in India. Environmental Geology. 47:241-245.

- Blake, G.R., and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods. 2nd Ed. (Ed. Klute A.). American Society of Agronomy, Inc, and Soil Science Society of America, Madison, Wis : 363376-.

- Braun, J. J.; M. Descloitres, J. Riotte; S. Fleury; L. Barbiéro; J. Boeglin; A. Violette ; E. Lacarce, L. Ruiz, M. Sekhar, M. S. Mohan, M. M. Kumar, S. Subramanian, and B. Dupré. 2009. Regolith Mass Balance Inferred From Combined Mineralogical, Geochemical And Geophysical Studies: Mule Hole Gneissic Watershed, South India. Geochemical et Cosmochimica Acta., 73(4): 935- 961.

- Burt, R., M. A. Wilson. M. D, Mays and C. W. Lee. 2003. Major and Trace Elements of Selected Pedons in the Usa. *Journal of Environment Quality*, 32: 2109–2121.
- Chittleborough. 1991. Indices Of Weathering For Soils And Paleosols Formed On Silicate Rocks. *Australian Journal of Earth Sciences*. 38(1): 115- 120.
- Delvaux, B., A. S. Herbillon and L.Vielvoye .1989. Characterization Of A Weathering Sequence Of Soils Derived From Volcanic Ash In Cameron. *Taxonomic, Mineralogical and Impacts On Society Agronomic Implications. Geoderma.*, 45: 375- 388.
- Dixon, J.B and S.B.Weed.1989. *Minerals In Soil Environments*, 2^{Ed} Soil Sci.Soc.Am.Madison.Wisconsin. Usa: 379- 438.
- Driese, S. G., L. C. Nordt, W. C. Lynn, C. A. Stiles, C.I. Mora and L. P. Wilding .2005.Distinguishing Climate in the Soil Record Using Chemical Trends in a Vertisol Climosequence from the Texas Coast Prairie, And Application To Interpreting Paleozoic Paleosols In The Appalachian Basin, Usa. *J. Sediment. Res.*, 75(3): 339- 349.
- Drouineau, G .1942.Dosage Rapid Du Calcire Actif Du Sol. *Nouvelles Donnies Sur La Reportation De La Nature Des Fraction Calcaires. Ann. Agron*, 12:441- 450.
- Ferreira, E. P., L. H. C. D. Anjos, M. G Pereira, G. S. Valladares, R .Cipriano-Silva and A. C. D. Azevedo .2016. Genesis and Classification Of Soils Containing Carbonate On The Apodi Plateau, Brazil. *Revista Brasileira De Ciência Do Solo*, 40.
- Ilaiwi, M. 1983.Contribution to the Knowledge of the Soils of Syria. Ph. D. Thesis,State Univ. Of Ghent,Belgium. 259 P.
- FAO. 1974.The Euphrates Pilot Irrigation Project. *Methods of Soil Analysis, Gadeb Soil Laboratory (A Laboratory Manual)*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO. 2006. *Guidelines for Soil Description* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 97p.
- Gardner, W.H. 1986.Water Content. In: *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical And Mineralogical Methods* (Ed. A. Klute).
- Goldsmith, S. T; A. E. Carey, W.B. Lyons and D.M. Hicks. 2008. Geochemical Fluxes And Weathering Of Volcanic Terrains On High Standing Islands: Taranaki And Manawatuwanganui Regions Of New Zealand. *Geochemical Et Cosmochimica Acta.*, 72(9):2248- 2267.
- Jackson, M.L. 1964. *Chemical Composition Of Soils In F.E Bear(Ed) Chemistry Of The Soils*. Reinhold Publishing Corp. New York:71- 141.
- Lyunch, F.R. 1996. *Factors, Determing Processes of Humus Formation*, London..
- Markewich, W; M. J. Pavich, R. G. Johnson, and V.M. Gonzalez .1987. A Guide For Using Soil And Weathering Profile Data In Ch Ronosequence Studies of The Coastal Plain Of The Eastern United States. *U.S. Geological Survey Bulletin* 1589- P. 39
- Maniyunda, L. M., B.A. Raji, A.C. Odunze and W.B. Malgwi.2015. Forms and Content of Sesquioxides in Soils on Basement Complexes of Northern Guinea Savanna of Nigeria. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 6(6) :148- 157.
- Mehra, O. P and M. L Jackson. 1960 .Iron Oxide Removal from Soils and Clays by a Dithionite–Citrate System Buffered with Sodium Bicarbonate. In: *Clays and Clay Minerals*.7:317- 327.
- Muir,A.1951.notes on the soils of Syria.*Journal of soils.sci.vol2*: 163 -187.
- Nesbitt, H.W and G. M.Young.1982. Early Proterozoic Climates And Plate Motions Inferred From Major Element Chemistry Of Lutites. *Nature*, 299: 715 -717.
- Rhoades, J. D and M. Polemio. 1977. Determining Cation Exchange Capacity: Anew Procedure For Calcareous And Gypsiferous Soils. *Soil Sci. Soc. , Am. J.* 41: 524 - 300
- Richards. L.A. 1954. "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkalie Soils." U.S.D.A. Agr. Hb. No.60

- Rukia, A. 1991. Diagnostic Properties and Classification of Cinnamonic Soil Ed.T.C.X.A.Moscow.Thes.Doc. Phd. 220 P.
- Sheudghen, A. H., T. N. Bondareva, O. A. Gutorova, N. S Galai, I. A. Lebedovskiy, M. A Osipov and S. V. Yesipenko. 2015. Content And State Of Iron In West Leached Chernozemic Soils of Western Ciscaucasia Under Conditions Of Agrogenesis. Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University.
- Shishkov, T and M. Jokova. 2018. Characteristics Of Soils From The Plateau Of Kamen Briag And The Fault-Block Terrace Of The Reserve "Yailata". Bulgarian Journal of Agricultural Science.24 (4): 581–585.
- Sieffermann; G. 1973. Les Sols De Quelques Regions Volcaniques Du Cameroun: Variations Pe ´Dologiques ET Mine ´Ralogiques Du Milieu E ´Quatorial Au Milieu Tropical. Me ´M. Orstom, Paris, 66.
- Singer, A. 1978.The Nature of Basalt Weathering In Italia. Soil Sei. 125:217- 225.
- Singh, P. 2009. Major, Trace And Ree Geochemistry Of The Ganga river sediments: influence of provenance and sedimentary processes. Chemical geology. 266(3-4):251 -264.
- Singh. S. K and S.K. Chandran. 2015. Soil Genesis and Classification, Chapter: 3, Publisher: Indian Society of Soil Science, Editors: R.K.Rattan, J.C.Katyal, B.S.Dwivedistate Univ. Of Ghent, Belgium. 41 P.
- Soil Survey Staff. 2015. Illustrated Guide To Soil Taxonomy, Version 2. U.S. Department Of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.681p
- Van Liere, W.J. 1965. Classification and Rational Utilization of Soils. Report To the Govern. Of Syria. FAO. Rome, 151 P.
- Walkely, A and L.A. Black .1934.An Examination Of The Degtjreff Method For Determination Soil Organic Matter And A Proposed Modification of The Chromic Acid Titration Method,Soil Sci.37:29- 38
- Wyllie, P. 1970. The physics and chemistry of minerals and rocks. Department of Geophysical Sciences, University of Chicago:39 -45.
- Zonn, S.V.1982. Iron In Sols, Genetic and Geographical Aspects, 208p

N°. Sp Ref: 0004



تأثير كومبوست نشارة الخشب وسماد الأبقار والسماد المعدني في بعض الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة الطينية وفي بعض المؤشرات المورفولوجية والإنتاجية للفلول

Effect of Sawdust Compost, Cow Manure and Mineral Manure on some Physical and Hydrophysical Properties of Clay Soils and in some Morphological and Productive Indicators of Beans

د. حياة وطفة⁽²⁾

م. ابابيل حمود⁽¹⁾

Eng. Ababeel Hamoud⁽¹⁾

Dr. Hayat Watfa⁽²⁾

m.ababelhamod@gmail.com

hayatwatfa@gmail.com

(1) إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العامة للبحوث الزراعية، دمشق، سورية.

(1) Natural Resources Research Management General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(2) كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، سورية.

(2) Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, University of Damascus, Syria.

الملخص

أجري هذا البحث في محطة بحوث النشائية في منطقة ريف دمشق في محافظة دمشق (سورية) خلال العامين 2021 و2020، بهدف دراسة تأثير كومبوست نشارة الخشب وسماد الأبقار والسماد المعدني في بعض الخواص الفيزيائية للتربة الطينية (الكثافة الظاهرية، المسامية، والسعة الحقلية)، وفي بعض المؤشرات المورفولوجية للفلول (ارتفاع النبات، عدد القرون، ووزن القرون). أشارت نتائج الدراسة إلى أن إضافة المحسنات العضوية خفضت الكثافة الظاهرية لتربة الدراسة، وتوقفت معاملة كومبوست نشارة الخشب. كما يبين التحليل الإحصائي التأثير الإيجابي الذي أحدثته المحسنات العضوية على اختلاف أنواعها في المسامية الكلية للتربة الطينية، إذ كانت التغيرات في المسامية معنوية لجميع المعاملات مقارنة بالشاهد، وأظهرت النتائج انخفاض نقطة الذبول عند إضافة المحسنات العضوية، إذ ظهرت فروقات معنوية لجميع معاملات السماد العضوي مقارنة بالشاهد والسماد المعدني. إن إضافة المحسنات العضوية رفعت بصورة معنوية محتوى التربة الرطوبي عند السعة الحقلية وزادت من نسبة الماء المتاح في التربة، إذ لوحظ وجود فروقات معنوية لمعاملات السماد العضوي مقارنة بالشاهد ومعاملة السماد المعدني، وتوضح نتائج التحليل الإحصائي للمؤشرات الإنتاجية والمورفولوجية تفوق جميع معاملات التسميد بفروق معنوية على الشاهد، إذ سجلت معاملة السماد المعدني وكومبوست نشارة الخشب أعلى قيمة، تلتها معاملة سماد الأبقار.

الكلمات المفتاحية: كومبوست نشارة الخشب، سماد أبقار، سماد معدني، خصائص فيزيائية، تربة طينية.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p:52 - 59)

Abstract

This research was conducted at Al-Nashabiyeh Research Station in the Damascus countryside area in Damascus Governorate (Syria) for the years (2020 and 2021) in order to study the effect of the following types of fertilizers (compost sawdust, municipal fertilizer, mineral fertilizer) on some physical properties of clay soils (bulk density, porosity, field capacity) and some morphological indicators of beans (plant height, number of pods, weight of pods). The results of the study show that the addition of organic amendments reduced the bulk density of the study soil, and the sawdust compost was outperformed. The statistical analysis also shows the positive effect of different types of organic amendments on the total porosity of clay soil. Where the changes in porosity were significant for all treatments compared to the control. The results showed a decrease in the wilting point with adding of organic amendments, where significant differences appeared for all the organic fertilizer treatments compared to the control and mineral fertilizers.

The addition of organic amendments significantly raises soil moisture content at the field capacity and increases the percentage of available water in the soil, where significant differences were observed for the organic fertilizer treatments compared with the control and the mineral fertilizer treatment.

The results of the statistical analysis of productivity and morphology indicators show the superiority of all fertilization treatments with significant differences over the control, where the treatments of mineral fertilizer and sawdust compost recorded the highest value, then the treatment of municipal fertilizer.

key words: Sawdust compost, municipal fertilizer, mineral fertilizer, physical properties, morphological indicators of beans, clay soil.

المقدمة

نظراً لارتفاع الطلب على الغذاء واللحوم لسكان العالم المتزايدين، يتوسع القطاع الزراعي كل عام، إذ تعد المعالجة الفعالة في الوقت المناسب ذات أهمية قصوى (Ajmal, 2021). يعتمد الإنتاج الزراعي بدرجة أساسية على مدى ملاءمة خصائص التربة لنمو المحاصيل، بالإضافة إلى توفر الماء كعامل رئيس، لذلك من الضروري إزالة العوامل المحددة في التربة والتي تحول دون النمو الطبيعي للنبات.

تعاني الترب الطينية الثقيلة من مشاكل تتعلق بخصائصها الفيزيائية والكيميائية والخصوبية، إذ يؤثر قوام التربة في إنتاجيتها على الرغم من توفر العناصر الخصبية، إلا أن زيادة محتوى معادن الطين الممتدة، مثل السمكيت، يؤدي إلى حدوث ظاهرة الانتفاخ والانكماش عند تعاقب الترطيب والتجفيف، وينتج عن ذلك العديد من المشاكل، إذ تشكل شقوق عميقة وعريضة عند حدوث الانكماش (أبونقطة وزملاؤه، 2009)، مما يضر بجذور النباتات ويحدث الانتفاخ عند مستويات رطوبة عالية غدق التربة وضعف التهوية. إن استخدام الأسمدة العضوية التقليدية، أو المخلفات العضوية غير التقليدية، أثبتت قدرتها على زيادة نسبة المادة العضوية في التربة، وإعادة تأهيل الترب المتدهورة، وتحسين بناء التربة، وزيادة مساميتها وقدرتها على الاحتفاظ بالماء، وتزويد النبات بالعناصر الغذائية (الجردي وزملاؤه، 2017)، إذ أكدت نتائج السلماي والبنداوي (2015) أن الانخفاض في الكثافة الظاهرية للتربة ازداد من 10% إلى 23.6% مقارنة بالشاهد مع ارتفاع النسب المضافة من المحسنات العضوية، وتعزى هذه النتيجة لتأثير المادة العضوية في النسبة المئوية للتجمعات الترايبية الثابتة، الأمر الذي حسن بناء التربة عبر ربط حبيباتها مع بعضها البعض في تجمعات أكبر وأكثر ثباتاً. كما وجد Liyue وزملاؤه (2016) أن مستويات الأسمدة العضوية المضافة للتربة تؤدي إلى تحسين تجمعات التربة والمسامية الكلية، وقابلية التربة على مسك الماء، وخفض الكثافة الظاهرية، وهذا ما أظهره أيضاً Goss وزملاؤه (2013)، من أن التحسين العضوي ينعكس إيجاباً على مختلف الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة والضرورية لإنتاج أفضل. وقد عزى Mamedov وزملاؤه (2014) هذا التحسن إلى تأثير المحسنات العضوية في المسام كما ونوعاً، وثبات التجمعات الترايبية بشكل أساس. وبحسب Eibisch وزملاؤه (2015) فإن تأثيرها يعود إلى قدرة الكربون العضوي على تحفيز وتحسين التوصيل الهيدروليكي للتربة، عبر تحسين ثبات التجمعات الترايبية المتشكلة والتعديل الإيجابي لمساميتها، والتي اعتبره Mahmood وزملاؤه (2013) عملية فعالة يمكن إدارتها عبر ضبط الإضافات من كومبوست الفضلات العضوية المحلية. تلاقى هذه النتائج مع ما وجده Kuncoro وزملاؤه (2014)، الذين بينوا أن الإضافات العضوية خفضت الاندماج (الانضغاط) في الترب المحسنة، وحسنت قدرة المياه على اختراقها.

أوضح Franzluebbbers (2002) أهمية تحبب التربة الذي يتحضر ويزداد مع الإضافات العضوية، من تسهيل للرشح والنفاذية، وتأمين فراغ كافٍ لإحياء التربة، وأكسجين الجذور، إلى تثبيت التربة ومنع إنجرافها، أما نقص محتوى التربة من المادة العضوية وضعف بنائها، فينتج عنه تشكل للقشرة السطحية الصلبة التي تخفض إتاحة المغذيات، وتزيد أخطار الإنجراف والإنفسال.

أوضح Hayes و Clapp (2002) والجللا (2002) أن المخصبات العضوية تسهم في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة، فهي تزيد من درجة تحببها، نظراً لارتباط المواد العضوية مع حبيبات الطين الصغيرة وتشكيل حبيبات أكبر حجماً تزيد من مسامية التربة وتهويتها، وتوفر الأكسجين اللازم لتنفس الجذور والأحياء الدقيقة، كما تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وتقلل من فقد عن طريق التبخر، وتحسن الصرف في الترب ذات القوام الطيني، فتقلل من تراكم الماء في منطقة إنتشار الجذور. وجد Cotton و Brown (2011) أن الإضافات العضوية زادت النفاذية، وازداد هذا التأثير مع زيادة الكميات المضافة، وانعكس بصورة إيجابية على كفاءة استعمال مياه الري أو الأمطار، وخفض الفاقد من المياه بالجريانات السطحية، وأدى لتحسن واضح في فعالية عملية الري. وهذا يتوافق مع نتائج الجردي (2017) التي أظهرت الأثر الإيجابي في مجمل الخصائص الفيزيائية للتربة بتناسب طردي مع كمية المادة المضافة، وتفوقت الحمأة على الكومبوست والسماد البلدي بتأثيرها في بناء التربة ونقطة الذبول، بينما تفوق الكومبوست بتأثيره في نفاذية التربة، والكثافة، والسعة الحقلية، والرطوبة الهيجروسكوبية. وهذا ما ذكره Rivero وزملاؤه (2004) من أن إضافة الكومبوست أدت لتحسين بنية التربة، وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء وبالغناصر الغذائية.

هدف البحث:

تهدف هذه الدراسة لتوضيح تأثير إضافة كومبوست نشارة الخشب، وسماد الأبقار، والسماد المعدني في بعض الخواص الفيزيائية للترب الطينية، وفي بعض المؤشرات المورفولوجية والإنتاجية للقول.

مواد البحث وطرائقه

الموقع والتربة:

أجريت التجربة الخاصة بهذا البحث خلال العامين 2020 و2021، على عينات من ترب Vertisols أخذت من منطقة ازرع، في محافظة درعا (سورية) من عمق 0 إلى 30 سم، وزعت ضمن أصص سعة 5 كغ، ونفذت التجارب في محطة بحوث النشائية التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في محافظة ريف دمشق، والتي تقع شرقي العاصمة دمشق، وعلى مسافة 10 كم على خط طول 33 وخط عرض 36 شمال خط الاستواء، ويبلغ ارتفاعها عن سطح البحر 620 م. تم تقدير صفات التربة العامة باستخدام طرائق التحليل المخبرية الشائعة عالمياً (الجدول 1).

الجدول 1. تحليل التربة قبل الزراعة.

%				g/cm ³	g/cm ³	القوام	التحليل الميكانيكي %		
A.W	PWP	F.C	P	P _s	P _b		طين	سلت	رمل
18.51	23.15	41.66	50.38	2.58	1.28	طيني	64	20	16

Ppm			%		EC (dS/m) (1:5)	pH (1:2.5)
N المعدني	K متاح	P متاح	N الكلي	O.M		
24	555	10.86	0.076	1.47	0.53	7.8

تبين نتائج تحليل التربة (الجدول 1) قبل الزراعة أن التربة المستخدمة ذات قوام طيني، وذات تفاعل (pH = 7.8) مائل للقلوية، ومحتوى متوسط من المادة العضوية والأزوت الكلي، ومتوسطة المحتوى من الفسفور المتاح، وذات محتوى عال جداً من البوتاسيوم المتاح.

المناخ:

يقع موقع الدراسة في منطقة الاستقرار الخامسة، إذ يبلغ معدل الهطول المطري السنوي في المنطقة 145 ملم، وتمتد فترة الهطول المطري من نهاية شهر تشرين الأول/ أكتوبر لغاية شهر آذار/ مارس.

الأسمدة المضافة:

تم استخدام ثلاثة أنواع من الأسمدة:

- كومبوست نشارة خشب مخمرة، تم إنتاجه في مزرعة كلية الزراعة في أبي جرش بدمشق.
- سماد أبقار مخمر لمدة تزيد عن العام، مصدره مزرعة كلية الزراعة في أبي جرش بدمشق.
- سماد معدني (سماد فسفاتي)، مصدره البحوث العلمية الزراعية في محافظة دمشق.

تم إجراء تحليل الصفات العامة للأسمدة المستخدمة في الدراسة (الجدول 2)، ويلاحظ من نتائج تحليل الأسمدة المستخدمة في البحث أن درجة الحموضة تميل للقلوية، وغنية بالآزوت والعناصر الخصوية.

الجدول 2. مواصفات الأسمدة العضوية المضافة.

الرطوبة %	K %	P %	C/N	O.M %	C %	N %	EC dS/m	PH	الأسمدة العضوية
52.538	0.787	0.21	27.65	69.59	40.37	1.46	2.50	8.17	كمبوست نشارة خشب مخمر
17.28	1.45	0.63	17.36	44.9	26.04	1.5	2.71	8.67	سماد أبقار

تصميم التجربة: وضعت التجربة وفق تصميم التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة (Randomized Design Completely)، وبأربع معاملات وثلاثة مكررات، وبالتالي بلغ عدد المعاملات $4 \times 3 = 12$ معاملة، وهي كالتالي:

المعاملة F0: شاهد دون إضافة مع الزراعة.

المعاملة F1: 100% نشارة خشب مخمرة.

المعاملة F3: 100% سماد بلدي مخمر.

المعاملة F4: 100% سماد معدني.

أضيفت الأسمدة وفق توصيات وزارة الزراعة السورية بعد تحليل التربة، إذ كانت حاجة كمية الفول الشتوي من الفسفور 20 كغ/هكتار، وبناءً على وزن الهكتار (3840 طن)، ونسبة الفوسفور في القش (0.21%)، ونسبة P في سماد الأبقار (0.63%)، ومعامل الاستفادة من السماد العضوي من العناصر (50%)، تكون الكميات الواجب إضافتها لـ 5 كغ من التربة من الأسمدة المختلفة كما موضحة في الجدول 3.

الجدول 3. كمية الأسمدة المضافة للمعاملات المدروسة.

المعاملات				كمية الأسمدة (g)
F3	F2	F1	F0	
-	3.54	-	-	سماد بلدي (مخلفات بقر) مخمر
-	-	10.6	-	كمبوست (نشارة خشب) مخمر
0.13	-	-	-	(سماد معدني) فسفاتي

الزراعة والتحليل الفيزيائية:

تمت زراعة بذور الفول (صنف حماة 3) بمعدل 3 بذور في الأبيص الواحد، أي ما يعادل 36 بذرة في كامل التجربة، وكان موعد الزراعة في 2020/11/25، وذلك بعد إجراء تجربة إنبات، وبلغت نسبة الإنبات 95%. وتمت متابعة التجربة والقيام بعمليات التعشيب، وتم حصاد قرون الفول في 2021/4/8، وأخذت عينات تربة من كل أبيص، وأجري لها التحاليل الفيزيائية الآتية بعد الزراعة:

- الكثافة الظاهرية: قدرت الكثافة الظاهرية بطريقة الأسطوانة المعدنية (Astm, 1958)، و قدرت الكثافة الحقيقية بطريقة البيكرومتر (Astm, 1958)، أما المسامية ف قدرت حسابياً بعد حساب الكثافتين الحقيقية والظاهرية، كما قدرت نقطة الذبول الدائم بطريقة الهجروسكوبية العظمى حسب أبو نقطة (1995)، وتم تقدير السعة الحقلية بعد الإشباع وتمام الصرف والتغطية لمدة 72 ساعة، ثم حسب الماء المتاح من الفرق بين رطوبة السعة الحقلية ونقطة الذبول.

وتم تقييم المؤشرات المورفولوجية والإنتاجية للفول، وهي: ارتفاع النبات، وعدد القرون ووزنها.

التحليل الاحصائي:

تم تحليل البيانات النتائج المنحقة إحصائياً باستخدام برنامج GenStat، عند مستوى المعنوية 5%.

النتائج والمناقشة

تأثير معاملات نشارة الخشب في بعض خصائص التربة الفيزيائية:

- الكثافة الظاهرية: تُظهر النتائج (الجدول 4) أن إضافة المحسنات العضوية قللت الكثافة الظاهرية للتربة، وكانت هناك فروق معنوية تحت تأثير المعاملات المضافة؛ كمبوست نشارة الخشب والسماط المعدني والسماط البلدي مقارنة بمعاملة الشاهد، وهذا يتفق مع نتائج Widmer وزملاؤه (2002) ، الأمر الذي أدى إلى زيادة إيجابية في مسامية التربة وعلى الفراغ المسامي للتربة، عبر تأثيرها في تحبب التربة وتطور مسامها كنتيجة لزيادة الإضافات العضوية للنشاط البيولوجي في التربة، وهذا التغيير في المسامية ذو تأثير غير مباشر في قيم الكثافة الظاهرية للتربة التي تنخفض مع زيادة المسامية الكلية للتربة، وهذا يتفق مع Franzluebbbers وزملائه (2000)، وFranzluebbbers (2002).

الجدول 4. تأثير المعاملات المضافة في قيم الكثافة الظاهرية، والكثافة الحقيقية، والمسامية الكلية.

المعاملة	رمز المعاملة	الكثافة الظاهرية (Gr/cm ³)	الكثافة الحقيقية (Gr/cm ³)	المسامية (%)
شاهد	F ₀	1.13 a	2.386 a	47.48b
كمبوست نشارة مخمرة 100 %	F ₁	1.04 b	2.288 a	54.49 a
سماط معدني 100 %	F ₂	1.12ab	2.3 a	51.12ab
سماط بلدي 100 %	F ₃	1.10 b	2.4 a	54.23a
L.S.D _{0.05}		0.081	0.1333	4.312

أما عن كون الفروق المحققة في كثافة التربة الظاهرية غير معنوية بين السماط العضوي من جهة، وعن انخفاضها بنسب صغيرة مقارنة بالشاهد من جهة أخرى، فقد ذكر ذلك أيضاً في بحوث أخرى متفقة تتفق مع نتيجة هذا البحث مثل Bauer (1974) الذي بين أن كثافة التربة انخفضت بمعدل 0.07 غ/سم³ فقط من أجل 1 % زيادة في محتوى التربة من المادة العضوية، ومع نتائج Chatterjee وزملائه (2017) الذين وجدوا أن الانخفاض الناتج عن الإضافات العضوية لم يتجاوز 16 إلى 18 % من الكثافة الظاهرية لتربة الشاهد، ويعزى هذا بشكل اساس لكون التأثير المتوقع في مسامية التربة يحتاج لفترة أطول (Tanveera وزملاؤه، 2016)، الذين وجدوا علاقة معنوية سلبية بين معاملات التربة والطين وكثافتها الظاهرية لكن ورغم عدم معنوية هذه الفروق احصائياً بين المعاملات العضوية إلا أن لهذا التغيير تأثيراً كبيراً في أرض الواقع، والذي سينعكس بصورة إيجابية على العديد من خواص التربة الأخرى، وهذا يتفق مع Khairuddin (2018) الذي اعتبرها مؤشراً على مسامية للتربة وطبيعة بنائها.

- المسامية الكلية: يتضح من الجدول 4 التأثير الإيجابي الذي أحدثته المحسنات العضوية على اختلاف أنواعها في المسامية الكلية للتربة الطينية. وتعتبر المسامية عن العلاقة بين الكثافتين الظاهرية والحقيقية للتربة، وتمتاز الترب الطينية بمساميتها العالية نتيجة سيادة الحبيبات الناعمة (Wanas و Omran، 2006)، إذ أدت إضافة المخلفات العضوية للتربة الطينية إلى زيادة نسبة المسام الكبيرة بين التجمعات الترابية (Macro pores) مقارنة بالمسام الصغيرة بين الحبيبات (Micro pores) بلدية وزحلان، (2015)، وهذا يفسر كون التأثير الإيجابي في نوعية المسام وجودتها أكثر منه في المسامية الكلية، ويبين التحليل الاحصائي أن التغيرات في المسامية كانت معنوية لجميع المعاملات مقارنة بالشاهد، وسجلت الأسمدة العضوية فروقات معنوية فيما بينها، وكذلك مع الشاهد، وفروق غير معنوية مقارنة بالسماط البلدي.

التأثير في قيم السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم والماء المتاح:

نقطة الذبول الدائم: يلاحظ من التحليل الإحصائي (الجدول 5) وجود فروق معنوية لجميع معاملات السماط العضوي مقارنة بالشاهد والسماط المعدني، إذ بلغت أعلى قيمة لنقطة الذبول الدائم (23.28) عند معاملة الشاهد، تليها وبفروق غير معنوية معاملة السماط المعدني (22.40)، ويعود سبب انخفاض نقطة الذبول عند إضافة المحسنات العضوية لكونها تزيد من نسبة المسامات الكبيرة على حساب المسامات الشعرية، مما يقلل من قوة جذب الماء من قبل حبيبات التربة (Magdoff وزملاؤه، 2004).

ويبين الجدول 5 أن إضافة المخلفات العضوية كان لها أثر إيجابي في مجمل الخواص المائية للتربة الطينية.

الجدول 5. تأثير المعاملات المضافة في قيم السعة الحقلية، ونقطة الذبول الدائم، والماء المتاح.

الماء المتاح (%)		السعة الحقلية (%)		نقطة الذبول الدائم (%)		رمز المعاملة	المعاملة
حجماً	وزناً	حجماً	وزناً	حجماً	وزناً		
21.78	19.27c	48.08	42.55c	26.31	23.28 a	F ₀	شاهد
28.32	27.23a	49.24	47.35a	20.92	20.12 b	F ₁	كمبوست نشارة خشب 100%
22.81	20.33c	47.94	42.73c	25.13	22.40a	F ₂	سماد معدني 100%
25.85	23.56b	47.92	43.68b	22.07	20.12b	F ₃	سماد بلدي 100%
	1.135		0.605		0.961		L.S.D _{0.05}

- السعة الحقلية Field Capacity: يتضح من الجدول 5 أن المحسنات العضوية رفعت بصورة معنوية محتوى التربة الرطوبي عند السعة الحقلية، إذ لوحظت وجود فروق معنوية لمعاملات السماد العضوي مقارنة بالشاهد ومعاملة السماد المعدني، ويعزى هذا التأثير للمحسنات العضوية في زيادتها لقدرة لتربة على الاحتفاظ بالرطوبة إلى الطبيعة الغروية للمواد العضوية المضافة، التي تستطيع امتصاص ما يقارب 10-100 ضعف من الماء الذي تمتصه معادن التربة، وهذا يمكن التربة من الاحتفاظ بكميات أكبر من الماء، الذي يصبح متاحاً للنبات فيما بعد، ويعود السبب الآخر إلى الزيادة الناتجة في سعة الاحتفاظ بالماء، وهو تعديل الإضافات العضوية للخواص الفيزيائية للتربة، كالكتافة الظاهرية، والمسامية، والنفاذية. وقد تبين أن الإضافات العضوية تزيد نسبة المسامات المخزنة للماء والمسامات النافذة له، وذلك سيرفع من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، ويسهل حركته ضمن قطاع التربة، وهذا ما أكده Rizzi وزملاؤه (2004).

- الماء المتاح: تترافق زيادة السعة الحقلية للتربة كذلك مع زيادة في نسبة الماء المتاح، وهو يعبر عن الفرق ما بين رطوبة السعة الحقلية ورطوبة نقطة الذبول، وتشير النتائج إلى أن زيادة نسبة الماء المتاح في التربة كان معنوياً لدى إضافة المخلفات العضوية مقارنة بالشاهد والتسميد المعدني، وهذا يتفق مع ما توصلت إليه برغوث (2010)، كما تفوق كمبوست نشارة الخشب على السماد البلدي بفروق معنوية.

تأثير المعاملات المضافة في بعض المؤشرات المورفولوجية والإنتاجية:

- ارتفاع النبات: يظهر التحليل الإحصائي (الجدول 6) وجود فروق معنوية في ارتفاع النبات لصالح جميع معاملات التسميد مقارنة بالشاهد، إذ سجلت أعلى قيمة عند معاملة السماد المعدني بفروق معنوية، تليها وبفروق معنوية معاملة كمبوست نشارة الخشب، ثم وبفروق معنوية معاملة السماد البلدي - عدد القرون: توضح نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 6) تفوق جميع معاملات التسميد بفروق معنوية على الشاهد، إذ سجلت معاملتي السماد المعدني وكمبوست نشارة الخشب أعلى قيمة وبفروق غير معنوية بينها، ثم معاملة السماد البلدي بفروق معنوية.

الجدول 6. تأثير المعاملات المضافة في ارتفاع النبات، وعدد القرون، ووزن القرون.

المعاملة	المعاملة	ارتفاع النبات	عدد القرون	وزن القرون
شاهد	F ₀	47.89c	5.3c	67.13c
كمبوست نشارة خشب 100%	F ₁	64.29a	10a	90.32b
سماد معدني 100%	F ₂	63.85a	11a	105.58a
سماد بلدي 100%	F ₃	56.31b	8b	77.89c
		4.74	1.998	11.50
				L.S.D _{0.05}

- وزن القرون: تفوقت جمع معاملات التسميد وبفروق معنوية على الشاهد، ما عدا معاملة السماد البلدي، إذ تفوقت قيمة معاملة السماد المعدني وبفروق معنوية على باقي المعاملات، تليها وبفروق معنوية معاملة كمبوست نشارة الخشب، مقارنة بالسماد البلدي، وهذا يتوافق مع Omidire وزملائه (2015) الذين أظهروا أن الأسمدة غير العضوية تحرر المغذيات بصورة أسرع وأعلى من تلك المطلوبة من قبل النبات عند زرع معين، بسبب عدم حاجتها لعمليات التحلل والمعدنة، كحل الأسمدة العضوية. كما لوحظ وتفق معنوي على الشاهد، وهذا يتفق مع Abbasi وزملاؤه (2008) من أن الإضافات العضوية تزيد الفسفور المتاح إما بشكل مباشر عبر تحللها، أو بصورة غير مباشرة عبر تحريره كنتيجة لتأثير الأحماض العضوية، وبالتالي تزيد نسبة المتاح منه أمام الامتصاص النباتي، وقد تكون بحسب Melero وزملائه (2007) نتيجة لزيادة النشاط الميكروبي بعد الإضافات العضوية وتسريعها لدورة الفسفور، وأوضح Hayes و Clapp (2002) والجلال (2002) أن المخصبات العضوية تساهم في تحسين الخواص الفيزيائية للتربة، فهي تزيد من درجة تحببها نظراً لارتباط المواد العضوية مع حبيبات الطين الصغيرة، وتشكيل حبيبات أكبر حجماً تزيد من مسامية التربة وتهويتها، وتوفر الأكسجين اللازم لتنفس الجذور والأحياء الدقيقة، كما تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وتقلل من فقده عن طريق التبخر، وتحسن الصرف في الترب ذات القوام الطيني، فتقلل من تراكم الماء في منطقة انتشار الجذور.

الاستنتاجات:

- 1 - أظهرت نتائج الدراسة أن إضافة المحسنات العضوية قللت الكثافة الظاهرية لتربة الدراسة، وكانت هناك فروق معنوية لمعاملة كمبوست نشارة الخشب مقارنة بالشاهد، كما لم تكن هناك فروق معنوية لمعاملة السماد البلدي والسماد المعدني مقارنة بالشاهد.
- 2 - بين التحليل الإحصائي التأثير الإيجابي الذي أحدثته المحسنات العضوية على اختلاف أنواعها في المسامية الكلية للتربة الطينية، إذ كانت التغيرات في المسامية معنوية لجميع المعاملات مقارنة بالشاهد، وسجلت الأسمدة العضوية نتائج معنوية فيما بينها، وكذلك مع الشاهد، ونتائج غير معنوية مقارنة بالسماد البلدي.
- 3 - أظهرت النتائج انخفاض نقطة الذبول عند إضافة المحسنات العضوية، إذ ظهرت فروق معنوية لجميع معاملات السماد العضوي مقارنة بالشاهد والسماد المعدني.
- 4 - رفعت المحسنات العضوية بصورة معنوية محتوى التربة الرطوبي عند السعة الحقلية، إذ لوحظ وجود فروق معنوية لمعاملات السماد العضوي مقارنة بالشاهد ومعاملة السماد المعدني.
- 5 - أشارت النتائج إلى أن زيادة نسبة الماء المتاح في التربة كانت معنوية لدى إضافة المخلفات العضوية مقارنة بالشاهد والتسميد المعدني.
- 6 - أوضحت نتائج التحليل الإحصائي للمؤشرات الإنتاجية والمورفولوجية تفوق جميع معاملات التسميد بفروق معنوية على الشاهد، إذ سجلت معاملي السماد المعدني وكمبوست نشارة الخشب أعلى قيمة وبفروق غير معنوية بينها، ثم معاملة السماد البلدي بفروق غير معنوية.

التوصيات والمقترحات:

- يقترح تنفيذ تجربة كومبوست مدعم بأسمدة معدنية، ومقارنته بمخلفات حيوانية أخرى (كزرق الطيور)، وتأثيرها في إنتاجية الفول ومحاصيل أخرى.
- يقترح تنفيذ تجربة على تربة أخرى كالتربة الرملية.
- يوصى بالتقليل من كمية السماد المعدني المضاف، والتعويض عنها بكمية من كومبوست نشارة الخشب.

المراجع

- أبو نقطة، فلاح؛ حبيب، حسن. 2009. مسح التربة وتصنيفها، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة، ص: 144-145.
- أبو نقطة، فلاح. 1995. علم التربة (1) الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة، دمشق.
- بلدية، رياض وزحلان، رهام. 2015. دراسة تأثير بعض المحسنات العضوية ومستويات الري في إنتاجية التربة الطينية وبعض خواصها الفيزيائية، المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، المجلد 11، العدد 1: 632 - 645.
- برغوث، ريم. 2010. تأثير إضافة معدلات مختلفة من الأسمدة العضوية على بعض الخصائص الفيزيائية لتربة مختلفة القوام، رسالة ماجستير في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.
- الجلا، عبد المنعم محمد. 2002. الزراعة العضوية، الأسس وقواعد الإنتاج والمميزات، كلية الزراعة جامعة عين شمس، 302 صفحة.
- الجردي، أحمد وعيد، هيثم. 2017. تأثير استخدام المخلفات العضوية غير التقليدية والتقليدية في بعض الخواص الفيزيائية للتربة الطينية وإنتاجية الفول السوداني في سهل عكار.
- السلماني، حميد خلف والبنداوي، باسم رحيم. 2015. تأثير مستويات السماد العضوي والإجهاد المائي في بعض صفات التربة، مجلة ديالى للعلوم الزراعية 7(1): 17-28.
- Abbasi, M.K., A. Khizarand M.M. Tahir. 2008. Forage production nitrogen fixation and soil N accumulation of white clover (*Trifolium repense* L.) in the hill farming system of Azad Jammu and Kashmir . Commun Soil. Sci. Plant. Anal. 40: 1546-1565.
- Ajmal, Muhammad. 2021. Journal of Environment al chemical Engineering 9(4).
- ASTM (Am. Soc. Test. Master). 1958. Procedures for Testing Soils. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- Bauer, A. 1974. Influence of soil organic matter on bulk density and available water capacity of soils. Agricultural Experiment Station , North Dakota State University of agriculture and applied science . University Station. Fargo. North Dakota publication: 44-55.
- Brown, S. and M. Cotton. 2011. Changes in Soil Properties and Carbon Content Following Compost Application: Results of On-farm Sampling. Compost Science and Utilization. 19(1): 88-97.

- Chatterjee, R., S. Gajjela and R.K. Thirumadsu. 2017. Recycling of organic wastes for sustainable soil health and crop growth. *International of Waste Resources*. 7(3): 1-8.
- Eibisch, N., W. Durner, M. Bechtold, R. Fuss, R. Mikutta, S.K. Woche and M. Helfrich. 2015. Does water repellency of pyrochars and hydrochars counter their positive effects on soil hydraulic properties? *Geoderma*. 245- 246 : 31-39.
- Franzluebbers, A.J. 2002. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil & Tillage Research*. 66: 197-205.
- Franzluebbers, A.J., J.A.Stuedemann, H.H. Schomberg and S.R. Wilkinson, S.R. 2000. Soil organic C and N pools under long-term pasture management in the southern piedmont. USA. *Soil Biol. Biochem*. 32: 469-478.
- Goss, M.J. Tubeileh and D. Goorahoo 2013. A review of the use of organic amendments and the risk to human health. *Advanced in Agronomy*. 120: 275-379.
- Hayes , M.H.B.; C.E. Clapp. 2002. Humic substances: considerations, asp ECts of structure and environment influences .*J. Soil Sci* .166(11):723-737.
- Khairuddin, M.N., I.M. Isa, A.J. Zakaria and A.R. Abdul Rani. 2018. Effect of amending organic and inorganic fertilizer on selected soil physical properties. *Agrivita Journal of Agricultural Science*. 40(2): 242-248
- Kuncoro, P.H., K. Koga, N. Satta and Y. Muto. 2014. A study on the effect of compaction on transport properties of soil gas and water I: relative gas diffusivity , air p
- Magdoff, F and R. R. Weil. 2004. Effect of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties .*Journal of Plant Nutrition*.27(9):1635-1651
- Mahmoodabadi, M., N.Yazdanpanah, L.R. Sinobas, E. Pazira and A. Neshat. 2013. Reclamation of calcareous saline sodic soil with different amendments I: redistribution of soluble cations within the soil profile. *Agricultural Water Management* . 120: 30-38.
- Mamedov, A.I, B. Bar-Yosef, I. Levkovich, R. Rosenberg, A. Siber, P. Fine and G. I. .Levy. 2014. Amending soil with sludge , manure , humic acid , orthophosphate and phytic acid : effects on aggregate stability . *Soil Research* . 52: 317-326.
- Melero, S., E. Madejon, J.C. Ruiz and J.F. Herencia. 2007. Chemical and biochemical properties of a clay soil under dryland agriculture system as affected by organic fertilization . *European Journal of Agronomy*. 26: 327-334.
- Omidire, N.S., R. Shange., V. Khan, R. Bean and J.Bean. 2015. Assessing the impacts of inorganic and organic fertilizer on crop performance under a microirrigation – plastic mulsh regime. *Professional Agricultural Workers Journal* . 3(1): P 6.
- Rivero,C., T.M.A. Chirenje and L. Q.G. Martomez. 2004 .Influence of compost on soil organic matter quality under tropical condition .*Science direct.Geoderma*.123:355 - 361
- Rizzi, L., G. Petruzzelli and G. Vigna .2004. Soil physical changes and plant availability of Zn and Pb in a treat ability test of phyto –Stabilization chemosphere, 57: 1039 - 1046.
- Tanveera, A., K.A. Tasawoor, T.A. Parvaiz and N. Mehrajuddin. 2016. Relation of soil bulk density with texture , total organic matter content and porosity in the soils of Kandi area of Kashmir valley, India. *International Research Journal of Earth Sciences*. 4(1): 1-6.
- Wanas, Sh. and W. Omran. 2006. Advantages of applying various compost types to different layers of sandy soil: 1- Hydro – physical properties. *J. App. Sci . Rec.*, 2(12): 1298- 1303.
- Widmer, T. L., N. A. Mitkowski and G. S. Abawi. 2002. Soil organic matter and management of plant–parasitic nematodes. *J. Nematology*, 4:289-295.

N°. Sp Ref: 0005



تصنيف وتقييم بعض الترب في محافظة السويداء (سورية) وإعداد خارطة التربة وخارطة المقدرة الإنتاجية

Classification and Evaluation of Some Soils from Swaida Province (Syria) and Developing Soil Map and Soil Map Index of Productivity

طارق جعفر⁽²⁻³⁾

Sami Alhennawi⁽¹⁾

samialhennawii@yahoo.com

سامي الحناوي⁽¹⁾

Tarek Jaafar⁽²⁻³⁾

tarek.djafar@gmail.com

(1) باحث، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث السويداء، سورية.

(1) General Commission for Scientific Agricultural Research, GCSAR, Syria.

(2) مدير بحوث، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، سورية.

(2) General Organization of Remote Sensing, Syria.

(3) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/أكساد.

(3) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD.

الملخص

يهدف تنفيذ هذه الدراسة، تم اختيار عدد من مقاطع التربة، في مواقع تمثل منطقة الدراسة، مع الأخذ بالحسبان التباين التضاريسي والارتفاع عن سطح البحر تمثل منطقة الدراسة السفح الغربي لجبل العرب مع الجزء الشرقي لسهل حوران (سورية). تأتي هذه الدراسة لتبين توزع بعض عناصر التربة وتركيزها، إضافة لإعداد خارطة ترب للمنطقة المدروسة، وخارطة مقدرة إنتاجية. بلغ عدد المقاطع المختبرة 38 مقطعاً تريبياً. نفذ المسح الحقلية الاستكشافية للمنطقة، بالاستعانة بالصور الفضائية والخرائط الطبوغرافية، مع مراعاة أن تكون المقاطع ممثلة لمختلف الوحدات الفيزيوجرافية. أخذ منها عينات الترب بشكل منهجي، ووصفت مورفولوجياً وفق دليل إرشادات وصف التربة، تم إعداد قاعدة بيانات مكانية لمنطقة الدراسة، تضمنت تحضير الصور الفضائية ومعالجتها لإنتاج شرائح مكانية عامة (الوحدات الفيزيوجرافية، درجات الانحدار، ومواقع مقاطع التربة). تصنيفياً، وحسب نظام التصنيف الأمريكي (Soil taxonomy)، تبين وجود كل من الأفق الشاحب (Ochric)، والأفق الغني نسبياً بالمادة العضوية (Mollic)، وأفق التجوية (Cambic)، والأفق الكلسي (Calcic). إضافة إلى بعض الصفات التشخيصية، كظاهرة التشقق، وصفة السطوح اللامعة (Slickenside). وقد تم تمييز أربع رتب من الترب، شكلت فيها الترب الطينية (Vertisols) النسبة الأكبر من منطقة الدراسة، وتأتي بعدها رتبة الترب قليلة التطور (Inceptisols). وحلت الترب الغنية نسبياً بالمادة العضوية (Mollisols) في المرتبة الثالثة من حيث المساحة، أما الترب البدائية (Entisols) فقد شكلت النسبة الأقل من منطقة الدراسة. تم تقييم المقدرة الإنتاجية للتربة استناداً إلى بعض الصفات الأرضية الأساسية، ودليل إنتاجية التربة وفق (Ilaco، 1981)، وذلك للطبقة من (0 - 60) سم من التربة، لإعداد خارطة تقييمية للتربة المدروسة. اعتمدت منهجية العمل في إعداد المخططات المطلوبة على الصور الفضائية من نوع Spot مأخوذة في العام 2010، والاستعانة بالخرائط الطبوغرافية بمقياس 1:50000.

الكلمات المفتاحية: العامل الطبوغرافي، جبل العرب، سهل حوران، رتب الترب، خارطة تربة، إنتاجية.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p:60 - 72)

Abstract

To achieve this study, 38 soil profiles were selected on a toposequence, with an altitude for 1300 m in the eastern part of the studied area, to 700 m in Hauran Plain (Syria). Then bulk samples were systematically collected.

Studied soil were classified according to Soil taxonomy, and some diagnostic horizons were distinguished, i.e, Ochric epipedon, Mollic epipedon, Cambic horizon, Calcic horizon. Moreover, some diagnostic properties, such as, cracking phenomenon and slickenside. Four soil Orders were recognized. Vertisols, occupied the largest part of the studied area. Inceptisols, are the second. Mollisols, and Entisols, were found in lesser extent. Evaluation the productivity of the soil was estimated based on all of the following features (index): soil moisture (H), slope (S), organic matter (O), the effective depth of soil profile (P) and soil texture (T), that is for the layer (0 -60) cm of soil, to prepared productivity map for study area.

Keywords: Topographical factor, Jabal Al Arab, Hauran Plateau, Soil Orders, Soil Map, productivity.

المقدمة

هناك العديد من الدراسات العامة التي تناولت ترب سورية وتأثرها بالمناخ السائد في هذه المنطقة، ففي دراسة قام بها Muir (1951) كشف عن وجود أربع مجموعات من الترب، خلال مروره في القطر من الشرق إلى الغرب، وكان أكثر هذه المجموعات انتشاراً هي ترب الصحراء البنية في الشرق، وترب التراورزا والترب البنية على الصخور البازلتية في المناطق المتأثرة بالمناخ المتوسطي. ونشر Reinfenberg (1952) خارطة تخطيطية لترب سورية ولبنان، وقسم المنطقة إلى أربع نطاقات مناخية (الجافة، شبه الجافة، شبه الرطبة، والرطبة). وفي دراسة لـ Van liere (1965) عن ترب سورية استمرت مدة 14 عاماً، نشر خلالها مجموعة خرائط للتربة، وأشار إلى بعض الصعوبات عند تصنيف الترب في سورية، تتلخص في انخفاض محتوى الترب من المادة العضوية، والمحتوى العالي من كربونات الكالسيوم، والطبيعة المونثوموريونيتية لمعادن الطين. وقد ذكر لولو (1980) أن ترب زهر الجبل في السويداء تدخل ضمن ثلاث مجموعات من حيث العمق، ترب عميقة (أكثر من 100 سم)، ومتوسطة العمق من (100 - 50 سم)، وضحلة (أقل من 50 سم)، وتتميز بدرجة حموضة معتدلة، ومادة عضوية من (2 - 3) %، ونسيج تربة من طيني إلى طيني سلتى. كما بين Ilaiwi (1983) من خلال إعداد خارطة للترب السورية وجود الترب التالية: Aridisols، Inceptisols، Entisols، Mollisols، وVertisols، وقد توقع وجود ترب الـ Andisols في مناطق الرماد البركاني في سورية. أما الترب السائدة في منطقة زهر الجبل فهي من رتبة Mollisols، وقد تكون هذه الترب عميقة أو ضحلة. وميز Abu Nukta (1982) في دراسته لترب حوض حوران في سورية عدة مجموعات من الترب شكلت فيها (Inceptisols) القسم الأكبر من مساحة المنطقة، والتي تضم معظم ترب محافظات درعا والقنيطرة والسويداء، وتقع تحت تأثير مناخ البحر المتوسط. وقد وجد حبيب (2006) أن ترب زهر الجبل تتصف بتقارب لونها، إذ يراوح بين البني والبني الداكن، وذو صيغة لونية وسطية (4/YR 3 7.5) تقريباً، وتتراوح السعة التبادلية وسطياً بين (30 - 60 ميلي مكافئ/100 غرام تربة)، ولا يشكل الصوديوم المتبادل أكثر من (5 %) من سعة التبادل الكاتيوني في معظم الترب.

هدف البحث:

دراسة بيولوجية، وإعداد خارطة تربة أساسية لمنطقة الدراسة على مستوى الرتب وتحت المجموعات. تقويم صلاحية التربة للاستعمال الزراعي، وتحديد العوامل المحددة، وإعداد خارطة تقويمية للتربة.

مواد البحث وطرائقه

منطقة الدراسة: تمتد منطقة الدراسة من زهر الجبل شرقي مدينة السويداء، إلى سهل حوران غرباً، وتشمل السفح الغربي لجبل العرب (المنطقة الواقعة بين قرية سهوة بلاطة جنوباً وقرية قنوت شمالاً، وباتجاه الغرب حتى قرية المليحة الغربية شمالاً والمسيطرة جنوباً في محافظة درعا) (الشكل 1)، وترتفع عن مستوى سطح البحر نحو 1300 م في جزئها الشرقي الذي يحتل ثلث السفح الغربي للجبل، ويتناقص الارتفاع ليصل إلى نحو 700 م في الجزء الغربي من منطقة الدراسة في سهل حوران (الشكل 2)، وتبلغ المساحة الكلية نحو 50,000 هكتار.

العمل الحقلية: نفذ المسح الحقلية الاستكشافية للمنطقة بالاستعانة بالصور الفضائية والخرائط الطبوغرافية، إذ تم تحديد مواقع المقاطع الطبوغرافية بناءً على التفسير البصري للصور الفضائية، بالإضافة للملاحظات الحقلية، وقد تمت مراعاة أن تكون المقاطع ممثلة لمختلف الوحدات الفيزيوجرافية (الشكل 3)، التي تمثلت بظهر المنحدر (Backslope)، وأقدام المنحدر (Footslope)، وأخفض المنحدر (Toeslope)، وبداية سهل حوران (Hauran Plain). تم حفر المقاطع الترابية والتي بلغ عددها 38 مقطعاً، وجرت دراستها (وصفها)

مورفولوجياً وفق دليل إرشادات وصف التربة (Guideline soil description (FAO 1990 و 2006)، أما بالنسبة لوصف اللون، فقد تم اعتماد دليل منسل لألوان التربة (Munsell Soil color charts، 2000). بعدها جمعت عينات ترابية من الآفاق المختلفة لكل مقطع، وجفت العينات هوائياً، ونخلت بعد طحنها بمنخل أقطار ثقوبه 2 مم. (الشكل 4).

طرائق الدراسة:

قدرت صفات الترب الرئيسية مخبرياً، ومنها: نسيج التربة (التحليل الميكانيكي): وذلك باستخدام طريقة الهيدروميتر (Day، 1965)، والكثافة الظاهرية، بوساطة الاسطوانة حقلياً، والكثافة الحقيقية بوساطة البكنومتر (ASTM، 1958). و pH التربة على معلق تربة 1: 2.5 تربة/ ماء (Mclean، 1982)، والناقلية الكهربائية EC للتربة بوساطة جهاز قياس الناقلية الكهربائية على مستخلص تربة (1: 5)، مقدرة بـ (dS/m²) (Rhoads، 1982)، والمادة العضوية (OM) بطريقة أكسدة الكربون العضوي بمحلول ديكرومات البوتاسيوم (K₂Cr₂O₇). (Nelson and Sommers، 1982)، وكربونات الكالسيوم باستخدام جهاز المكلاس (FAO، 1974)، والكاتيونات المتبادلة، إذ تم تقدير الكاتيونات المتبادلة بعد استبدالها بمحلول اسيتات الامونيوم N1. (Thomas، 1982)، وسعة التبادل الكاتيوني (CEC)، إذ استخدمت طريقة اسيتات الصوديوم على درجة (pH) 8.2 (Rhoades، 1982). والآزوت الكلي بوساطة جهاز كداهل، وذلك بهضم العينات الترابية بحمض الكبريت المركز (Bremner and Mulvaney، 1982). والفوسفور المتاح بالاستخلاص بمحلول بيكرونات الصوديوم، وقدر بوساطة جهاز (Spectrophotometer). (Olsen وزملاؤه، 1954).

النتائج والمناقشة

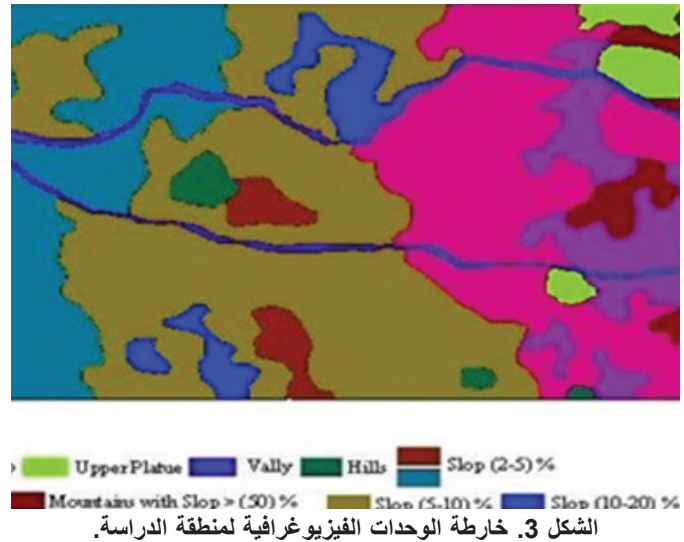
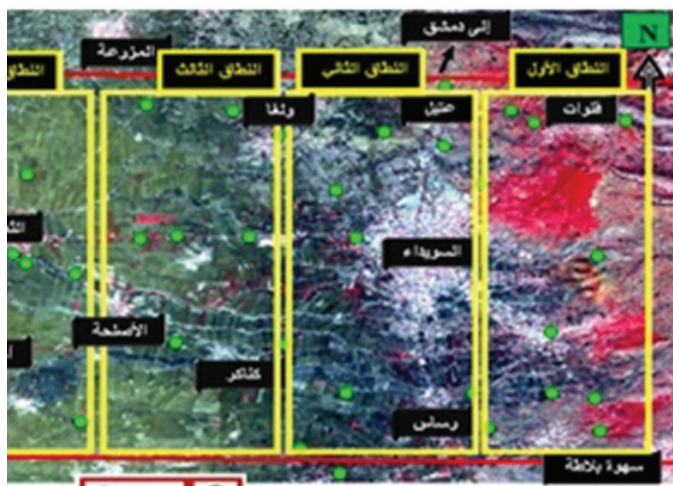
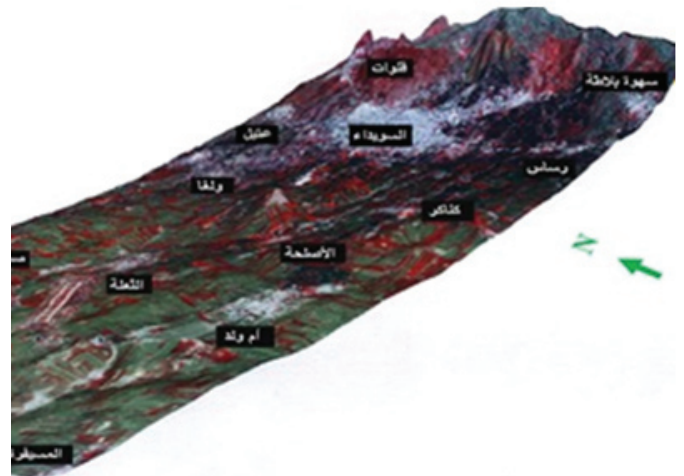
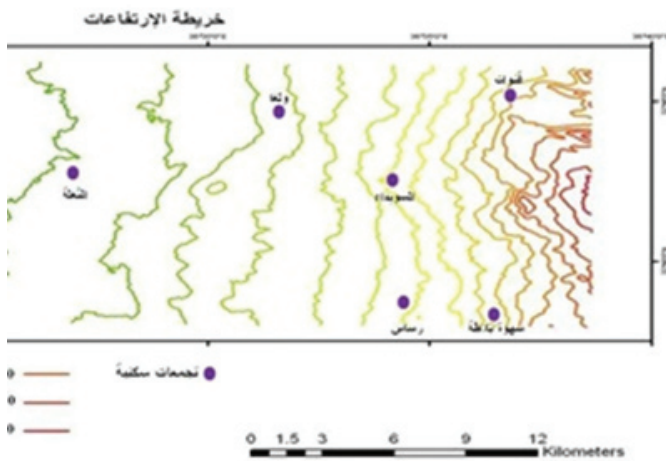
تصنيف ترب منطقة الدراسة:

جرى تصنيف الترب المدروسة، حسب نظام التصنيف الأمريكي (Soil survey staff، 1999) ومفاتيح تصنيف التربة (Soil survey staff، 2010). ومن خلال الدراسة المخبرية (الجدول 1)، وكذلك الدراسة المورفولوجية، والوصف الحقلية للتربة (ملحق الجداول 7، 8، 9، 10)، وتبين وجود الصفات والآفاق التالية: الأفق التشخيصي السطحي الشاحب (Ochric epipedon) المميز للأراضي الفقيرة بمحتواها من الكربون العضوي، والأفق السطحي الداكن الغني نسبياً بالمادة العضوية (Mollic epipedon)، وأفق التجوية (Cambic horizon)، كما تحتوي بعض المقاطع على الأفق الكلسي (Calcic horizon). إضافة إلى بعض الصفات التشخيصية، مثل ظاهرة التشقق (Cracking)، إضافة إلى مشاهدة صفة السطوح اللامعة (Slickenside) في بعض المقاطع، وحسب Ilaiwi (1983) فإن ترب المنطقة المدروسة تقع ضمن النظام الرطوبي المتوسطي (Xeric soil moisture regime). ونظام التربة الحراري الحار (Thermic soil temperature regime) الذي يسود في معظم المناطق السورية، ويتراوح فيه المتوسط السنوي لدرجة الحرارة، على عمق 50 سم من سطح التربة، بين 15 و 22 م°.

خارطة التربة على مستوى الرتب (Orders):

تم تمييز أربع رتب من الترب في منطقة الدراسة (الشكل 5)

- رتبة الترب القلابة (Vertisols): وتوجد ترب الفيرتيسول في كل المناطق المناخية الرئيسية. وبشكل عام، تؤخذ الاختلافات الفصلية في الهطول المطري ودرجات الحرارة بعين الاعتبار كشرط أساس في تشكيل ترب الفيرتيسول. إن الاختلاف في الظروف المناخية ينتج عنه تجوية المعادن الأولية والثانوية خلال الفصل الرطب، ولكنه يشجع تراكم الكاتيونات القاعدية في الفصل الجاف. تتصف المناطق التي توجد فيها ترب الفيرتيسول بفترات يكون فيها الفقد بالنتج أكثر من الهطول (فترات الجفاف)، وتتميز هذه الترب بمحتوى عال من الطين، إضافة لسعة التبادل الكاتيوني العالية نسبياً، وإلى تشكل بعض السطوح اللامعة على أعماق أكثر من 50 سم، بسبب عمليات الانتفاخ والانتباج. لقد شكلت هذه الرتبة النسبة الأكبر من منطقة الدراسة بمساحة بلغت 217.42 كم²، ونسبة قدرها 50.7%.
- رتبة الترب بدائية التطور (Inceptisols): وتتطور معظم هذه الترب على المنحدرات، إذ تقوم عملية انجراف التربة بإزالة أجزاء من التربة السطحية باستمرار، وقد تشكل بعض الترب تتشكل في أخفض المنحدر، حيث يكون الانحدار بسيطاً إلى متموج، وتوجد هذه الترب في كل التضاريس، وتترافق مع هطول مطري قليل نسبياً، وتشغل مساحة قدرها 140.18 كم²، ونسبة بلغت 32.7%.
- رتبة الترب الداكنة اللون والغنية بالدبال (Mollisols): وتحتوي أفقاً سطحياً غنياً نسبياً بالمادة العضوية، مترافقة مع سعة تبادل كاتيوني متوسطة وفعالية جيدة، بالإضافة إلى كمية هطول مطري عال نسبياً. وشغلت مساحة قدرها 47.04 كم²، ونسبة بلغت 11%.
- رتبة الترب البدائية (Entisols): وتترافق مع تربة قليلة العمق، ومحتوى طين منخفض نسبياً، وتوجد على السفوح شديدة الانحدار، أو المناطق الصخرية، وتشكل النسبة الأقل من مساحة منطقة الدراسة (5.6%، بمساحة بلغت 24.1 كم²).

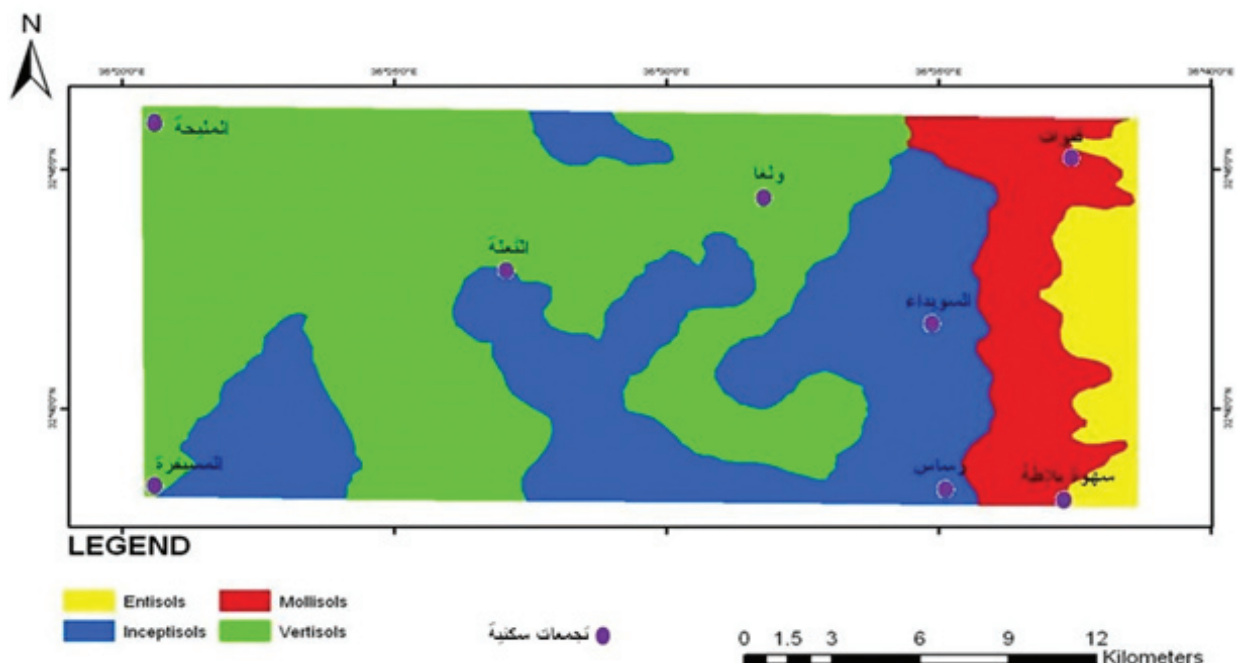


خارطة التربة على مستوى تحت المجموعات (Subgroups):

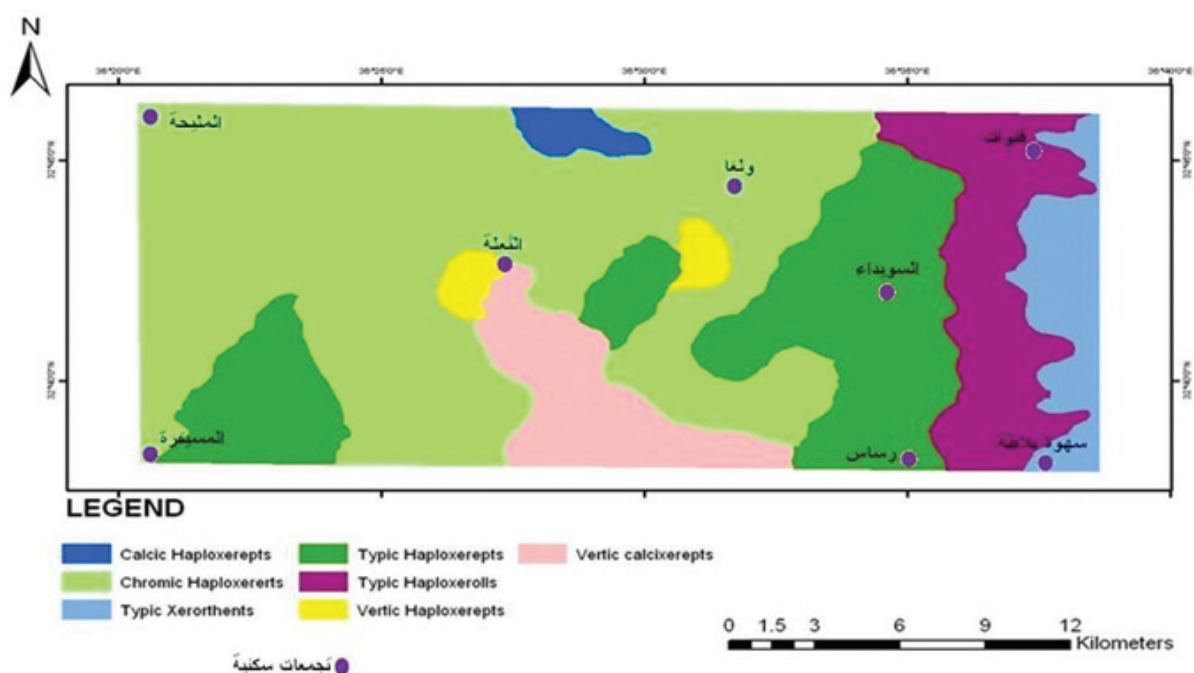
بالنظر إلى خارطة التربة على مستوى تحت المجموعات (Subgroups) (الشكل 6)، فإن الترب الغنية بالدبال والبدائية، تحوي كلاً منها على تحت مجموعة واحدة تشغل كامل مساحتها، وهي (Typic Haploxerolls)، و (Typic Xerorthents) على التوالي. وتحوي الترب القلابة على تحت مجموعة واحدة، لكن تختلف المجموعات الكبرى (Chromic Calcixererts، Chromic Haploxererts)، بدائية التطور، وتحتوي على أربع تحت مجموعات: تشغل فيها (Typic Haploxerepts) القسم الأكبر بمساحة قدرها 93.93 كم²، ونسبة بلغت 67% من الترب بدائية التطور، ويأتي بعدها (Vertic calcixererts) بمساحة بلغت 32.38 كم²، ونسبة قدرها 23.1%، أما (Vertic Haploxerepts) و (Calcic Haploxerepts) فتحتلان مساحة قدرها 7.85 و 6.02 كم²، ونسبة بلغت 5.6 و 4.3% على التوالي، وذلك من مساحة الترب بدائية التطور.

الجدول 1. نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمقاطع التربة.

القوام	رمل	سنت	طين	P (مغ/كغ)	N	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	المادة العضوية المئوية %	CaCO ₃ الكلي %	EC	pH	العمق سم	نوع المقطع
طينية لومية	24	37	39	50.60	0.16	35.67	0.76	0.56	10.40	20.87	1.25	1.00	0.07	7.07	19 - 0	A
طينية	23	32	45	31.10	0.10	39.77	0.48	0.57	12.63	22.97	0.87	1.00	0.04	7.15	48 - 19	B
طينية	22	27	51	-	-	42.43	0.29	0.59	13.57	24.67	0.41	1.17	0.05	7.29	88 - 48	C
طينية	21	21	58	6.73	0.07	42.28	0.95	0.70	10.45	26.68	0.98	5.13	0.10	7.53	20 - 0	Ap
طينية	20	20	60	3.50	0.05	43.55	0.59	0.62	11.15	27.18	0.56	5.50	0.10	7.63	50 - 20	B
طينية ثقيلة	19	19	62	-	-	43.80	0.42	0.95	11.85	27.05	0.30	6.88	0.12	7.95	92 - 50	C
طينية	18	22	60	5.40	0.06	44.83	1.24	0.69	11.08	28.28	0.84	7.63	0.13	7.84	18 - 0	Ap
طينية ثقيلة	17	19	64	1.70	0.05	47.00	0.93	0.77	12.40	28.45	0.48	8.50	0.11	7.89	47 - 18	B
طينية ثقيلة	18	18	64	-	-	46.50	0.65	0.86	14.45	26.65	0.30	9.75	0.15	7.99	90 - 47	Bk
طينية لومية	29	39	32	11.3	0.1	33.3	0.9	0.7	9.4	19.5	0.89	1	0.05	6.99	12-0	A
طينية لومية	41	27	32	6.6	0.1	36.4	0.7	0.6	11.8	20.6	0.56	1	0.04	7.09	12--50	C



الشكل 5. خارطة التربة لمنطقة الدراسة على مستوى الرتب (Orders).



الشكل 6. خارطة التربة لمنطقة الدراسة على مستوى تحت المجموعات (Subgroups).

المقدرة الإنتاجية للتربة:

تم تقييم المقدرة الإنتاجية للتربة استناداً إلى كل من العمق الفعال لمقطع التربة، ونسيج التربة، ونسبة المادة العضوية، والسعة التبادلية للتربة، إضافةً إلى الأخذ بعين الاعتبار رطوبة التربة وبناءها ونسيجها، ونسبة التشبع بالقواعد. وذلك للطبقة من (0 – 60) سم من التربة. تم تقييم الصفات الأرضية الأساسية وفق Ilaco (1981)، وذلك حسب المعادلة التالية:

$$IP = P * T * O * S * A * N$$

IP: القدرة الإنتاجية، **P:** عمق مقطع التربة، (سم)، **T:** نسيج التربة، **O:** المادة العضوية (%)، **S:** الناقلية الكهربائية (dS/m)، **A:** سعة التبادل الكاتيوني (م.م/100غ تربة)، **N:** نسبة التشبع بالقواعد (%).

ويوضح الجدول 2 دليل إنتاجية التربة المستخدمة لإعداد خارطة تقييمية للتربة المدروسة.

الجدول 2. دليل إنتاجية التربة (Ilaco, 1981).

Class (الصف)	Productivity (الإنتاجية)	Rating (المجال)
1	Excellent (ممتازة)	100 – 65
2	Good (جيدة)	64 – 35
3	Average (متوسطة)	34 – 20
4	Poor (فقيرة)	19 – 8
5	Extremely poor to nil (فقيرة جداً إلى معدومة)	7 – 0

وتوضح الجداول 3، 4، 5 و6 حساب المقدرة الإنتاجية لمقاطع السفح الغربي، والتي تراوحت بين الجيدة والمتوسطة، إذ أدت هذه المؤشرات، وحسب دليل مؤشرات إنتاجية التربة إلى انخفاض المقدرة الإنتاجية للتربة من الصف الممتاز (Class1)، إلى الجيد (Class2) فالمتوسط (Class 3)، وذلك بعد تطبيق معادلة المقدرة الإنتاجية على كامل مقاطع التربة، وحساب مقدرتها الإنتاجية (IP).

خارطة المقدرة الإنتاجية وفقاً لوحدة التربة على مستوى تحت المجموعات:

يبين الشكل 7 خارطة لمنطقة الدراسة توضح المقدرة الإنتاجية لتربة هذه المنطقة تبعاً لتصنيف التربة حسب تحت المجموعات، إذ أن القسم الأكبر من رتبة التربة القلابة (Vertisols، Chromic Haploxerepts)، ذو مقدرة إنتاجية جيدة (Class 2) بنسبة 94 %، في حين أن بنسبة 6 % هي تربة ذات مقدرة إنتاجية متوسطة (Class 3). وبالنسبة للتربة قليلة التطور (Inceptisols)، يلاحظ أن التربة ذات التصنيف (Typic Haploxerepts)، لها مقدرة إنتاجية متوسطة (Class 3)، وبنسبة بلغت 36.46 %، وباقي تربة هذه الرتبة لها مقدرة إنتاجية جيدة (Class 2) وبنسبة قدرها 63.54 %. وتدرج التربة الغنية بالديال (Mollisols، Typic Haploxerolls)، في مقدرتها الإنتاجية، بين الجيدة والمتوسطة بنسب قدرها 81.83، و18.17 % على التوالي. أما رتبة التربة البدائية (Entisols، Xerorthents Typic)، فكانت ذات مقدرة إنتاجية متوسطة (Class 3)، وبنسبة 100 %.

الجدول 3. يوضح حساب المقدرة الإنتاجية للمقاطع ذات التصنيف (Mollisols).

Haploxerolls Typic							التصنيف
SW8	SW3	SW11	SW7	SW6	SW2	SW1	رقم المقطع
20	31.9	42	53.2	47.9	51.2	56	IP
3	3	2	2	2	2	2	Class

الجدول 4. يوضح حساب المقدرة الإنتاجية للمقاطع ذات التصنيف (Inceptisols).

Typic Haploxerepts								التصنيف
SW37	SW27	SW17	SW15	SW16	SW12	SW10	SW4	رقم المقطع
21	21	33	21	42	35	42.56	42.56	IP
3	3	3	3	2	2	2	2	Class
Vertic Calcixerepts		Vertic Haploxerepts				Calcic Haploxerepts	Humic Haploxerepts	التصنيف
SW32	SW31	SW29	SW25	SW20	SW19	SW23	SW9	رقم المقطع
42	42	42	35	35	35	35	29.9	IP
2	2	2	2	2	2	2	3	Class

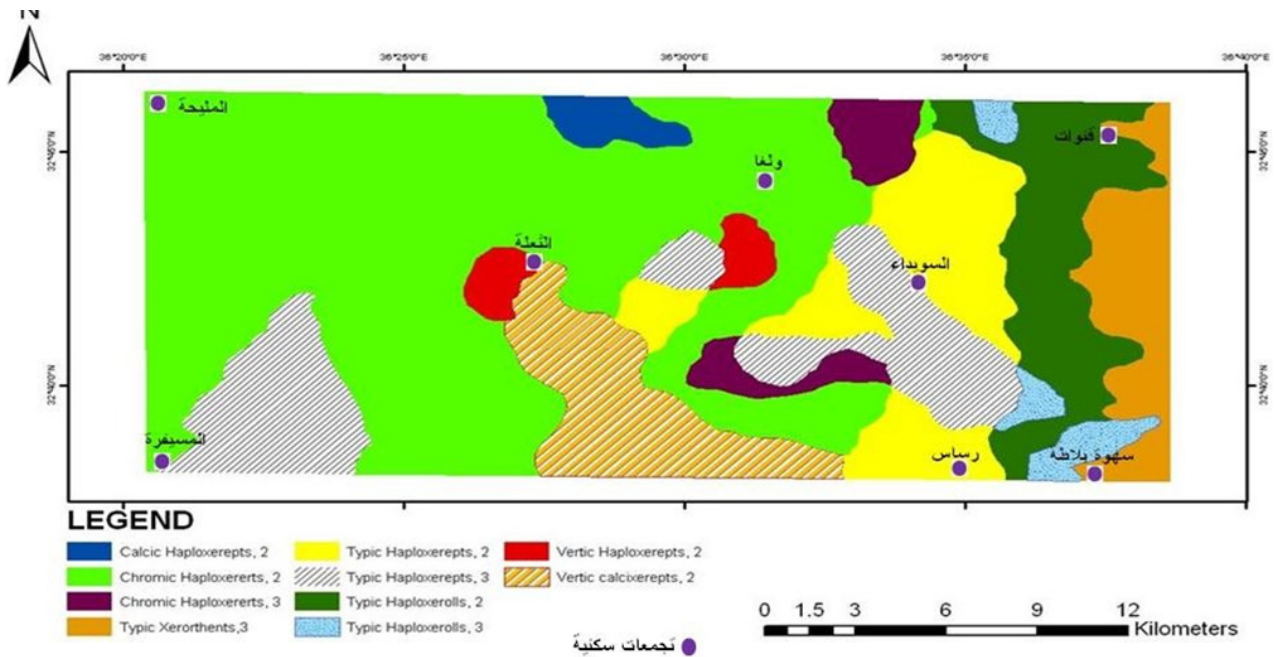
الجدول 5. يوضح حساب المقدرة الإنتاجية للمقاطع ذات التصنيف (Vertisols).

Chromic Haploxerepts								التصنيف	Vertisols
SW30	SW28	SW26	SW22	SW21	SW18	SW14	SW13	رقم المقطع	
42	35	35	35	35	42	35	28	IP	
2	2	2	2	2	2	2	3	Class	

Chromic Calcixerepts			Chromic Haploxerepts			التصنيف	Vertisols
SW42	SW34	SW36	SW35	SW33	رقم المقطع		
42	35	35	42	35	IP		
2	2	2	2	2	Class		

الجدول 6. يوضح حساب المقدرة الإنتاجية للمقطع ذات التصنيف (Entisols, Typic Xerorthents).

Xerorthents Typic		التصنيف
SW5	رقم المقطع	Entisols
33.25	IP	
3	Class	

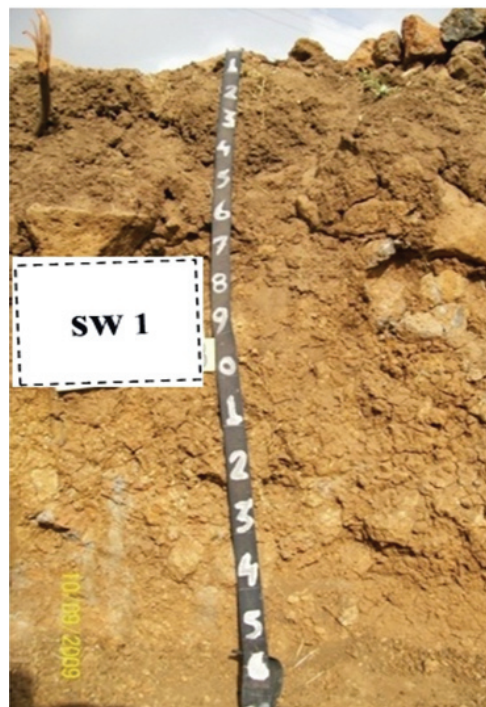


الشكل 7. خارطة المقدرة الإنتاجية لمنطقة الدراسة على مستوى تحت المجموعات (Subgroups).

ملحق

الجدول 7. الوصف المورفولوجي لمقطع التربة الممثلة لمنطقة الدراسة.

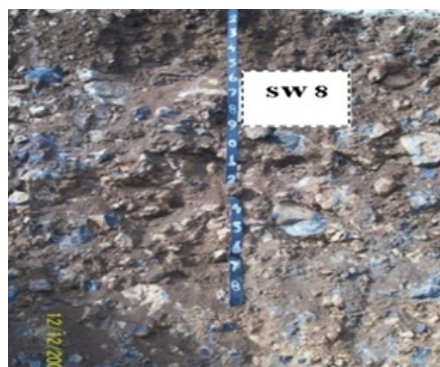
وصف مورفولوجي لمقطع ممثل لرتبة (Mollisols).



رتبة (Mollisols)
تتمثل بالمقاطع (1, 2, 6, 8)

Pedon-No	SW 1
Location	East of Kanawat village
Coo-X	36.62842
Coo-Y	32.75337
Soil Taxonomy	Typic Haploxerolls
Annual precipitation	mm 450
Soil moisture	dry
Survey Date	2009/9/9
Elevation	m 1267
Natural Vegetation	Annual Herbage
Parent Material	Basalt
Phys-Unt	Mountain
Topography	Gently undulating
Land Use	Quercus and Apples trees

0 - 18 cm	Dark brown 7.5 YR 32/ (dry, moist); clay; Granular; plastic and sticky; small crack; medium porosity; many very fine roots; Abrupt Smooth boundary.
18 - 40 cm	Dark brown 7.5 YR 32/ (dry, moist); clay; medium blocky structure; plastic and sticky; small crack; medium porosity; few very fine and medium roots; Clear Smooth boundary.
40 - 100 cm	Dark brown 7.5 YR 32/ (dry, moist); clay; hard blocky structure; plastic and sticky; medium porosity; Clear Smooth boundary.
100 - 150 cm	Plat of soil and weathered rocks with accumulation of CaCO ₃



Typic Haploxerolls

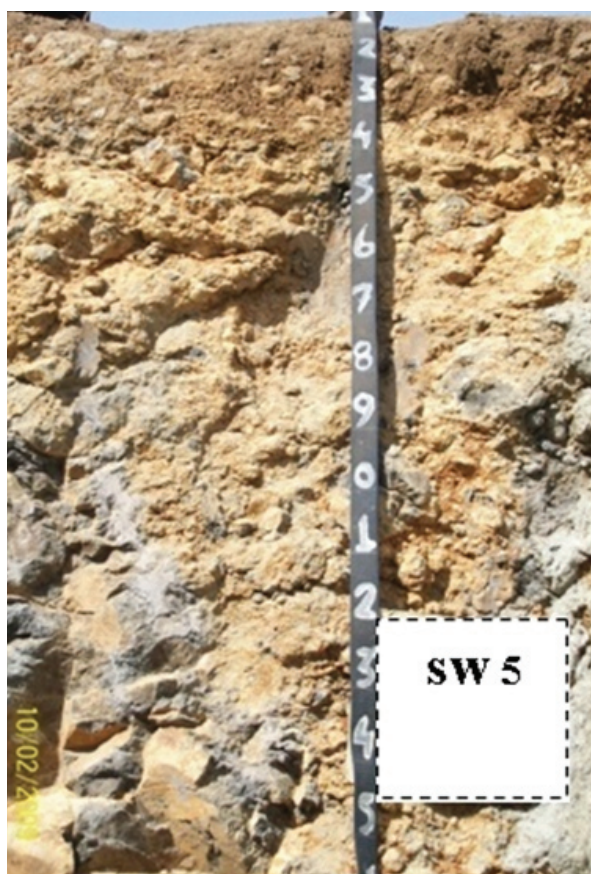


Typic Haploxerolls



Typic Haploxerolls

الجدول 8. وصف مورفولوجي لمقطع ممثل لرتبة (Entisols).



رتبة (Entisols)

Pedon-No	SW 5
Location	Dahr al-jabal
Coo-X	36.60565
Coo-Y	32.70641
Soil Taxonomy	Typic Xerorthents
Annual precipitation	mm 400
Soil moisture	dry
Survey Date	2009 / 10 / 2
Elevation	m 1221
Natural Vegetation	Annual Herbage
Parent Material	Basalt
Phys-Unt	Mountain
Topography	Gently undulating
Land Use	Quercus and Olives trees

0 – 12 cm	Dark brown 7.5 YR 32/ (dry, moist); clay; Granular; plastic and sticky; good porosity; diffuse fine roots; Abrupt Smooth boundary.
12 – 40 cm	Dark brown 7.5 YR 32/ (dry, moist); clay; small Prismatic structure; plastic and sticky; good porosity; few medium roots; Clear Smooth boundary.
+ 40	Rocks



Vertic Calcixerepts

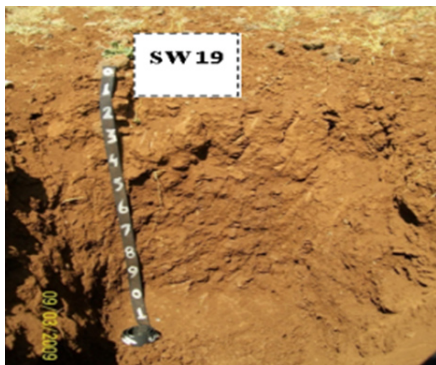
الجدول 9. وصف مورفولوجي لمقطع ممثل لرتبة (Inceptisols).



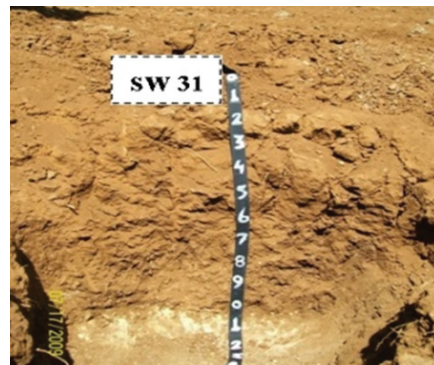
رتبة (Inceptisols)
تتمثل بالمقاطع (9, 19, 23, 31)

Pedon-No	SW 9
Location	Sahwet belata village
Coo-X	36.62842
Coo-Y	32.60686
Soil Taxonomy	Typic Haploxerepts
Annual precipitation	mm 350
Soil moisture	dry
Survey Date	2009 / 9 / 15
Elevation	m 1197
Natural Vegetation	Annual Herbage
Parent Material	Basalt
Phys-Unt	Hilly
Topography	Gently undulating
Land Use	Crops

0 – 18 cm	Dark brown 7.5 YR 34/ dry, dark brown 7.5 YR 32/ moist; clay; Granular; plastic and sticky; medium porosity; many very fine roots; Abrupt Smooth boundary.
18 – 35 cm	Dark brown 7.5 YR 34/ dry, dark brown 7.5 YR 32/ moist; clay; small blocky structure; plastic and sticky; medium porosity; few very fine and few medium roots; Abrupt Smooth boundary.
35 – 70 cm	Dark reddish brown 5 YR 34/ (dry, moist); clay; Plate of weathering rocks,
	After depth 60 cm, the size and hardness of the weathering rocks are increased.



Vertic Haploxerepts

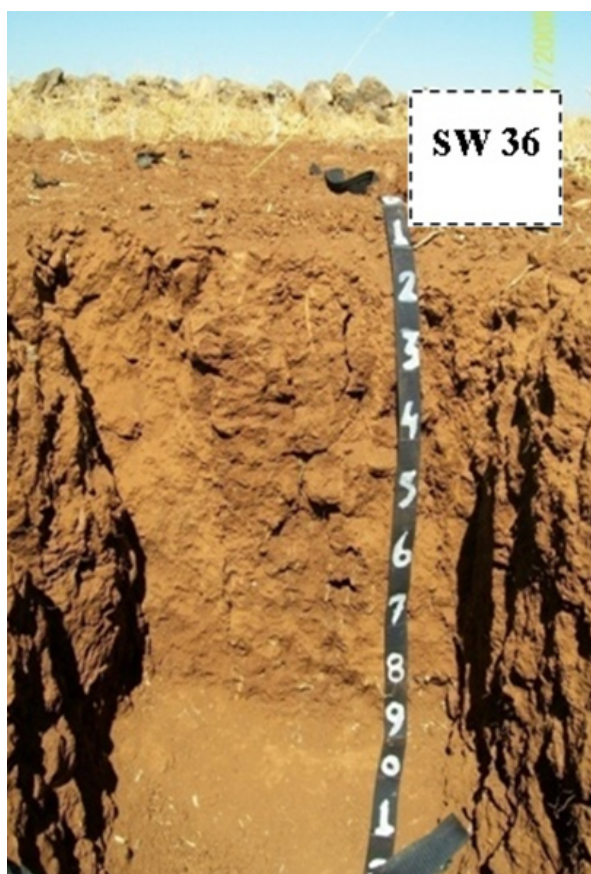


Vertic Calcixerepts



Calcic Haploxerepts

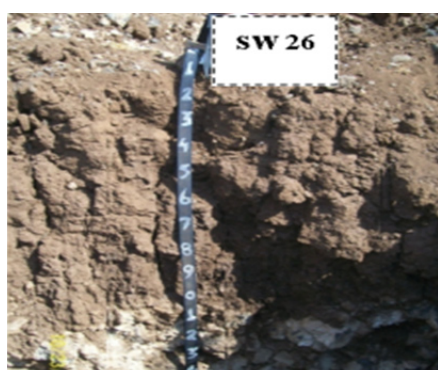
الجدول 10. وصف مورفولوجي لمقطع ممثل لرتبة (Vertisols).



رتبة (Vertisols)
تتمثل بالمقاطع (26, 33, 35, 36)

Pedon-No	SW 36
Location	Rakhm village
Coo-X	36.11763
Coo-Y	32.86917
Soil Taxonomy	Chromic Haploxererts
Annual precipitation	mm 200
Soil moisture	dry
Survey Date	2009 / 8 / 7
Elevation	m 680
Natural Vegetation	Annual Herbage
Parent Material	Basalt
Phys-Unt	Plain
Topography	Flat
Land Use	Crops

0 – 15 cm	Brown 7.5 YR 44/ dry, strong brown 7.5 YR 46/ moist; clay; Granular; plastic and sticky; high porosity; few very fine roots; Abrupt Smooth boundary.
15 – 50 cm	Dark brown 7.5 YR 34/ (dry, moist); clay; medium blocky structure; plastic and sticky; small crack; medium porosity; few very fine and medium roots; Clear Smooth boundary.
50 – 100 cm	Dark brown 7.5 YR 32/ (dry, moist); clay; blocky structure; plastic and sticky; medium porosity; Clear Smooth boundary.
	Slickenside appear after depth 80 cm



Chromic Haploxererts

المراجع

- حبيب، حسن. 2006. دراسة بيولوجية لترب سلسلة طبوغرافية في ظهر الجبل محافظة السويداء. الجمهورية العربية السورية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (22)، العدد 1: 181-209.
- لولو، عبد الرحيم . 1980. تصنيف أراضي منطقة ظهر الجبل في السويداء، وملاءمتها لزراعة الأشجار المثمرة، مديرية الأراضي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- Abu Nukta, F. 1982. Soil of Hauran Basin (Syria). I. General and classification, Univ. of Damascus, Syria. 16 p.
- Bremner, J.M., and C.S. Mulvaney. 1982. "Nitrogen-Total", In: Page A. L. R. H. Miller and D. R. Keeney (Editors), Methods of soil analysis, Part II (2nd edition), Madison, WI: 5969-.
- Day, P.R. 1965. Particle Fractionation and Particle Size Analysis. P. 545- 567. In C.A. Black et al. (ed) Methods of Soil Analysis, Part I. Agronomy 9: 545567-.
- FAO. 1974. The Euphrates Pilot Irrigation Project. Methods of Soil Analysis, Gadeb Soil Laboratory (A laboratory manual). Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO. 1990. Guidelines for Soil Description, 3rd edition. FAO/ISRIC. FAO. Rome.
- FAO. 2006. Guidelines for Soil Description, 4th edition. FAO/UN. FAO/Rome.
- Ilaco, B.V. 1981. Agricultural Compendium for Rural Development In The Tropics and Subtropics. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam- Oxford- New York.
- Ilaiwi, M. 1983. Contribution to the Knowledge of the Soil of Syria. Ph. D. Thesis, State Univ. of Ghent, Belgium. 259 P.
- McLean, A.O. 1982. Soil pH lime requirement. In: page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (eds.), Methods of soil analysis. Part II (2nd ed.), Madison, WI: American Society of Agronomy. P. 1159.
- Muir, A. 1951. Notes on the Soil of Syria. J. of Soil Sci., vol. 2, No. 2 : 163187-.
- Munsell Soil Color Charts. 2000. GretMacbth , NY 12553.
- Nelson, D.W., and L.E. Sommers. 1982. "Total carbon, organic carbon, and organic matter", In: Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (Editors), Methods of soil analysis, Part II(2nd Edition). Madison, WI., pp. 1159.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S.Watanabe and L.A. Dean. 1954. "Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate", USDA Circ. 939. US Governmental printing office, Washington, DC.
- Reinfenberg, A. 1952. The Soil of Syria and Lebanon. J. of Soil Sci., vol 3, No. 1: 6989-.
- Rhoades, J.D. 1982. Solute Content. In: Page, A. L. Methods of soil analysis, Chemical and Microbiological Properties. part II (2nd Edition), Madison, WI: 167179-.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey, NRCS, USDA Handbook No. 436, Second Edition.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to soil taxonomy, NRCS. USDA. Eleventh edition. Washington D.C.
- Thomas, G.W. 1982. "Exchangeable Cations", In: Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (Editors), Methods of soil analysis, part II (2nd Edition), Madison, WI: 159166-.
- Van liere, W.J. 1965. Classification and Rational Utilization of Soils. Report to the Govern. of Syria. FAO. Rome, 151 P.

N° Sp Ref: 0006



استعمال الريزوبكتريا كأسمدة حيوية من أجل زراعة مستدامة

Using Rhizobacteria as Biofertilizers for Sustainable Agriculture

حامد صافية⁽¹⁾

أكرم آدم⁽¹⁾

Akram ADAM⁽¹⁾

Hamid SAFIEH⁽¹⁾

aadam@aec.org.sy

(1) قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية، سورية.

(1) Atomic Energy Commission of Syria, Damascus, Syria.

الملخص

استخدمت بعض أنواع الريزوبكتريا المنشطة لنمو النباتات (PGPR) كأسمدة حيوية صديقة للبيئة، بهدف زيادة نمو النباتات وزيادة إنتاجيتها.

أظهرت دراسة سابقة أن السلالة البكتيرية (*Bacillus megaterium* (SCR17) المعزولة من جذور القطن لها القدرة على حل الفوسفور الصخري، وتثبيت الآزوت الجوي، وإفراز حمض الإندول الخلي (IAA)، وقد أظهرت النتائج المخبرية التأثير الإيجابي لهذه السلالة في نباتات القطن من خلال زيادة معنوية في مؤشرات النمو (الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري للنبات، وطول النباتات وطول الجذور). أجريت في هذه الدراسة تجارب حقلية لتقييم قدرة هذه السلالة البكتيرية على تحفيز نمو نباتات القطن وتقييم الإنتاجية، وأظهرت النتائج قدرة هذه السلالة البكتيرية على تحفيز نمو نباتات القطن وزيادة إنتاجيتها تحت الظروف الحقلية عند استخدام نصف المعدلات السمادية (الأزوت والفوسفور)، وبنسبة وصلت إلى 59% في متوسط وزن التيلة/النبات مقارنة بمثيلاتها من النباتات الشاهد.

تسلط هذه الدراسة الضوء على إمكانية استخدام الريزوبكتريا كأسمدة حيوية، وتوطين هذه التقانة في سورية، بما يسهم في تخفيض كميات الأسمدة الكيميائية المستخدمة من أجل نظام زراعة مستدامة.

الكلمات المفتاحية: القطن، أسمدة حيوية، حل الفوسفور، تثبيت الآزوت الجوي، ريزوبكتريا، PGPR، *Bacillus megaterium*.

Abstract

Some of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains have been used as eco-friendly biofertilizers to increase plant growth and the productivity. A previous study showed that *Bacillus megagaterium* (SCR17) isolated from cotton roots had the ability to dissolve the rock phosphorous, nitrogen fixation (N₂) and secrete indole acetic acid (IAA). Laboratory results showed that SCR17 strain led to a significant increase in the values of growth indicators (wet and dry weight of plant shoot, plant height and root length) in cotton plants. In this study, field experiments (using half-chemical fertilizer rates N₂ and P) were conducted to evaluate the ability of this bacterial strain SCR17 to stimulate the growth of cotton plants and their productivity. The results showed

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p:73 - 77)

المجلة العربية للبيئات الجافة 14 (1) 2021 - أكساد

The Arab Journal for Arid Environments 14 (1) 2021 - ACSAD

there was a significant increase in growth of cotton plants and the average weight of the staple / plant by more than 59% in SCR17-treated plants compared to control plants under field conditions. This study highlights the possibility of using rhizobacteria as bio-fertilizers and the localization of this new bio-technology in Syria, which will contribute to reducing the huge quantities of chemical fertilizers used in order to develop a sustainable agriculture system.

Keywords: Cotton, Bio-fertilizers, Phosphorous solubilization, Nitrogen fixation, Rhizobacteria, PGPR, *Bacillus megaterium*.

المقدمة

نظراً للمشاكل البيئية والصحية والتكاليف العالية لاستخدام الأسمدة الكيميائية في الزراعة، فإن استخدام الأسمدة الحيوية يعد بديلاً مرغوباً فيه، لأن استخدامها يجعل الزراعة أكثر استدامة وأكثر أماناً على صحة الإنسان. تتكون الأسمدة الحيوية من بقايا النباتات والمواد العضوية والكائنات الحية الدقيقة الآمنة والمفيدة، وهي طبيعية وعضوية وقابلة للتحلل البيولوجي وصديقة للبيئة وفعالة من حيث التكلفة، وبالتالي تؤدي إلى زيادة الإنتاجية مع المحافظة على خصوبة التربة.

تعد الريزوبكتريا المنشطة لنمو النبات (PGPR) Plant growth Promoting Rhizobacteria (Kumar وزملاؤه، 2015) من أهم عوامل الأسمدة الحيوية، فهي تستوطن منطقة الريزوسفير وجذور النبات، وتضم أعداداً كبيرة من البكتريا الحرة التي تتعايش مع جذور النبات، وتحسن من نموه وإنتاجيته، وهي تحفز نمو النباتات من خلال إنتاج هرمونات نباتية، مثل حمض الإندول الخلي IAA، وتزيد تثبيت الآزوت الجوي (Hanif وزملاؤه، 2010)، ومكافحة الأمراض، وتحفيز المقاومة الجهازية (Lugtenberg وKamilova، 2009؛ Pérez- Montañó وزملاؤه، 2013) وغيرها.

تعد البكتريا المذيبة للفوسفات من الأنواع المهمة جداً لأنها تحسن من إنحلالية فوسفور التربة المعقد، وتزود النباتات بالفوسفور المتاح، مما يؤدي لزيادة إنتاجية المحاصيل (Yadav وDadarwal، 1997). ويتم هذا التحول من خلال تفاعلات كيميائية وخفض حموضة التربة (Maliha وزملاؤه، 2004)، إذ تقوم أحياء دقيقة محلة للفوسفات (PSM) بإنتاج حموض عضوية؛ مثل: Oxalic acid، Tartaric acid، Citric acid، مما يخفض درجة pH والارتباط مع كاتيونات الكالسيوم والحديد والألمنيوم (Halder وزملاؤه، 1991؛ Souchie وزملاؤه، 2006). تؤدي هذه الأحياء الدقيقة المحلة للفوسفات (PSM) دوراً مهماً في تزويد الفوسفور للنبات، والسماح باستخدام مستدام للأسمدة الفوسفاتية. إن تطبيق هذه اللقاحات البكتيرية يعزز من تعداد الأحياء الدقيقة النشطة والفعالة حول منطقة نشاط الجذور، وبالتالي يزيد من قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية (Chaichi و Mehrvarz، 2008).

هدف البحث:

تعد الأسمدة الحيوية من أكثر العناصر الطبيعية مواءمة لتعزيز نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة، وبالتالي دعم التنمية الزراعية المستدامة، وفي هذا الإطار قمنا في دراسة سابقة بعزل وتوصيف لبعض السلالات الريزوبكتيرية من تربة وجذور نباتات القطن من البيئة المحلية، ودراسة قدرتها على حل الفوسفور، وتثبيت الآزوت الجوي، وإنتاج الهرمونات النباتية. وقد أظهرت السلالة SCR17 نتائج جيدة في تحفيز نمو نباتات القطن المزروعة ضمن أصص مخبرياً. لذلك يهدف هذا البحث إلى دراسة استجابة نباتات القطن المعاملة بالسلالة البكتيرية SCR17 تحت الظروف الحقلية، من خلال دراسة بعض مؤشرات النمو والإنتاجية لتقييم قدرتها كسماد حيوي من أجل زراعة مستدامة.

مواد البحث وطرقه

تجارب استجابة نباتات القطن للسلالة البكتيرية SCR17 *Bacillus megaterium*

لتقييم قدرة السلالة البكتيرية على تحفيز نمو نباتات القطن، استخدمت في هذه الدراسة السلالة البكتيرية *Bacillus megaterium* (SCR17) المعزولة من البيئة المحلية من ريزوسفير نباتات القطن. تم إكثار هذه البكتريا على أطباق بيتري تحوي بيئة LB صلبة على درجة حرارة 28±2 °م. زرعت البكتريا في وسط LB سائل لمدة يومين على حرارة 28±2 °م من أجل تحضير المعلق البكتيري بتركيز نهائي 10⁸ خلية بكتيرية/مل. غمست بذور القطن بالمعلق البكتيري (أو بالماء المقطر والمعقم للبذور الشاهد السلبي والإيجابي) لمدة 2-3 ساعات قبل الزراعة. زرعت البذور ضمن جور (بذرتان في كل جورة)، على خطوط (كل خط يشكل معاملة)، متباعدة عن بعضها مسافة قدرها 70 سم، والمسافة بين البذور 25 سم ضمن الخط الواحد. تم استخدام 25 نباتاً لكل معاملة وبثلاثة مكررات. تم الري بوساطة شبكة ري بمعدل ريتين أسبوعياً. تم تسميد نباتات الشاهد الإيجابي (سماد كيميائي آزوتي وفوسفوري كامل، دون بكتريا) بالسماد الفوسفوري دفعة واحدة قبل الزراعة وبالسماد الأزوتي على 3 دفعات حسب الكمية الموصى بها من قبل وزارة الزراعة السورية (100 كغ سوبرفوسفات /هكتار و300 كغ يوريا /هكتار). تم

تسميد نباتات الشاهد السلبي (نصف سماد كيميائي، ودون بكتريا)، وكذلك نباتات المعاملة البكتيرية بنصف كمية السماد الموصى بها، أما نباتات الشاهد صفر فلم تعط أية جرعة سمادية.

أخذت 5 نباتات عشوائياً عند اكتمال النمو وقبل تفتح الجوزات من كل معاملة لتسجيل مؤشرات النمو والإنتاجية (متوسط الوزن الرطب والوزن الجاف للنبات، عدد الجوزات في النبات، متوسط الوزن الثمري/النبات، متوسط وزن التيلة/النبات، ومتوسط المساحة الورقية). عند اكتمال تفتح الجوزات، سجل متوسط وزن التيلة لـ 10 جوزات، وكذلك متوسط وزن التيلة/النبات.

التحليل الإحصائي:

حللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج STATITCF (Anonymous، 1988)، واختبار تحليل التباين (Newman-Keuls Test) لحساب التباين، وتحديد الفروق المعنوية.

النتائج والمناقشة

مؤشرات النمو:

أظهرت النتائج زيادةً معنويةً واضحةً في مؤشرات النمو (الوزن الرطب والوزن الجاف للنبات، والمساحة الورقية، وعدد الجوزات، وكذلك الوزن الرطب والوزن الجاف للجوزات) عند النباتات المعاملة بالسلالة البكتيرية بنسبة بلغت 51، 51، 7.5، 25، 92 و 95% على التوالي، مقارنةً بمثيلاتها عند نباتات الشاهد السلبي (الجدول 1).

الجدول 1. مؤشرات النمو تحت الظروف الحقلية عند نباتات الفطن المعاملة بالسلالة البكتيرية SCR17، والشاهد الإيجابي (تسميد كامل C+)، والشاهد السلبي (تسميد نصف C-).

المعاملة	وزن رطب (غ/نبات)	وزن جاف (غ/نبات)	المساحة الورقية (سم ²)	عدد الجوزات /النبات	وزن الجوزات (غ/النبات)	وزن جوزات جاف (غ/النبات)
C+	216 b	108 b	5330.2 ab	7.8 ab	151.4 a	75.7 a
C-	169 c	84.5 c	4810.5 ab	5.8 c	109.3 c	54.9 c
SCR17	256.4 a	128.2 a	5172.4 ab	7.4 ab	210.3 a	107.4 a

مؤشرات الإنتاجية:

أظهرت النتائج زيادةً معنويةً واضحةً في مؤشرات الإنتاجية (متوسط وزن التيلة/الجوزة، ومتوسط وزن التيلة/النبات) عند النباتات المعاملة بالسلالة البكتيرية بنسبة بلغت 25، و 59.5% على التوالي، مقارنةً بمثيلاتها عند نباتات الشاهد السلبي (الجدول 2).

الجدول 2. مؤشرات الإنتاجية تحت الظروف الحقلية عند نباتات الفطن المعاملة بالسلالة البكتيرية SCR17، والشاهد الإيجابي (تسميد كامل C+)، والشاهد السلبي (تسميد نصف C-).

المعاملة	عدد الجوزات/ نبات	متوسط وزن التيلة (غ/الجوزة)	وزن التيلة (غ/نبات)
C+	7.8 ab	3.6 ab	28.08 ab
C-	5.8 c	3.2 c	18.56 c
SCR17	7.4 ab	4 ab	29.6 ab

أظهرت دراسة سابقة قدرة السلالة البكتيرية SCR17 على حل الفوسفور الصخري، وتثبيت الآزوت الجوي، وإنتاج حمض الإندول الخلي IAA، والتي تعد من أهم الخصائص المهمة لتصنيف البكتيريا ضمن مجموعة البكتيريا المنشطة لنمو النبات (PGPR Shaikh) وزملاؤه، 2016؛ Mushtaq وزملاؤه، 2021؛ Riaz وزملاؤه، 2021).

استخدمت بعض أنواع البكتيريا التي تنتمي لجنس *Bacillus* و *Pseudomonas* بكتيريا محلة للفوسفات وكان لها أثر إيجابي واضح في تحفيز نمو النباتات تحت ظروف نقص الأسمدة الفوسفورية الكيميائية، وقد عدت هذه البكتيريا كأسمدة حيوية، وبديلاً مناسباً للأسمدة الكيميائية في أنظمة الزراعة العضوية والمستدامة (Kadiri وزملاؤه، 2013؛ Tiwari وزملاؤه، 2019).

في هذه الدراسة، أظهرت تجارب تحفيز نمو نباتات القطن باستخدام السلالة البكتيرية *Bacillus megaterium* (SCR17) تحت الظروف الحقلية، وباستخدام نصف المعدلات السمادية الموصى بها من قبل وزارة الزراعة قدرة عالية على تحفيز نمو نباتات القطن وزيادة إنتاجيتها بنسبة تجاوزت 59 %، مقارنة بمثيلاتها من الشاهد السلبي. وأكدت هذه النتائج التجارب المخبرية التي أظهرت قدرة هذه السلالة البكتيرية على تحفيز نمو نباتات القطن (طول النبات، وطول الجذر، والوزن الرطب والجاف) إلى أكثر من 50 % عند النباتات المعاملة بالبكتريا مقارنة بنباتات الشاهد.

وتتوافق هذه النتائج مع دراسات عديدة أجريت على المحاصيل؛ مثل: القمح، والرز، والقطن، والذرة، ودوار الشمس والبطاطا وغيرها، وقد أظهرت جميعها كفاءة استخدام الريزوبكتريا PGPR كأسمدة حيوية من أجل تحفيز نمو النباتات وزيادة إنتاجيتها (Ahemad و Kibret، 2014؛ Hanif وزملاؤه، 2015؛ Majeed وزملاؤه، 2015؛ Majeed وزملاؤه، 2018a؛ Tiwari وزملاؤه، 2019) وأخيراً، يعد استخدام الأسمدة الحيوية ذو أهمية كبيرة وواعدة في الزراعة المستدامة، لأن الريزوبكتريا المستخدمة تمتلك إمكانيات كبيرة في زيادة نمو النبات، ودعم تغذيته، وتحسين خصوبة التربة، بالإضافة إلى كونها صديقة للبيئة، وتسهم في خفض كميات الأسمدة الكيميائية بشكل كبير (Kumar وزملاؤه، 2015؛ Mushtaq وزملاؤه، 2021)، ولكن عامل الأمان الحيوي، وإجراءات الحجر الزراعي بشأن استخدام كائنات حية دقيقة مدخلة كان يحد كثيراً من استخدام مثل هذه الكائنات الحية في الكثير من البلدان، لذلك يعد هذا البحث من الأبحاث المهمة جداً، لأنه يسلط الضوء على أهمية استعمال السلالات البكتيرية المعزولة محلياً بشكل آمن وفعال لتحفيز نمو النباتات وزيادة إنتاجيتها. وقد أشارت كثير من الدراسات إلى إمكانية استبدال الأسمدة الكيميائية، أو جزء منها بالأسمدة الحيوية الآمنة ورخيصة الثمن والصديقة للبيئة، وبما يخدم الزراعة المستدامة، لكن لا يزال من الضروري إجراء المزيد من التجارب والبحوث من أجل أمثلة هذه السلالات تحت الظروف الحقلية، من أجل تقييم فعاليتها على أصناف نباتية مختلفة، ودراسة الجدوى الاقتصادية منها.

المراجع

- Ahemad, M. and M. Kibret, M. 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. Journal of King Saud University –Science, 26: 1-20.
- Anonymous .1988. STAT-ITCF, Programme, MICROSTA, realized by ECOSOFT 2nd Ver. Institut Technique des Cereals et des Fourrages Paris, France:.
- Halder, A.k., A.K. Mishra and P.K. Chakarbarthy. 1991. Solubilization of inorganic phosphate by Bradyrhizobium. Indian Journal of Experimental Biology, 29: 28-31.
- Hanif, K., S. Hameed, A. Imran, T. Naqqash, M. Shahid and J.D.Van Elsas. 2015. Isolation and characterization of a β -propeller gene containing phosphobacterium *Bacillus subtilis* strain KPS-11 for growth promotion of potato (*Solanum tuberosum* L.). Frontiers in Microbiology, 6: 583.
- Kadiri, D.D., N. Gorle, K.V.R. Peetala and S. Peela. 2013. Isolation, screening and identification of phosphate Solubilizing bacteria from different regions of Visakhapatnam and Araku Valley. International Journal of Advanced Biotechnology and Research, 4(3): 518-526.
- Kumar, A.,S. Guleria, P. Mehta, A. Walia, A. Chauhan and C.K. Shirkot. 2015. Plant growth-promoting traits of phosphate solubilizing bacteria isolated from *Hippophae rhamnoides* L. (Sea-buckthorn) growing in cold desert Trans-Himalayan Lahul and Spiti regions of India. Acta Physiologiae Plantarum, 37(3): 47-59.
- Lugtenberg, B. and F. Kamilova. 2009. Plant-growth-promoting rhizobacteria. Annual Review of Microbiology, 63: 541-556.
- Majeed1, A., M.K. Abbasi1, S. Hameed, A. Imran, T. Naqqash, and M.K. Hanif. 2018. Isolation and characterization of sunflower associated bacterial strain with broad spectrum plant growth promoting traits. International Journal of Biosciences, 13(2): 110-123.
- Majeed, A., M. Abbasi, S. Hameed, A. Imran and N. Rahim. 2015. Isolation and characterization of plant growth-promoting rhizobacteria from wheat rhizosphere and their effect on plant growth promotion. Frontiers in Microbiology, 6: 198.

- Maliha, R., K. Sarmina, A. Najma, and A. Sadia. 2004 .Organic acid production and phosphate solubilization by phosphate solubilizing microorganisms under *in vitro* conditions. Pakistan journal of biological sciences, 7: 187 - 196.
- Mehrvarz, S. and M.R. Chaichi. 2008. Effect of Phosphate Solubilizing Microorganisms and Phosphorus Chemical Fertilizer on Forage and Grain Quality of Barely (*Hordeum vulgare* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 3(6): 855-860.
- Mushtaq, Z., S. Faizan and A. Hussain. 2021. Role of Microorganisms as Biofertilizers. In. Hakeem, K.R. (eds), Microbiota and Biofertilizers.
- Pérez-Montaño, F., C. Alías-Villegas, R.A. Bellogín, P.D. Cerro, M.R. Espuny and I. Jiménez-Guerrero. 2013. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: from microorganism capacities to crop production. Microbiological Research, 169: 325–336.
- Riaz, U., G. Murtaza, W.Anum, T. Samreen and M. Sarfraz. 2021. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) as Biofertilizers and Biopesticides .In. Hakeem K.R., *et al.* (eds), Microbiota and Biofertilizers. Springer, Cham; pp.181-196.
- Shaikh , S.S., R.Z. Sayyed, and M.S. Reddy. 2016. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Sustainable Approach to Agroecosystem. In. Hakeem K.R., *et al.* (eds), Plant, Soil and Microbes. Springer International Publishing Switzerland:181-201.
- Souchie, E.L., R. Azcon, J.M. Barea, O.J. Saggin-Junior, and E.M.R. Silva. 2006. Phosphate solubilization and synergism between P–solubilizing and arbuscular mycorrhizal fungi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Barasilia, 41(9): 1405 – 1411.
- Tiwari, S., V. Prasad and C. Lata. 2019. *Bacillus*: Plant Growth Promoting Bacteria for Sustainable Agriculture and Environment. In. (eds), New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering. Elsevier B.V.; pp.43-55. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64191-5.00003-1>.
- Yadav, K.S. and K.R. Dadarwal. 1997. Phosphate solubilization and mobilization through soil microorganisms. In. Dadarwal, K.R. (eds), Biotechnological Approaches in Soil Microorganisms for Sustainable Crop Production. Scientific Publishers, Jodhpur; :293-308.

N° Sp Ref: 0007



تأثير إضافة أنواع من الأسمدة العضوية والحيوية في بعض الخصائص الخصوبية للتربة ونمو وإنتاجية شجرة الفستق الحلبي

The Effect of Adding Types of Organic and Bio- Fertilizers in some Soil Fertility Characteristics, Growth and Yield of Pistachio Tree

أكرم البلخي⁽¹⁾ محمد بطحه⁽¹⁾ فاطمة خلف⁽¹⁾
F. Khalaf⁽¹⁾ M. Batha⁽¹⁾ A.M. Al-Bikhi⁽¹⁾

famoagro@gmail.com

balkhiakram@yahoo.com

(1) كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(1) Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

الملخص

نفذ هذا البحث خلال موسمي 2019/2018 و2020/2019، على أشجار الفستق الحلبي صنف ناب الجمل باستعمال أربعة أنواع من الأسمدة: السماد الحيواني (روث الأغنام المتخمّر) بمعدل (2 م³/دونم)، والسماد الأخضر (عدس - جلبانة - شعير) بنسبة (1:5:4)، وفطر *Trichoderma* بمعدل 3 كغ/دونم، والسماد المعدني NPK، إضافة إلى الشاهد، بهدف دراسة تأثيرها في بعض خواص التربة الطينية، ونمو الفستق الحلبي وإنتاجيته. أظهرت النتائج أن استعمال السماد الحيوي مع روث الأغنام أدى إلى أفضل النتائج في المؤشرات المدروسة، إذ ازداد متوسط المسطح الورقي والإنتاجية (218.97 سم² و36.61 كغ/شجرة)، وبفعالية تسميد للإنتاج بلغت (69.20 %) مقارنة بالشاهد (134.91 سم²، 22.66 كغ/شجرة)، ورافق ذلك زيادة في محتوى الأوراق من N. P. K، وبزيادة تدريجية في نسبها مع الموسم الثاني. كما ازداد محتوى التربة من N. P. K، ونسبة المادة العضوية في التربة التي بلغت 3.32 % في معاملة تداخل التسميد الحيوي وروث الأغنام.

الكلمات المفتاحية: الفستق الحلبي، ناب الجمل، السماد الأخضر، الإنتاجية، سماد روث الأغنام.

Abstract

This research was carried out during the two seasons (2018/2019- 2019/2020) on Pistachio trees of the Nab-IL Jamal class using four types of fertilizers: fermented sheep manure at a rate of (2 m³), green manure (Lentil - Vetch- Barley) at a ratio of (4:5:1), fungus *Trichoderma* (3 kg)/dunum and mineral fertilizer NPK, in addition to the control, to study its effects in some properties of the clay soil, growth and yield of pistachios.

The results showed that the use of fertilizers (bio fertilization with sheep manure) led to the best results in the studied indicators reflected by increasing the average of leaf area and yield to (218.97 cm²) and (36.61 kg/tree) respectively, and the fertilization efficiency of the yield was (69.20 %) compared to the control (134.91, kg/tree 22.66 cm²). The NPK content of leaves increased with a gradual increase in their percentages in the second season.

The soil content of NPK and organic matter also increased. The organic matter was (3.32%) in the interaction treatment (bio with sheep manure).

Key words: Pistachio, Nab-IL Jamal, Green manure, Yield, Sheep manure fertilizer.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p:78 - 87)

المقدمة

تعد شجرة الفستق الحلبي من أقدم الأشجار التي انتشرت في منطقة حوض البحر المتوسط والشرق الأوسط منذ قرون (Kaka، 1998)، وهي من أكثر الأشجار المثمرة قيمة في سورية، وملائمة لظروف الجفاف في الوطن العربي، فهي تنمو وتثمر في معدلات مطرية تتراوح بين 300 و200 ملم التي تعد في أغلب الأحيان كافية لإعطاء إنتاج اقتصادي مربح من هذه الشجرة التي تسمى بالشجرة الذهبية، كما تنمو شجرة الفستق الحلبي في مختلف الأراضي، وتحمل ارتفاع نسبة الكلس والملوحة في التربة (عدا الأراضي الطينية الثقيلة)، وتمتاز بالقيمة الغذائية العالية لثمارها الغنية بالدهون والبروتينات والنشويات والألياف والفيتامينات، فضلاً عن أنها تعد من الأشجار المتحملة لبرد الشتاء وحر الصيف (أكساد، 1998). كما أنها من أهم الزراعات المطرية في القطاع الزراعي السوري، إذ بلغت المساحة المزروعة بالفستق الحلبي في القطر العربي السوري عام 2020 نحو 60.36 ألف هكتاراً، بإنتاج بلغ نحو 69.4 ألف طن (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2021).

ونظراً لأهمية هذه الشجرة فإنه لا بد من إيجاد مصادر تسميد لتزويدها بالعناصر الغذائية الأساسية من المصادر العضوية، وذلك لزيادة خصوبة التربة، وبالتالي زيادة إنتاجيتها، والتخفيف ما أمكن من استخدام الأسمدة الكيميائية التي تضر بصحة الإنسان والبيئة (الحداد، 2003) والمكلفة اقتصادياً، وذلك من خلال استخدام المخصلات الحيوية والأسمدة العضوية ذات المصدر النباتي أو الحيواني، التي تغني التربة بالمادة العضوية، وتحسن من خواصها (Neweigy وزملاؤه، 1997)، وتقلل من الأثر المتبقي للأسمدة المعدنية، ومن هنا أتت فكرة البحث لدراسة تأثير الأسمدة العضوية والحيوية في تحسين خواص التربة، مما ينعكس على زيادة إنتاجية صنف الفستق الحلبي ناب الجمل.

أوضح Apaydin وNikpeyma (2011)، أن الأسمدة الحيوية ضرورية لزيادة محصول الفستق وجودة الثمار، إذ تعمل الأسمدة الحيوية على جعل العناصر الغذائية أكثر توفراً وإتاحة للنبات، وتعيد التوازن الميكروبي إلى التربة، وتنشط العمليات الحيوية فيها، وتزيد الإنتاجية والجودة العالية للمنتجات الخالية من الكيماويات.

وأشار Pakdaman وزملاؤه (2019) أن استخدام فطر *Trichoderma* أسهم في زيادة امتصاص العناصر الغذائية، وإنتاج بعض الهرمونات النباتية، وبالتالي أدى إلى تحسين نمو الفستق. وأشار Gharanjig وFekri (2009)، إلى التأثير الإيجابي للسماد العضوي في زيادة محتوى التربة والأوراق من الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم للصنف «Badami»، إذ لوحظ زيادة هذه العناصر في التربة منذ الموسم الأول، مع زيادة محتوى الأوراق منها.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير الأسمدة الحيوية والعضوية في زيادة خصوبة التربة، وتحسين نمو وإنتاجية شجرة الفستق الحلبي صنف (ناب الجمل)، بما يحقق الوصول إلى زراعة نظيفة ومستدامة لشجرة الفستق الحلبي.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية:

أشجار الفستق الحلبي: أجريت الدراسة خلال موسمي (2019/2018) و(2020/2019) على أشجار من الفستق الحلبي *Pistacia Vera L*، صنف ناب الجمل / Nab-IL Jamal، بعمر 40 سنة، ومطعمة على أصل بذري للصنف نفسه، مزروعة على مسافة 8×8 م، واختير صنف ناب الجمل كونه متحمل للجفاف، وتمتاز ثماره بحجمها الكبير، ومذاقها السكري،

موقع البحث: نفذ البحث في مدينة صوران، والتي تبعد 18 كم عن مدينة حماة، وترتفع عن سطح البحر 350 متراً، ويبلغ معدل الهطول المطري 330 ملم سنوياً. وتتميز تربة الموقع بمحتواها المنخفض من المادة العضوية والأزوت المعدني، والفوسفور، وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم فيها، وبقوامها الطيني، ويميل تفاعل التربة إلى القلوية (الجدول 1).

الجدول 1. بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع.

الخصائص الكيميائية					الخصائص الفيزيائية					عمق التربة (سم)
K المتبادل (ppm)	P المتاح (ppm)	N المعدني (ppm)	المادة العضوية (%)	كربونات الكالسيوم (%)	EC ميليومز/سم (1:5)	PH التربة معلق (1:2.5)	القوام			
							الطين (%)	السلت (%)	الرمل (%)	
213	5.33	4.48	0.84	35.40	0.165	8.20	60	19	21	30-0
267	5.11	4.84	0.71	34.99	0.195	8.13	60	18	22	60-30
230	3.40	2.53	0.78	34.52	0.198	8.10	62	17	21	90-60

وتم إجراء تحليل للسماد العضوي (روث الأغنام المتخمّر) الذي تم استخدامه في التسميد (الجدول 2).

الجدول 2. نتائج تحليل السماد العضوي (روث الأغنام المتخمّر).

المؤشر	المادة العضوية	N العضوي	P ₂ O ₅	K ₂ O
النسبة المئوية (%)	52.75	1.91	2.20	1.44

طرائق البحث:

طبق البحث على 84 شجرة بواقع 4 مكررات لكل معاملة (في كل مكرر ثلاث أشجار)، وزعت عشوائياً باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (Randomized Completely Block Design)، إذ طبقت 7 معاملات سمادية؛ وهي:

- **المعاملة الأولى:** الأسمدة الخضراء: تم استخدام خليط يحوي نوعين من الأسمدة الخضراء، يتبعان العائلة البقولية (Leguminosae)، هما العدس والجلبان، بالإضافة إلى الشعير *Hordeum vulgare* الذي يتبع العائلة النجيلية، وبنسبة (1:5:4)، أي تم تشكيل خليط من (4 كغ عدس + 5 كغ جلبان + 1 كغ شعير) / دونم (خلف، 2014)، وبالتالي كان نصيب شجرة الفستق الحلبي (0.6 كغ خلطة)، وقلبت مع التربة عند بداية إزهارها في نهاية شهر نيسان/ أبريل.

- **المعاملة الثانية:** السماد الحيواني (روث أغنام متخمّر): تم الحصول عليه من المزارع القريبة من منطقة البحث، وأضيف إلى التربة قبل الفلاحة الخريفية وبمعدل 2 م³/دونم، كما هو متبع من قبل المزارعين في منطقة البحث، ويعادل 50% من التوصية السمادية للأزوت المعدني.

- **المعاملة الثالثة:** السماد الحيوي: تمت باستخدام فطر التريكوثيرما، الذي استعمل مع بودرة تالك بنسبة 10×1⁻⁸، وأضيف إلى التربة بمعدل 3 كغ/الدونم حسب توصيات دائرة مكافحة الحيوية في حماه.

- **المعاملة الرابعة:** السماد المعدني: تمت باستخدام خلطة من الأسمدة المعدنية (يوريا، سوبر فوسفات ثلاثي، سلفات البوتاسيوم) تحوي N.P.K بمعدل: (25 كغ N، 22 كغ P₂O₅، 20 كغ K₂O) / دونم، حسب التوصية السمادية للبحوث الزراعية السورية، وبناءً على تحليل التربة من N.P.K قبل الزراعة، والمتوسط العميق للتربة (0-30 ومن 30-60 سم) (الشاطر والبلخي، 2017).

- **المعاملة الخامسة:** التداخل بين السماد الحيوي والحيواني (روث أغنام متخمّر): وتمت باستخدام نصف الكمية من كلا السمادين، وبما يعادل (1 م³ من روث الأغنام و1.5 كغ من السماد الحيوي) للدونم.

- **المعاملة السادسة:** التداخل بين السماد الحيواني (روث أغنام متخمّر) والأخضر: وتمت باستخدام 1 م³/دونم من روث أغنام، ونصف الكمية من السماد الأخضر، بما يعادل (0.3 كغ) للشجرة الواحدة.

- **المعاملة السابعة:** شاهد من أشجار غير مسمدة.

المؤشرات المدروسة:

- المسطح الورقي (سم²): تم جمع (20) ورقة ناضجة من أشجار مختلفة من المعاملات ومكرراتها كافة، عندما كانت الطرود متخشبة، وتم قياس مساحة الورقة بجهاز قياس مساحة الأوراق Leaf Area Meter (LI-3000c)، وسجل متوسط المسطح الورقي (سم²/20 ورقة).

- الإنتاجية (كغ/ شجرة): وذلك بوزن الثمار للشجرة الواحدة (كغ)، إذ تم قطف كل شجرة على حدة، ووزنت الثمار باستخدام ميزان الكتروني، ثم حسب متوسط إنتاج الشجرة الواحدة سنوياً من ثمار الفستق الحلبي.

- المحتوى المعدني لأوراق الفستق الحلبي (%): تم تقدير محتوى الأوراق من العناصر الأساسية الكبرى (N.P.K)، وتم تحليلها بالطرائق التالية: الأزوت: وذلك باستخدام جهاز كلداهل (Pratte and Chapman، 1961).

الفوسفور: باستخدام جهاز التحليل الطيفي Spectrophotometer، بالطريقة الموصوفة من قبل Black (1965).

البوتاسيوم: باستخدام جهاز اللهب Flame photometer.

- المحتوى المعدني والعضوي للتربة: إذ تم تقدير المحتوى العضوي للتربة ومحتواها من العناصر الغذائية (N.P.K)، ورقم الـ pH.

الأزوت المعدني في التربة: باستخدام جهاز التحليل الآلي والطيفي (kiel Dahl).

الفوسفور المتاح في التربة: اعتماداً على طريقة أولسن المعدلة، وباستخدام جهاز سبكتروفوتوميتر (Olsen و Sommers، 1982).

البوتاسيوم المتاح في التربة: تم الاستخلاص بوساطة محلول أسيتات الأمونيوم، واستخدام جهاز اللهب (Flame photometer).

تقدير المادة العضوية (OM): وذلك بطريقة ديكرومات البوتاسيوم Black و Walky (1943)، والمعيرة بسلفات الحديدي النشاردية.

قياس pH لعجينة التربة المشبعة: وباستخدام مقياس الـ pH.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي؛ وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Completely Randomized Block Design (CRBD)، وأجري تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (Gen-Stat Release 12.1) للمقارنة بين المعاملات لحساب أقل فرق معنوي (L.S.D) على مستوى معنوية 5% للصفات المدروسة.

النتائج والمناقشة

1 - تأثير المعاملات المستخدمة في متوسط مساحة المسطح الورقي (سم²/ ورقة) :

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في متوسط مساحة المسطح الورقي بين المعاملات المدروسة، وكان متوسط مساحة المسطح الورقي الأعلى عند معاملة التداخل بين السماد الحيواني والحيوي (218.97 سم²/ ورقة)، وازدادت مساحة المسطح الورقي بنسبة 62.31% لمعاملة التداخل بين السماد الحيواني والحيوي، وبنسبة 47% لمعاملة السماد المعدني، وبنسبة 44.55% لمعاملة التداخل بين السماد الحيواني والأخضر، وبنسبة 42% لمعاملة السماد الحيواني، وبنسبة 40.85% لمعاملة السماد الأخضر، ومن ثم بنسبة 36.62% لمعاملة السماد الحيوي مقارنةً بالشاهد (الجدول 3). وتعزى تلك الزيادة إلى الدور الإيجابي للأسمدة العضوية والحيوية في تزويد التربة والنبات بالعناصر الغذائية، وزيادة قابلية إفادتها للنبات، وزيادة التمثيل الضوئي في الأوراق (Trevisan وزملاؤه، 2010)، وبالتالي زيادة المدخرات الغذائية فيها، مما ينعكس إيجاباً على زيادة المسطح الورقي.

الجدول 3. متوسط مساحة المسطح الورقي (سم²/ ورقة) لنبات الفستق الحلبي للمعاملات المدروسة.

المعاملة	متوسط المسطح الورقي (سم ² / ورقة)	
	موسم 2020	موسم 2019
السماد الأخضر	193.25 a	186.81 ab
السماد الحيواني	195.19 a	187.96 ab
السماد الحيوي	191.10 a	177.51 b
السماد المعدني	199.80 a	196.45 ab
السماد الحيوي + السماد الحيواني	219.81 a	212.13 a
السماد الأخضر + السماد الحيواني	198.89 a	191.13 ab
الشاهد	135.22 b	134.59 c
متوسط الأعوام	190.47	183.80
L.S.D _{0.05}	52.73	32.19

- تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

2 - تأثير المعاملات المستخدمة في متوسط إنتاجية شجرة الفستق الحلبي (كغ/ شجرة) :

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 4) وجود فروقات معنوية في متوسط الإنتاجية السنوية للأشجار بين المعاملات المدروسة والشاهد، وسجل متوسط الإنتاجية الأعلى معنوياً عند معاملة التداخل بين السماد الحيوي والسماد الحيواني ومعاملة السماد المعدني (38.34، 36.61 كغ/ شجرة)، وأعلى فعالية تسميد للإنتاج (69.20 و 61.56%) على التوالي، تلاها معاملة التداخل بين التسميد بالسماد الأخضر والسماد الحيواني ومعاملة السماد الحيواني (35.08)، وفعالية تسميد للإنتاج (54.81%) و (52.78%) على التوالي، ثم تلاها معاملة السماد الحيوي ثم معاملة السماد الأخضر (30.82، 27.85 كغ/ شجرة)، وذلك بالمقارنة مع الشاهد (22.66 كغ/ شجرة)، (الجدول 4).

الجدول 4. متوسط إنتاجية أشجار الفستق الحلبي (كغ/ شجرة) للمعاملات المدروسة.

المعاملة	موسم 2019	موسم 2020	المتوسط (كغ/الشجرة)	فعالية التسميد للإنتاج (%)
السماد الأخضر	22.00 ab	33.70 d	27.85 c	22.90
السماد الحيواني	27.33 a	41.90 b	34.62 ab	52.78
السماد الحيوي	24.33 ab	37.30 c	30.82 bc	36.01
السماد المعدني	29.00 a	44.23 ab	36.61 a	61.56
السماد الحيوي + السماد الحيواني	30.33 a	46.53 a	38.34 a	69.20
السماد الأخضر + السماد الحيواني	27.67 a	42.50 b	35.08 ab	54.81
شاهد	17.67 b	27.65 e	22.66 d	
متوسط الأعوام	25.48	39.09	32.28	
L.S.D _{0.05}	8.60	2.278	6.112	

تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

ويعود السبب في زيادة الإنتاج إلى دور السماد العضوي في تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية (أكساد، 1984 و 1998)، وغناه بالعناصر الغذائية الأساسية (N.P.K) Tekin (وزملاؤه، 2008)، وزيادة نشاط الأحياء الدقيقة بالتربة، وأن الجمع بين السمادين الحيواني والحيوي (Trichoderma)، أدى إلى زيادة النمو والإنتاج مقارنة بكل من هذه الأسمدة على حدة، وعزى Zhang وزملاؤه (2018) ذلك إلى قدرة المادة العضوية في السماد الحيواني على العمل كركيزة ممتازة لنمو التريكوثيرما.

3 - محتوى الأوراق من العناصر المعدنية؛

محتوى الأوراق من الأزوت؛

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 5) وجود فروقات معنوية في متوسط محتوى الأوراق من الأزوت بين المعاملات المدروسة والشاهد، وبين المعاملات فيما بينها. فقد أدت جميع المعاملات إلى زيادة محتوى الأوراق من الأزوت، وبلغ أعلاه في الموسم الثاني، وتعود الزيادة في تركيز الأوراق من الأزوت في معاملات الأسمدة العضوية لتحلل بقايا الأسمدة العضوية، وتحرر العناصر الغذائية، وهذا يتوافق مع ما بينه Fekri و Garanjig (2009)، إذ أكد أن استخدام الـ Trichoderma مع السماد الحيواني حسن بنية وخصوبة التربة وحيويتها في منطقة انتشار الجذور، وعلل Khan وزملاؤه (2017) ذلك بكفاءة Trichoderma، نتيجة لدورها في ذوبان وتحرر العناصر الغذائية N.K، وزيادة مجتمعات الأحياء الدقيقة المفيدة في التربة، مما أثر في زيادة وتحسين عملية التمثيل الضوئي، وزيادة محتوى الأوراق من العناصر الكبرى.

الجدول 5. متوسط محتوى أوراق الفستق الحلبي من الأزوت (%) للمعاملات المدروسة.

المعاملة	موسم 2019	موسم 2020	متوسط الموسمين
السماد الأخضر	1.858 b	2.200 c	2.029 c
السماد الحيواني	1.870 b	2.260 bc	2.065 bc
السماد الحيوي	1.850 b	2.190 c	2.020 c
السماد المعدني	1.900 b	2.370 ab	2.135 b
السماد الحيوي + السماد الحيواني	2.100 a	2.480 a	2.290 a
السماد الأخضر + السماد الحيواني	1.890 b	2.340 abc	2.115 bc
شاهد	0.670 c	0.680 d	0.675 d
متوسط الأعوام	1.734	2.074	1.904
L.S.D _{0.05}	0.134	0.150	0.139

تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

محتوى الأوراق من الفوسفور:

أدت جميع المعاملات إلى زيادة محتوى الأوراق من الفوسفور، وحقت معاملة التداخل بين السماد الحيوي والحيواني أفضل زيادة في محتوى الفوسفور في الأوراق (الجدول 6). وتعزى هذه الزيادة إلى دور نواتج تحلل المخلفات العضوية في زيادة إذابة الفوسفور في التربة، وزيادة فعاليتها فيها بسبب الأحماض الدبالية (Nadi وزملاؤه، 2011)، إضافة إلى دور التريكوثيرما في إنتاج أحماض عضوية (سيتريك، فورماريك وجلوتيك) في طبقة انتشار الجذور، مما يزيد من قابلية ذوبان بعض العناصر كالزنك والفوسفور، وزيادة امتصاص النبات لها، وهذا ما أشار إليه Altomare (1999) عن دور Trichoderma مع الأسمدة العضوية في تزويد النبات بالعناصر الغذائية ولفترة طويلة.

الجدول 6. متوسط محتوى أوراق الفستق الحلبي من الفوسفور (%) للمعاملات المدروسة.

المعاملة	موسم 2019	موسم 2020	متوسط الموسمين
السماد الأخضر	0.137 b	0.148 cd	0.142 cd
السماد الحيواني	0.140 b	0.151 bcd	0.145 bcd
السماد الحيوي	0.136 b	0.146 d	0.141 d
السماد المعدني	0.146 ab	0.157 b	0.151 b
السماد الحيوي + السماد الحيواني	0.157 a	0.169 a	0.163 a
السماد الأخضر + السماد الحيواني	0.145 ab	0.156 bc	0.150 bc
شاهد	0.050 c	0.049 e	0.0495 e
متوسط الأعوام	0.130	0.139	0.134
L.S.D _{0.05}	0.016	0.008	0.012

تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 %.

محتوى الأوراق من البوتاسيوم:

يلاحظ من الجدول 7 تفوق كل المعاملات السمادية بمحتوى الأوراق من البوتاسيوم على الشاهد، وحقت معاملة التداخل بين السماد الحيواني مع الحيوي أعلى محتوى من البوتاسيوم مقارنة بالمعاملات الأخرى، (1.970 %)، تلاها كل من معاملة السماد المعدني، ومعاملة التداخل بين السماد الحيواني والأخضر، ومن ثم معاملة السماد الحيواني، ومعاملة السماد الأخضر ثم معاملة السماد الحيوي (1.867، 1.875، 1.840، 1.820، 1.812 %) على التوالي، وتعود هذه الزيادة إلى دور الأسمدة العضوية في زيادة محتوى التربة من N.P.K وتيسرها فيها نتيجة تحللها (Dursun و Gezgin، 2009)، ودور Trichoderma مع السماد الحيواني في زيادة امتصاص العناصر الغذائية.

الجدول 7. متوسط محتوى أوراق الفستق الحلبي من البوتاسيوم (%) للمعاملات المدروسة.

المعاملة	موسم 2019	موسم 2020	متوسط الموسمين
السماد الأخضر	1.770 c	1.870 b	1.820 b
السماد الحيواني	1.800 bc	1.880 ab	1.840 b
السماد الحيوي	1.760 c	1.865 b	1.812 b
السماد المعدني	1.850 b	1.900 ab	1.875 b
السماد الحيوي + السماد الحيواني	1.940 a	2.000 a	1.970 a
السماد الأخضر + السماد الحيواني	1.840 b	1.894 ab	1.867 b
شاهد	0.460 d	0.500 c	0.480 c
متوسط الأعوام	1.631	1.701	1.666
L.S.D _{0.05}	0.057	0.124	0.092

تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 %.

4 - محتوى التربة من NPK : محتوى التربة من الأزوت المعدني :

لوحظ وجود فروقات معنوية بين المعاملات المدروسة والشاهد، وبين المعاملات فيما بينها في محتوى التربة من الأزوت (الجدول 8)، إذ حققت معاملة التداخل بين التسميد الحيوي والحيواني أعلى محتوى آزوتي في التربة (ppm 12.48)، تلاها معاملة السماد المعدني (ppm 11.37)، ثم معاملة التداخل بين التسميد الأخضر والحيواني (ppm 11.23)، ثم معاملة السماد الحيواني (ppm 10.84)، ومعاملة السماد الأخضر (ppm 10.73)، ومعاملة السماد الحيوي (ppm 10.39) مقارنة بالشاهد (ppm 4.30)، ولوحظ زيادة في نسبة الأزوت للمعاملات في الموسم الثاني، نتيجةً لتحرره من العقد البكتيرية على جذور النباتات البقولية، إضافةً للأزوت الناتج عن التحلل المستمر للأسمدة العضوية التي لها الدور الكبير في زيادة خصوبة التربة وتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية، وهذا ما بينه Aslan وزملاؤه (2009). كما أن لظفر التريكوديرما القدرة على تحويل المواد العضوية إلى أشكال معدنية (Haifu وزملاؤه، 2019).

الجدول 8. متوسط محتوى التربة من الأزوت المعدني (mpp) للمعاملات المدروسة.

المعاملة	موسم 2019	موسم 2020	متوسط (N ppm)
السماد الأخضر	7.80 bc	13.66 b	10.73 cd
السماد الحيواني	7.98 bc	13.70 b	10.84 bcd
السماد الحيوي	7.36 c	13.42 b	10.39 d
السماد المعدني	8.65 b	14.10 b	11.37 b
السماد الحيوي + السماد الحيواني	9.67 a	15.30 a	12.48 a
السماد الأخضر + السماد الحيواني	8.47 b	13.99 b	11.23 bc
شاهد	4.40 d	4.20 c	4.30 e
متوسط الأعوام	7.76	12.62	10.19
L.S.D _{0.05}	0.867	0.953	0.867

تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

محتوى التربة من الفوسفور المتاح :

يظهر الجدول 9 تفوق معاملة التداخل بين التسميد الحيوي والتسميد الحيواني على جميع معاملات الأسمدة والشاهد في محتوى التربة من الفوسفور المتاح (ppm 31.40)، ولوحظت زيادة في كمية الفوسفور للمعاملات في كلا الموسمين، ولاسيما في الموسم الثاني، وهذا ما يؤكد دور الأسمدة العضوية في زيادة المغذيات في التربة، وزيادة ذوبانها وامتصاصها وتوفيرها للنبات في الوقت المناسب Gezgin و Dursun (2009).

الجدول 9. متوسط محتوى التربة من الفوسفور (mpp) للمعاملات المدروسة.

المعاملة	موسم 2019	موسم 2020	متوسط الموسمين
السماد الأخضر	c 23.70	c 28.70	d 26.20
السماد الحيواني	bc 24.80	bc 29.80	c 27.30
السماد الحيوي	c 23.00	c 28.20	d 25.60
السماد المعدني	ab 26.90	b 31.40	b 29.15
السماد الحيوي + السماد الحيواني	a 28.70	a 34.10	a 31.40
السماد الأخضر + السماد الحيواني	b 26.30	b 30.90	b 28.60
شاهد	d 4.50	d 4.10	e 4.30
متوسط الأعوام	22.56	26.74	24.65
L.S.D _{0.05}	2.156	2.002	1.345

تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

محتوى التربة من البوتاسيوم المتاح:

تفوقت المعاملات السمادية على الشاهد في محتوى التربة من البوتاسيوم المتاح (الجدول 10)، وحققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي والحيواني أعلى محتوى بوتاسيوم في التربة (577 ppm)، تلاها كل من معاملة التسميد المعدني ومعاملة التداخل بين التسميد الحيواني والأخضر (515.5 و 511 ppm) على التوالي، ومن ثم معاملة التسميد الحيواني (498 ppm)، ومن ثم معاملة السماد الأخضر (487 ppm)، ومعاملة السماد الحيوي (483.50 ppm)، مقارنةً بالشاهد (210 ppm)، ولوحظت زيادة في كمية البوتاسيوم المتاح للمعاملات، ولاسيما في الموسم الثاني، وهذا ناتج عن التحلل المستمر لبقايا الأسمدة العضوية، وتحرر العناصر الغذائية في التربة (Gezgin و Dursun، 2009).

الجدول 10. متوسط محتوى التربة من البوتاسيوم (mpp) للمعاملات المدروسة.

مُتوسط الموسمين	موسم 2020	موسم 2019	المعاملة
487 c	551 bc	423 b	السماد الأخضر
498 bc	562 bc	434 b	السماد الحيواني
483.50 c	548 c	419 b	السماد الحيوي
515.50 b	580 b	451 b	السماد المعدني
577 a	641 a	513 a	السماد الحيوي + السماد الحيواني
511 b	575 bc	447 b	السماد الأخضر + السماد الحيواني
210 d	200 d	220 c	شاهد
468.85	522.40	415.30	متوسط الأعوام
31.31	30.66	33.00	L.S.D _{0.05}

تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

محتوى التربة من المادة العضوية:

زادت الأسمدة الحيوية والعضوية (الحيوانية والخضراء) منفردة أو بتداخلاتها من محتوى التربة من المادة العضوية، وتفوقت على السماد المعدني وعلى الشاهد (الجدول 11). وكانت الفروق السنوية معنوية للمعاملات، وهذا ينسجم مع ما بينه Aslan وزملاؤه (2009) من تراكم المادة العضوية الناتجة عن بقايا الأسمدة العضوية (حيوانية وخضراء) في التربة، مع استمرارية تحللها. كما تؤدي درجات الحرارة المرتفعة صيفاً في منطقة الدراسة، والتي تترافق مع وجود الري دوراً كبيراً في زيادة معدل التحلل للمكونات العضوية، وتشجعه من خلال زيادة نشاط الأحياء الدقيقة في التربة.

الجدول 11. متوسط محتوى التربة من المادة العضوية (%) للمعاملات المدروسة.

مُتوسط الموسمين	موسم 2020	موسم 2019	المعاملة
3.005 b	3.610 b	2.400 b	السماد الأخضر
3.015 b	3.620 b	2.410 b	السماد الحيواني
2.995 b	3.610 b	2.380 b	السماد الحيوي
1.650 c	1.800 c	1.500 c	السماد المعدني
3.320 a	3.910 a	2.730 a	السماد الحيوي + السماد الحيواني
3.025 b	3.630 b	2.420 b	السماد الأخضر + السماد الحيواني
0.810 d	0.800 d	0.820 d	شاهد
2.546	2.997	2.094	متوسط الأعوام
0.172	0.191	0.167	L.S.D _{0.05}

تشير الحروف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

pH التربة:

لوحظ وجود فروقات بين معاملات التسميد العضوي والشاهد، وبينها ومعاملة التسميد المعدني (الجدول 12)، إذ أسهمت معاملات التسميد العضوي في خفض رقم pH التربة، مقارنة بالشاهد والتسميد المعدني، وبلغ متوسط pH التربة للشاهد (8.18)، وللتسميد المعدني (8.108). في حين انخفض pH التربة للحد الأدنى لمعاملة التداخل بين التسميد الحيوي وروث الأغنام (7.610). ويعزى ذلك إلى كمية الأحماض العضوية الناتجة عن تحلل الأسمدة العضوية، وشدة نشاط الأحياء الدقيقة المحللة لها في التربة، وهذا يتوافق مع Rahnama وزملائه (2019)، بالإضافة إلى دور التريكوثيرما في إنتاج أحماض عضوية في التربة تسهم في خفض pH التربة.

الجدول 12. تأثير الأسمدة المدروسة في رقم pH التربة.

متوسط pH	موسم 2020	موسم 2019	المعاملة
7.690	7.630	7.750	السماذ الأخضر
7.685	7.630	7.740	السماذ الحيواني
7.700	7.640	7.760	السماذ الحيوي
8.108	8.217	8.000	السماذ المعدني
7.610	7.560	7.660	السماذ الحيوي + السماذ الحيواني
7.675	7.620	7.730	السماذ الأخضر + السماذ الحيواني
8.180	8.190	8.170	شاهد
7.807	7.784	7.830	متوسط الأعوام

الاستنتاجات

- أدى التسميدان الحيوي والعضوي بأشكالهما المختلفة إلى زيادة النمو والإنتاجية، وقد حققت معاملة التداخل بين السماذ الحيوي والحيواني (روث الأغنام) أفضل زيادة في نمو وإنتاجية شجرة الفستق الحلبي، وبشكل يفوق التسميد المعدني.
- أدت الأسمدة العضوية دوراً إيجابياً في تحسين محتوى أوراق الفستق الحلبي والتربة من العناصر الغذائية، وذلك من خلال زيادتها التدريجية تبعاً لنوع السماذ العضوي المستعمل، إضافةً لزيادة المحتوى العضوي للتربة في معاملة التداخل بين الحيوي والحيواني (روث الأغنام).

المراجع

- الحداد، زكريا عبد الرحمن. 2003. الاستثمار في مجال الزراعة العضوية واقتصادياته. المؤتمر العربي للزراعة العضوية من أجل نظافة البيئة وتدعيم الاقتصاد، تونس: 261-270.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2021. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية، دمشق.
- خلف، فاطمة؛ محمد سعيد الشاطر؛ محمد حسني جمال. 2014. تأثير الزراعة العضوية في إنتاجية بعض أصناف الفستق الحلبي، جامعة دمشق.
- الشاطر، محمد سعيد؛ وأكرم البلخي . 2017. الأسمدة والتسميد (الجزء النظري)، جامعة دمشق، كلية الزراعة، دمشق، سورية.
- أكساد 1984.. دراسة تأثير التسميد على نمو وإنتاج شجرة الفستق الحلبي في المناطق الجافة. أكساد، ث ن / ن ، 12. دمشق، سورية.
- أكساد. 1998. شجرة الفستق الحلبي وتقنياتها المختلفة. أكساد. ث ن / ن / 59. دمشق، سورية.
- Altomare, C., W. Norvell. T. Bjorkman and G. Harman.1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant growth Promoting and biocontrol fungus Trichoderma Harzianum. Rifai Strain 129522-. Appl. Environ. Microbial. 65(7): 1984- 1993.
- Aslan, N., N. Kalkanci, S. karadag and I. Acar. 2009. Effects of organic material applications on some Physical

- and chemical properties of soil in organic pistachio growing, 5th International Symposium on Pistachio and Almonds –ISHS-Sanlıurfa-Turkey, p.143.
- Black, C.A. A. 1965. Method of soil analysis. part 1 and 2 Amer. Soc. Agron Madison, 914-925.
 - Chapman, H. D and P.F. Pratte .1961. Method analysis of soils, plants, and water. Univ, Calif. press Berkeley, 309p.
 - Fekri, M and L. Gharanjig. 2009. Effect of pistachio waste, phosphorus and salinity on the chemical composition of pistachio seedling, 5th international Symposium on pistachio and almonds –ISHS-Sanlıurfa-Turkey, p.24.
 - Gezgin, S and U. Dursun .2009. Increased doses applied the – humas in walnut surge length veber basin elements for plum impact on , 5th international Symposium on pistachio and almonds –ISHS-Sanlıurfa-Turkey 4(4987): 71-77.
 - Haifu, S., X. Deng; X. Song and R. Song .2019. Effect of Two Trichoderma Stains on Plant Growth, Rhizosphere Soil Nutrients and Fungal Community of Pinus sulvesris var. mongolica Annual Seedlings. Journal Forests. 10(758):1-17.
 - KaKa, N. 1998. The pistachio its traditional growing areas advanced course -production and economics of nut crops, Adana, - Turkey.
 - Khan, M., M. Hague. A. Molla. M. Rahman and M. Alam .2017. Antioxidant compounds and minerals in tomatoes by, Trichoderma-enriched bio fertilizer and their relationship with the soil environments. J. Integer. Agric, 16: 691–703.
 - Nadi., M.; D. Hma.; A. Golchin, V. Mozafaren, T. Saeidi, and E. Sedaghati .2011. The Effects of Different Vermicomposts on the Growth and Chemical Composition of the Pistachio Seedlings. Journal of Research in Agricultural Science Vol. 7(1):59-69.
 - Neweigy, N., A. Ehsan, A. Hanafi, R. Zagloul and H. EL-Sayeda .1997. Organic and inorganic fertilization in the presence of phosphate solubilizing microorganisms. annals of agric. Sci. Moshtohor, 35(3): 1383-1401.
 - Nikpeyma, Y and C. Apaydin .2011. The effects of varios Foliar Fertilizers on Tree Development, Yield and Nut Quality in Pistachio, 5th international symposium on pistachio and almonds –ISHS- Acta Horticulture, p.912
 - Olsen, S.R and L.E. Sommers .1982. phosphorus, in: page AL, miller, R.H and Keeney D.R., Eds., Methods of Soil analysis, part 2. 2nd, Chemical and Microbiological Properties-Agronomy. ASA -SSSA, Madison. (9):403- 427.
 - Pakdaman, N., M. Nadi and A. Javanshah . 2019. The Impact of Symbiosis with Beneficial Microbes in Soil on Pistachio Vera, Pistachio and Health Journal. 2(1):29-39.
 - Rahnama, A., A. Moezzi and N. Rashidi. 2019. Effect of Humic Acid on Growth Characteristics, Phosphorous and Potassium Uptake and Photosynthesis Pigments of Pistachio Seedlings under Drought Stress. 7(3): 132-139.
 - Tekin, H., N. Guzel and H. Ibrikci .2008. Influence of manure and inorganic fertilizer on Yield and Quality of Pistachio: 1263- 1272.
 - Trevisan, S., O. Francioso, S. Quaggiotti and S. Nardi. 2010 . Humic substances biological activity at the plant-soil interface. Plant Signal Behaviour, 5 (6): 635-643
 - Walky, A and I. A. Black. A. 1934 .An examination of the degtjareff method for determination soil organic matter ,and a proposed modification of chromic acid titration method .Soil Sci. 34:29-38.
 - Zhang, F., Y. Huo, A. Cobb, G. Luo, J. Zhou, G. Yang, W. Wilson and Y. Zhang .2018. Trichoderma bio fertilizer links to altered soil chemistry, altered microbial communities, and improved grassland biomass. Front. Microbial. 9(848): p.11.

N° Sp Ref: 0008



تأثير معدلات التسميد الأزوتي في بعض الصفات الإنتاجية والنوعية للشوندر السكري الصيفي تحت ظروف محافظة حماه

Effect of Nitrogen Fertilization Rates on Some Production and Quality Properties of Sugar Beet under Hama Governorate Conditions

انتصار الجبوي⁽¹⁾ عمار محمود⁽²⁾ مروان الحاج حسين⁽³⁾ عبد الغني الخالدي⁽⁴⁾ بيان العبدالله⁽⁵⁾

Entessar Al Jbawi⁽¹⁾ Ammar Mahmoud⁽²⁾ Marwan AlHaj Hussein⁽³⁾
Abdel Ghani Al-Khalidi⁽⁴⁾ Bayan Al-Abdallah⁽⁵⁾

dr.entessara@gmail.com abdulgh64@hotmail.com bayanaaus@hotmail.com

(1) مدير الإرشاد الزراعي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

(1) General Director of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform. Damascus, Syria.

(2) طالب دكتوراه، حلب، سورية.

(2) Ph.D. student, Aleppo, Syria.

(3) أستاذ في قسم الصرف واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية.

(3) Professor, Department of Drainage and Land Reclamation, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Syria.

(4) باحث، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث القطن، حلب، سورية.

(4) Researcher at Administration of Cotton, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Aleppo, Syria.

(5) باحث، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حماه، حماه، سورية.

(5) Researcher at Hama Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Hama, Syria.

الملخص

نُفذت الدراسة في محطة بحوث تيزين للري التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في حماه/سورية)، خلال موسم الزراعة الصيفية 2021/2020، بهدف دراسة تأثير أربعة مستويات من التسميد الأزوتي [دون إضافة، 200 كغ.هكتار⁻¹، و25% (250)، و-25% (150)] في بعض الخصائص النوعية والإنتاجية لسنف من الشوندر السكري وحيد الجنين وراثياً (Dita). نُفذت التجربة وفقاً لتصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) بثلاثة مكررات. أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى عدم وجود فروقات معنوية للصفات النوعية المدروسة (نسبة البركس، والسكروز والنقاوة) على مستوى معدلات السماد الأزوتي المستخدمة، مما يعني إمكانية عدم إضافة السماد الأزوتي للتربة توفيراً لكمية الأسمدة المضافة، وفي الوقت نفسه الحصول على صفات نوعية جيدة من كل من نسبة البركس والسكروز والنقاوة (20.92، 14.57، و69.61%) على التوالي. بينما لوحظ وجود فروقات معنوية على مستوى المعاملات السمادية بالنسبة للصفات الإنتاجية وعدد النباتات في الهكتار، إذ حققت معاملة السماد (250=N₂ كغ/هكتار) القيمة الأعلى معنوياً بالنسبة للمردود الجذري والمجموع الخضري والبيولوجي، وناتج السكر الفعلي (102.8، 50.4، و153.3، و3.79 كغ.هكتار⁻¹) على التوالي. وكانت القيمة الأعلى معنوياً لصفة عدد النباتات في الهكتار للمعاملة (200=N₁ كغ/هكتار⁻¹)، ما يشير إلى أهمية التسميد الأزوتي المناسبة لزيادة كفاءة النبات في عملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة.

الكلمات المفتاحية: الشوندر السكري، التسميد الأزوتي، الصفات النوعية، الصفات الإنتاجية.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p:88 - 97)

Abstract

The study was conducted at Tizin Research Station for irrigation, Hama Agricultural Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR/ Syria), during the summer growing season of 2020/2021, to study the effect of four levels of nitrogen fertilizer [0, 200, (+25%) 250 and (-25%) 150 kg N.hectare⁻¹] on some yield and quality properties of sugar beet monogerm variety (**Dita**). The experiment was applied according to the randomized complete block design (RCBD) with three replications. The statistical analysis exhibited that there was no significant effect on the quality properties; brix, sucrose, and purity percentages (20.92, 14.57 and 69.61%) respectively, while the nitrogen levels affected significantly the production properties and plant density, which were the highest at the addition of 250 kg N/hectare (102.8, 50.4, 153.3 and 3.79 ton.hectare⁻¹, respectively). The highest value of plant number per hectare was (80.74 thousand plant/hectare) at a level of 250 kg N/hectare⁻¹ of nitrogen fertilization. These results assure the importance of the nitrogen fertilizer to enhance the plant's photosynthesis efficiency and dry matter accumulation.

Keyword: Sugar beet, Nitrogen fertilizer, Quality properties, Production properties.

المقدمة

ينتمي الشوندر السكري *Beta vulgaris* L. للعائلة السرمقية *Chenopodiaceae*، وهو نبات عشبي ثنائي الحول يكمل دورة حياته في سنتين Biennial. ينمو نمواً خضرياً في السنة الأولى، إذ يتكون الجذر بأقصى حجم وتخزن به المواد السكرية وغيرها من المواد الغذائية، وتكون الساق قرصية. أما في العام الثاني، وإذا تركت الجذور في الحقل يكمل النبات دورة حياته، فتستطيل السيقان، وتحمل كمية كبيرة من الأزهار فالثمار (Al-Zubi وJbawi وزملاؤها، 2015).

بلغت المساحة المزروعة بمحصول الشوندر السكري عام 2006 نحو 32562 هكتاراً، وإنتاج قدره 1437921 طناً، في حين بلغت هذه المساحة 26014 هكتاراً، وإنتاج قدره 1805184 طناً لعام 2011 (المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي من عام 2006 ولغاية عام 2013).

يزرع الشوندر السكري في القطر العربي السوري في عدة عروات:

- العروة الخريفية: وتبدأ من 15 تشرين الأول / أكتوبر، إلى 15 تشرين الثاني / نوفمبر، وتزرع في محافظات حماه، إدلب، حلب، الرقة، ودير الزور.
- العروة الشتوية: وتبدأ من 15 كانون الثاني / يناير، إلى 15 شباط / فبراير، وتزرع في محافظات حماه، إدلب، حلب، الرقة (Al-Zubi وAl-Jbawi، 2016).

- العروة الصيفية: وتبدأ من 15 تموز / يوليو، إلى 15 آب / أغسطس (الجباوي وزملاؤها، 2015).

وهي عروة تعد حديثة الاعتماد، إذ تسمح بتقادي درجات الحرارة العالية التي تهدم السكر في الجذور، وتسمح بتطبيق دورة زراعية تسهم في استثمار أفضل للأراضي الزراعية، وامتداد فترة تشغيل معمل السكر لفترة أطول في محافظتي الرقة ودير الزور.

يعد عنصر الأزوت من العناصر الكبرى التي يحتاجها النبات والمحددة للإنتاج في الشوندر السكري (Hergert، 2010)، فهو مهم جداً في التغذية المعدنية للنبات، وذلك لما له من أهمية في تكوين البروتينات وتركيبها، وفي تركيب الأحماض النووية، كما ويدخل في تركيب الكلوروفيل، لذلك يعدُّ عنصراً مهماً وضرورياً للتمثيل الضوئي، ولعملية التنفس (Marinkovic وزملاؤه، 2010). إذ تتأثر كمية الكربوهيدرات المخزنة في أنسجة النبات (المُدخرات). فبنقص الأزوت يصبح النبات غير قادر على استعمال الكربوهيدرات في صنع البروتينات، كما أن زيادة عنصر الأزوت ستؤدي إلى استعمال الكربوهيدرات في النمو الخضري على حساب النمو الجذري في المحاصيل الجذرية، ومنها الشوندر، ممَّا يؤدي إلى صغر حجم الجذور المتشكلة، وانخفاض الغلة البيولوجية (Christenson وDraycott، 2003).

وجد في دراسة حول تأثير عنصر الأزوت في نمو نبات الشوندر، أن هذا العنصر المهم يؤثر في مراحل نمو النبات كافة، ابتداءً من مرحلة الإنبات، وإنتاش البذور، واسترساء البادرات، وحتى مراحل النمو الخضري وتكوين الجذور، وتؤثر زيادة معدل التسميد الأزوتي سلباً في الكثافة النباتية، ونوعية الجذور، إذ لوحظ تليّف الجذور، وزيادة نسبة مركب Alpha amino nitrogen، وانخفاض نسبة السكر (Mary وDürr، 1998).

وفي مصر وجدت Nemeata Alla وزملاؤها (2018)، أن زيادة معدل التسميد الأزوتي للشوندر السكري قد أدى إلى زيادة دليل المساحة الورقية، وقطر الجذر، ووزن المجموع الخضري للنبات، وبالمقابل أدى إلى انخفاض السكر، وناتج السكر المستخلص، والمردود الجذري والسكري.

كما درس Moselhy و El-Sarage (2013) تأثير أربعة مستويات من التسميد الأزوتي (105، 141، 176، و 211 كغ N/هكتار¹) في الصفات الإنتاجية النوعية للشوندر السكري، وأظهر أن الإنتاج الأعظمي من المجموع الخضري (15.5 طن/هكتار¹)، والجذري (41.2 طن/هكتار¹)، ونواتج السكر الفعلي (7.6 طن/هكتار)، كان عند أعلى إضافة من السماد الأزوتي (211 كغ N/هكتار¹)، في حين سجلت أعلى نسبة للسكروز (18.6 %) عند إضافة (141 كغ N/هكتار¹). وأشارت نتائج Abdel-Motagally و Attia (2009) إلى أن إضافة 285 كغ N/هكتار¹ قد أدى إلى رفع نسبة المواد الصلبة الذائبة مقارنة مع المستويين 143 و 214 كغ N/هكتار.

وأكد El-Geddawy وزملاؤه (2015) أن زيادة التسميد الأزوتي للشوندر السكري تزيد من أبعاد الجذر (طوله وقطره)، ونسبة الشوائب (المواد الصلبة الذائبة أو البركس)، والإنتاج من المجموع الخضري، ونواتج السكر الفعلي، وبالمقابل تخفض من نسبة السكروز. وبينت العديد من الدراسات في مصر أن إضافة السماد الأزوتي ما بين 214 و 262 كغ N/هكتار في كل من الترب الطينية أو الرملية يعطي أفضل المؤشرات الإنتاجية من الجذور، ونواتج السكر الفعلي، والمؤشرات النوعية (Hassanin و Wlayan، 2000؛ Hilal، 2005؛ Abo El-Wafa، 2002؛ Moustafa و Darwish، 2001).

وبينت دراسة Pytlarz-Kozicka (2005) أن ارتفاع معدل التسميد الأزوتي من 90 إلى 180 كغ N/هكتار قد زادت بشكل غير معنوي من الإنتاج الجذري، في حين خفضت من نسبة السكروز في الجذور.

كما أوضح Sharaf (2012) و Masri وزملاؤه (2015) التأثير الإيجابي لزيادة معدل التسميد الأزوتي في كل من دليل المساحة الورقية، وزن الجذر للنبات، ونسبة الشوائب، والإنتاج الجذري، ونواتج السكر الفعلي، في حين تأثرت سلباً كل من نسبتي السكروز والنقاوة. وأوضح Badr (2016) أن التسميد بمعدلات منخفضة من الأزوت انعكس إيجاباً على المؤشرات النوعية لجذور الشوندر بالنسبة لصفتي نسبة السكروز والنقاوة، وارتفاعها أدى لارتفاع ناتج السكر الفعلي، وكل من المرود الجذري، والمرود من المجموع الخضري.

هدف البحث:

ونظراً لعدم وجود دراسات سابقة، حول توصيات زراعة الشوندر السكري في سورية في العروة الصيفية، في محافظة حماه، إذ اقتصرت الدراسات على تحديد مواعدي الزراعة والقلع، كان لابد من تنفيذ هذا البحث لتحديد أفضل المعاملات الزراعية، ومن أهمها التسميد الأزوتي، الذي يسهم في تحسين خواص التربة، وفي زيادة الغلة البيولوجية، مع المحافظة على نسبة مرتفعة من السكر لهذا المحصول في سورية. وعليه، يهدف البحث إلى دراسة تأثير معدلات التسميد الأزوتي في بعض الخصائص النوعية (نسبة البركس، والسكروز، والنقاوة %)، والإنتاجية (عدد النباتات، إنتاجية الجذور والمجموع الخضري والبيولوجي، ونواتج السكر الفعلي) للشوندر السكري وحيد الجنين وراثياً (صنف Dita).

مواد البحث وطرائقه

1 - موقع تنفيذ التجربة:

نفذت التجربة في محطة بحوث تيزين للري بحماه، التابعة لمركز بحوث حماه (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/سورية)، إذ يقع المركز ضمن منطقة الاستقرار الأولى، على خط الطول 35.9 وخط العرض 36.52، ويبلغ ارتفاعه عن مستوى سطح البحر 270 م، وبمعدل هطول مطري يبلغ 400 ملم/سنة.

2 - الصنف:

نفذت الدراسة على صنف من الشوندر السكري وحيد الجنين وراثياً؛ هو الصنف ديتا وحيد الجنين، والمعتمد للزراعة في العروات الخريفية والشتوية والصيفية، ومصدره الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية، ويوضح الجدول 1 أهم صفاته الإنتاجية والتكنولوجية.

الجدول 1. الصفات الإنتاجية والتكنولوجية للصنف المدروس.

الصفات الإنتاجية والتكنولوجية للصنف المدروس	الصفات الإنتاجية والتكنولوجية للصنف المدروس
الخصائص	الصنف ديتا (وحيد الجنين)
مصدر البذار	بلجيكا
نوع الصنف	N
نسبة السكر (%)	16.74
الإنتاجية (طن/هكتار ¹)	74.23
طبيعة الصنف	هجين ثلاثي

3 - طريقة الزراعة:

جهزت الأرض للزراعة بحراثة أولى بعمق 30 سم، وحراثة ثانية بعمق 20 سم، ثم أُضيفت الأسمدة العضوية بمعدل 5 م³.دونم⁻¹، وبمعدل 13.33 طن/هكتار، ثم حُرثت الأرض بالكالتيفاتور، وتم تسويتها، وتم تخطيط التربة مع مراعاة الآتي:

- طول القطعة التجريبية (طول الخط): (6 م)، وعرضها: (3 م)، ومساحتها: (18 م²)، والمسافة بين الخطوط: (50 سم)، والمسافة بين النباتات: (20 سم)، والمسافة بين المكررات: (1.5 م).

وقد تمت الزراعة يدوياً خلال العروة الصيفية (بداية أيلول/سبتمبر) بعمق 2-3 سم، وبمعدل 2 بذرة في كل حفرة، وذلك لإمكانية إجراء عملية الخف والترقيع في حال وجود فراغات في خطوط الزراعة، والحصول على الكثافة النباتية المطلوبة، واعتمدت طريقة الري بالراحة بعد طمر البذار بشكل جيد، وكان عدد مرات الري طوال الموسم الزراعي (6 مرات). كما تم التفريد والترقيع قبل وصول النبات إلى مرحلة الزوج الثاني من الأوراق الحقيقية مع إجراء عزيق القطع التجريبية يدوياً من أجل التعشيب، وبمعدل 3 مرات خلال موسم الزراعة. وقد أُضيف السماد الأزوتي حسب المعدلات المدروسة على دفعتين، في كل دفعة نصف الكمية المعتمدة من المعدلات السمادية الثلاثة؛ الدفعة الأولى قبل الزراعة، وتحديدًا بين الفلاحتين الثانية والثالثة وفقاً لتحليل التربة، وأضيفت الدفعة الثانية خلال فترة ظهور الزوج الثاني من الأوراق الحقيقية (الورقة الحقيقية الرابعة).

الجدول 2. التحليل الميكانيكي و الكيمياء لتربة موقع تنفيذ التجربة بمحطة بحوث تيزين في حماه.

التحليل الكيميائي لمستخلص عجينة التربة			البوتاس المتاح (ppm)	الفوسفور المتاح (ppm)	الأزوت المتاح (ppm)	المادة العضوية (%)	قوام التربة	التحليل الميكانيكي (%)		
كربونات الكالسيوم CaCO ₃	التوصيل الكهربائي (ds.m ⁻¹)	حموضة التربة pH					طين	سلت	رمل	
13.5	0.66	6.8	320	17.3	6.5	1.56	طينية	64	18	18

تمت إضافة الكميات المعتمدة الآتية من الأسمدة المعدنية، وفقاً لنتائج تحليل التربة:

- السماد الفوسفوري: لم تتم إضافة سماد السوبر فوسفات الثلاثي (46 % P₂O₅)، كون محتوى التربة جيد من هذا العنصر، وذلك حسب التوصية السمادية السورية لمحصول الشوندر السكري لعروات الزراعة المعتمدة.

- السماد البوتاسي: استخدم سماد سلفات بوتاسيوم (50 % K₂O)، إذ أُضيف بمعدل 80 كغ.هكتار⁻¹ منه، وبما يعادل 40 كغ K₂O.هكتار⁻¹.

- السماد البوراني: (10 % بورون فعال)، وقد أُضيف بمعدل 2 كغ/هكتار.

4 - المُتَغَيِّرات المدروسة:

- مستويات السماد الأزوتي:

تمت إضافة الأزوت N الفعّال (46 %)، وبأربعة مُعدّلات هي: [دون إضافة، 200، 25+ (250) % و-25 (150) كغ.هكتار⁻¹] كوحدة نقية من الأزوت، أي ما يعادل (0، و434، و445، و326 كغ يوريا.هكتار⁻¹).

5 - الصفات المدروسة:

حصدت نباتات التجربة في الموعد المُحدّد للقلع (منتصف الشهر الثالث) بعد نحو 195 يوماً، وأخذت عينات من المحصول (3 نباتات) بمرحلة النضج الكامل للجذور، وذلك من كل قطعة تجريبية من كل مكرّر من مُكرّرات التجربة، وبعد إجراء التصريم لها (إزالة المجموع الخضري)، تم نقلها لمخبر الشوندر في مركز بحوث الغاب لتقدير كل من:

أولاً: الصفات النوعية:

1 - نسبة البركس (المواد الصلبة الذائبة Total Soluble Solids - T.S.S (%):

وذلك باستخدام جهاز الاستقطاب (Refracto meter)، وهو جهاز يستخدم لقياس الكثافة النوعية للسوائل، وبالتالي نسبة المواد الصلبة الذائبة (T.S.S) عن طريق قياس معامل الانكسار للمادة.

- 2 - نسبة السكروز (%) : تم حسابها باستخدام جهاز Polarimeter ، وفق طريقة Le Docte (1927).
- 3 - نسبة النقاوة (%) : وحسبت من المعادلة التالية طبقاً لطريقة Caruthers و Oldfield (1691):

$$\text{نسبة النقاوة (\%)} = [\text{البريكس (\%)/السكروز (\%)}] \times 100$$

ثانياً: الصفات الإنتاجية:

- حصدت جذور النباتات يدوياً للخطوط الوسطى (الخطين الداخليين) من كل قطعة تجريبية، وبعد تصريح النباتات تم وزن المجموع الخضري، ووزن الجذور مقدراً بالكيلوغرام/م²، ثم حسبت المؤشرات الآتية في وحدة المساحة:
- 1 - عدد النباتات في المتر المربع، ثم تحويلها الى عدد النباتات في الهكتار (ألف نبات/هكتار).
 - 2 - إنتاجية الجذور (طن.هكتار⁻¹).
 - 3 - إنتاجية المجموع الخضري (طن.هكتار⁻¹).
 - 4 - الإنتاجية البيولوجية (طن.هكتار⁻¹).
 - 5 - ناتج السكر الفعلي (طن.هكتار⁻¹): والذي يحسب من المعادلة التالية:
- ناتج السكر الفعلي (طن.هكتار⁻¹) = الإنتاج الجذري (طن.هكتار⁻¹) X نسبة السكر (%) X نسبة النقاوة (%)
- 6 - تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:
- وضعت التجربة الحقلية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية وبثلاثة مكررات، وتم تحليل مصادر التباين (ANOVA) للعوامل الأساسية والتفاعل بينها بحسب Gomez و Gomez (1984)، وتقدير قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى المعنوية 5 %، وحساب قيمة معامل الاختلاف (%C.V) باستخدام البرنامج الإحصائي Genestat v.12.

النتائج والمناقشة

أولاً: تأثير معدلات التسميد الأزوتي في الصفات النوعية [نسبة البركس والمواد الصلبة الذائبة - T.S.S والسكروز، والنقاوة (%):] بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية ($p \leq 0.05$) في الصفات النوعية للجذور (نسبة البركس، ونسبة السكروز، ونسبة النقاوة) بين مستويات التسميد الأزوتي (الجدول 3)، وقد توافقت هذه النتائج مع Osman و Abou-Zeid (2005)، والتي بينت عدم وجود تأثير معنوي لمعدلات التسميد الأزوتي في المؤشرات النوعية لجذور الشوندر السكري. وبشكل عام لوحظ ارتفاع هذه المؤشرات مع زيادة التسميد الأزوتي حتى المعدل N2، ثم بدأت هذه المؤشرات بالتناقص مع زيادة التسميد الأزوتي، وقد فسّر Hoffmann (2005) و Malnou وزملاؤه (2008) هذا التناقص في المؤشرات النوعية الناتج عن التسميد بكميات زائدة من الأزوت، نتيجة لعدم التوازن في توزيع نواتج التمثيل الضوئي ما بين الأوراق والمجموع الجذري، مما يؤدي لانخفاض نسبة السكر، وارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة، وبالتالي انخفاض النقاوة. وأوضح Zalut و Youssif (2001)، و El-Kholy وزملاؤه (2006)، و Malnou وزملاؤه (2008) أن زيادة التسميد الأزوتي تزيد من نسبة المواد الصلبة الذائبة التي تعيق استخلاص السكر.

الجدول 3. تحليل التباين لكل من نسبة البركس والسكروز والنقاوة (%) في جذور الشوندر السكري خلال موسم الزراعة 2021/2020.

مصادر التباين S.O.V	درجات الحرية d.f.	نسبة البركس (%)	نسبة السكروز (%)	نسبة النقاوة (%)
المكررات Rep	2	0.21	0.63	15.01
التسميد الأزوتي (N)	3	3.24(ns)	1.52 (ns)	10.86 (ns)
الخطأ التجريبي	6	2.78	0.75	9.71

ns: تعني غير معنوي عند مستوى ثقة 0.05.

الجدول 4. تأثير التسميد الأزوتي في نسبة البركس، والسكريوز، والنقاوة (%) في جذور الشوندر السكري خلال موسم الزراعة 2021/2020

نسبة النقاوة (%)	نسبة السكريوز (%)	نسبة البركس (%)	مستويات التسميد الأزوتي (N)
69.61 ^a	14.57 ^a	20.92 ^a	N0
67.68 ^a	15.30 ^a	22.62 ^a	N1
66.87 ^a	15.57 ^a	23.27 ^a	N2
65.02 ^a	14.00 ^a	21.65 ^a	N3
67.29	14.86	22.11	المتوسط
6.23	1.73	3.21	LSD _{0.05}
4.6	5.8	7.5	%CV
0.41	0.21	0.40	Probability

ثانياً: تأثير معدلات التسميد الأزوتي في الصفات المتعلقة بمكونات الغلة:

1 - عدد النباتات في الهكتار (ألف نبات):

يبين جدول تحليل التباين (الجدول 5) وجود تأثير معنوي لمعدل إضافة السماد الأزوتي في صفة عدد النباتات في الهكتار، إذ بلغت أعلى قيمة في المعاملة (N1=250 كغ N.هكتار⁻¹) (80.74 ألف نبات في الهكتار)، وبالمقابل سجلت المعاملة N0 (عدم إضافة أية كمية من السماد الأزوتي) أقل قيمة (68.89 ألف نبات.هكتار⁻¹) (الجدول 6). ولم تتوافق هذه النتائج مع ما توصل له (Pytlarz-Kozicka 2005)، من عدم وجود تأثير معنوي لمعدل التسميد الأزوتي في عدد النباتات بالهكتار.

2 - إنتاجية الجذور (طن/هكتار):

يلاحظ من الجدولين 5 و6 وجود فروق عالية المعنوية بين معدلات التسميد الأزوتي بالنسبة لصفة الإنتاج الجذري، إذ أعطت المعاملة (N2=250 كغ.هكتار⁻¹) أعلى قيمة لوزن الجذور (102.8 طن.هكتار⁻¹) وبشكل معنوي عن بقية المعاملات، وبلغت أقل قيمة N0 عدم إضافة أية كمية من السماد الأزوتي (69.7 طن.هكتار⁻¹). ويستنتج أن ارتفاع التسميد الأزوتي إلى حد معين يؤدي إلى زيادة الإنتاج الجذري وبشكل معنوي. وتوافقت هذه النتائج مع نتائج (Ismail 2002) و (El-Sayed 2005). وقد عزي الباحثون Zalaf و Yousif (2001)، و El-Kholy وزملاؤه (2006)، و Malnou وزملاؤه (2008) سبب الارتفاع في الإنتاج الجذري نتيجة لزيادة التسميد الأزوتي للزيادة في حجم وعدد الأوراق، وبالتالي زيادة مساحة الأوراق، مما يزيد من معدل التمثيل الضوئي، وينعكس إيجاباً على نمو النبات.

الجدول 5. تحليل التباين لكل من عدد النباتات في الهكتار (ألف نبات/هكتار)، والكثافة النباتية (%)، وإنتاجية الجذور (طن.هكتار⁻¹) للشوندر السكري خلال موسم الزراعة 2021/2020.

إنتاجية الجذور (طن.هكتار ⁻¹)	عدد النباتات في الهكتار (ألف نبات.هكتار ⁻¹)	درجات الحرية d.f.	مصادر التباين S.O.V
117.29	20.165	2	المكررات Rep
571.32**	89.99*	3	التسميد الأزوتي (N)
60.57	6.447	6	الخطأ التجريبي

*, ** تعني وجود معنوية عند مستوى ثقة 0.05 و 0.01 على التوالي.

الجدول 6. تأثير التسميد الآزوتي في عدد النباتات في الهكتار (ألف نبات/هكتار¹)، والكثافة النباتية (%، وإنتاجية الجذور (طن.هكتار¹) للشوندر السكري خلال موسم الزراعة 2021/2020.

إنتاجية الجذور (طن.هكتار ¹)	عدد النباتات في الهكتار (ألف نبات.هكتار ¹)	مستويات التسميد الآزوتي (N)
69.7 ^b	68.89 ^b	N0
81.0 ^b	80.74 ^a	N1
102.8 ^a	70.37 ^b	N2
82.1 ^b	76.30 ^a	N3
83.9	74.07	المتوسط
15.55	5.07	LSD _{0.05}
9.3	3.4	%CV
0.011	0.004	Probability

3 - إنتاجية المجموع الخضري (طن/هكتار):

يوضح جدول تحليل التباين (الجدول 7) وجود تأثير معنوي لزيادة معدلات التسميد الآزوتي في ارتفاع قيمة هذه الصفة مقارنةً بمعاملة عدم الإضافة (N0=دون إضافة) (22 طن.هكتار¹)، إذ سجلت المعاملة (N2=250 طن N.هكتار¹) أعلى قيمة (50.4 طن.هكتار¹) وبفروق ظاهرية عن المعاملتين N1، وN3 (43 و40.4 طن/هكتار) على التوالي (الجدول 8). وهذا ما أكدته Ouda (2002) وOsman (2005) من أن زيادة التسميد الآزوتي تؤدي إلى زيادة الإنتاج من المجموع الخضري.

4 - الإنتاجية البيولوجية (طن/هكتار):

يبين جدول تحليل التباين (الجدول 7) وجود فروق معنوية عالية بين معاملات التسميد الآزوتي بالنسبة للإنتاج البيولوجي والذي يعبر عن مجموع الإنتاج الجذري والخضري، إذ بلغت أعلى قيمة في المعاملة (N2=250 كغ N/هكتار) (153.3 طن.هكتار¹) وبفروق معنوية مع بقية المعاملات، وأعطت المعاملة (N0، دون إضافة) أقل قيمة (91.7 طن.هكتار¹). وهذا ما بينه Edrees وزملاؤه (2019) من أن زيادة معدلات التسميد الآزوتي تسهم بزيادة المساحة الورقية والمحتوى من الكلوروفيل، مما يحفز معدل التمثيل الضوئي، وهذا ينعكس بشكل إيجابي على الإنتاج الجذري والخضري.

5 - ناتج السكر الفعلي (طن/هكتار):

استناداً لجدول تحليل التباين (الجدول 7) يتبين وجود فروق معنوية في صفة ناتج السكر الفعلي، والناتج عن اختلاف معدلات إضافة السماد الآزوتي، إذ سجلت المعاملة (N2=250 كغ N.هكتار¹) أعلى قيمة (3.73 طن.هكتار¹)، ويعزى السبب لارتفاع إنتاجية الجذور، كما هو موضح في الجدول (6)، وارتفاع نسبة السكر والنقاوة كما هو موضح في الجدول (4)، على اعتبار أن ناتج السكر الفعلي هو حاصل ضرب المؤشرات الثلاثة المذكورة، وتوافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Edrees وزملاؤه (2019)، إذ بينت نتائجهم ارتفاع المردود من السكر مع زيادة التسميد الآزوتي للشوندر السكري.

الجدول 7. تحليل التباين لكل من إنتاجية المجموع الخضري والبيولوجي والسكري (طن.هكتار¹) للشوندر السكري خلال موسم الزراعة 2021/2020

ناتج السكر الفعلي (طن.هكتار ¹)	الإنتاجية البيولوجية (طن.هكتار ¹)	إنتاجية المجموع الخضري (طن.هكتار ¹)	درجات الحرية d.f.	مصادر التباين S.O.V
0.	463.8	114.6	2	المكررات Rep
1.42*	1895.5**	437.4*	3	التسميد الآزوتي (N)
0.084	102.3	122.4	6	الخطأ التجريبي

*, ** تعني وجود معنوية عند مستوى ثقة 0.05 و0.01 على التوالي.

الجدول 8. تأثير التسميد الأزوتي في إنتاجية المجموع الخضري والبيولوجي والسكري (طن.هكتار⁻¹) للشوندر السكري خلال موسم الزراعة 2021/2020

مستويات التسميد الأزوتي (N)	إنتاجية المجموع الخضري (طن.هكتار ⁻¹)	الإنتاجية البيولوجية (طن.هكتار ⁻¹)	ناتج السكر الفعلي (طن.هكتار ⁻¹)
N0	22.0 ^b	91.7 ^c	2.14 ^c
N1	43.0 ^{ab}	123.9 ^b	2.79 ^b
N2	50.4 ^a	153.3 ^a	3.73 ^a
N3	40.4 ^{ab}	122.5 ^b	2.46 ^{bc}
المتوسط	39.0	122.9	2.78
LSD _{0.05}	22.11	20.20	0.58
%CV	22.4	8.2	10.4
Probability	0.050	0.002	0.002

الاستنتاجات:

- أشارت النتائج إلى أن مستوى التسميد الأزوتي (250 كغ N.هكتار⁻¹) حقق ارتفاعاً معنوياً في الإنتاج الجذري والخضري والبيولوجي وناتج السكر الفعلي، ما يدل على أهمية معاملة التسميد الأزوتي في رفع كفاءة النبات، وزيادة معدلات عملية التمثيل الضوئي، والتي بدورها أدت إلى زيادة نسبة تراكم المادة الجافة، في حين لم تؤثر معدلات التسميد بصورة معنوية في المؤشرات النوعية.

المقترحات:

تؤكد النتائج على ضرورة تنفيذ هذه التجربة لموسم آخر لتأكيد النتائج قبل تعميمها، لأهمية هذا العنصر في تغذية النبات، وضرورة الحرص والحذر عند إضافته حتى لا تتأثر سلباً نسبة السكر، وهي المنتج الأساس من زراعة الشوندر السكري.

المراجع

- الجبائي، انتصار، وثامر الحنيش، وزهير الجاسم، ونهلة المحمود، وزياد الإبراهيم، وأحمد العبدالله. 2015. تأثير طريقة الزراعة في بعض الصفات الإنتاجية والتكنولوجية لصنفين من الشوندر السكري في العروة الصيفية في سورية. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 2(1): 55-64. /http://agri-research-journal.net/vol2no1p16

- Abdel-Motagally, F.M.F., and K.K. Attia. 2009. Response of sugar beet plants to nitrogen and potassium fertilization in sandy calcareous soil. International Journal of Agriculture and Biology. 11: 695- 700.
- Abo El-Wafa, A.M. 2002. Effect of planting spaces nitrogen level and its frequency on yield and quality of Kawmera sugar beet cultivar. J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 27:707 -716.
- Abou-Zeid, M.Y., and M.S.H. Osman. 2005. Yield and quality of sugar beet as affected by bio and mineral N-fertilization. Zagazig J. Agric. Res., 19: 58- 75.
- AL-Jbawi, E.M., and H.I. Al Zubi. 2016. Effect of sowing dates and length of storage on storability in sugar beets (*Beta vulgaris* L.) piles. Scholarly Journal of Agricultural Science. 6(1): 25 -31.
- Al-Jbawi, E.M., W. Sabsabi, G.A. Gharibo and A.E. A. Omar. 2015. Effect of sowing date and plant density on bolting of four sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties. International Journal of Environment. 4(2): 256 -270.
- Badr, A.I. 2016. Importance of nitrogen and microelements for sugar beet production in sandy soils. J. Plant Production, Mansoura Univ., 7 (2): 283 - 288.
- Carruthers, A.m and J.F.T. Oldfield. 1961. Methods for the assessment of beet quality. Int. Sug. J., 63: 1039-137 ,5-
- Draycott, A. P., and D.R. Christenson. 2003. Nutrients for Sugar Beet Production: Soil Plant Relationships. CABI Publishing, Wallingford, UK.

- Dürr, C., and B. Mary. 1998. Effects of nutrient supply on pre-emergence growth and nutrient absorption in wheat (*Triticum aestivum* L.) and Sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Annals of Botany*. 81(5):665 -672.
- Edrees, G. H., F. S. El-Nakhlawy and S. M. Ismail. 2019. Response of different sugar beet cultivars to nitrogen fertilizer rates under the arid land conditions. *JKAU: Met., Env. & Arid Land Agric. Sci.*, Vol. 28 No. 1, pp: 3 – 10 (1440 A.H./ 2019 A.D.) Doi: 10.4197/Met. 281.1-
- El-Geddawy, Dalia I.H., and B.S.I. Makhlof. 2015. Effect of hill spacing and nitrogen and boron fertilization levels on yield and quality attributes in sugar beet. *Minufiya J. Agric. Res.*, 4(1): 959–980.
- El-Kholy, M.H., M.T. Abdelhamid and E. H.H. Selim. 2006. Effect of soil salinity, nitrogen fertilization levels and potassium fertilization forms on growth, yield and quality of sugar beet crop in Eastnorthern Delta of Egypt. *J. Agric. Sci. Mansoura University*, 31: 4049- 4063.
- El-Sarage, E.I., and S.H. Moselhy. 2013. Response of sugar beet quantity and quality to nitrogen and potassium fertilization under sandy soils conditions. *Asian Journal of Crop Science*. 5(3): 295- 303.
- El-Sayed, G.S. 2005. Effect of soil application of nitrogen and magnesium fertilization on yield and quality of two sugar beet varieties. *Egypt. J. Res.*, 83: 317 -329.
- El-Shafai, A.M.A. 2000. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield and quality of sugar beet in Sohag. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 78(2):759- 767.
- Gomez, K.A., and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. A Wiley-Inter-Science Publication, John Wiley and Sons, New York.
- Hassanin, M.A., and S.E.D. Wlayan. 2000. Effect of phosphorus and nitrogen rates and time of nitrogen application on yield and juice quality of sugar beet. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 25: 7389- 7398.
- Hergert, G.W. 2010. Sugar Beet Fertilization. *Sugar Tech*, 12: 256- 266.
- Hilal, S.M.M. 2005. Response of sugar beet crop to application of biological and chemical fertilizers under North Delta conditions. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Kaffer El-Sheikh, Tanta University, Egypt.
- Hoffmann, C.M. 2005. Changes in N composition of Sugar Beet Varieties in Response to increasing N supply. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 191: 138- 145.
- Ismail, A.M.A. 2002. Evaluation of some sugar beet varieties under different nitrogen levels in El-Fayium. *Egypt. J. Applied Sci.*, 17:15- 20.
- Le Docte, A. 1927. Commercial Determination of Sugar in Beet Root Using the Shacks-Le Docte process, *Int. Sug. J.*, 29: 48892-.[C.F. Sugar Beet Nutrition, April 1972 Applied Science Publishers LTD, London. A.P. Draycott].
- Marinkovic, B., J. Crnobarac, G. Jacimovic, M. Rajic, D. Latkovic and V. Acin. 2010. Sugar yield and technological quality of sugar beet at different levels of nitrogen fertilization. *Res. J. Agric. Sci.*, 42 (1):162- 167.
- Masri, M.I., B.S.B. Ramadan, A.M.A. El-Shafai and M.S. El-Kady. 2015. Effect of water stress and fertilization on yield and quality of sugar beet under drip and sprinkler irrigation systems in sandy soil. *Int. J. Agric. Sci.*, 5 (3): 414- 225.
- Malnou, C., K. Jaggard and D. Sparkes. 2008. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. *European Journal of Agronomy*. 28: 47 -56.
- Moustafa, S.N., and S.D. Darwish. 2001. Biochemical studies on the efficiency use of some nitrogen fertilizers for sugar beet production. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 26: 2421- 2429.
- Nemeata Alla, H.E., A.1. Sasy, A.H. Samar and A.M. Helmy. 2018. Effect of potassium humate and nitrogen fertilization on yield and quality of sugar beet in sandy soil. *J. Plant Production, Mansoura Univ.*, 9 (4): 333 - 338.
- Osman, A.M.H. 2005. Influence of nitrogen and potassium fertilization on yield and quality of two sugar beet varieties. *Egypt. J. Agric. Res.*, 83: 1237 -1254.
- Ouda, S.M.M. 2002. Effect of nitrogen and Sulphur fertilizers levels on sugar beet in newly cultivated sandy soil. *Zagazig J. Agric. Res.*, 29: 23 -50.

- Pytlarz-Kozicka, M. 2005. The effect of nitrogen fertilization and anti-fungal plant protection on sugar beet yielding. *Plant Soil Environ.*, 51(5): 232- 236.
- Sharaf, E. A.A.M. 2012. Effect of some agricultural and biological treatments on sugar beet production. Ph. D. Thesis Fac. of Agric. Assiut. Univ., Egypt.
- Zalat, S.S., and N.O.A. Youssif. 2001. Effect of application time of potassium fertilizer and its ratio with nitrogen on the yield and quality of sugar beet crop (*Beta vulgaris* L.) *Minufia J. Agric. Res.*, 26: 401- 408.

N° Sp Ref: 0009



تأثير كومبوست مخلفات الفستق الحلبي (القشر) ومخلفات الأغنام والماعز في إنتاجية أشجار الفستق الحلبي الصنف العاشوري

Effects of Pistachio Wastes Compost on the Productivity of Pistachio Trees Var. 'Ashouri'

محمد الدعيمس⁽¹⁾ بيان العبد الله⁽¹⁾ أماني بيراوي⁽¹⁾ محاسن توكلنا⁽²⁾ مصطفى بدا⁽²⁻³⁾
M. Daems⁽¹⁾ B. Abdullah⁽¹⁾ A. Birawi⁽¹⁾ M. Tawakalna⁽²⁾ M. Badda⁽²⁻³⁾

mohammaddaems@gmail.com

bayanaaus@hotmail.com

eng.amani199001@gmail.com

mahasentwa@gmail.com

bedda.agri@hotmail.com

(1) مركز البحوث العلمية الزراعية ، حماه، سورية.

(1) Hamah Center of Scientific Agriculture Research, Hamah, Syria.

(2) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(2) General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus Syria.

(3) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/أكساد.

(3) The Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD

الملخص

أجريت الدراسة خلال الموسمين 2019 و2020 على أشجار الفستق الحلبي (صنف عاشوري)، بعمر (33) سنة والمزروعة في مقر مركز البحوث العلمية الزراعية في محافظة حماة (سورية)، بهدف دراسة تأثير كومبوست مخلفات قشر الفستق الحلبي، ومخلفات الأغنام، والماعز في المؤشرات الإنتاجية الكمية والنوعية.

تضمنت هذه الدراسة أربع معاملات إضافة إلى شاهد، إذ استخدمت مخلفات قشر الفستق الحلبي (PW) لتسميد أشجار الفستق الحلبي بمعدل (15 كغ / شجرة)، ومخلفات قشر الفستق الحلبي مع السماد العضوي (PW + OM) بمعدل (7.5 + 15 كغ / شجرة)، ومخلفات الأغنام والماعز (OM) بمعدل (30 كغ/شجرة)، ومقارنتها بمعاملة السماد الكيميائي (TNPK) وفق ما هو متبع من قبل المزارع، وبوجود شاهد دون أي إضافة سماد (T0)، وصُممت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

أظهرت معاملات مخلفات الأغنام والماعز، ومخلفات قشر الفستق الحلبي تفوقاً معنوياً في الموسم الأول، إذ أبدت المعاملة (OM) تفوقاً معنوياً بكمية الإنتاج (5.70 كغ / شجرة) على جميع المعاملات، وأظهرت المعاملة (PW + OM) فروقات معنوية على جميع المعاملات بأقل نسبة ثمار فارغة وأعلى نسبة تشقق للثمار (8.68 و95.54%) على التوالي، وتفوقت المعاملة (TNPK) معنوياً على بقية المعاملات بأعلى وزن ثمرة رطب ولب جاف (2.75 و0.49 غ). أما في الموسم الثاني فقد تفوقت جميع معاملات التسميد معنوياً على الشاهد دون فروقات فيما بينها، وسجل أعلى إنتاج في المعاملة (OM و PW + OM) (23.6 و21.6 كغ/شجرة على التوالي)، ولم تظهر أية فروقات معنوية بين المعاملات بالنسبة للمؤشرات الأخرى.

على ضوء هذه النتائج يعد التسميد بمخلفات قشر الفستق الحلبي والسماد العضوي (PW + OM) بمعدل (7.5 + 15 كغ/شجرة) مفيداً من الناحية الاقتصادية والبيئية للحصول على خصائص كمية ونوعية لإنتاج أشجار الفستق الحلبي صنف عاشوري. تجدر الإشارة إلى أن التسميد العضوي في الموسم الأول أثر في وحدات الحمل للموسم الثاني كون شجرة الفستق الحلبي تحمل على نموات العام السابق.

الكلمات المفتاحية: الفستق الحلبي، *Pistacia vera* L.، مخلفات الفستق الحلبي، سماد عضوي، إنتاجية.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (98 - 107)

Abstract

The study was conducted during the seasons 2019 and 2020 on pistachio trees, the Ashouri variety, aged (33) years, which were planted at the Agricultural Scientific Research Center in Hama (Syria) with the aim of studying the effect of pistachio wastes compost and organic fertilizers on quantitative and qualitative productivity indicators.

This study included four treatments in addition to the control, using pistachio wastes compost (PW) to fertilize pistachio trees at a rate (15 kg / tree) and pistachio wastes compost with organic fertilizer (PW + OM) at a rate (7.5 + 15 kg / tree) and fertilizer Organic (OM) at a rate of (30 kg / tree) compared to the chemical fertilizer treatment (T_{NPK}) according to what is followed by the farmer, and with the presence of a control without any fertilizer addition (T_0), the experiment was designed by designing complete randomized sectors.

The organic fertilization treatments and pistachio wastes compost showed significant superiority in the first season, as the treatment (OM) showed a significant superiority with the production quantity (5.70) kg / tree (over all treatments, and the treatment (PW + OM) showed significant differences on all treatments with the lowest nut blanking percent and the highest percentage Half kernel nuts (8.68, 95.54)%, respectively, and the treatment (T_{NPK}) significantly outperformed the rest of the treatments with the highest weight of wet fruit and dry kernel (2.75, 0.49 g). In the second season, all fertilization treatments were significantly superior to the control, and without differences between them and the highest production was in Treatment (OM and PW + OM) with the highest productivity (23.6, 21.6) kg / tree, respectively, and no significant differences were shown for the rest of the studied indicators.

According to these results, fertilization with pistachio wastes compost and organic fertilizer (PW + OM) with rate (7.5 + 15 kg/tree) is economically and environmentally beneficial to obtain quantitative and qualitative characteristics for the production of pistachio trees, var. 'Ashouri'.

Keywords: pistachio, *Pistacia vera* L., pistachio wastes, organic fertilizer, productivity.

المقدمة

يتبع الفستق الحلبي *Pistacia vera* إلى العائلة البطمية *Anacardiaceae*. وتعد شجرة الفستق الحلبي من أقدم الأشجار التي انتشرت زراعتها في منطقة البحر المتوسط والشرق الأوسط، إذ تشير المراجع إلى أنها عرفت منذ نحو 3500 سنة قبل الميلاد، وتعد منطقة آسيا الصغرى، وغربي آسيا، وبالتحديد مدينة حلب الموطن الأصلي لها (Poch, 1952؛ Kaka, 1998)، كما تعد سورية من أقدم البلدان في زراعة الفستق الحقيقي، إذ اشتهرت حلب بزراعتها عبر قرون طويلة، ومنها انتشر إلى البلدان كافة، وعرف عالمياً بالفستق الحلبي، أو الشجرة الذهبية (Nahlawi و Ibrahim, 1982).

تقدر المساحة المزروعة بأشجار الفستق الحلبي عالمياً بنحو (1034796) هكتاراً، بإنتاج قدره (911829) طناً، وتتبع إيران المركز الأول عالمياً في زراعة وإنتاج الفستق الحلبي، تليها الولايات المتحدة الأمريكية، والصين، وتركيا وسورية (FAO, 2019)، إذ تأتي سورية في المرتبة الخامسة عالمياً في زراعة وإنتاج الفستق الحلبي بمساحة مزروعة تصل إلى (58953) هكتاراً، وإنتاج يُقدَّر بـ (62034) طناً، وتتركز زراعته في محافظات حلب، حماه، إدلب، ريف دمشق وحمص، وتقدر المساحة المزروعة بأشجاره في محافظة حماه وحدها بنحو (20433) هكتاراً، وأعطت إنتاجاً مقداره (31877) طناً (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2020).

يمكن لأشجار الفستق الحلبي النمو في جميع أنواع الترب تقريباً، ولاسيما التي تميل للقلوية، وتحمل الإجهادات البيئية المختلفة (Ruck, 1975)، وتفضل الترب الخفيفة الجافة التي تحوي نسبة مرتفعة من كربونات الكالسيوم (20 - 25 %). إذ يؤدي النقص في كربونات الكالسيوم إلى تدني كمية ونوعية الإنتاج، كما تتحمل أشجاره الملوحة الأرضية والأراضي المحجرة.

تضاف الأسمدة الكيميائية حسب تحليل التربة، إذ يراعى عند إضافة السماد الكيميائي في الزراعات البعلية لأشجار الفستق الحلبي في المناطق التي تقل هطولاتها المطرية عن 200 ملم توفر ريات داعمة. وتضاف كامل الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية في فصل الخريف، وتخلط جيداً في التربة، أما الأسمدة الأزوتية فتضاف على ثلاث دفعات: الدفعة الأولى مع السماد البلدي وسماد السوبر فوسفات وسلفات البوتاس في فصل الخريف، والدفعة الثانية قبل تشكل العناقيد الزهرية، أما الدفعة الثالثة فتضاف بعد العقد، وهذا في حال توفر مصدر للري، وفي حال عدم توفره يتم الاكتفاء بالتسميد الأزوتي دفعة واحدة في موسم هطول الأمطار. وينصح بإضافة الأسمدة المعدنية الآتية عند معدل هطول (350 إلى 500 ملم):

نترات الأمونيوم 33 % بمعدل 1.5 كغ/ شجرة، وسوبر فوسفات ثلاثية 46 % بمعدل 1 كغ/ شجرة، وسلفات البوتاسيوم 50 % بمعدل 1 كغ/ شجرة، و50 غ/ شجرة من كل من سلفات الزنك والمنغنيز وشيلات الحديد (أكساد، 2019).
وفي دراسة لتحديد تأثير التسميد النتروجيني والفوسفور في الإنتاج، وبعض خصائص الثمار، لوحظ تأثير بسيط في وزن الثمار، والإنتاج، وخصائص الثمار (Güneş وزملاؤه، 2010).

وفي دراسة لتأثير التسميد البوتاسي في تركيز البوتاسيوم في التربة والأوراق لأشجار الفستق الحلبي، وإنتاجية الثمار، ونوعيتها، أعطى التسميد البوتاسي بمعدل (110-220) كغ/هـ أفضل النتائج (Zeng وزملاؤه، 2001). وفي تجربة لتحديد تأثير المستويات المختلفة للأسمدة الكيميائية، N.P.K، والتسميد الورقي بعنصر البورون، أثرت المعاملات بشكل معنوي في مؤشرات النمو الخضري، والصفات الكمية والنوعية للثمار، وخفضت من نسبة سقوط البراعم، وقللت من نسبة الثمار الفارغة، وزادت من نسبة الثمار المتشققة، وحجم الثمار (أبعاد الثمار والكروية)، وازدادت محتويات المغذيات الكبرى المتاحة في التربة (N. P. K)، والعناصر الصغرى (Mn و Fe. Cu، Zn)، وازداد محتوى الأوراق من N P K والبورون (Kumar وزملاؤه، 2016). أشار Mohammadi و Roosta (2013) إلى أن استخدام السماد العضوي، ونترات الأمونيوم، وشيلات الحديد على أشجار الفستق يمكن أن يحسن الخصائص الكمية، والنوعية لأشجار الفستق الحلبي في التربة القلوية الإيرانية. وأدى استخدام الأسمدة المعدنية والسماد العضوي بمعدل 25 كغ/ شجرة إلى زيادة الإنتاج بنحو 40 %، ولا تعود هذه الزيادة فقط إلى السماد العضوي الذي يحسن الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة، بل لزيادة كفاءة الأسمدة المعدنية (Aslan وزملاؤه، 2018). وفي دراسة لتأثير تطبيق سماد زرق الدواجن في إنتاجية أشجار الفستق الحلبي، لوحظ تأثير معنوي في زيادة وزن الثمرة، واللبن، ونسبة التصايف، ونسبة الثمار المتشققة، وانخفاض في نسبة الثمار الفارغة (الديميس وزملاؤه، 2020؛ Meimand وزملاؤه، 2018).

وجد Pourahmadi وزملاؤه (2019) أن معاملة السماد العضوي والجبس قللت من الاضطرابات الفسيولوجية، وزادت من نسبة الثمار المتشققة والنمو الخضري لأشجار الفستق الحلبي. وتبين من خلال الدراسات أن التسميد العضوي أدى لزيادة نسبة عقد الثمار وعددها في العنقود، ونسبة التشقق، وزيادة الإنتاج (Momenpour وزملاؤه، 2016). وأكد Karagöktaş وزملاؤه (2014) أن انخفاض نسبة الكربون إلى النيتروجين C/N في سماد مخلفات قشر الفستق الحلبي سرعت عملية التمدن، التي أدت لتزويد النبات بالمغذيات، وخفضت هذه الأسمدة أيضاً من درجة الـ pH في التربة، وسهلت إذابة فوسفات الكالسيوم، وزادت كمية الفوسفور المتاح في التربة، كما ازدادت كمية العناصر المغذية الصغرى المتاحة والمستخلصة بـ DTPA، ولاسيما الزنك، وتميز هذا السماد بعدم احتوائه على بذور الأعشاب مقارنة بالسماد العضوي.

هدف البحث:

اتجهت الأنظار حديثاً نحو استخدام المخلفات النباتية (محاصيل وبقايا أشجار) كمخصبات مكملة للأسمدة الكيميائية، لما تحتويه من عناصر غذائية تحسن الحالة الخصوبية للتربة، وتحد من الأثر البيئي السلبي لها، وتشكل طريقة آمنة بيئياً للتخلص من هذه المخلفات. ناهيك عن الوفرة في التكاليف الاقتصادية، إذ أن مئات الأطنان من مخلفات عملية قشر الفستق الحلبي، إن لم تكن الآلاف منها تنتج سنوياً، وتصرف في العراء، وقد يشكل إعادة استخدامها كنوع من السماد في الترب الزراعية فرصةً للتخلص الآمن منها، وهي بما تحويه من عناصر مغذية قد تكون من المخصبات الطبيعية الواعدة مستقبلاً، كما يمكن إدخال هذا العنصر كجزء من برنامج التسميد المعتمد لحقول أشجار الفستق الحلبي، وإجراء الدراسات المستفيضة بهذا الخصوص. لذا هدف هذا البحث لدراسة تأثير استخدام مخلفات قشور الفستق الحلبي (القشر) ومخلفات الأغنام والماعز في إنتاجية أشجار الفستق الحلبي (الصنف العاشوري).

مواد البحث وطرائقه

مكان تنفيذ البحث:

نُفذ هذا البحث خلال الموسمين 2019 و2020 في مقر مركز البحوث العلمية الزراعية بحماة (سورية) في المجمع الوراثي للفستق الحلبي. جمعت بعض المعطيات المناخية لموقع الدراسة من محطة الأرصاد الجوية في محافظة حماة والمتعلقة بكمية الأمطار، ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية خلال فترة الدراسة، إذ بلغ معدل الامطار في الموسمين (448.2 و421.3 ملم على التوالي)، وبلغ متوسط درجة الحرارة العظمى خلال شهر آب/ أغسطس 37.3 °م، وللموسم الثاني خلال شهر تموز/ يوليو 38.8 °م، ورتبت المعطيات المناخية في الجدول 1.

الجدول 1. معدل الهطول المطري الشهري (مم)، والرطوبة النسبية (%)، ودرجات الحرارة (°م) خلال موسمي الدراسة.

العام	الشهر	الهطل المطري (مم)	الرطوبة النسبية (%)	درجة الحرارة العظمى (°م)	درجة الحرارة الصغرى (°م)	معدل الحرارة اليومية (°م)	العام	الهطل المطري (مم)	الرطوبة النسبية (%)	درجة الحرارة العظمى (°م)	درجة الحرارة الصغرى (°م)	معدل الحرارة اليومية (°م)
2018	أيلول/ أغسطس	3.7	48	35.5	21.4	27.8	2019	27.8	48	35.5	21.4	27.8
	ت1/ أكتوبر	32.2	57	28.7	16.3	22.1		22.1	57	28.7	16.3	22.1
	ت2/ نوفمبر	67	81	18.7	10.2	14		14	81	18.7	10.2	14
	ك1/ ديسمبر	72.3	81	15.5	8.5	11.5		11.5	81	15.5	8.5	11.5
2019	ك2/ يناير	129.4	80	12.6	2.7	7.4	2020	7.4	80	12.6	2.7	7.4
	شباط/ فبراير	90.6	79	15.1	5.8	9.8		9.8	79	15.1	5.8	9.8
	أذار/ مارس	24.6	70	18.4	7.5	12.3		12.3	70	18.4	7.5	12.3
	نيسان/ أبريل	25.9	67	22.2	9.9	15.6		15.6	67	22.2	9.9	15.6
	أيار/ مايو	0	41	33.2	16.4	24.7		24.7	41	33.2	16.4	24.7
	حزيران/ يونيو	2.2	44	35.8	21.3	28.2		28.2	44	35.8	21.3	28.2
	تموز/ يوليو	0.3	43	36	22.5	29		29	43	36	22.5	29
	أب/ أغسطس	0	45	37.3	23.2	29.7		29.7	45	37.3	23.2	29.7
المجموع		448.2										421.3

(الهيئة العامة للأرصاد الجوية، 2020)

المادة النباتية:

تمت الدراسة على أشجار الفستق الحقيقي صنف عاشوري، والمطعمة على الأصل البذري للصنف نفسه والمزروعة في مقر مركز البحوث العلمية الزراعية بحماة، على مسافات (6x6) م، وبعمق (33) سنة، كما يوجد في البستان أشجار مذكرة بمعدل (2:10)، ويعد الصنف العاشوري قائم النمو، ذو قوة نمو عالية، والثمرة متطاولة، ذات لون أحمر أرجواني، وتبلغ نسبة التثاقق 95 %، ومتوسط وزن الثمرة 2.66 غ، ونسبة التصاق الطازج 40 %، ومتوسط عدد الثمار في العنقود 30 ثمرة، والتفتح من الطرف الظهري بشكل رئيس وبشكل ضيق، وتبلغ نسبة الثمار الفارغة 10 % (أكساد، 2019).

طرائق العمل:

معاملات التجربة: لدراسة تأثير استخدام أنواع مختلفة من الأسمدة العضوية في نمو وإنتاجية أشجار الفستق الحقيقي صنف (عاشوري) تم استخدام المعاملات السمادية الآتية والشاهد دون تسميد، وهي:

المعاملة 0 (T0): الشاهد: دون إضافة أي سماد للشجرة.

المعاملة الأولى (TNPK): إضافة السماد الكيميائي للشجرة، كما هو متبع من قبل المزارع.

المعاملة الثانية (PW): إضافة مخلفات قشر الفستق الحلبي للشجرة.

المعاملة الثالثة (OM): إضافة مخلفات الأغنام والماعز للشجرة.

المعاملة الرابعة (OM+PW): إضافة خليط مخلفات الأغنام والماعز ومخلفات قشر الفستق الحلبي للشجرة.

تم تخمير الأسمدة العضوية لمدة شهرين من خلال ترطيب السماد، مع إضافة كمية بسيطة من التربة السطحية لإغناء الكومة بالأحياء الدقيقة، وتم تغطية هذه الكومة. مع العلم أنه تم تحليل مخلفات الأغنام والماعز ومخلفات قشر الفستق الحلبي المضافة لمعرفة محتواها من العناصر الغذائية المختلفة، كما تم تحليل التربة قبل إضافة الأسمدة.

موعد وكمية وطريقة إضافة الأسمدة:

الأسمدة الأزوتية: تم استخدام اليوريا 46 % بمعدل 1.5 كغ/شجرة، وتمت إضافته على ثلاث دفعات :
الدفعة الأولى: ثلث الكمية قبل تفتح البراعم.
الدفعة الثانية: ثلث الكمية بعد العقد.

الدفعة الثالثة: ثلث الكمية في مرحلة النمو الحجمي للثمار.

تمت الإضافة نثراً أسفل المحيط الخارجي لمسقط تاج الشجرة مع مراعاة إجراء الري بعد كل إضافة، إذ تم استخدام المعادلة السمادية المنصوح بها كون النسبة العظمى من المزارعين لا تقوم بالتحليل، وهذه المعادلة هي عرف متعامل به، وبناء على نتيجة هذا البحث كان الهدف إيصال فكرة أن معاملة السماد العضوي هي أفضل أو تساوي معاملة التسميد الكيميائي.

الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية: تمت إضافة 1 كغ/شجرة من كل سماد [سوبر فوسفات ثلاثي (46 P₂O₅ %)، وسلفات البوتاسيوم (K₂O 50 %)] خلال شهر كانون الأول/ديسمبر من كل عام، إذ تمت الإضافة نثراً أسفل المحيط الخارجي لمسقط تاج الشجرة، ومن ثم تلمر بالتراب.

الأسمدة العضوية (مخلفات قشر الفستق الحلي ومخلفات الأغنام والماعز): تمت إضافة كل الكمية المقررة من هذه الأسمدة دفعة واحدة خلال شهر كانون الأول/ديسمبر من العام الأول، إذ تمت الإضافة مرة واحدة عن طريق حفر خندق على المحيط الخارجي لمسقط تاج الشجرة بعرض (25) سم، وعمق (30) سم، ومن ثم وضعت الكمية المقررة من الأسمدة، وطمرت بالتراب، إذ تمت إضافة الأسمدة العضوية بناءً على الدراسات السابقة، فكمية 30 كغ سماد عضوي متخمر تعد جيدة وكافية، أما بالنسبة لمخلفات قشر الفستق الحلي فتم اختيار رقم بمقدار نصف الكمية لدراسة مدى التأثير في زيادة الإنتاج، وسيتم في بحوث لاحقة دراسة مستويات مختلفة من مخلفات قشر الفستق الحلي، ويوضح الجدول 2 خصائص الأسمدة العضوية المستخدمة.

الجدول 2. خصائص مخلفات قشر الفستق الحلي والسماد العضوي المستخدم (مخلفات أغنام وماعز).

الصفة	المادة العضوية (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaCO ₃ (%)	B (ppm)	pH 5:1
مخلفات قشر الفستق الحلي	17.83	1.33	0.05	0.71	20.75	0.02	6.62
مخلفات الأغنام والماعز	82.12	0.41	0.46	0.87	11.34	0.01	7.36

المصدر: مخلفات قشارات الفستق الحلي في قرية مردسو حماة، والسماد العضوي مخلفات الاغنام والماعز في مركز بحوث حماة.

تحليل التربة:

تم تحليل تربة البستان قبل تنفيذ البحث بتاريخ 2018/11/1، وأرسلت عينات التربة إلى مخابر الموارد الطبيعية في مركز بحوث حماة، التابع لهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، من أجل تحليلها وبين الجدول 4 نتائج تحليل تربة الموقع.

الجدول 3. نتائج تحليل تربة الموقع في بداية البحث.

K ₂ O ppm (Thomas, 1982)	P ₂ O ₅ ppm	الأزوت المعدني ppm (Olsen et al., 1954)	المادة العضوية (%)	EC (مليموز/سم)	pH التربة 5:1	التحليل الميكانيكي			العمق (سم)
						الطين (%)	السلت (%)	الرمل (%)	
204	26.6	27.9	0.96	0.37	7.95	62	16	22	30 - 0
230	16.8	29.7	1.23	0.41	7.72	64	16	20	60 - 30

يتبين من خلال النظر إلى مثلث القوام، ومقارنة نتائج التربة الموضحة في الجدول 4 مع جداول القيم الحدية الموضوعة من قبل الباحثين يتبين أن تربة الموقع طينية، ومتوسطة القلوية، وغير متملحة، وغنية بالمادة العضوية، وجيدة ومنخفضة المحتوى من البوتاسيوم والفسفور (مطر وزيدان، 1995: هميسة ونجم، 2000).

عمليات الخدمة الزراعية المقدمة للأشجار: قدمت لأشجار التجربة خلال فترة الدراسة عمليات الخدمة التالية: فلاحه خريفية سطحية في شهر كانون الأول/ديسمبر، ورش الزيت الشتوي المقوى بمركب أولكسي كلور النحاس في شهر شباط /فبراير، وفلاحه ربيعية، وتم التسميد حسب تحليل

التربة، وأجري عزيق للأعشاب تحت مسقط الشجرة، وتم الرش بالمبيدات الحشرية والفطرية (وقائية وعلاجية)، وإجراء عمليات تقليم للأفرع المريضة والمكسورة في شهر أيار/ مايو، والري بمعدل 3 ريات خلال موسم النمو.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: نفذ البحث وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، إذ ضم التصميم (5) معاملات، وأحتوت كل معاملة (3) مكررات، بواقع شجرة/مكرر (عدد أشجار التجربة: 15 شجرة)، وتم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (GenStat12th)، واستخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه One-way ANOVA، لحساب أقل فرق معنوي بين المعاملات (L.S.D) Least Significant Difference عند مستوى معنوية 5 % لمقارنة المتوسطات.

المؤشرات المدروسة:

متوسط إنتاج الشجرة الواحدة (كغ): وذلك من خلال قطف ثمار كل شجرة على حدة، والتخلص من الشوائب وبقايا العناقيد الثمرية، ووزن الثمار بعد تعبئتها في سلال بلاستيكية، باستخدام ميزان إلكتروني حساس، ثم حساب متوسط وزن الثمار لكل معاملة. النسبة المئوية للثمار المتشققة (%): تم أخذ 8 عناقيد ثمرية من الاتجاهات كافة، وبشكل عشوائي من كل مكرر، وحسبت النسبة المئوية للثمار المتشققة.

النسبة المئوية للثمار الفارغة (%): تم أخذ 8 عناقيد ثمرية من الاتجاهات كافة، وبشكل عشوائي من كل مكرر، وحسبت النسبة المئوية للثمار الفارغة.

متوسط وزن الثمرة (غ): وذلك من خلال أخذ الثمار المليئة من (8) عناقيد مأخوذة من الاتجاهات كافة من كل مكرر، ويتم حساب الوزن بال (غ) باستخدام ميزان حساس .

متوسط وزن اللوزة الجاف (غ): وذلك من خلال أخذ الثمار المليئة المقشورة والجافة من (8) عناقيد مأخوذة من الاتجاهات كافة من كل مكرر، ويتم حساب الوزن بال (غ) باستخدام ميزان حساس.

متوسط وزن اللب الجاف (غ): وذلك من خلال أخذ لب الثمار المليئة من (8) عناقيد مأخوذة من كافة الاتجاهات من كل مكرر، ويتم حساب الوزن بال (غ) باستخدام ميزان حساس.

نسبة التصافي: سيتم الحساب وفق المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة التصافي} = \text{وزن اللب/وزن الثمرة} \times 100$$

النتائج والمناقشة

تأثير المعاملات السمادية المختلفة في إنتاج شجرة الفستق الحلبي صنف عاشوري، ونسبة الثمار الفارغة والمتشققة:

يتضح من الجدول 4 الدور الإيجابي للتسميد العضوي بمخلفات قشر الفستق الحلبي والسماد العضوي، أو دمجهما معاً في زيادة إنتاج أشجار الفستق الحلبي، ونسبة الثمار المتشققة، وخفض نسبة الثمار الفارغة مقارنة بالشاهد، كما أن إنتاج الموسم الثاني كان أكبر بكثير من إنتاج الموسم الأول كون الموسم الأول كان عام معاومة جزئياً لأشجار الفستق الحلبي. وتعد أشجار الفستق الحلبي من أكثر الأشجار ميلاً للمعاومة، ويمكن أن تصل نسبة الإنخفاض في الإنتاج إلى 90 % (Steduto وزملاؤه، 2012).

إن ظاهرة الثمار الفارغة وتشقق الثمار في شجرة الفستق الحلبي تختلف باختلاف الصنف والأصل، وتعد من المعايير الأساسية في تقييم جودة الإنتاج (أكساد، 1985).

الجدول 4. تأثير المعاملات السمادية المختلفة في إنتاج أشجار الفستق الحلبي صنف عاشوري، ونسبة الثمار الفارغة والمتشققة.

2020		2019		الموسم		
إنتاج الشجرة (كغ)	نسبة الثمار المتشققة (%)	نسبة الثمار الفارغة (%)	إنتاج الشجرة (كغ)	نسبة الثمار المتشققة (%)	نسبة الثمار الفارغة (%)	الصفة المدروسة المعاملة
7.70 _b	76.20 _a	15.70 _a	4.22 _b	82.00 _b	16.80 _a	T0
15.70 _{ab}	80.70 _a	11.80 _a	3.07 _b	93.43 _a	18.52 _a	T _{NPK}
18.70 _a	90.30 _a	11.60 _a	0.47 _c	84.55 _b	12.97 _{ab}	PW
23.60 _a	81.10 _a	20.60 _a	5.70 _a	84.33 _b	16.37 _a	OM
21.60 _a	86.50 _a	19.60 _a	0.15 _c	95.54 _a	8.68 _b	خليط OM+PW
10.32	15.18	11.07	1.32	5.39	5.45	LSD _{0.05}

ملاحظة: الأحرف المتشابهة في العمود الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية بينها.

يظهر التحليل الإحصائي للنتائج (الجدول 4) وجود فروقات معنوية واضحة بين المعاملات مع تفوق المعاملة (OM+PW) على باقي المعاملات، من حيث أقل نسب ثمار فارغة، وأعلى نسبة تشقق للثمار (8.68 و 95.54) % على التوالي في الموسم الأول، وتفوق المعاملة (OM) من حيث أعلى إنتاج (5.70 كغ) في الموسم الأول، أما في الموسم الثاني فكانت المعاملة (PW) ذات أقل نسبة ثمار فارغة، وأعلى نسبة تشقق للثمار (11.6 و 90.30) على التوالي دون أي فروقات معنوية مع باقي المعاملات، ولوحظ تفوق جميع المعاملات معنوياً على الشاهد من حيث كمية الإنتاج، وربما يعود السبب في زيادة الإنتاج للأشجار لدور السماد العضوي المضاف في زيادة الأزوت المتحرر عن طريق تحرير الأحماض العضوية، بالإضافة إلى الأزوت الناتج من التحلل المستمر للسماد، ومكوناته العضوية، والكربون العضوي من جهة، ودور الأسمدة العضوية المضافة في تخصيب التربة، وتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية، مما ينعكس على تحسين الحالة الغذائية للشجرة، وهذا بدوره يحسن من نمو الثمار، وامتلائها، وبالتالي زيادة حجم البندقة، الذي أدى لزيادة نسبة التشقق، وقد يعزى انخفاض نسبة الثمار الفارغة لزيادة نسبة العقد، وتحسين عملية التلقيح، وإمداد الثمار بالعناصر الغذائية، مما انعكس إيجاباً على تقليل نسبة الثمار الفارغة.

وتتوافق هذه النتائج مع نتائج عدد من الدراسات حول أهمية التسميد العضوي في زيادة إنتاجية شجرة الفستق الحلبي (Tekin وزملاؤه، 2011؛ Ali وCigdem، 2010؛ Aslan وزملاؤه، 2018).

كما أكدت الدراسات الحديثة أن إضافة الأسمدة العضوية لأشجار الفستق الحلبي (الصنف العاشوري) أسهمت في زيادة الإنتاجية، وقللت من نسبة الثمار الفارغة، وزادت نسبة تشقق الثمار (خلف وزملاؤها، 2014؛ الأحمدي وزملاؤه، 2014؛ Kumar وزملاؤه، 2016؛ Meimand وزملاؤه، 2018؛ Pourahmadi وزملاؤه، 2019؛ الدعيمي وزملاؤه، 2020) و أكد Karagöktaş وزملاؤه (2014) ان انخفاض نسبة الكربون إلى نسبة النيتروجين في سماد مخلفات قشر الفستق الحلبي سهلت عملية التمعدين، التي أدت بدورها إلى تزويد النبات بالمغذيات و المواد الكيميائية العضوية، وخفضت هذه الأسمدة أيضاً من درجة الحموضة في التربة، وسهلت إذابة فوسفات الكالسيوم، وزادت تركيز الفوسفور المتاح في التربة. وأكدت الدراسات أن دمج مخلفات قشر الفستق الحلبي مع روث الحيوانات (كسماد عضوي داعم لروث الحيوانات) أثر بشكل إيجابي في خفض درجة حموضة التربة، وقلل من نسبة (C/N)، ولم يظهر هذا الخليط أية سمية على جذور النباتات، ولم تنمو أي بذور اعشاب (Jalili وزملاؤه، 2019).

تأثير المعاملات السمادية المختلفة في مواصفات الثمرة لأشجار الفستق الحلبي صنف عاشوري:

يبدو جلياً من الجدول 5 أن تسميد أشجار الفستق الحلبي بالسماد العضوي حسن مواصفات الثمار، لما له من دور إيجابي في تحسين تغذية الشجرة، مما ينعكس على مواصفات الثمار. ويعد وزن الثمرة، ووزن اللب، ونسبة التصافي لثمار الفستق أحد أهم المؤشرات النوعية لثمار الفستق الحلبي، وتتجاوب أشجار الفستق مع إضافة الأسمدة، إذ تؤثر إضافة الأسمدة في هذا المؤشر تأثيراً مباشراً (Weinbaum وزملاؤه، 1995).

الجدول 5. تأثير المعاملات السمادية المختلفة في مواصفات ثمار الفستق الحلبي/ صنف عاشوري.

2020				2019				الموسم
نسبة التصافي (%)	وزن اللب الجاف (غ)	وزن البندقة الجاف (غ)	وزن الثمرة الرطب (غ)	نسبة التصافي (%)	وزن اللب الجاف (غ)	وزن البندقة الجاف (غ)	وزن الثمرة الرطب (غ)	الصفة المدروسة
20.63 _a	0.46 _a	0.90 _a	2.25 _a	18.56 _{ab}	0.47 _{ab}	1.08 _a	2.58 _{ab}	T ₀
21.33 _a	0.47 _a	0.95 _a	2.19 _a	17.78 _b	0.49 _a	1.05 _{ab}	2.75 _a	T _{NPK}
22.04 _a	0.48 _a	0.94 _a	2.18 _a	17.33 _b	0.45 _b	1.02 _{abc}	2.59 _{ab}	PW
21.08 _a	0.47 _a	0.96 _a	2.25 _a	20.50 _a	0.49 _a	1.00 _{bc}	2.38 _b	OM
21.64 _a	0.47 _a	0.92 _a	2.19 _a	20.45 _a	0.47 _{ab}	0.96 _c	2.30 _b	OM+PW
1.4	0.04	0.09	0.25	2.45	0.03	0.07	0.30	LSD _{0.05}

ملاحظة: الأحرف المتشابهة في العمود الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية بينها.

يظهر التحليل الإحصائي (الجدول 5) أن تسميد أشجار الفستق الحلبي بالسماد الكيميائي (TNPK) في الموسم تفوق على جميع المعاملات بأعلى وزن ثمرة رطب ولب جاف (2.75 و 0.49) غ على التوالي، وفي الموسم الثاني لم تظهر أي فروقات معنوية في مواصفات الثمرة، وأعطت المعاملة (OM) أعلى وزن ثمرة رطب ولوزة جافة (2.25 و 0.96) غ على التوالي، وسجل أعلى وزن لب جاف، ونسبة تصافي في المعاملة (PW) (0.48 و 22.04) غ على التوالي. وقد يعزى ذلك لدور المادة العضوية في زيادة كمية العناصر الممتصة، ولاسيما العناصر الكبرى (N.P.K)،

وبالتحديد الآزوت، إذ يسهم في زيادة تركيز اليخضور، وبالتالي زيادة نشاط الأوراق في عملية التمثيل الضوئي، مما يؤدي لزيادة تصنيع المواد الغذائية في الأوراق، وهذا ما ينعكس على زيادة وزن ثمار الفستق.

وربما يعود تفوق معاملات الأسمدة العضوية إلى تحللها بسرعة، وتحرر العناصر الغذائية، ولاسيما الآزوت والبوتاسيوم، وهذا يتفق مع ما أشار إليه قطننا وزملاؤه (1989) و Casadesus وزملاؤه، 1995. كما يتفق مع نتائج أكساد (1984) على صنف الفستق «Ashouri» من زيادة وزن لب ثمرة الفستق عند إضافة العناصر السمادية (الأزوت والبوتاسيوم). ونتيجة تأثير هذه الأسمدة في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية. كما بينت نتائج أكساد (1998) الأثر الكبير للتسميد العضوي في زيادة إنتاج أشجار الفستق الحلبي، وزيادة وزن اللب من خلال التجارب المنفذة على الصنف العاشوري، إذ وجد الباحثون أن للتسميد العضوي والمعدني دوراً في زيادة وزن الثمار واللب لأشجار الفستق الحلبي/الصنف العاشوري (خلف وزملاؤه، 2014؛ الأحمـد وزملاؤه، 2014؛ Meimand وزملاؤه، 2018؛ الدعيمس وزملاؤه، 2020). وأكدت الدراسات الأثر الإيجابي لاستخدام مخلفات قشر الفستق الحلبي كسماد عضوي داعم لروث الحيوانات (Jalili وزملاؤه، 2019)، مما ينعكس على إتاحة المغذيات، التي تسهم في زيادة وزن الثمار واللب.

مما سبق يلاحظ دور التسميد العضوي (سماد عضوي ومخلفات قشر الفستق الحلبي) في تحسين الخصائص الإنتاجية لشجرة الفستق الحلبي، إذ أسهم بشكل ملحوظ في زيادة إنتاجية الشجرة في الموسم الثاني، كما أسهم في تخفيض نسبة الثمار الفارغة، وزيادة نسبة الثمار المتشقة، وحسن من المواصفات النوعية للثمار من حيث وزن الثمرة واللب، مما انعكس إيجاباً على نسبة التصايف.

الاستنتاجات والمقترحات:

- التسميد العضوي بدمج مخلفات قشر الفستق الحلبي مع السماد العضوي، لما له من دور إيجابي في تحسين الصفات الإنتاجية لشجرة الفستق الحلبي «الصنف العاشوري».
- ينصح باستخدام السماد العضوي مع مخلفات قشر الفستق الحلبي بمعدل إضافة (15 و 7.5 كغ/الشجرة) على التوالي، لتحسين إنتاجية أشجار الفستق الحلبي وللحصول على صفات مرغوبة للثمار.
- الاستمرار بدراسة تأثير السماد العضوي مع مخلفات قشر الفستق الحلبي على عدة مواسم متتالية.

المراجع

- الأحمـد، عبد الله؛ بدر الدين جلب ومحمد حسني، جمال . 2014. دراسة تأثير أنواع ومستويات من التسميد العضوي في إنتاجية بعض أصناف الفستق الحلبي، رسالة ماجستير، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة دمشق، 91 صفحة.
- الهيئة العامة للأرصاد الجوية . 2020. التقارير الدورية للأرصاد الجوية، دمشق، سورية.
- أكساد . 1998. شجرة الفستق الحلبي وتقنياتها المختلفة . أكساد . ث ن / ن / 59 / 162. صفحة.
- أكساد . 1985. دراسة حيوية حبوب طلع الفستق الحلبي تحت الظروف البيئية لمنطقة حلب في سورية ، أكساد / ث ن / ن / 19 .
- خلف، فاطمة حسن؛ محمد سعيد الشاطر ومحمد حسني جمال . 2014. تأثير الزراعة العضوية في إنتاجية بعض أصناف الفستق الحلبي، رسالة ماجستير، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة دمشق، 81 صفحة.
- الدعيمس، محمد؛ رشيد خربوتلي ورشيد السيد عمر . 2020. تأثير مستويات مختلفة من زرق الدواجن في إنتاج أشجار الفستق الحلبي صنف العاشوري، المجلة السورية للبحوث الزراعية، 7 (3): 36 - 46.
- أكساد . 2019. شجرة الفستق الحلبي (تقنيات زراعتها)/أكساد ، دمشق.
- قطننا، هشام؛ عدنان قطب و خليل المعري . 1989. فيزيولوجيا الفاكهة، منشورات جامعة دمشق، الجمعية التعاونية للطباعة بدمشق، 704 صفحات.
- المجموعة الإحصائية الزراعية . 2020. مديرية التخطيط والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.
- مطر، عبد الله وعلي زيدان . 1995. المدخل العلمي لتحليل التربة، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، (96 ص).
- أكساد . 1984 دراسة تأثير التسميد على نمو وإنتاج شجرة الفستق الحلبي في المناطق الجافة، أكساد، دمشق ث ن / ن / 12.
- هميسة، محمد رياض، وعبد الواحد نجم . 2000. تسميد المحاصيل الحقلية في الأراضي القديمة والجديدة، نشرة رقم (12) معهد بحوث الأراضي والمياه، مركز البحوث الزراعية، وزارة الزراعة، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

- Ali, R., and C. Cigdem .2010. Effects of different organic materials fertilizers on nutrition of pistachio (*Pistacia vera* L.) . Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bingöl University, 12000, Bingöl, Turkey.The Chamber of Agricultural Engineers, Gaziantep, Turkey .
- Aslan, N., N. Kalkancı, A.Yılmaz and K. Sarpkaya .2018. The effect of organic fertilizer applied with mineral fertilizer on pistachio productivity. In XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Organic Horticulture for Wellbeing of the 1286 : 199-204.
- Casadesus , J., L. Tapia and H. Lambers .1995. Regulation of K⁺ and No₃ fluxes in roots of sunflower (*helianthus annuls*) after changes in light intensity.physiol.plant.93:279-285.
- FAO . 2019. Faostat Statistical Database, Agricultural Production. www.FAO/faostat.com.
- Güneş , N. T., Y. Okay, A.I. KÖKSAL and M. KÖROĞLU. 2010. The effect of nitrogen and phosphorus fertilization on yield, some fruit characteristics, hormone concentrations, and alternate bearing in pistachio. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34(1): 33-43.
- Ibrahim, I. H., and N. Nahlawi. 1982. Recent technique of propagating pistachio rootstocks by seeds and budding. ACSAD. Damas. Syria 19 p.
- Jalili, M., M.Mokhtari, H. Eslami, F.Abbasi, R.Ghanbari, and A. A. Ebrahimi. 2019. Toxicity evaluation and management of co-composting pistachio wastes combined with cattle manure and municipal sewage sludge. Ecotoxicology and Environmental Safety, 171: 798-804.
- KaKa, N. 1998. The pistachio its traditional growing areas advanced course production and economics of nut crops, Adana, Turkey.
- Karagöktaş, M., V. Uygur, M. Aydoğdu and I. Rastgeldi. 2014. The effects of pistachio nut hull compost on soil fertility: A comparative study with manure. International Soil Science Congress on «The Soul of Soil and Civilization.
- Kumar, P., S. K. Sharma, R.S.Chandel, J.Singh and A. Kumar. 2016. Nutrient dynamics in pistachios (*Pistacia vera* L.): The effect of mode of nutrient supply on agronomic performance and alternate-bearing in dry temperate ecosystem. Scientia Horticulturae, 210: 108-121.
- Meimand, M. M., M.Shamshiri, H.Roosta and U. E. Khan. 2018. Poultry manure application time and pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. Advances in Horticultural Science, 32(2): 177-183.
- Momenpour, A., S.A.Hosseini and M. N. Afkhami. 2016. The effect of plant nutrition program of bazargan kala company on yield and fruit quality components of pistachio cultivar akabari in damghan, Semanan-IRAN.
- OLSEN, C.R., C.V. COLE, F.S. WATANABE and L.A. DEAN. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate, U.S. of Agric. Circ. p: 939, 1954.
- Poch, H. 1952. The pistachio in Syria fruits d,outr Mer .8479-487,
- Pourahmadi, E., A. Mohamadkhani, P.Roshandel, V.Rohi and O. Khademi. 2019. Amelioration of physiological disorders in pistachio nuts by organic manure and gypsum. Scientia Horticulturae, 248: 225-230.
- Roosta, H. R., and Z. Mohammadi. 2013. Improvement of some nut quality factors by manure, ammonium, and iron application in alkaline soil pistachio orchards. Journal of plant nutrition, 36(5): 691-701.
- Ruck, H. E. 1975. Deciduous fruit tree cultivars for tropical and subtropical regions. Bibl.common W.Bux. Hort. plant crops.
- Steduto, P.,T. C. Hsiao, E. Fereres and D. Raes .2012. Crop yield response to water(Vol. 1028). . Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Rome. P 498.
- Tekin, N., N.Güzel and H. Ibrikçi .2011. Influence of manure and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of pistachios in southeastern Turkey.ISHSActaHorticulturae International Symposium on Pistachio.419. 1994: 129-134.
- THOMAS, G.W. 1982. Exchangeable Cation., In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.). Methods of Soil Analysis, Part II, 2nd edn., Agronomy Monograph 9. American Society of Agronomy. Madison.

Wisconsin. USA.

- Weinbaum, S., P. Brown and R. Rosecrance. 1995. Assessment of nitrogen and potassium uptake capacity during the alternate bearing cycle. In: Calif. pistachio ind. Ann. Rpt. 1995:56-60.
- Zeng, Q., P.H. Brown and A. B. Holtz. 2001. Potassium fertilization affects soil K, leaf K concentration, and nut yield and quality of mature pistachio trees. Hort Science, 36(1): 85-89.

N° Sp Ref: 0010



تأثير السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) في نمو وإنتاجية نبات البطاطا.

Effect of Bio Fertilizer (Em1) and Seaweed Extract (Alga 600) on Growth and Productivity of the Potato Plant

د. رولا بايرلي⁽¹⁾

Eng. Mohamad Alomar⁽¹⁾

mhd.k.alomar@gmail.com

م. محمد العمر⁽¹⁾

Dr. Rola Bayerly⁽¹⁾

rolabayerly@hotmail.com

(1) قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(1) Depart., of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

الملخص

نفذت التجربة في حقل زراعي في ريف حمص (سورية) خلال العروة الربيعية للعام 2020، بهدف دراسة تأثير الرش الورقي بتركيزين من السماد الحيوي (Em1) (2 و4 مل/ل)، وتركيزين من مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) (3 و6 غ/ل)، والتفاعل بينهما في بعض صفات النمو الخضري والإنتاجية لنبات البطاطا صنف Spunta. أظهرت النتائج تفوق معاملة الخليط التي احتوت على السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 3 غ/ل على بقية المعاملات وعلى الشاهد، وذلك لمؤشرات زيادة ارتفاع النبات (54.06 سم)، وعدد السيقان الهوائية (4.05 ساق هوائي/نبات)، ومساحة المسطح الورقي (159.74 سم²)، وعدد الدرناات (5.31 درنة/نبات). بينما تفوقت معاملة الخليط التي احتوت على السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل على بقية المعاملات وعلى الشاهد في صفات زيادة وزن الدرنة (236.24 غ/درنة)، والإنتاجية (33.58 طن/هكتار)، والنسبة المئوية للمادة الجافة (22.46%)، والنشا (15.82%). وقد تبين أن معاملة مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل هي الأفضل في تحسين محتوى الدرناات من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) (7.89%).

الكلمات المفتاحية: البطاطا، Em1، Alga 600.

Abstract

The experiment was carried out in an agricultural field in the countryside of Homs/ Syria, during the spring season of 2020, in order to study the effect of foliar spraying with two concentrations of biological fertilizer (Em1) (2, 4 ml/l) and two concentrations of seaweed extract (Alga 600) (3, 6 g/l), and the interaction between them on some of vegetative growth and productivity characteristics of the potato cv Spunta. The results showed that the treatment with biological fertilizer (Em1) at 4 ml/l supplemented with seaweed extract (Alga 600) at 3 g/l increase the plant height (54.06 cm), number of aerial stems (4.05 plant), leaf surface area/plant (159.74 cm²), and number of tubers (5.31 plant) comparing with other treatments and control. However, the treatment with biological fertilizer (Em1) at 4 ml/l supplemented with seaweed extract (Alga 600) at 6 g/l increased tuber weight (236.24 g/tuber), yield (33.58 tons/ha), percentage of dry matter (22.46 %) and starch (15.82 %) comparing with

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (p:108 - 117)

The Arab Journal for Arid Environments 14 (1) 2021 - ACSAD

المجلة العربية للبيئات الجافة 14 (1) 2021 - أكساد

other treatments and control. The results also exhibited that the treatment of seaweed extract (Alga 600) at 6 g/l gave the best result in improving the concentration of total soluble salts (TSS = 7.89 %) in the fruits.

KEYWORDS: Potato, Em1, Alga600 .

المقدمة

تعد البطاطا (*Solanum tuberosum* L.) من أهم محاصيل الخضار عالمياً، فهي خامس أكبر المحاصيل الغذائية اقتصادياً بعد القمح والشعير والذرة والأرز (Allemann وزملاؤه، 2004). تنتمي البطاطا إلى العائلة Solanaceae، والجنس Solanum، والنوع Solanum tuberosum (Predieri، 2001). يعود موطنها الأصلي إلى البيرو في أمريكا الجنوبية (Hawkes، 1992)، وتعد غذاءً أساسياً في البلدان النامية، ويرجع ذلك لوفرة غلتها، وقلة تكاليف إنتاجها، وتنوع الظروف البيئية التي تنمو فيها، بالإضافة لكونها غذاءً للإنسان، فإنها تقدم أيضاً علماً للحيوانات، ولها استعمالات عديدة في مجال الصناعة، إذ يستخرج منها النشا، وتستخدم في صناعة الورق والمنسوجات، وصناعة المواد اللاصقة، بالإضافة إلى استخدامها في صناعة التخمير واستخراج الكحول؛ مثل، الإيتانول، والبيوتانول، وبعض الأحماض، كالستريك، واللاكتيك. تعد البطاطا من أكثر النباتات احتياجاً للأسمدة الكيميائية، التي ازدادت التوصيات في الآونة الأخيرة للتقليل من استخدامها لما لها من مخاطر على الصحة والبيئة، فضلاً عن كلفتها الاقتصادية العالية (Adediran وزملاؤه، 2005؛ Bogatyre، 2000). ولذلك فإن التوجه إلى الزراعة الحيوية والعضوية يؤمن الحصول على إنتاج نظيف، خال من بقايا الأسمدة الضارة، وبتكلفة اقتصادية قليلة (Deshmukh، 1998).

تعرف الأسمدة الحيوية (Biofertilizer) بأنها جميع الكائنات الحية الدقيقة (اللحاحات البكتيرية والفطرية المفيدة) المضافة إلى البذور، أو أسطح النبات، أو التربة. وبطرائقها المتعددة، تعمل هذه الأسمدة على تحسين خصوبة التربة، وترفع قدرتها الإمدادية من العناصر والمركبات الأساسية، بالإضافة لدورها المهم في إنتاج العديد من المركبات المهمة التي تعمل بشكل مباشر على تعزيز نمو النباتات وإنتاجيتها كما ونوعاً، ومقاومتها للمسببات المرضية (Osip وزملاؤه، 2000؛ Lee و Han، 2006؛ Venkatashwarlu، 2008). يعد السماد الحيوي Em1 أحد أنواع الأسمدة الحيوية، وهو اختصار لكلمتي microorganism Effective أي الكائنات الحية الدقيقة الفعالة، وهو عبارة عن مستحضر طبيعي يحتوي 80 نوعاً من الكائنات الحية الدقيقة النافعة (مجموعة بكتريا التمثيل الضوئي، وبكتريا حمض اللاكتيك، اولخمائر، الفطريات والأكتينوميثيسيس، ومذبيبات الفوسفور، ومثبتات النيتروجين (Kyan وزملاؤه، 1999؛ Javaid، 2010)، إذ تعمل الأحياء الدقيقة التي يحتويها على توفير وتسهيل امتصاص النبات للعناصر الغذائية، كما أنها تفرز بعض منظمات النمو؛ مثل الأوكسينات، والجبرلينات، والتي تؤثر في نمو النباتات (Higa و Wididana، 1991). بين زيدان وزملاؤه (2017) في دراسة أجريت في مشتل جامعة تشرين أن معاملة نباتات البطاطا صنف Spunta بالمخصب الحيوي EM1، أسهمت في تحسين سرعة الإنبات، وعدد السيقان الهوائية المتشكلة، ومساحة المسطح الورقي، ومتوسط ارتفاع النبات، والإنتاجية. وجد Mbouobda وزملاؤه (2014) أن المعاملة بالسماد الحيوي Em1 أدت إلى تحسين معايير النمو الخضري، والإنتاجية، والمحتوى الكيميائي لدرنات نبات البطاطا.

بين Kouchnarenca و Khanouva (2006) في تجربة لدراسة تأثير معاملات مختلفة بالمخصب الحيوي Em1 (نقع الدرنا قبل الزراعة، إضافة كمبوست محضر باستخدام Em1، رش النباتات، ونقع الدرنا مع رش النباتات) في معايير النمو، والإنتاجية، ونوعية الدرنا لنبات البطاطا، وأظهرت النتائج زيادة معدل النمو الخضري، وكمية الإنتاج الكلي، ونسبة المادة الجافة والنشا، وخفضت المعاملات من محتوى الفترات في الدرنا في المعاملات كافة التي استخدم فيها المخصب الحيوي Em1 مقارنة بالشاهد. وجد Wijesinghe و Sangakkara (2014) أن معاملة نباتات البطاطا بالمخصب الحيوي Em1 أدت إلى تحسين معايير النمو والإنتاجية، وقللت حدوث الأمراض.

يعد مستخلص الأعشاب البحرية من المخصبات الطبيعية التي تستخدم مصدراً عضوياً في تحسين نمو وإنتاجية النباتات البستانية كما ونوعاً (Verkleij، 1992)، وتستخدم في المجال الزراعي بتركيز قليلة لأهميتها في تحفيز نمو وتطور النبات (El-Shafay و Ismail، 2015)، وتحتوي هذه المستخلصات على العديد من العناصر الغذائية الصغرى والكبرى (Anantharaman وزملاؤه، 2010)، بالإضافة لغناها بالأحماض الأمينية والعضوية، والمواد الحافظة للتناضح، والمركبات المضادة للميكروبات (Nabti وزملاؤه، 2017)، فضلاً عن احتوائها على العديد من المواد المشجعة للنمو، كالسايوتوكينات، والأوكسينات، والجبرلينات والفيتامينات (Ghoul وزملاؤه، 1995؛ Mathur وزملاؤه، 2015؛ Pacholczak وزملاؤه، 2016). وجد Dawood (2013) في دراسة أجراها في شمال شرقي الموصل في العراق لدراسة تأثير مستخلصين من الأعشاب البحرية (Alga 600 بتركيز 2 غ/ل و Solauamine بتركيز 2 مل/ل)، على صنفين من البطاطا Latona و Desiree، وذلك بإتباع ثلاث طرائق إضافة (رشاً على المجموع الخضري، والإضافة مع ماء الري، وتفاعل بين الرش والإضافة مع ماء الري)، وتسببت المعاملة بالمستخلص Alga 600 بإحداث زيادة معنوية في معدل ارتفاع النبات، ووزن الدرنة، وإنتاجية النبات الواحد، والإنتاجية الكلية

للحكتار، ونسبة الناتج الصالح للتسويق، مقارنةً بمعاملة الشاهد، بينما لم يلاحظ وجود فروق معنوية في الصفات المدروسة باختلاف طريقة إضافة المستخلص البحري، من جهة أخرى أدت معظم معاملات التداخل بين العوامل المدروسة إلى إحداث فروق معنوية في غالبية صفات النمو الخضري والإنتاجية، مقارنةً بالشاهد. بين Sarhan (2011) في دراسة أجراها في جامعة دهوك (العراق)، عند الرش بمستخلصي الأعشاب البحرية Alga600 و Sea force 2 على صنف البطاطا Desiree زيادة في ارتفاع النبات، وعدد السيقان الهوائية، والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري، ومتوسط الكلوروفيل الكلي، وعدد الدرناات، ومتوسط وزن الدرنة الواحدة، وإنتاجية النبات الواحد، والإنتاجية الكلية للحكتار (طن/هكتار)، والنسبة المئوية للوزن الجاف للدرنة، مقارنةً بالشاهد ودون وجود فروق معنوية بينهما.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة إمكانية استخدام الأسمدة الحيوية والعضوية كمصدر بديل للأسمدة الكيميائية، ودراسة أثر هذه الأسمدة في نباتات البطاطا (صنف Spunta)، في نمو وإنتاجية نباتات البطاطا كما ونوعاً.

مواد البحث وطرائقه

موقع البحث:

نفذت الدراسة في حقل زراعي خاص في قرية أبل في ريف حمص الجنوبي (سورية)، خلال العروة الربيعية للعام 2020. في تربة ذات قوام طيني، ورقم حموضة متعادل، وذات محتوى متوسط من المادة العضوية. يوصف المناخ في منطقة إجراء البحث بأنه شبه رطب، ويتميز بشتاء مطر وبارد، وصيف حار، ويبلغ متوسط الأمطار السنوية نحو 383 ملم، في حين يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي 20 °م، وترتفع عن سطح البحر نحو 502 م. كما تم إجراء القراءات والقياسات والتحليلات في المخبر التابعة لكلية الزراعة بجامعة دمشق.

تحضير الأرض وزراعتها:

أعدت الأرض بحراثة بالحرث القلاب لعمق نحو 0.26 م، أعقبها تنعيم التربة وتسويتها، وزرعت درناات البطاطا (صنف Spunta) ذو المنشأ الهولندي خلال العروة الربيعية بتاريخ 2020/2/15 على خطوط، وكانت المسافة 70 سم بين الخط والآخر، و25 سم بين النباتات على الخط الواحد، بمساحة بلغت 6.25 م² للمكرر، وبمساحة إجمالية بلغت 168.75 م² لكامل المعاملات، وبلغ عدد الدرناات المزروعة في المكرر 25 درنة. عمليات الخدمة والتسميد والري:

تم إجراء العمليات الزراعية الموصى بها خلال فترة التجربة من عمليات السقي والتعشيب والتسميد، إذ أضيف السماد العضوي قبل الزراعة بمقدار 1 طن/دسم، وتم التسميد بعد الزراعة بالسماد الكيميائي N.P.K (20:20:20) بمعدل 1 كغ/دسم، أضيفت في مواعيد (30 و60 يوماً من الزراعة) وبمعدل 0.5 كغ/دسم في كل مرة، كما تم استخدام المبيد الحشري سيتار ماكس بمعدل (1 غ/ل) بشكل دوري عند ملاحظة أي إصابة حشرية، واستخدمت طريقة الري بالتنقيط في سقاية المحصول.

توصيف التربة:

تم تحليل التربة لمعرفة درجة خصوبتها، ومحتواها من العناصر المعدنية الكبرى (N.P.K)، ومدى قابليتها لتنفيذ هذا البحث، وقبل البدء بالزراعة أخذت عينات التربة من العمق 0.3 م من مواقع مختلفة من الحقل، ومزجت جيداً لمجانستها، ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم، وأجريت التحاليل الكيميائية والفيزيائية الآتية (الجدول 1):

- التحليل الميكانيكي: تم استخدام طريقة الهيدرومتر (Gupta, 2000).

- درجة حموضة التربة pH: قدرت باستخدام جهاز pH meter.

- الناقلية الكهربائية Ece: تم القياس في مستخلص العجينة المشبعة لعينات التربة، باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي (SedaohR, 1990).

- الكربونات الكلية: جرى تقديرها وفق طريقة Jackson (1958).

- الأزوت الكلي: استخدم جهاز كداهل Kjeldahl في تقدير الأزوت الكلي (Bremner و Mulvaney, 1982).

- الفوسفور المتاح: استخلص الفوسفور المتاح باستخدام طريقة Olsen باستخدام محلول بيكربونات الصوديوم عيارية Olsen N: 0.2 (وزملاؤه، 1954)، وتم إظهار اللون الأزرق بإضافة موليبيدات الأمونيوم، كما استخدم جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) على طول الموجة 660 نانومتر.

- البوتاسيوم المتاح: تم تقديره باستخدام جهاز اللهب (Flame photometer) (Jackson, 1958).

- المادة العضوية: تم تقديرها بأكسدة الكربون العضوي بوساطة إضافة كمية زائدة من ديكرومات البوتاسيوم في وسط حامضي، ثم معايرة الزائد من الديكرومات بوساطة سلفات الحديد (Jackson, 1958).

الجدول 1. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مكان إجراء البحث للموسم الربيعي للعام 2020 قبل البدء بالزراعة.

K ₂ O المتاح	P ₂ O ₅ المتاح	N الكلّي	المادة العضوية %	الكربونات الكلية %	EC مستخلص (5:1) ds.m ⁻¹	pH معلق (2.5:1)	التحليل الميكانيكي للتربة (%)		
							طين	سلت	رمل
230	125	0.22	2.31	49	0.39	7.1	48.62	25.18	26.2

وتم تطبيق المعاملات الآتية:

معاملة نباتات الشاهد (دون إضافة) .

معاملة السماد الحيوي (Em1) بتركيز 2 مل/ل.

معاملة السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل.

معاملة مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 3 غ/ل.

معاملة مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل.

معاملة السماد الحيوي (Em1) بتركيز 2 مل/ل + مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 3 غ/ل.

معاملة السماد الحيوي (Em1) بتركيز 2 مل/ل + مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل.

معاملة السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل + مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 3 غ/ل.

معاملة السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل + مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل.

تم الرش بالمعاملات السابقة على أربع دفعات في المواعيد الآتية:

على الدرنات قبل زراعتها، وبعد الإنبات مباشرة، وأوج النمو الخضري، وبعد الإزهار. وكان الرش حتى درجة الببل الكامل.

شمل هذا البحث على 9 معاملات، وكررت كل معاملة 3 مرات، إذ يحوي كل مكرر 25 نباتاً، واستخدم التصميم العشوائي البسيط، إذ

اختيرت خمسة نباتات من كل مكرر وبشكل عشوائي بعد استبعاد النباتات الطرفية من كل مكرر، وتم جني المحصول بتاريخ 2020/7/15،

لإجراء التحاليل والقياسات الآتية:

- ارتفاع النبات: تم قياس ارتفاع النبات من سطح التربة حتى نهاية القمة النامية لكل نبات، ومنها تم حساب متوسط الطول لخمس نباتات في كل مكرر.

- عدد السيقان الهوائية (ساق/نبات): تم حساب متوسط عدد السيقان الهوائية لخمس نباتات من كل مكرر اختيرت عشوائياً.

- مساحة المسطح الورقي (سم²): تم أخذ خمس أوراق محيطية مكتملة النمو من خمس نباتات من كل مكرر وبشكل عشوائي، وأخذ لها صور

بواسطة جهاز الماسح الضوئي scanner بعد وضعها على ورقة A4، التي تم عليها تحديد خط بطول 10 سم، ثم قيست مساحة المسطح

الورقي عن طريق برنامج معالجة الصور Image J، وقدرت مساحة المسطح الورقي (سم²) (Arenas وزملاؤه، 2002).

- عدد الدرنات (درة/نبات): تم اعتماد عشرة نباتات من كل وحدة تجريبية لحساب هذه الصفة.

- وزن الدرنة (غ/درة): تم حسابها بقسمة الحاصل الكلي للوحدة التجريبية على عدد الدرنات في الوحدة التجريبية.

- الإنتاجية (طن/هكتار): وحسبت من العلاقة

$$\text{الحاصل الكلي للهكتار} = (\text{حاصل الوحدة التجريبية} \times 10000) / (\text{مساحة الوحدة التجريبية})$$

- النسبة المئوية للمادة الجافة (%): أخذت درنتان متجانستان في الحجم، وتم تنظيفها بالماء، وقطعت إلى شرائح، وجففت هوائياً في فرن

كهربائي على درجة 100م، ولحين ثبات الوزن، وحسبت النسبة المئوية للمادة الجافة وفق المعادلة الآتية:

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} = \frac{\text{الوزن الجاف للدرنات}}{\text{الوزن الطري}} \times 100$$

- النشا (%): تم حسابه بطريقة A.O.A.C (1970)

$$\text{النشا} (\%) = 17.55 + 0.891 (\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} - 182.24)$$

- المواد الصلبة الذائبة الكلية: وتم القياس باستخدام جهاز الرفراكتوميتر الرقمي (العاني، 1985).

التحليل الإحصائي:

تم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (XI- state، 2016)، ومقارنة المتوسطات حسب اختبار Fisher، وحساب أقل فرق

معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5 %.

النتائج والمناقشة

تأثير السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) في متوسط ارتفاع النبات (سم)، وعدد السيقان الهوائية (ساق/نبات) ومساحة المسطح الورقي (سم²) لنبات البطاطا:

تبين النتائج (الجدول 2) أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة ارتفاع النبات مقارنة بالشاهد (31.05 سم)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 3 غ/ل، إذ أعطت أكبر طول للنبات (54.06 سم). كما تبين زيادة عدد السيقان الهوائية عند استخدام السماد الحيوي (Em1) بمفرده، ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بمفرده، وكانت أفضل المعاملات هي معاملة التفاعل بين السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 3 غ/ل، إذ أعطت أكبر عدد من السيقان الهوائية (4.05 ساق هوائي/نبات) بالمقارنة مع الشاهد (2.49 ساق هوائي/نبات). وتبين أن استخدام التفاعل بين السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 3 غ/ل أدى إلى زيادة مساحة المسطح الورقي (159.74 سم²) معنوياً مقارنة بالشاهد (66.54 سم²) مقارنة بجميع المعاملات الأخرى المدروسة.

قد يفسر التأثير المعنوي للسماد الحيوي (Em1) في زيادة متوسط ارتفاع النبات، وعدد السيقان الهوائية، ومساحة المسطح الورقي إلى الدور المهم للسماد الحيوي (Em1) في تصنيع الأوكسينات والجبرلينات (Higa وWididana، 1991)، التي تؤدي دوراً تحفيزياً في نمو واستطالة الخلايا، وهذا يتفق مع ما وجدته زيدان وزملاؤه (2017) عند معاملة نباتات البطاطا بالسماد الحيوي (Em1). وقد تفسر الزيادة الحاصلة في صفات النمو الخضري لنبات البطاطا نتيجة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) إلى غناه بالأوكسينات، والتي لها دور مهم في تحفيز عمليات انقسام وتوسع الخلايا النباتية، وتنشيط وظائف الأغشية الخلوية، وعمل الأنزيمات، وحركة العصارة اللحاءية، وتحفيز تكوين الأحماض العضوية والبروتينات في الخلايا النباتية (Wilkins، 1984؛ Hopkins وHüner، 2004)، مما يؤدي إلى تنشيط النمو الخضري للنبات، والذي انعكس في الزيادة الحاصلة في متوسط مساحة المسطح الورقي، وارتفاع النبات، وعدد السيقان الهوائية، وذلك بسبب زيادة عدد البراعم نتيجة الاستطالة الحاصلة على النبات، وهذا يتوافق مع ما ذكره Wijesinghe و Sangakkara (2014).

الجدول 2. تأثير السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) في متوسط ارتفاع النبات، وعدد السيقان الهوائية، ومساحة المسطح الورقي لنبات البطاطا.

المعاملة	ارتفاع النبات (سم)	عدد السيقان الهوائية (ساق/نبات)	مساحة المسطح الورقي (سم ²)
الشاهد	31.05 ^f	2.49 ^c	66.54 ^f
Em1= 2 m.l ⁻¹	33.80 ^{ef}	3.15 ^{bc}	86.38 ^e
Em1= 4 m.l ⁻¹	40.73 ^{cd}	3.88 ^{ab}	126.38 ^c
Alga 600= 3 g.l ⁻¹	38.03 ^{de}	3.52 ^{ab}	106.92 ^d
Alga 600= 6 g.l ⁻¹	42.39 ^{cd}	3.44 ^{ab}	132.09 ^c
Em1= 2 m.l ⁻¹ + Alga 600= 3 g.l ⁻¹	40.93 ^{cd}	3.76 ^{ab}	146.60 ^b
Em1= 2 m.l ⁻¹ + Alga 600= 6 g.l ⁻¹	45.19 ^{bc}	3.51 ^{ab}	143.24 ^c
Em1= 4 m.l ⁻¹ + Alga 600= 3 g.l ⁻¹	54.06 ^a	4.05 ^a	159.74 ^a
Em1= 4 m.l ⁻¹ + Alga 600= 6 g.l ⁻¹	49.72 ^{ab}	3.71 ^{ab}	147.13 ^b
LSD _{0.05}	5.84	0.87	11.24
%CV	17.36	14.77	25.42

تشير الأحرف المختلفة في العمود نفسه لوجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية 5%.

تأثير السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) في متوسط عدد الدرنت، ووزن الدرنة، وإنتاجية الهكتار لنبات البطاطا:

توضح النتائج (الجدول 3) تأثير المعاملات المدروسة في متوسط عدد الدرنت، إذ أدت معاملات السماد الحيوي (Em1) بمفرده، ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بمفرده إلى زيادة عدد الدرنت مقارنة بالشاهد (3.34 درنة/نبات)، بينما سجل أعلى عدد الدرنت (5.31 درنة/نبات) عند معاملة التفاعل بين السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 3 غ/ل. كما تبين أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة وزن الدرنة مقارنة بالشاهد (137.15 غ/درنة)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل، إذ أعطت أعلى وزن للدرنة (236.24 غ/درنة). وسجل أعلى إنتاجية للهكتار عند استخدام معاملات التفاعل بين السماد الحيوي (Em1) بالتركيز المرتفع وبغض النظر عن تراكيز مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) المستخدمة (3 و6 غ/ل) (31.82، 33.58 طن/هكتار على التوالي) ودون وجود فروق معنوية بينهما، كما أدت جميع المعاملات المدروسة إلى زيادة الإنتاجية مقارنة بالشاهد (21.84 طن/هكتار)، وكذلك أدت معاملات السماد الحيوي (Em1) بمفرده، ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بمفرده إلى زيادة معنوية مقارنة بالشاهد. قد تفسر الزيادة الحاصلة في عدد الدرنت نتيجة الرش بالسماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) إلى دور الأحياء المجهرية التي يحتويها في إفراز وزيادة محتوى النبات من منظمات النمو، مثل الأوكسينات والساييتوكينينات والجبرلينات، وفي توفير وتسهيل امتصاص النبات للعناصر الغذائية التي تشجع انقسام خلايا الجذور (Wididana و Higa، 1991)، وبالتالي استطالة جذور النبات، وزيادة عدد التفرعات المتكونة عنه، ومنه زيادة عدد الدرنت. كما أن زيادة وزن الدرنة والإنتاجية عند استخدام السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) يعزى إلى دورهما المهم في تعزيز، وزيادة محتوى النبات من الأحماض الأمينية في النبات كونها تشكل مصدراً مهماً للنتروجين، الذي يسهم في بناء البروتينات والأنزيمات التي تزيد بدورها من النمو (Wididana و Higa، 1991؛ Mathur و زملاؤه، 2015؛ Pacholczak و زملاؤه، 2016)، وبالتالي زيادة المواد الكربوهيدراتية والبروتينات المصنعة في الأوراق وتخزينها في الدرنت، وهذا الأمر أدى إلى زيادة وزن الدرنة، وبالتالي زيادة الإنتاجية، وهذا يتوافق مع وجده Haider و زملاؤه (2012) عند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية، ومع ما وجده Wijesinghe و Sangakkara (2014) بالسماد الحيوي (Em1) على نبات البطاطا.

الجدول 3. تأثير السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) في متوسط عدد الدرنت، ووزن الدرنة، وإنتاجية الهكتار لنبات البطاطا.

المعاملة	عدد الدرنت (درنة/نبات)	وزن الدرنة (غ/درنة)	الإنتاجية (طن/هكتار)
الشاهد	3.34 ^c	137.15 ^g	21.84 ^e
Em1= 2 m.l ⁻¹	4.4 ^b	162.16 ^f	24.89 ^d
Em1= 4 m.l ⁻¹	4.95 ^{ab}	208.83 ^{bc}	26.56 ^d
Alga 600= 3 g.l ⁻¹	4.74 ^{ab}	183.36 ^e	29.21 ^d
Alga 600= 6 g.l ⁻¹	5.07 ^{ab}	196.54 ^d	31.16 ^{abc}
Em1= 2 m.l ⁻¹ + Alga 600= 3 g.l ⁻¹	5.12 ^{ab}	205.05 ^{bcd}	29.68 ^{bc}
Em1= 2 m.l ⁻¹ + Alga 600= 6 g.l ⁻¹	5.11 ^{ab}	200.01 ^{dc}	30.77 ^{bc}
Em1= 4 m.l ⁻¹ + Alga 600= 3 g.l ⁻¹	5.31 ^a	215.51 ^b	31.82 ^{ab}
Em1= 4 m.l ⁻¹ + Alga 600= 6 g.l ⁻¹	5.13 ^{ab}	236.24 ^a	33.58 ^a
LSD _{0.05}	0.75	12.33	2.54
%CV	13.40	15.53	12.79

تشير الأحرف المختلفة في العمود نفسه لوجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية 5 %.

تأثير السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) في متوسط النسبة المئوية للمادة الجافة، والنشا، والمواد الصلبة الذائبة الكلية لنبات البطاطا:

تبين النتائج (الجدول 4) أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة النسبة المئوية للمادة الجافة مقارنة بالشاهد (17.37 %)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل، إذ أعطت أعلى نسبة مئوية للمادة الجافة (22.46 %). كما لم يؤثر استخدام السماد الحيوي (Em1) بمفرده في محتوى الدرناات من النشا مقارنة بالشاهد (12.38 %). بينما لوحظ أعلى محتوى من النشا (15.82 %) عند معاملة التفاعل بين السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل.

كما تبين أن استخدام مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بالتركيز المرتفع (6 غ/ل) أدى إلى زيادة محتوى الدرناات من المواد الصلبة الذائبة الكلية (7.89 %) بالمقارنة مع الشاهد (5.40 %) وبالمقارنة مع جميع المعاملات الأخرى المدروسة. وتتوافق هذه النتائج مع ما وجدته Kouchnarenca و Khanouva (2006) عند المعاملة بالسماد الحيوي (Em1) في زيادة النسبة المئوية للمادة الجافة والنشا والمواد الصلبة الذائبة الكلية، وتعزى هذه الزيادة إلى دور الكائنات الحية الدقيقة (البكتريا والخمائر الموجودة في السماد الحيوي)، والتي تؤدي دوراً مهماً في تكوين منظمات النمو، وتشجيعها على النمو الخضري، وزيادة كفاءة مساحة المسطح الورقي، وعملية التمثيل الضوئي، إذ يتم عن طريقها تصنيع الكثير من المركبات العضوية التي يحتاجها النبات لإتمام دورة حياته، وتراكم المادة الجافة في النبات وإنتقالها إلى الدرناات (بوراس وزملاؤه، 2019). وتتفق هذه النتائج مع ما وجدته كل من Barznjy وزملائه (2019) و Ezzat وزملاؤه (2011) عند معاملة نباتات البطاطا بمستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600). وربما تعزى الزيادة في المؤشرات الكيميائية لثمار نباتات البطاطا، متمثلة في زيادة النسبة المئوية للمادة الجافة والنشا والمواد الصلبة الذائبة الكلية نتيجة المعاملة بمستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) إلى غناه بالأحماض الأمينية، ودوره الفيزيولوجي المهم في تنشيط العديد من الأنزيمات التي تعزز من استقلاب الكربوهيدرات وبناء النشا.

الجدول 4. تأثير السماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) في متوسط النسبة المئوية للمادة الجافة، والنشا، والمواد الصلبة الذائبة الكلية لنبات البطاطا.

المعاملة	النسبة المئوية للمادة الجافة (%)	النشا (%)	المواد الصلبة الذائبة الكلية (%)
الشاهد	17.37 ^f	12.38 ^e	5.40 ^e
Em1= 2 m.l ⁻¹	18.52 ^e	12.88 ^e	5.90 ^{ed}
Em1= 4 m.l ⁻¹	18.89 ^{de}	13.25 ^{ed}	6.27 ^{dc}
Alga 600= 3 g.l ⁻¹	19.53 ^{cd}	13.89 ^{dc}	6.91 ^{cb}
Alga 600= 6 g.l ⁻¹	19.92 ^c	14.28 ^d	7.89 ^a
Em1= 2 m.l ⁻¹ + Alga 600= 3 g.l ⁻¹	20.19 ^c	14.55 ^{bc}	7.27 ^{ab}
Em1= 2 m.l ⁻¹ + Alga 600= 6 g.l ⁻¹	21.55 ^{ab}	15.25 ^{ab}	7.26 ^{ab}
Em1= 4 m.l ⁻¹ + Alga 600= 3 g.l ⁻¹	21.35 ^b	14.71 ^{bc}	7.07 ^{ab}
Em1= 4 m.l ⁻¹ + Alga 600= 6 g.l ⁻¹	22.46 ^a	15.82 ^a	7.30 ^{ab}
LSD _{0.05}	0.96	0.85	0.67
%CV	8.10	8.09	11.91

تشير الأحرف المختلفة في العمود نفسه لوجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية 5 %.

الاستنتاجات:

- أدى استخدام الرش الورقي بالسماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) إلى تحسين جميع معايير النمو الخضري والإنتاجية عند نباتات البطاطا المعاملة.
- بينت النتائج تفوق معاملة الخليط التي احتوت على السماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل/ل ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل على بقية المعاملات وعلى الشاهد في زيادة وزن الدرنة (236.24 غ/درنة)، والإنتاجية (33.58 طن/هكتار)، والنسبة المئوية للمادة الجافة (22.46%)، والنشا (15.82%). وقد تبين أن معاملة مستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) بتركيز 6 غ/ل، هي الأفضل في تحسين محتوى الدرنة من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) (7.89%).

التوصيات والمقترحات:

- ينصح بالرش الورقي على نبات البطاطا بالسماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) كخليط لإعطائهما دوراً أفضل بتحسين معايير النمو الخضري والفيزيولوجية والإنتاجية كما ونوعاً.
- التوسع بدراسة تأثير الرش الورقي بالسماد الحيوي (Em1) ومستخلص الأعشاب البحرية (Alga 600) على نبات البطاطا باستخدام تراكيز وأصناف مختلفة.

المراجع

- حسين، محمد جابر؛ جمال، عباس، جمال احمد؛ حمزة، اسيل هادي. 2016. تأثير المحفز الحيوي EM-1 والمحفز الهرموني Biozyme في نمو وحاصل البطاطا *Solanum tuberosum* L. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 8(3)، 41-46.
- زيدان، رياض؛ ياسر، حماد؛ راما، منصور. 2017. أثر المخصب الحيوي EM1 في نمو وإنتاجية البطاطا العادية *Solanum tuberosum* في عروة ربيعية تحت ظروف المنطقة الساحلية. سلسلة العلوم البيولوجية. 38(4): 3065-2079.
- العاني، عبد الإله مخلف. 1985. فسلجة الحاصلات البستانية بعد الحصاد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، العراق.
- بوراس، متيادي، رياض زيدان؛ ريم عيسى. 2019. تأثير المعاملة بالمخصب الحيوي EM1 في نمو وإنتاجية البطاطا. 41(3)، 2.
- A.O. A. C., 1970. Official methods of analysis. 11th ed. Washington, D.C. Association of official analysis chemists, P. 1015.
- Adediran, J. A., L.B. Taiwo., M.O. Akande., R.A. Sobulo and O.J. Idowu. 2005. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of plant nutrition, 27(7): 1163-1181.
- Al-Bayati, H. J. M., and G.M.A. Al-Quraishi. 2019. Response of three potato varieties to seaweed extracts. Kufa Journal for Agricultural Sciences, 11(1), 36-48.
- Allemann, J., S.M. Laurie., S. Thiart., H.J Vorster and C.H. Bornman. 2004. Sustainable production of root and tuber crops (potato, sweet potato, indigenous potato, cassava) in southern Africa. South African Journal of Botany, 70(1): 60-66.
- Anantharaman, P., G. Karthikaidevi., K. Manivannan., G. Thirumaran and T. Balasubramanian. 2010. Mineral composition of marine macroAlgae from mandapam coastal regions. Southeast coast of India. Rec Res Sci Technol., 2: 66-71.
- Arenas, M., C.S. Vavrina., J.A. Cornell., E.A. Hanlon and G.J. Hochmuth. 2002. Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. HortScience, 37(2): 309-312.
- Barznjy, L. G. K., M.M. Allawi and N.A. Mahood. 2019. Effect of different irrigation intervals and treatments on yield quantity and quality of potato (*solanum tuberosum* L.) Under field conditions in Sulaimani, iraqi kurdistan region. Applied ecology and environmental research, 17(6), 14787-14804.
- Bogatyre, A.N. 2000. What are we do teat or how to live longer? Pishchevaya Promyshlemost, 7:34-35.
- Bremner, J. M., and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen—total. In: Methods of soil analysis (Eds. A. L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney). Soil Sci. Soc. Am. Inc., Madison, WI:595-624.
- Dawood, A.Z. 2013. Effect of two seaweed extracts (Alga 600 and solaumine) and their application methods on growth and yield of two patato varieties. Mesopotamia Journal of Agriculture, 41(1): 106-127.

- Deshmukh, A. M. 1998. Biofertilizers and Biopesticides. India: (ch. 1): 1-3.
- Ezzat, A. S., H.E.S. Asfour. and M.H. Tolba. 2011. Improving yield and quality of some new potato varieties in winter plantation using organic stimulators. Journal of Plant Production, 2(5): 653-671.
- Ghoul, M., J. Minet, T. Bernard, E. Dupray and M. Cormier. 1995. Marine macroAlgae as a source for osmoprotection for Escherichia coli. Microbial ecology, 30(2): 171-181.
- Gupta, P.K. 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios (India), Jodhpur, New. Delhi, India. Pp.438.
- Haider, M. W., C.M. Ayyub, M.A. Pervez, H.U. Asad, A. Manan, S.A. Raza. and I. Ashraf. 2012. Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). Soil and Environment, 31(2)..
- Han, H. S. and K.D. Lee. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant soil and Environment, 52(3), 130.
- Hawkes, J.G. 1992. In: P. Harris (ed.), The Potato Crop. Chapman and Hall, London. p. 13.
- Higa, T. and G.N. Wididana. 1991. The concept and theories of Effective Microorganisms. In: Parr, J. F., Hornic, S. B., Whitman, C. E. Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming, 1991, Washington, D.C., USA: U.S. Department of Agriculture.
- Hopkins, W. G. and N.P.A. Hüner. 2004. Introduction to Plant Physiology, 3rd Edition. John Wiley and sons. Inc. 111 River street, Hoboken, NJ, 07030. USA.
- Ismail, M. M. and S.M. El-Shafay. 2015. Variation in taxonomical position and biofertilizing efficiency of some seaweed on germination of *Vigna unguiculata* L. IJESSE, 6: 47-57.
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffe N J: 151-153 and 331-334.
- Javaid, A. 2010. Beneficial microorganisms for sustainable agriculture. In Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming : 347-369.
- Kouchnarenca, Q.M. and N.A. Khanouva. 2006. Fertilized bio baikal Em1 contributes to increase potato production and improve quality. Agricultural business magazine, Russia, vol 66(1), 16-19.
- Kyan, T., M. Shintani, S. Kanda, M. Sakurai, H. Ohashi., A. Fujisawa and S. Pongdit. 1999. Kyusei nature farming and the technology of effective microorganisms. Atami (Japan), Asian Pacific Natural Agricultural Network.
- Mathur, C., S. Rai., N. Sase., S. Krish. and M.A. Jayasri. 2015. Enteromorpha intestinalis derived seaweed liquid fertilizers as prospective biostimulant for Glycine max. Brazilian Archives of Biology and Technology, 58(6): 813-820.
- Mbouobda, H.D., F.O.T.S. Fotso., C.A. Djeuani., M.O. Baliga and D.N. Omokolo. 2014. Comparative evaluation of enzyme activities and phenol content of Irish potato (*Solanum tuberosum*) grown under EM and IMO manures Bokashi. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 8(1): 157-166.
- Nabti, E., B. Jha. and A. Hartmann. 2017. Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertilizer. International Journal of Environmental Science and Technology, 14(5): 1119-1134.
- Olsen, R. S., C.V. Cole., F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular. (939).
- Osip, C.A., S.S. Ballecas, L.P. Osip, N.L. Besarino, A.D. Bagayna and C.B. Jumalon. 2000. Philippine council for Agr. Forestry and Natural Resources Research and Technology, 143: 17-18.
- Pacholczak, A., W. Szydło., E. Jacygrad and M. Federowicz. 2016. Effect of auxins and the biostimulator Algaminoplant on rhizogenesis in stem cuttings of two dogwood cultivars (*cornus alba* 'AUREA' and 'Elegantissima'). Acta Sci Pol Hortorum Cultus., 11: 93–103.
- Pramanick, B., K. Brahmachari and A. Ghosh. 2013. Effect of seaweed saps on growth and yield improvement of green gram. African Journal of Agricultural Research, 8(13): 1180-1186.
- Predieri, S. 2001. Mutation induction and tissue culture in improving fruits. Plant cell, tissue and organ culture, 64(2-3): 185-210.

- Rhoades, J.D. 1990. Determining soil salinity from measurements of electrical conductivity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, (21): 1887-1926.
- Riley, H. 2002. Properties of various soils on potato nutrition and quality on a gravelly loam soil in southern Norway. *Acta Agriculture Scandinavia B.* 52 .(2-3): 86-95.
- Sarhan, T.Z. 2011. Effect of humic acid and seaweed extracts on growth and yield of potato plant (*solanum tubersum*) desiree cv. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 39(2): 19-25.
- Subba, R.N.S. 1982. Phosphate solubilization by soil Microorganisms. In *Advances in Agricultural Microbiology*. Subba Rao, N. S. Butter worth Scientific. London. Boston. Durpan. Singapore. Toro : 295-303.
- Venkataswarlu, B. 2008. Role of bio-fertilizers in organic farming: Organic farming in rain fed agriculture: Central institute for dry land agriculture. Hyderabad. Pakistan: 85-95.
- Verkleij, F.N. 1992. Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. *Biological Agriculture and Horticulture*, 8(4): 309-324.
- Wijesinghe, D.B. and U.R. Sangakkara. 2014. Successful Potato production in Nature Farming with effective Microorganisms–A case Study. *Building Organic Bridges*, 3: 995-998.
- Wilkins, M.B. 1984. *Advanced Plant Physiology*. Pitman publishing Limited, 128 Long Acre, London WC2E 9AN. U.K.

N° Sp Ref: 0011



تأثير الرش الورقي بالمستخلصات المائية للعرقسوس والخميرة في نمو وإنتاجية صنف الثوم الكسواني.

Effect of Foliar Application of Water Extract of Licorice root and Yeast on the Growth and Productivity of the kiswani Garlic Cultivar.

د. أسامة العبد الله⁽¹⁾ د. روعة الببيلي⁽¹⁾ م. رولا بطحوش⁽¹⁾ د. غادة بلقار⁽¹⁾ م. دعاء غزال⁽¹⁾

Dr. O. Alabdalla⁽¹⁾ Dr. R. Albabilly⁽¹⁾ Eng. R. bathoush⁽¹⁾ Dr.G. Balkar⁽¹⁾ Eng. D. Ghazal⁽¹⁾

samo773@live.com

rawaababilie@gmail.com

roulabathoush@gmail.com

ghadabalkar@yahoo.com

duaaghazal77@gmail.com

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(1) General Commission for Scientific Agricultural Research, GCSAR, Syria.

الملخص

نفذ البحث في محطة بحوث الطيبة التابعة لمركز بحوث ريف دمشق (سورية) خلال الموسمين الزراعيين 2019/2018 و2020/2019، بهدف دراسة تأثير الرش الورقي بمستخلص العرقسوس وخميرة الخبز الجافة في نمو وإنتاجية صنف الثوم الكسواني، تم الرش بأربعة تراكيز (2.5، 5.0، 7.5، 10.0 غم. لتر⁻¹) وبمعدل 5 رشات خلال الموسم من كلا المستخلصين، أما الشاهد فتم رش نباتاته بالماء القطر، وصممت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية RCBD وبأربعة مكررات. أظهرت النتائج تفوقاً معنوياً للنباتات المعاملة بمستخلص جذور العرقسوس تركيز 10 غم. لتر⁻¹ ارتفاع نباتاتها، طول الورقة وقطرها، وعدد الأوراق في النبات (99.00 سم، 56.25 سم، 2.20 سم، 7.90 ورقة نبات⁻¹ على التوالي)، ولم تكن الفروق معنوية في صفة طول الورقة وقطرها، وعدد الأوراق مع معاملة الرش بمستخلص الخميرة تركيز 10 غم. لتر⁻¹ (54.00 سم، 2.13 سم، 7.78 ورقة نبات⁻¹ على التوالي). إن التأثير الإيجابي للمستخلصات المستعملة في مؤشرات النمو الخضري أسهم في تحسين مؤشرات الإنتاج، ولاسيما معاملة الرش بالعرقسوس 10 غم. لتر⁻¹، والتي تفوقت معنوياً في مؤشرات متوسط وزن البصلة الجاف، وقطر البصلة، وعدد الفصوص، والإنتاجية والنسبة المئوية للمادة الجافة (90.02 غم، 5.30 سم، 21.70 فص، 1400 غم م⁻²، 41.39 % عل التوالي) ولم تكن الفروق معنوية مع معاملة الرش بمستخلص الخميرة بالتركيز نفسه.

الكلمات المفتاحية: الثوم، الرش الورقي، العرقسوس، الخميرة، الإنتاجية.

Abstract

The experiment was carried out in Taiba Research Station during the season 2018/2019, 2019/2020 in order to investigate the effect of foliar application of licorice extract and dry yeast on the growth and productivity of the kiswani garlic cultivar.

Extracts were foliar applied in 4 concentrations (2.5, 5, 7.5 and 10 g .L⁻¹) and with 5 spray times during the season from both extracts. Distilled water was used for control treatment. The experiment was designed according to the completely randomized blocks design with four replications.

The results indicated that significant superiority of treated plants with root licorice root extract concentration 10 g L⁻¹ in the height of its plants, leaf length and width, the number of leaves on the plant were (99.00cm, 56.25 cm, 2.20 cm, 7.90 leaf/plant, respectively) and the differences were not significant in the trait of leaf length, diameter and number of leaves in the spray treatment with yeast extract concentration 10 g L⁻¹ were (54.00 cm, 2.13 cm, 7.78 leaf plant⁻¹ respectively), the positive effect of natural extracts on vegetative growth indicators contributed to improving productivity of indicators, especially the treatment of licorice spray 10 g L⁻¹ which significantly superiority in the indicators of average bulb weight, bulb diameter, number of bullbats, productivity and percentage of dry matter were (90.02 gm, 5.30 cm, 21.70 bullbats, 1400 gm m⁻², 41.39% respectively) and the differences were not significant with the spray treatment with yeast extract with the same concentration.

Key words: Garlic, Foliar spray, Licorice, Yeast, Productivity.

المقدمة

يعد الثوم *Allium sativum* L. ثاني أهم محاصيل الخضار البصلية بعد البصل، وهو نبات عشبي معمر لكن زراعته تتجدد سنوياً، ويتكاثر خضرياً فقط بوساطة الفصوص أو الأبصال الهوائية (البلابل الهوائية) المتكونة في النورات الزهرية، وهو من نباتات الجو المعتدل، ويحتاج في مراحل نموه الأولى إلى جو بارد نوعاً ما ونهار قصير نسبياً، كي ينمو ويشكل مجموعاً خضرياً كبيراً يسمح له فيما بعد بتكوين رؤوس كبيرة الحجم. تستهلك شعوب القارة الآسيوية الثوم بكميات كبيرة نسبياً، ولاسيما في البلدان العربية وفي دول شرقي آسيا (بورق وزملاؤه، 2003؛ صوفان والأيوبي، 2007؛ زيدان وزملاؤه، 2011). ينتمي الثوم سابقاً إلى الفصيلة النرجسية Amaryllidaceae أما وفق التصنيف الجديد فينتمي إلى الفصيلة الثومية Alliaceae (2003) Andreev، وقد بلغت المساحة المزروعة بمحصول الثوم في سورية 3472 هكتاراً، وبمتوسط غلة بلغ (7820 كغم. ه⁻¹) (المجموعة الاحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2019).

يعد الثوم من الخضار الفاتحة للشهية والمحسنه لطعم الأطعمة المختلفة لاحتوائه على الزيوت الطيارة، وهي عبارة عن مركبات كبريتية تكسبه الطعم والرائحة المميزين له، وتعزى الخصائص العلاجية للثوم إلى احتوائه على عناصر فعالة، أهمها: زيت الطيار مع مركبات الكبريت، وهرمونات تشبه الهرمونات الجنسية، ومادة الكلوكونين التي تشبه مادة الأنسولين الموجودة في جسم الإنسان بمفعولها في تحديد نسبة السكر بالدم، ومادة الأليسين Allicin القاتلة للبكتريا الموجبة والسالبة لصبغة غرام (Murray، 1995؛ Alvarez، 2001؛ Block، 2005). مؤخرًا، ونتيجة للظروف الراهنة ازدادت الدعوات التي تعزز إمكانية استخدام المستخلصات والمواد الطبيعية، بهدف ترشيد استخدام الأسمدة الكيميائية، ولتحسين الإنتاج كمًا ونوعاً (Aly، 2006) كاستخلاص جذور نبات العرقسوس لكونه يحوي مواداً طبيعية لا تترك أثراً في صحة الإنسان والبيئة، وذات تكلفة قليلة، وتسهم بزيادة الإنتاجية وتحسين النوعية (فياض، 2005). إضافة إلى تأثيره المشابه لمنظمات النمو، فهو يؤدي دوراً مشابهاً للجبرلين GA3 من حيث تأثيره الفسيولوجي في تشجيع استطالة الخلايا وانقسامها (العبدلي، 2002). وقد عزى بعض الباحثين ذلك لاحتوائه على حمض الميفالونيك Mevalonic acid، الذي يعد طليعةً لبناء هرمون الجبرلين (المرسومي، 1999؛ الياسري، 2011)، فضلاً عن احتوائه على مجموعة كبيرة من العناصر المعدنية (الكالسيوم، البوتاسيوم، المغنيسيوم، الحديد، والزنك)، والأحماض الأمينية (الأنين، لايسين، وأرجينين) والفيتامينات B1، B2، وB6، فضلاً عن الكربوهيدرات والنتروجين (العجيلي، 2005؛ Isbrucker وBurdock، 2006). كما نصح بعض الباحثين باستخدام خميرة الخبز الجافة لتأثيرها الكبير في تشجيع نمو النباتات لاحتوائها على العديد من الأحماض الأمينية، التي تعد الطليعة الأساسية في تشكيل الهرمونات النباتية (السيوتوكينين والأوكسين)، وبالتالي لها دور مهم في تشجيع انقسام الخلايا واستطالتها، وتشكيل الكلوروفيل والبروتينات (Wanas، 2002).

بينت العديد من الدراسات أن الرش الورقي لمحصول الثوم بمستخلص الخميرة الجافة سبب زيادةً معنويةً في مؤشرات النمو الخضري والإنتاجية (El-Morsy وزملاؤه، 2011؛ Dawa وزملاؤه، 2012؛ Mansour، 2012؛ Abou El-Khair و Khali، 2014؛ Shalaby و El-Ramady، 2014؛ Ahmed، 2015).

أشار Jabbar وزملاؤه (2018) إلى أن الرش الورقي لنباتات الثوم بمستخلص جذور العرقسوس تركيز 8 غم. لتر⁻¹ (بمقدار 4 رشات، وبفاصل 15 يوماً بين الرش والآخرى، وتبدأ الرش الأولى بعد شهر من الإنبات) سبب زيادةً معنويةً في ارتفاع النبات، والمساحة الورقية، ووزن البصلة الجاف، ومحتوى الألياف من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، مقارنةً بالشاهد ومعاملة الرش بالتركيز 6 غم. لتر⁻¹. وجد Ali (2017) زيادةً معنويةً في ارتفاع النبات، وعدد الأوراق، والوزن الطازج والجاف للمجموع الخضري للثوم، مع زيادة تركيز الخميرة المستخدم كرش ورقي من 1 % إلى 3 %، كما بينوا أن الإنتاجية ازدادت بنسب 52.7 و 36.9 % مقارنةً بالشاهد عند الرش بالتركيز الأعلى خلال موسمي الزراعة على التوالي، كما ازداد محتوى الأوراق من العناصر الغذائية المعدنية N، P، K، S، والكربوهيدرات، وحمض الاسكوربيك، وتعزى الزيادة المعنوية في الإنتاجية لزيادة المساحة الورقية بسبب الرش الورقي.

أوضح Ahmed (2015) أن الرش الورقي لنباتات الثوم بمستخلص خميرة الخبز الجافة بتركيز 3 أو 4 غم. لتر⁻¹ وكذلك، الرش بالشيتوسان (مستخلص الأعشاب البحرية) بتركيز 4 أو 6 مل. لتر⁻¹ أدى إلى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري (ارتفاع النبات، عدد الأوراق، والوزن الطازج للأوراق)، وكمية المحصول ومكوناته في كلا الموسمين، كما أدت المعاملات السابقة نفسها للحصول على أعلى القيم لمحتوى الأوراق والألياف من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، وكذلك محتوى الألياف من الكربوهيدرات الكلية والزيوت، كما توصل زهوان (2015) عند رش نباتات البصل صنف (تكساس گرانو) بمستخلص جذور العرقسوس تركيز 10 غم لتر⁻¹ وذلك على دفتين: الأولى بعد شهر من الزراعة، والثانية بعد شهر من الأولى، إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات (55.84 سم)، وعدد الأوراق (15.91 ورقة نبات⁻¹)، ووزن البصلة (74.76 غم)، وحجمها (78.20 سم³) وتركيز مادتي Quercetin و Kaempferol (مضادات أكسدة للوقاية من مرض السرطان بشكل خاص) (1760، 1056 ميكروغرام ملتر⁻¹، على التوالي) مقارنةً بالشاهد (49.20 سم، 10.90 ورقة نبات⁻¹، 39.58 غم، 41 سم³، 668 ميكروغرام ملتر⁻¹، 291.9 ميكروغرام ملتر⁻¹).

أظهر Shafeek وزملاؤه (2015) عند رش نباتات البصل صنف (Giza 20) بمستخلص جذور العرقسوس وخميرة الخبز الجافة بتركيز 12.5 غم. لتر⁻¹ لكل منهما ومستخلص أعشاب البحر Alga 600 بتركيز 1 غ/ل (إذ تمت الرش الأولى بعد شهر من الزراعة، وكرر الرش 3 مرات بفاصل أسبوعين بين الرش والآخرى) أن هذه المواد الطبيعية سببت زيادةً معنويةً في مؤشرات النمو الخضري والإنتاجية، ومحتوى الألياف من المادة الجافة والبروتين.

أوضح Shalaby و El-Ramady (2014) أن الرش الورقي بمستخلص الخميرة الجافة (2 غم. لتر⁻¹) على نبات الثوم (صنف Balady) بعد شهر من الزراعة وبمعدل ثلاث رشات، وبفاصل أسبوعين بين الرش والآخرى أدى إلى زيادة معنوية في متوسط وزن البصلة. أشار Fawzy وزملاؤه (2012) إلى أن الرش الورقي بتركيز مختلفة من مستخلص خميرة الخبز الجافة (1، 2 و 3 غم لتر⁻¹) على صنف البصل (Giza 20، Super x)، وذلك بعد شهر من الإنبات، وكررت العملية كل أسبوع لمدة شهرين بتركيز 3 غم. لتر⁻¹ سبب زيادةً معنويةً في ارتفاع النبات (48.09 سم)، وعدد الأوراق (8.83 ورقة نبات⁻¹)، وقطر البصلة (6.93 سم)، وزنها (161.2 غم)، والإنتاجية الكلية (32 طن متري هـ⁻¹)، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (7.24 %) على التوالي مقارنةً بالشاهد (35.9 سم، 5.76 ورقة، 4.33 سم، 48.02 غم، 19.48 طن متري هـ⁻¹ و 6.25 %، على التوالي).

كما وجد El-Morsy وزملاؤه (2011) أن الرش الورقي بمستخلص الخميرة تركيز 50 مل. لتر⁻¹ سبب زيادةً معنويةً في مؤشرات النمو الخضري والإنتاجية ومكوناتها، وتركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية في الألياف مقارنةً بالشاهد ومعاملات الرش الأخرى المطبقة (25، 100 مل. لتر⁻¹). أوضح Abd El-Mageed وزملاؤه (2009) أن رش أوراق الثوم بمستخلص الخميرة سبب زيادةً معنويةً في الإنتاجية والنوعية والقابلية التخزينية، وربما يعزى التأثير الإيجابي لمستخلص الخميرة في زيادة الإنتاجية إلى محتوى الخميرة من السكريات والبروتينات والأحماض الأمينية والفيتامينات (Eata، 2001).

هدف البحث:

مما سبق كان لابد من الضروري إجراء هذا البحث لدراسة استجابة نباتات صنف الثوم الكسواني للرش الورقي ببعض المستخلصات المائية (العرقسوس والخميرة الجافة) من حيث النمو، والإنتاجية، وتحديد التركيز الأمثل منها.

مواد البحث وطرائقه

- موقع البحث: نُفذ البحث في محطة بحوث الطبية في منطقة الكسوة والتابعة لمركز بحوث ريف دمشق (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية)، والتي تبعد نحو 35 كم عن مدينة دمشق من جهة الجنوب، وتقع على ارتفاع 670 م فوق سطح البحر. تربة المحطة طينية، وقاعدية، وفقيرة بالأزوت الكلي، وغير متأثرة بالملوحة، وذات محتوى مرتفع من كربونات الكالسيوم والفوسفور، ومحتوى كافٍ من المادة العضوية (الجدول 1).

الجدول 1. الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الدراسة.

رمل (%)	سلت (%)	طين (%)	بورون ملغ/كغ	كربونات الكالسيوم (غ/100غ تربة)	الفوسفور المتاح (ملغ/كغ)	الأزوت الكلي (%)	المادة العضوية (%)	pH
19	36	45	2.91	28.2	55	0.114	1.73	7.89

-المادة النباتية: استخدم في الدراسة صنف الثوم الكسواني المحلي، الذي يعد الأهم بين أصناف الثوم المزروعة في سورية في منطقة الكسوة نظراً لإنتاجيته الجيدة، والقدرة التخزينية العالية.

-المعاملات: تم تطبيق معاملات الرش الورقي بكل من مستخلص جذور العرقسوس وخميرة الخبز الجافة، وبأربعة تراكيز (2.5، 5، 7.5، 10غم. لتر⁻¹) من كلا المستخلصين، في حين تم رش نباتات الشاهد بالماء المقطر، وطُبقت عملية الرش الورقي بمرحلة (3 إلى 4 أوراق حقيقية)، وذلك خلال الفترة الصباحية، وتم رش النباتات بمرش يدوي إيطالي الصنع من شركة Epoca سعته 2 لتر، وذلك حتى الببل التام، مع استخدام عدة نقاط من مادة Tween 20 كمادة ناشرة لتقليل الشد السطحي لجزيئات الماء، وكرر الرش بفارق شهر بين الرش والآخرى، وبمعدل 5 رشات (تبدأ الرشوة الأولى بعد شهر من الزراعة)، وتتزامن الرشوة الأخيرة مع اكتمال النمو الخضري للنبات، وبدء عملية انتقال المواد الغذائية المتشكلة في المجموع الخضري إلى الأبصال.

-العمليات الزراعية: تم تجهيز التربة بإجراء العمليات الزراعية كافة من تخطيط وفلاحة، وتمت الزراعة في بداية شهر تشرين أول/أكتوبر خلال الموسمين الزراعيين 2019/2018 و2020/2019، وهو الموعد الأمثل لزراعة الثوم في سورية، وذلك بطريقة التعفير ضمن قطعة تجريبية مساحتها (1 م²) تحوي 5 خطوط، وبفاصل 20 سم بين الخط والأخر وبمعدل 10 نباتات ضمن الخط، وبمسافة 10 سم بين النباتات، وب 4 مكررات لكل معاملة، استخدمت طريقة الري بالراحة، وهي الطريقة التقليدية المستخدمة لدى مزارعي الثوم في سورية، وأجريت الريّة الأولى عقب الزراعة مباشرة، ثم توالى الريات بعد اكتمال الإنبات على نحو دوري، وبمعدل رية كل 6-7 أيام، وفي حال سقوط الأمطار تتوقف عملية الري، وقُدمت للتجربة الخدمات الزراعية كافة، إذ تم التعشيب والعزيق مرتين خلال موسم الزراعة.

-النضج والقطاف: ويستدل على النضج بالعلامات الآتية :

- 1 - اصفرار اوراق المجموع الخضري، وجفاف قمته، وانثائها نحو الأرض.
 - 2 - تتميز رؤوس الثوم الناضجة بغلاف خارجي جاف يحيط بالاسنان، كما ان القشرة المغلفة للسن تكون لينة نوعاً ما ورقية.
 - 3 - ويكون موعد القطاف هو ميعاد آخر رية بظهور علامات النضج على المجموع الخضري لنحو 80% من النباتات، وان اعطاء ريات إضافية بعد وصول النباتات الى هذه المرحلة يسبب تلف كبير للرؤوس.
- الحصاد: تم الحصاد بعد الفطام بنحو 10 إلى 15 يوماً، ثم تمت عملية التجفيف حتى الجفاف الكامل للرؤوس.
- القراءات المدروسة:

أ- مؤشرات النمو الخضري: تم أخذ القراءات بعد اكتمال نمو المجموع الخضري، وبمعدل 15 نباتاً في كل مكرر، ولكل معاملة:

- ارتفاع النبات (سم): وذلك بقياس المسافة من سطح التربة حتى أعلى قمة النبات.
- عدد الأوراق على النبات (ورقة. نبات⁻¹).
- طول الورقة (سم): وذلك بقياس المسافة بين قاعدة الغمد، وحتى النهاية العلوية للنصل الأخضر للورقة.
- عرض نصل الورقة (سم): وقيس عند عرض منطقة من نصل الورقة.

- ب- مؤشرات الإنتاج: أخذت هذه القراءات بعد جفاف الأبصال، وذلك بمعدل 15 بصلة جافة في كل مكرر، ولكل معاملة:
- وزن البصلة الجافة (غم).
 - قطر البصلة (سم).
 - عدد الفصوص المكونة للبصلة الجافة (فص).
 - الإنتاجية الجافة الكلية (غم. م²).

ج- المحتوى الكيميائي للأبصال: حُلَّت الأبصال الجافة من حيث محتواها الكيميائي، ودرست المؤشرات الآتية:

- متوسط النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS%): وحُسبت وفقاً لطريقة AOAC (2000)، إذ تم تقطيع الأبصال وعصرها، وأخذت منها عدة قطرات ووضعت على جهاز المكسار اليدوي (Hand- Refractometer).
- متوسط النسبة المئوية للمادة الجافة (%): وحُسبت وفقاً لطريقة AOAC (2008)، وذلك بأخذ عدة قطع من الأبصال لكل معاملة، ووزنت، ثم جففت في فرن كهربائي على درجة حرارة حتى ثبات الوزن، وبعد انتهاء فترة التجفيف تم حساب وزنها، ومن ثم طبقت المعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة (\%)} = \left(\frac{\text{الوزن الجاف/الوزن الرطب}}{100} \right) \times 100X$$

- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

- صممت التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة، وكان عدد المعاملات أربعة مع معاملة الشاهد وأربعة مكررات لكل معاملة ولكل مستخلص، وتم حساب معامل التباين (C.V) بين المعاملات، ومعنوية الفروق بين المعاملات باستخدام L.S.D.0.05 (أقل فرق معنوي على مستوى 5%) باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Genstat 12.

النتائج والمناقشة

أولاً- تأثير معاملات الرش الورقي ببعض المستخلصات الطبيعية في مؤشرات النمو الخضري:

أثرت معاملات الرش الورقي إيجاباً في مؤشرات النمو الخضري لنباتات الثوم (الجدول 2).

- 1 - ارتفاع النبات: تفوقت نباتات الثوم المعاملة بمستخلص العرقسوس تركيز 10 غم. لتر⁻¹ بمتوسط ارتفاع نباتاتها (99.00 سم) وبفروق معنوية على المعاملات كافة عدا معاملة الرش بمستخلص بالعرقسوس تركيز 7.5 غم لتر⁻¹ (95.00 سم)، إذ لم تكن الفروق معنوية، وتفوقت هذه المعاملة بدورها معنوياً على بقية معاملات الرش الورقي والشاهد (77.00 سم)، باستثناء معاملة الرش بالعرقسوس تركيز 5 غم. لتر⁻¹، والخميرة تركيز 10 غم. لتر⁻¹ (92.00، 93.00 سم، على التوالي).
- 2 - طول الورقة: سلكت صفة طول الورقة سلوكاً مشابهاً لصفة ارتفاع النبات، فقد تفوقت معاملة الرش بمستخلص العرقسوس تركيز 10 غم لتر⁻¹ (56.25 سم) معنوياً على المعاملات كافة ماعدا معاملة الرش بالعرقسوس تركيز 7.5 غم. لتر⁻¹، والخميرة 10 غم. لتر⁻¹ (53.05، 54.00 سم على التوالي) إذ لم تكن الفروق معنوية بينها.
- 3 - قطر الورقة: تفوقت كل من معاملي الرش بالعرقسوس والخميرة تركيز 10 غم. لتر⁻¹ بمتوسط قطر الورقة (2.200، 2.13 سم، على التوالي) على المعاملات كافة والشاهد (1.300 سم).
- 4 - عدد الأوراق: لوحظ من الجدول نفسه تفوق معنوي لكل من معاملي الرش الورقي بمستخلص العرقسوس والخميرة تركيز 10 غم. لتر⁻¹ بصفة عدد الأوراق على النبات (7.90، 7.78 ورقة. نبات⁻¹) على معاملات الرش الورقي كافة، والتي بلغ عدد الأوراق فيها بين 6.12، 6.84 ورقة. نبات⁻¹)، والتي لم يكن هناك فروق معنوية بينها وبين الشاهد (6.10 ورقة. نبات⁻¹).

توضح النتائج السابقة أن معاملات الرش الورقي أسهمت بشكل إيجابي في زيادة مؤشرات النمو الخضري، ولا سيما التراكيز المرتفعة منه، وتتوافق هذه النتائج مع ما بينه كل من El-Morsy وزملاؤه، وJabbar:2011 وزملاؤه، والذين أكدوا أن الرش الورقي بكل من مستخلص جذور العرقسوس وخميرة الخبز الجافة على نباتات الثوم كان له تأثير إيجابي في تشجيع النمو الخضري، ربما تُعزى هذه النتائج لاحتواء هذين المستخلصين على العديد من العناصر المعدنية الصغرى والكبرى، والبروتينات، والأحماض الأمينية، والفيتامينات، والسكريات المتعددة والهرمونات النباتية (الأوكسين، الجبريلين، السيتوكينين)، إذ أسهم كل من الأوكسين والجبريلين في تشجيع النمو الخضري من خلال زيادة نمو الخلايا واستطالتها، بينما ساعد السيتوكينين على كبر حجم الخلايا النباتية، وبالتالي وزيادة المساحة الورقية للنباتات المعاملة مقارنةً بنباتات الشاهد (Nitalikar وزملاؤه، 2010؛ العجيلي، 2005؛ حمود، 2011؛ صالح، 1990). كما أسهمت الزيادة في تركيز مستخلص

العرقسوس إلى 10 غم. لتر⁻¹ في زيادة تأثيره الإيجابي في مؤشرات النمو الخضري، وهذا يتوافق مع ما وجدته كل Jabbar وزملاؤه، 2018؛ وزهوان، (2015) الذين أكدوا أن زيادة عدد مرات ، أو تركيز محلول الرش بمستخلص جذور العرقسوس سبب زيادة معنوية في مؤشرات النمو الخضري كافة.

الجدول 2 . تأثير الرش الورقي ببعض المستخلصات الطبيعية في مؤشرات النمو الخضري
لصنف الثوم الكسواني.

عدد الأوراق (ورقة نبات ⁻¹)	قطر الورقة (سم)	طول الورقة (سم)	ارتفاع النبات (سم)	المعاملات (غم لتر ⁻¹)
6.12 ^b	1.40 ^d	47.25 ^e	75.00 ^d	خميرة 2.5
6.25 ^b	1.50 ^{cd}	50.00 ^{cde}	79.00 ^d	خميرة 5
6.50 ^b	1.70 ^{bc}	51.00 ^{bcd}	85.00 ^c	خميرة 7.5
7.78 ^a	2.13 ^a	54.00 ^{ab}	92.00 ^b	خميرة 10
6.20 ^b	1.50 ^{cd}	48.00 ^{de}	80.00 ^{cd}	عرقسوس 2.5
6.65 ^b	1.63 ^c	51.00 ^{bcd}	93.00 ^b	عرقسوس 5
6.84 ^b	1.90 ^b	53.05 ^{abc}	95.00 ^{ab}	عرقسوس 7.5
7.90 ^a	2.20 ^a	56.25 ^a	99.00 ^a	عرقسوس 10
6.10 ^b	1.30 ^d	47.12 ^e	77.00 ^d	الشاهد
0.7708	0.2041	3.592	5.971	LSD _{0.05}
7.9	8.3	5.5	4.8	%CV

الأحرف الانكليزية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى معنوية 5 % (P<0.05).

ثانياً- تأثير معاملات الرش الورقي المدروسة في صفات الأبصال، ومؤشرات الإنتاجية :

أدت معاملات الرش الورقي دوراً مهماً في التأثير في صفات الأبصال الناتجة وإنتاجيتها، (الجدول 3).

1 - وزن البصلة الجاف: تفوقت النباتات المعاملة بالعرقسوس تركيز 10 غم. لتر⁻¹ بمتوسط وزن البصلة الجاف (90.02 غم) وبفروق معنوية على المعاملات كافة والشاهد (65.05 غم)، باستثناء معاملات الرش بمستخلص الخميرة تركيز 10 غم لتر⁻¹، والعرقسوس والخميرة تركيز 7.5 غم. لتر⁻¹ (85.02، 87.05، 89.01 غم على التوالي).

2 - قطر البصلة الجاف: تفوقت معاملة الرش بمستخلص العرقسوس تركيز 10 غم. لتر⁻¹ بمتوسط قطر البصلة الجاف (5.30 سم) معنوياً على معاملات الرش بمستخلص الخميرة 5 غم لتر⁻¹، والعرقسوس 2.5 غم لتر⁻¹، والخميرة 2.5 غم لتر⁻¹ والشاهد (4.81، 4.80، 4.61، 4.80 سم على التوالي).

3 - عدد الفصوص المكونة للبصلة الجافة: تفوقت نباتات معاملة الرش الورقي بمستخلص العرقسوس 10 غم. لتر⁻¹ بمتوسط عدد الفصوص (21.70 فص) وبفروق معنوية على المعاملات كافة والشاهد (18.03 فص)، باستثناء معاملة الرش بالخميرة تركيز 10 غ/ل (21.62 فص)، إذ لم تكن الفروق معنوية.

4 - الإنتاجية (غم م⁻²): تعكس الإنتاجية في وحدة المساحة الدور المهم لمعاملات الرش الورقي المدروسة، فقد أشارت النتائج إلى وجود زيادة في متوسط إنتاجية وحدة المساحة من الأبصال الجافة عند تطبيق معاملات الرش الورقي، فقد لوحظ تفوق معنوي في معاملة الرش بالعرقسوس تركيز 10 غم. لتر⁻¹ بمتوسط إنتاجيتها من الأبصال (1400 غم. م⁻²)، باستثناء معاملة الرش بالخميرة بالتركيز نفسه (1233 غم م⁻²)، ولم تلحظ أية فروق معنوية بين معاملات الرش بالعرقسوس والخميرة تركيز 5 غم. لتر⁻¹، والعرقسوس والخميرة تركيز 2.5 غم. لتر⁻¹ (900، 860، 850، 800 غم م⁻² على التوالي).

الجدول 3. تأثير الرش الورقي ببعض المستخلصات الطبيعية في صفات الأبصال ، ومؤشرات الإنتاجية لصنف الثوم الكسواني.

المعاملات (غم. لتر ⁻¹)	وزن البصلة الجاف (غم)	قطر البصلة الجاف (سم)	عدد الفصوص (فص)	الإنتاجية (غم. م ⁻²)
خميرة 2.5	67.02 ^d	4.61 ^c	18.80 ^{cd}	800 ^e
خميرة 5	77.05 ^c	4.81 ^{bc}	19.44 ^{cd}	860 ^{de}
خميرة 7.5	85.02 ^{abc}	5.03 ^{abc}	19.00 ^{cd}	1080 ^{bc}
خميرة 10	89.10 ^a	5.16 ^{ab}	21.62 ^{ab}	1233 ^{ab}
عرقسوس 2.5	77.05 ^c	4.80 ^{bc}	18.90 ^{cd}	850 ^{de}
عرقسوس 5	80.30 ^{bc}	4.99 ^{abc}	19.05 ^{cd}	900 ^{cde}
عرقسوس 7.5	87.05 ^{ab}	5.11 ^{ab}	19.90 ^{bc}	1031 ^{cd}
عرقسوس 10	90.02 ^a	5.30 ^a	21.70 ^a	1400 ^a
الشاهد	65.05 ^d	4.80 ^{bc}	18.03 ^d	860 ^{de}
LSD _{0.05}	8.273	0.4738	1.781	199.4
%CV	7.1	6.6	6.2	13.6

الأحرف الانكليزية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى معنوية 5% (P<0.05).

تبين النتائج السابقة أن المعاملات المطبقة أدت إلى تحسين مؤشرات الإنتاجية، وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Shalaby و El-Ramad (2014) و Ahmed (2015) و El-Morsy و زملاؤه (2011) و زهوان (2015)، والذين بينوا أهمية كل من مستخلص جذور العرقسوس والخميرة الجافة في تحسين الصفات الكمية والنوعية للأبصال الناتجة، وتعزى هذه النتائج إلى أهمية هذه المواد في إمداد النبات بمتطلباته الغذائية، ما أسهم في زيادة حجم المجموع الخضري، وتشجيع عملية التمثيل الضوئي، وتراكم نواتجها، ومن ثم انتقالها من الأوراق إلى مواقع تخزينها في الأبصال بدءاً من مرحلة تشكل الأبصال إلى اكتمال نموها (Fawzy و زملاؤه، 2012؛ Jabbar و زملاؤه، 2018)، ولاسيما معاملة الرش بمستخلص العرقسوس تركيز 15 غ/ل، التي تفوقت نباتاتها مقارنةً بنباتات المعاملات الأخرى، والذي يمكن أن يعزى أيضاً لاحتواء هذا المستخلص على عنصر البوتاسيوم، الذي يقوم بدور مهم في زيادة الإنتاجية، وتحسين الصفات النوعية، من خلال تأثيره غير المباشر في فعاليات فيزيولوجية عديدة في النبات، كعملية التركيب الضوئي، وتكوين مركب ATP، وبناء البروتينات والأنزيمات (Islam و زملاؤه، 2008؛ Nabi و زملاؤه، 2000؛ عليوي، 2011).

ثالثاً- تأثير معاملات الرش الورقي المدروسة في المحتوى الكيميائي للأبصال :

يعد محتوى الأبصال من المادة الجافة من المؤشرات المهمة في القدرة التخزينية للأبصال نظراً لوجود علاقة طردية بين فترة التخزين ونسبة المادة الجافة عند الأبصال، وتوضح المعطيات المتحصل عليها أن المحتوى الكيميائي للأبصال قد تغير تحت تأثير معاملات الرش الورقي المدروسة (جدول 4)، وفق الآتي:

- 1 - المادة الجافة: تفوقت معاملة الرش بمستخلص العرقسوس تركيز 10 غم لتر⁻¹ (42.79%) بفروق معنوية على معاملات الرش بمستخلص العرقسوس تركيز 5 و 2.5 غم. لتر⁻¹، والخميرة 5 و 2.5 غم. لتر⁻¹ (40.91، 40.38، 40.39، 40.00 % على التوالي)، والتي تفوقت بدورها معنوياً على الشاهد (37.45%).
- 2 - المواد الصلبة الذائبة الكلية: تفوقت معاملة الرش بمستخلص العرقسوس تركيز 10 غم لتر⁻¹ (40.95 %) وبفروق معنوية على معاملات الرش بالعرقسوس والخميرة تركيز 5 غم. لتر⁻¹ (39.52، 39.00 %)، والعرقسوس والخميرة تركيز 2.5 غم لتر⁻¹ (39.00، 39.00 %)، والتي تفوقت بدورها معنوياً على الشاهد (36.00 %).

الجدول 4. تأثير الرش الورقي ببعض المستخلصات الطبيعية في المحتوى الكيميائي لأبصال صنف الثوم الكسواني.

TSS (%)	المادة الجافة (%)	المعاملات (غم. لتر ⁻¹)
39.00 ^b	40.00 ^b	خميرة 2.5
39.00 ^b	40.39 ^b	خميرة 5
39.77 ^{ab}	41.05 ^{ab}	خميرة 7.5
40.33 ^{ab}	41.39 ^{ab}	خميرة 10
39.00 ^b	40.38 ^b	عرقسوس 2.5
39.52 ^{ab}	40.91 ^b	عرقسوس 5
40.52 ^{ab}	41.60 ^{ab}	عرقسوس 7.5
40.95 ^a	42.79 ^a	عرقسوس 10
36.00 ^c	37.45 ^c	الشاهد
1.551	1.799	LSD _{0.05}
3.7	3.5	%CV

الأحرف الانكليزية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى معنوية 1% (P<0.01).

إن التأثير الإيجابي لمواد الرش الطبيعية في مؤشرات النمو الخضري، وارتباطها بعملية التمثيل الضوئي تُفسر النتائج السابقة، فقد أدت زيادة النمو الخضري إلى تراكم المواد الكربوهيدراتية وانتقالها إلى الأبصال، وبالتالي تحسين الصفات النوعية للأبصال الناتجة عنها، مما أسهم في زيادة محتواها من المادة الجافة، إذ أن هناك علاقة ارتباط قوية بين ارتفاع النبات، والمساحة الورقية، ونسبة المادة الجافة (Taha و El-Jack، 2003). وتتسجم هذه النتائج مع ما بينه كل من Shafeek وزملائه (2015) حول أهمية الرش الورقي بمستخلص جذور العرقسوس والخميرة الجافة في زيادة مؤشرات النمو الخضري والإنتاجية الكلية، ونسبة المادة الجافة في الأبصال، ومع ما أوضحه الجبوري وزملاؤه (2006) بأن زيادة تركيز العرقسوس يسهم في زيادة نسبة المادة الجافة، والمواد الصلبة الذائبة في ثمار النخيل، وبدوره بين El-Morsy وزملائه (2011) أهمية الرش بالخميرة الجافة على نبات الثوم في زيادة النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية، كما أكد كل من سعدون وزملائه (2004)، و Sarhan وزملائه (2011) ارتفاع المحتوى من المادة الجافة في ثمار البندورة والخيار عند الرش بمستخلص العرقسوس والخميرة الجافة.

الاستنتاجات:

- أسهمت معاملة الرش الورقي بمستخلص جذور العرقسوس كمادة طبيعية، ولاسيما التركيز 10 غم. لتر⁻¹ في تحسين نمو وإنتاجية الثوم صنف الكسواني، وقد سلكت سلوكاً مشابهاً لمنظم النمو GA3.
- إمكانية الاستفادة من معاملات الرش الورقي بهذه المواد الطبيعية (جذور العرقسوس وخميرة الخبز الجافة) في ترشيد استخدام الأسمدة الكيميائية.

المراجع

- الجبوري، محمد قاسم، ومؤيد رجب لعاني، وسمير عبد علي صالح العيساوي. 2006. تأثير الجبرلين ومستخلص العرقسوس في الصفات الكيميائية لثمار نخلة التمر (*Phoenix dactylifera L.*) صنف زهدي، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 4 (1): 205-211.
- العبدلي، هيثم محمد شريف. 2002. تأثير بعض المغذيات وحامض الجبرلين ومستخلص العرقسوس في نمو وإنتاج الأزهار وانفراج الكأس في القرنفل (*Dianthus Caryophyllus L.*). أطروحة دكتوراه، قسم البستنة، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 145 ص.
- العجيلي، ثامر عبد الله زهوان. 2005. تأثير GA3 وبعض المغذيات على إنتاج الكليسيريزين Glycyrrhizin وبعض المكونات الأخرى في نبات العرقسوس (*Glyrrhiza glabra L.*). أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 119 ص.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2019. منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الإحصاء والتخطيط، قسم الإحصاء.
- المرسومي، حمود غربي خليفة. 1999. تأثير بعض العوامل في صفات النمو الخضري والتزهير وحاصل البذار في ثلاثة أصناف من البصل (*Allium cepa L.*)، أطروحة دكتوراه، قسم البستنة، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 105 ص.
- الياسري، علي رضا. 2011. الأغذية والأعشاب الطبية. إصدارات دار الشؤون الثقافية العامة/وزارة الثقافة بغداد، جمهورية العراق، ص 407.
- بورق، سهام، ومحمد نبيل الأيوبي، وعبد الحكيم بوادقجي. 2003. إنتاج الخضار الشتوية. منشورات جامعة حلب، ص 232.
- حمود، علي خلف. 2011. تأثير التسميد العضوي والرش بمستخلص عرق السوس في صفات النمو والحاصل والمركبات الفعالة في نبات البصل (*Allium cepa L.*). رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تكريت، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جمهورية العراق.
- زهوان، ثامر عبد الله. 2015. تأثير إضافة حامض الهيوميك ورش مستخلص عرق السوس في النمو والحاصل لنبات البصل (*Allium cepa L.*) ومحتوى الرؤوس من بعض الفلافونيدات، مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، 15(1): 9-19.
- زيدان، غسان جايد، وقتيبة يسرعايد، وأنس منير توفيق. 2011. تأثير موعد الزراعة وتغطية التربة في نمو وحاصل الثوم *Allium sativum L.* مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 3 (1): 240 - 251.
- سعدون، سعدون عبد الهادي، وثامر خضير مرزة، ورزاق كاظم رحمن. 2004. تأثير رش مستخلص الثوم أو جذور السوس مع خليط الزنك في نمو وحاصل صنفين من الطماطم، مجلة العلوم الزراعية العراقية، 35 (1): 35-40.
- صالح، مصلح محمد سعيد. 1990. فسيولوجيا منظمات النمو الطبيعية، الطبعة الأولى، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة صلاح الدين، العراق.
- صوفان، نضال، ومحمد نبيل الأيوبي. 2007. إنتاج خضار، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة البعث، ص 514.
- عليوي، زينب حسين. 2011. تأثير رش السولوبوتاس في بعض الصفات النوعية والخزنية للبصل (*Allium cepa L.*) صنف محلي، مجلة الكوفة للعلوم الزراعية، 3(1): 21-28.
- فياض، مرتضى حسين. 2005. تأثير رش بعض منظمات النمو والمستخلصات النباتية في النمو والحاصل للنوعين النباتيين القشاء (*Cucumis melo var. flexuosus Naud*) والخيار (*Cucumis sativus L.*)، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق، 93 ص.
- Abd El-Mageed, I.Y. T., Youssef, N. S and Sh. M. Youssef. 2009. "Effect of some anti-oxidant sources on growth, yield and storability of garlic". Egypt J. Agric. Res., 87 (1): 245-264.
- Abou El-Khair, E. E and A. M. M. Khalil. 2014. "Effect of foliar application with some stimulants on yield, volatile oil and storability of garlic plant grown in sandy soil". Glob. J. Agric. Food Safety Sci., 1(2):67-89.
- Ahmed, M. E. M. 2015. "Response of Garlic Plants (*Allium sativum L.*) to Foliar Application of Some Bio-Stimulants". Egypt. J. Hort., 42(1): 613-625.
- Ali, M. A. M. 2017. "Effect of some Bio-stimulants on Growth, Yield and Bulb Quality of Garlic Grown in Newly Reclaimed Soil, New Valley-Egypt". J. Plant Production, Mansoura Univ., 8 (12): 1285 - 1294.
- Alvarez, R. C. 2001. "Versatile garlic". Greenfields (Philippines), p: 31- 34.
- Aly, H. H. 2006. "Studies on keeping quality and storage ability of cucumber fruits under organic farming system in green houses". M.sc. thesis. Fac. Agric. Cairo. Univ. Egypt.

- Amer, S. S. A. 2004. "Growth, green pods yield and seeds yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by active dry yeast, salicylic acid and their interaction". J. Agric. Sci. Mansoura. Univ., 29(3): 1407-1422.
- Andreev, U.M. 2003. "Production of vegetables. Academia Moscow" .256 p.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of the Association of official analytical chemists, 17 Ed, Maryland, USA.
- AOAC.2008. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis, 16 Ed. International Arligton, Virginia, USA.
- Block, E. 2005. "Biological activity of Allium compounds: Recent Results". Acta Hort., (ISHS) 688: 41- 58.
- Dawa, K. K., Radwan, E. A. A and F. Y. O. Mansour. 2012. "Effect of chicken manure levels, biofertilizers and some foliar application treatments on garlic. 1. Plant growth and leaf pigments". J. Plant Production, Mansoura Univ., 3(3): 571-586.
- Eata, A. M. 2001. "Response of some tomato cultivars to natural soil salinity and use of some treatments to reduce salt injury". Ph. D. Thesis, Fac. Agric. Mansoura Univ., Mansoura, Egypt.
- El-Morsy, A. H. A., Saif El-Deen, U. M and A. S. Ezzat. 2011. "Response of growth, productivity and storability of garlic (*Allium sativum* L.) to foliar spray with magnesium and yeast extract". J. Plant production, Mansoura Univ., 2(1): 39-51.
- Fawzy, Z. F., Abou El-magd, M. M., Yunsheng, Li., Ouyang, Z and A. M. Hoda. 2012. "Influence of foliar application by em "effective microorganisms" amino acids and yeast on growth, yield and quality of two cultivars of onion plants under newly reclaimed soil". Journal of Agricultural Science., 4(11): 26-39.
- Isbrucker, RA and G. Burdock. 2006. "Risk and safety assessment on the consumption of Licorice root (*Glycyrrhiza* sp.), its extract and powder as a food ingredient, with emphasis on the pharmacology and toxicology of glycyrrhizin". Regul Toxicol Pharmacol., 46:167–192.
- Islam, M. A., Shamsuddoha, A. T. M., Bhuiyan, M. S. I and M. Hasanuzzaman. 2008. "Response of summer onion to potash and its application methods". American-Eurasian Journal of Agronomy., 1 (1):10-15.
- Jabbar S. H., Hmood M. N and A. F. Hassan. 2018. "Effect of planting date, plant density and spraying with organic nutrients on growth and quantitative and qualitative yield for garlic plant (*Allium sativum* L.) ". Euphrates Journal of Agriculture Science.,01 (0): 221- 235.
- Mansour, F. Y. 2012. "Effect of chicken manure levels, biofertilizers and some foliar application treatments on garlic production and storability (*Allium sativum* L.) ". Ph. D. Thesis, Fac. Agric. Mansoura Unvi., Egypt
- Murray, M. T. 1995. "The healing power of herbs. the enlighten- person's guide to the wonders of medicinal plants". 2d ed. Rocklin, Calif. Prima.
- Nabi, G., Rahman, N., Samad, A., Ali, Z and J. Khan. 2000. "The effect of sulphate of potash (SOP) versus muriate of potash (MOP) on the yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) crop". Pakistan J. Bio. Sci., 3(8): p. 1303-1304.
- Nitalikar, M.M., Munde, K.C., Dhore, B.V and S.N .Shikalgar. 2010. "Studies of antibacterial activities of *Glycyrrhiza glabra* root extract". International J. Pharm Tech. Res., 2(1): 899-901.
- Sarhan, T. Z., Ali, S.T., and S.M.S. Rasheed. 2011. "Effect of bread yeast application and seaweed extract on cucumber (*cucumis sativus* L.) plant growth, yield and fruit quality". Mesopotamia j. of Agric., 39 (2): 26-34.
- Shafeek, M.R., Helmy, Y.I and N. M. Omar. 2015. "Use of some Bio-stimulants for Improving the Growth, Yield and Bulb Quality of Onion Plants (*Allium cepa* L.) under Sandy Soil Conditions". Middle East Journal of Applied Sciences., 5(1): 68-75.
- Shalaby. T.A and H. El-Ramady. 2014. "Effect of foliar application of bio-stimulants on growth, yield, components, and storability of garlic (*Allium sativum* L.) ". Australian journal of crop science., 8(2): 271-275.
- Taha, M.K.O and A. El-Jack. 2003. "Correlations among growth, yield and quality characters in (*cucumber melo* L.) ". Czeck Cucurbit Genetic Cooperative Report., 26: 9-11.
- Wanas, A. L. 2002. "Resonance of faba bean (*Vicia faba* L.) plants to seed soaking application with natural yeast and carrot extracts". Annals Agric. Sci. Moshtohor., 40(1): 259-27.

N° Sp Ref: 0012



تحديد المقدرة الإنتاجية وملاءمة ترب الجزء الشمالي من محافظة ريف دمشق للمزروعات

Determining the Production Capability and Suitability of the Soils of the Northern Part of the Damascus Countryside Governorate for Crops

رهف الأحمر⁽¹⁾ أكرم البلخي⁽²⁻¹⁾ وسيم المسبر⁽¹⁾ ابراهيم داوود⁽²⁾
Rahaf Al- ahmar⁽¹⁾ Akram Al- Balkhi⁽¹⁻²⁾ Wasim Al- Msber⁽¹⁾ Ibrahim Daoud⁽²⁾

[Rahaf Alahmar@yahoo.com](mailto:RahafAlahmar@yahoo.com) balkhiakram@yahoo.com Wasim.alsmsber@yahoo.com ibrahim_daoud@yahoo.com

(1) قسم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

(1) Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, University of Damascus, Syria.

(2) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)

(2) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD.

الملخص

أنجزت الدراسة بهدف تحديد المقدرة الإنتاجية وملاءمة ترب منطقة التل، وصيدنايا، ورنكوس (سورية) للمزروعات. جُمعت 64 عينة ترابية على العمقين: (30-0) و(60-30) سم، من مواقع تراوح ارتفاعها بين 885 و2000 م عن سطح البحر، وتراوحت معدلاتها المطرية بين 130 و310 ملم. بينت نتائج الدراسة أن الترب ذات قوام طيني، وقيم الكثافتين الحقيقية والظاهرية كانت ضمن الحدود الطبيعية، وبلغت المسامية الكلية 51.3 %، ووصلت نسبة التحجر في تربة أقصى شمالي صيدنايا إلى 87.5 %، وانخفضت في تربة غربي بدا إلى 2.5 %. تبين أيضاً أن الترب ذات محتوى منخفض إلى عالٍ من المادة العضوية. وتراوحت قيم pH التربة بين 7.42 و8.36، وكانت جميع الترب غير مالحة. وتراوحت نسبة الكربونات الكلية بين 6.8 % و67.7 %. أظهرت النتائج الخصوبية أن تربة أقصى شمالي صيدنايا تحوي أعلى نسبة من الأزوت الكلي (0.252 %)، بينما احتوت تربة صيدنايا أخفض قيمة منه (0.011 %). وتراوح محتوى الفسفور المتاح بين المنخفض إلى المتوسط. وكانت قيم البوتاسيوم المتاح في الترب منخفضة إلى عالية جداً. أظهرت النتائج أن نحو ثلث ترب المنطقة المدروسة تصنف ضمن جيدة المقدرة الإنتاجية، وباقي الترب تعد متوسطة المقدرة الإنتاجية، وتبعاً لنتائج ملائمة الترب للمزروعات فإن أكثر المزروعات ملائمة للزراعة في ترب منطقة الدراسة هي الفصية، عباد الشمس، الرز، الشوندر السكري، والشعير، وأشجار التفاح على التوالي.

الكلمات المفتاحية : الخصائص الفيزيائية، التل، صيدنايا، رنكوس، المقدرة الإنتاجية، ملائمة الأراضي للمزروعات.

Abstract

This study was achieved to identify capability and suitability of **Altal area, Saydnaya and Rankous (Syria)** for some crops. (64) soils samples were collected from 030- cm and 3060- cm depth, which rise about 885- 2000 m above sea level ,and rainfall between 130310- mm. The results indicated that the soils have a clayey texture. Specific density and Bulk density were at natural levels. Total porosity was 51.3%. petrification ratio varied between (2.5)% in west Badda to (87.5) % in north Saydnaya. Content of organic matter ranged from low to high. Soil reaction was slightly alkaline (between 7.42 and 8.36), un saline soil. Total carbonate percentage varied between (6.8)% to (67.7)%. Fertility properties indicated that soils in north Saydnaya have the highest content of total nitrogen (0.252)%, while Saydnaya has the lowest content (0.011)% ,with low to medium concentration of the available phosphorus, and medium to very high concentration of the available potassium. The results indicated that Aabout, third of soils are classified as good productive capacity, the rest are fair. According to the crop suitability results, the most suitable crops to grow in the study area are, alfalfa, sunflower, rice, sugar beet barley and Apple trees in the order indicated.

Key words: Physical fertility properties, Altal, Saydnaya, Rankous, Capability, Suitability for crops.

المقدمة

تعد التربة المهد الأساس لنمو النباتات، وبقدر ما تتوفر المعلومات عنها تكون عملية الاستثمار الزراعي أكثر جدوى، فعلم التربة يهتم بدراسة خصائص التربة المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية، وتوزعها الجغرافي، وتكوينها، واستعمالاتها الزراعية لرفع إنتاجيتها، والمحافظة على خصوبتها.

وتعد التربة خصبةً عندما تستطيع إمداد النبات بكل العناصر الغذائية التي يحتاجها وبكميات مناسبة ومتوازنة، إضافةً لتمتعها بخصائص فيزيائية وكيميائية مناسبة، وتوفر ظروف بيئية مناسبة. يُعرف تصنيف ملاءمة الأرض بأنه عملية تقييم وتجميع لأنواع محددة من الأرض في أصناف، نسبة إلى ملاءمتها لنوع من استعمالات الأرض المحددة (FAO، 2000). وتعد ملاءمة الأراضي أحد طرائق تقييم الأراضي لأفضل استخدام مقترح، وهو مفهوم تم تطويره واعتماده من قبل منظمة الأغذية والزراعة (FAO، 2000)، والذي يبين مدى مطابقة خواص التربة والأرض لاحتياجات المحصول المقترح تحت ظروف التربة والأرض الحالية، أو بعد إجراء بعض التحسينات، مما يضمن إنتاجاً مستداماً (Nachtergaele، 2000).

قام الزعبي والأذن (2010) بمسح خصوبي لترب سهل الغاب باستخدام تقانات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، ونتج عن ذلك مخططات تمثل درجة الـ pH، والناقلية الكهربائية، ومحتوى التربة من الأزوت الكلي والفسفور والبوتاسيوم المتاحين، وبالاعتماد على هذه المخططات تم إعداد خارطة خصوبية تمثل منطقة الدراسة.

نفذ El kawy وزملاؤه (2010) دراسة لتحديد الاستعمال الأفضل لأراض غير مزروعة في الجزء الغربي من منطقة دلتا النيل في مصر، وتوصلوا إلى أن الفصة، والشعير، والقمح، وقصب السكر، والبصل والإجاص هي الأفضل، إذ تعد هذه الترب رسوبية، وتتميز بقوام طيني رملي وطمي طيني رملي، وتحتوي على نسبة كربونات كالسيوم تتراوح بين 5 و29%.

وأظهر كاظم وزملاؤه (2017) في دراستهم لتحديد درجة الملاءمة لترب محافظة البصرة، والتي تتمتع بقوام طيني إلى لومي، ومحتوى كربونات كالسيوم بين 38 و54%، وملوحة تتراوح بين 3 و50 ديسيمنز/م إدرجتين للملائمة: S1 وS2 لمحصولي القمح والشعير، وبنسبة بلغت 34.5% و65% من المساحة الكلية على التوالي، وكان العامل المحدد هو عامل الملوحة، يليه عامل محتوى كربونات الكالسيوم.

هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة الى تحديد المقدرة الإنتاجية، وملاءمة ترب الجزء الشمالي من محافظة ريف دمشق (سورية) للمزروعات.

مواد البحث وطرائقه

أخذت 64 عينة تربة من المناطق المزروعة بالحاصلات الزراعية (أشجار مثمرة ومحاصيل خضرية) في منطقة التل، وصيدنايا، ورنكوس (ريف دمشق، سورية)، ورمزت كما هو موضح في الجدول 1.

الجدول 1. ترميز عينات التربة في مواقعها.

النطاق	الارتفاع عن سطح البحر (م)	عدد العينات	رمز العينة	الموقع
النطاق الأول	1003-885	5	T1	جنوب غربي التل
			T2	جنوبي التل
			T3	جنوب شرقي التل
			T4	شمال شرقي معرونة
			T5	وسط معربا
النطاق الثاني	1122	5	N1	الوادي بين التل ومنين
			N2	جنوبي منين
			N3	جنوب شرقي منين
			N4	جنوب شرقي منين
			N5	جنوبي منين
النطاق الثالث	1245	5	M1	شرقي معرة صيدنايا
			M2	شمالي معرة صيدنايا
			M3	شمالي معرة صيدنايا
			M4	غربي بدا
			M5	غربي بدا
النطاق الرابع	1500-1300	5	F1	شمالي صيدنايا
			F2	شمالي صيدنايا
			F3	شمالي صيدنايا
			F4	شمالي صيدنايا
			F5	شمالي صيدنايا
النطاق الخامس	1700-1500	5	A1	وسط صيدنايا
			A2	وسط صيدنايا
			A3	وسط صيدنايا
			A4	وسط صيدنايا
			A5	وسط صيدنايا
النطاق السادس	1900	5	D1	أقصى شمالي صيدنايا
			D2	أقصى شمالي صيدنايا
			D3	أقصى شمالي صيدنايا
			D4	أقصى شمالي صيدنايا
			D5	أقصى شمالي صيدنايا
النطاق السابع	2000	2	R1	أقصى شمالي رنكوس
			R2	شمال غربي رنكوس

جمعت عينات تربة مركبة من العمقين 0-30 سم و30-60 سم لكل موقع، ثم جُففت العينات هوائياً، وطُحنت ونُخلت بمنخل أقطار ثقوبه 2 مم، وتم إجراء التحاليل الفيزيائية والخصوبية الآتية على عينات التربة:

-التحليل الفيزيائية للتربة :

- 1 - تعيين رطوبة التربة (Soil moisture).
- 2 - التحليل الميكانيكي: أُجري بطريقة الهيدروميتر (Hydrometer method) باستعمال المادة المفرقة هكسا ميتا فسفات الصوديوم (Sodium Hexameta Phosphate) (Day، 1965).
- 3 - الوزن النوعي (الكثافة الحقيقية) Specific gravity: قيست باستعمال البيكروميتر (ASTM، 1958).
- 4 - الوزن الحجمي (الكثافة الظاهرية) Bulk density: قيست بطريقة شمع البارفين (Clod method Blake، 1965).
- 5 - المسامية الكلية Total porosity: تم حسابها باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{المسامية الكلية} = \frac{\text{الكثافة الحقيقية} - \text{الكثافة الظاهرية}}{100X \text{ الكثافة الحقيقية}}$$

- 6 - نسبة التحجر Ossification ratio: تم حسابها كنسبة مئوية بعد عد الحجارة في مساحة 4 م².

التحليل الكيميائية والخصوبة للتربة :

- 1 - pH التربة Soil reaction: تم قياسه في معلق مائي للتربة (1:2.5) باستعمال جهاز pH meter.
- 2 - الناقلية الكهربائية للتربة (EC) Electrical Conductivity: تم قياسها في مستخلص مائي (1:5) باستعمال جهاز قياس الناقلية الكهربائية Electrical Conductivity meter (Rhoades، 1984).
- 3 - الكربونات الكلية Total carbonate: تم قياسها بالطريقة الحجمية بوساطة قياس حجم الغاز المنطلق وذلك باستعمال جهاز المكلاس أو الكلسيميتر (Calcimeter Balazs وزملاؤه، 2005).
- 4 - المادة العضوية Organic matter: قُدرت بطريقة أكسدة الكربون العضوي بديكرومات البوتاسيوم في وسط حامضي.
- 5 - الآزوت الكلي: قُدر بطريقة كداهل (Bremner و Mulvaney، 1982).
- 6 - الفسفور المتاح: قُدر بالاستخلاص بمحلول بيكربونات الصوديوم، ومعاملة الفسفور المستخلص مع محلول مولبيدات الأمونيوم في وسط حامضي ومع كلوريد القصدير، واستخدام جهاز التحليل الطيفي اللوني (spectrophotometer Olsen وزملاؤه، 1954).
- 7 - البوتاسيوم المتاح: قُدر بالاستخلاص بمحلول خلات الأمونيوم (CH₃COONH₄) N1، وجهاز التحليل الطيفي باللهب Flame photometer (Thomas، 1982).
- 8 - تقدير المقدرة الإنتاجية ودرجة الخصوبة والملائمة اعتماداً على برنامج ALES-Arid Agricultural Land Evaluation System in Arid Region

تبين الجداول (من 2 إلى 8) الصفات الفيزيائية والكيميائية والخصوبة لمناطق الدراسة، ويتضح من خلال هذه الجداول أن قوام الترب تراوح بين الطيني والطيني اللومي، وفي بعضها رملي طيني لومي. ويُلاحظ ارتفاع طفيف في الكثافة الحقيقية في جنوب منطقة الدراسة مقارنة بشمالها عند العمق ذاته، وعلى الأغلب فإن هذا يعود إلى خصائص التركيب المعدني للتربة (نوع المعادن وكميتها). ويذكر أن قيم الكثافة الحقيقية تقع ضمن الحدود الطبيعية للتربة (2.1-2.75 غ/سم³).

وتشير نتائج التحليل إلى أن قيم الكثافة الظاهرية كانت منخفضة في شمال منطقة الدراسة، وارتفعت ارتفاعاً طفيفاً جداً بالاتجاه نحو الجنوب، وهذا يعود إلى الاختلاف في التركيب الميكانيكي، وكمية المادة العضوية. كما تشير النتائج إلى ارتفاع طفيف جداً في قيم الكثافة الظاهرية مع العمق، وفي الواقع، فإن أسباب ذلك تعود في الغالب إلى انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية مع العمق. وهي تقع ضمن الحدود الطبيعية للتربة التي تبلغ وسطياً (1.23 غ/سم³). وكانت المسامية الكلية جيدة إلى ممتازة تبعاً لتقسيم Kaczyński وزملائه (1992). فيما عدا العمق السطحي للموقع N3 شرقي منين وتحت السطحي للموقع N2 جنوبي منين. كما ازدادت نسبة التحجر بالارتفاع عن سطح البحر، وكان محتوى التربة من المادة العضوية منخفضاً إلى عالٍ في جميع المواقع المدروسة (FAO، 1980)، إذ تراوحت نسبتها بين 0.8 إلى 2.5 % في الآفاق السطحية، وعلى الأرجح فإن انخفاضها في بعض المواقع يعود إلى قلة مصادرها المتمثلة بالغطاء النباتي. ويُلاحظ أن قيم (pH) التربة كانت قلوية في جميع الترب، حسب تصنيف دليل التربة (Marx وزملاؤه، 1999). ويمكن أن تعزى قلوية pH بسبب طبيعة الصخرة الأم الغنية بـكربونات الكلسيوم. كما تُعد الترب غير مالحة وبعضها منخفض الملوحة حسب FAO (1980)، ولم تتجاوز (0.7) ديسمنز/م، وذلك بسبب غياب مصدر الأملاح من جهة، وارتفاع كمية الهطول المطري نسبياً من جهة ثانية.

تبين النتائج أيضاً زيادة تركيز الكربونات الكلية مع زيادة العمق في أغلب المواقع، وكذلك مع تغير الموقع الطبوغرافي، كما كانت نسبة الكربونات عالية جداً في معظم الترب حسب دليل استخدام الأسمدة في الشرق الأدنى (2007)، وذلك لتوفر مصادرها فيها وقلة عملية الغسل، بينما كانت نسبتها في بعض المناطق متوسطة إلى عالية. وتشير النتائج أيضاً إلى أن ترب رنكوس وبعض ترب صيدنايا فقيرة المحتوى من الأزوت الكلي، ويعزى ذلك إلى انخفاض محتواها من المادة العضوية، أما باقي الترب فقد تراوحت نسبة الأزوت الكلي بين متوسطة إلى غنية جداً (دليل استخدام الأسمدة في الشرق الأدنى، 2007).

كما تبين النتائج أن الترب ذات محتوى منخفض إلى متوسط من الفسفور المتاح حسب تصنيف Olsen وزملاؤه (1954)، وذلك بسبب قلوية هذه الترب واحتوائها على نسبة عالية جداً من كربونات الكالسيوم. أما بالنسبة للبوتاسيوم المتاح فقد تراوحت قيمه بين متوسطة إلى عالية جداً حسب FAO (2007)، ويمكن أن يعزى ذلك إلى الاهتمام بالتسميد البوتاسي. لكن كانت قيمته كانت منخفضة في العمق الثاني لعينات النطاق السابع (123 إلى 146 ppm).

الجدول 2. التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لعينات تربة النطاق الأول.

T5		T4		T3		T2		T1		مغربا - التل - معرونة
60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	العمق
60.45	47.95	45.45	27.95	47.95	44.02	42.95	40.45	40.45	40.45	طين (%)
11.25	22.5	12.5	12.5	15	16.25	15	22.5	17.5	22.5	سلت (%)
28.3	29.55	42.05	59.55	37.05	39.55	42.05	37.05	42.05	37.05	رمل (%)
طينية	طينية	طينية	رملية طينية لومية	طينية	طينية	طينية	طينية	طينية	طينية	القوام
2.55	2.51	2.56	2.4	2.61	2.64	2.75	2.51	2.63	2.62	كثافة حقيقية (غ/سم ³)
1.35	1.23	1.13	1.08	1.22	1.08	1.43	1.4	1.23	1.18	كثافة ظاهرية (غ/سم ³)
47.1	51	55.9	55	53.1	59.1	48	44.2	53.2	54.9	مسامية كلية (%)
-	62.5	-	75	-	50	-	10	-	30	نسبة التآكل (%)
1.15	1.38	1.3	1.47	1.64	1.88	1.97	2.04	1.76	1.95	مادة عضوية (%)
8.18	8.21	8.36	8.18	7.93	8.34	8.26	8.31	8.24	8.32	درجة الحموضة
0.7	0.3	0.7	0.4	0.2	0.2	0.5	0.5	0.4	0.4	النقلية الكهربائية (dS/m)
10	17	50	49	33	38	45	54	51	51	كربونات كلية (%)
0.12	0.13	0.131	0.137	0.12	0.129	0.132	0.139	0.127	0.14	أزوت كلي (%)
10.01	10.35	8.93	10.25	12.05	14.61	14.3	14.74	12.93	14.09	فسفور متاح (ppm)
201	233	223	261	247	293	270	281	233	275	بوتاسيوم متاح (ppm)

الجدول 3. التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لعينات تربة النطاق الثاني.

N5		N4		N3		N2		N1		منين
60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	العمق
42.95	37.05	40.45	40.8	47.95	49.55	32.95	30.45	41.7	37.95	طين (%)
25	22.5	20.35	21.25	20	27.5	25	15	28.75	27.5	سلت (%)
32.05	40.45	39.2	37.95	32.05	22.95	42.05	54.55	29.55	34.55	رمل (%)
طينية	طينية لومية	طينية	طينية	طينية	طينية	طينية لومية	رملية طينية لومية	طينية	طينية لومية	القوام
2.27	2.29	2.52	2.5	2.68	2.55	2.51	2.46	2.71	2.67	كثافة حقيقية (غ/سم ³)
1.12	1.22	1.12	1.35	1.28	1.79	1.73	1.25	1.16	1.03	كثافة ظاهرية (غ/سم ³)
50.7	46.7	55.6	46	52.2	29.8	31.1	49.2	47.2	61.4	مسامية كلية (%)
-	13	-	75	-	25	-	13	-	5	نسبة التآكل (%)
2.38	2.5	1.71	1.96	2.06	2.19	2.26	2.42	2.2	2.31	مادة عضوية (%)
8.12	8.16	7.65	8.19	8.14	8.2	8.3	8.2	8.14	8.02	درجة الحموضة
0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	الناقلية الكهربائية (dS/m)
51	49	43	49	29	28	47	46	66	57	كربونات كلية (%)
0.14	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.14	0.15	0.14	0.15	آزوت كلي (%)
7.13	8.82	8.23	9.17	8.24	9.64	8.01	8.15	8.03	9.72	فسفور متاح (ppm)
353	434	408	575	373	432	353	414	302	361	بوتاسيوم متاح (ppm)

الجدول 4. التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لعينات تربة النطاق الثالث.

M5		M4		M3		M2		M1		معرفة صيدنايا - بدا
60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	العمق
55.8	57.05	58.3	54.55	52.05	49.55	22.95	27.05	32.05	37.05	طين (%)
18.75	20	16.25	20	16.25	15	16.25	12.5	22.5	30	سلت (%)
25.45	22.95	25.45	25.45	31.7	35.45	60.8	60.45	45.45	32.95	رمل (%)
طينية	طينية	طينية	طينية	طينية	طينية	طينية	رملية طينية لومية	طينية لومية	طينية لومية	القوام
2.5	2.49	2.43	2.67	2.4	2.64	2.51	2.58	2.44	2.56	كثافة حقيقية (غ/سم ³)
1.21	1.41	1.3	1.38	1.24	1.23	1.2	1.06	0.96	1.26	كثافة ظاهرية (غ/سم ³)
51.6	43.4	46.5	48.3	48.3	53.4	52.2	58.9	60.7	50.8	مسامية كلية (%)
-	3	-	38	-	50	-	4	-	10	نسبة التآكل (%)
0.98	1.37	1.02	1.49	1.85	2.26	2.17	2.3	1.95	2.29	مادة عضوية (%)
8.32	8.29	8.24	8.24	8.28	8.16	7.42	7.42	8.18	8.26	درجة الحموضة
0.2	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	الناقلية الكهربائية (dS/m)
9	9	7	10	25	26	22	19	32	28	كربونات كلية (%)
0.07	0.09	0.03	0.09	0.17	0.19	0.17	0.18	0.16	0.17	آزوت كلي (%)
4.15	6.75	3.01	3.99	3.22	4.47	3.03	5.7	3.15	6.68	فسفور متاح (ppm)
411	467	385	421	436	492	417	473	391	455	بوتاسيوم متاح (ppm)

الجدول 5. التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لعينات تربة النطاق الرابع.

F5		F4		F3		F2		F1		شمالي صيدنايا
60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	العمق
32.05	30.8	32.05	32.05	24.55	32.05	49.55	44.55	49.55	44.55	طين (%)
13.75	18.75	17.5	12.5	16.25	17.5	20	25	20	15	سلت (%)
54.2	50.45	50.45	55.45	59.2	50.45	30.45	30.45	30.45	40.45	رمل (%)
رملية طينية لومية	رملية طينية لومية	رملية طينية لومية	رملية طينية لومية	رملية طينية لومية	رملية طينية لومية	طينية	طينية	طينية	طينية رملية	القوام
2.53	2.41	2.57	2.44	2.54	2.61	2.57	2.42	2.43	2.56	كثافة حقيقية (غ/سم ³)
1.07	1.28	1.15	1.12	1.04	1.18	1.13	1.27	1.25	1.12	كثافة ظاهرية (غ/سم ³)
57.7	46.9	55.3	54.1	59.1	54.8	56	47.5	48.6	56.3	مسامية كلية (%)
-	75	-	75	-	75	-	38	-	25	نسبة التحجر (%)
0.87	1.12	0.73	1.09	0.6	0.84	0.74	0.91	0.57	0.83	مادة عضوية (%)
8.28	8.35	8.34	8.22	8.3	8.31	8.23	8.31	8.08	8.06	درجة الحموضة
0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	الناقلية الكهربائية (dS/m)
66	57	61	60	67	64	30	29	13	18	كربونات كلية (%)
0.03	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	0.1	0.01	0.09	0.09	أزوت كلي (%)
3.32	5.12	3.11	3.72	3.01	3.81	8.19	10.6	8.04	10.1	فسفور متاح (ppm)
185	246	224	234	202	268	349	378	375	436	بوتاسيوم متاح (ppm)

الجدول 6. التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لعينات تربة النطاق الخامس.

العمق		العمق		العمق		العمق		العمق		العمق
60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	العمق
40	42.95	42.5	37.5	37.5	38.75	45	45	45.45	40.45	طين (%)
22.5	22.5	22.5	23.75	22.5	23.75	17.5	15	17.5	20	سلت (%)
37.5	34.55	35	38.75	40	37.5	37.5	40	37.05	39.55	رمل (%)
طينية	طينية	طينية	طينية لومية	طينية لومية	طينية لومية	طينية	طينية	طينية	طينية	القوام
2.57	2.67	2.56	2.62	2.51	2.47	2.45	2.59	2.58	2.56	كثافة حقيقية (غ/سم ³)
1.34	1.4	1.16	1.3	1.16	1.41	1.34	1.5	1.14	1.35	كثافة ظاهرية (غ/سم ³)
47.9	47.6	54.7	50.4	53.8	42.9	45.3	42.1	55.8	47.3	مسامية كلية (%)
-	75	-	25	-	75	-	75	-	75	نسبة التحجر (%)
0.73	1.05	0.86	1.19	0.85	1.23	0.91	1.29	1.1	1.34	مادة عضوية (%)
8.29	8.3	8.02	8.1	8.2	8.34	8.23	8.24	8.23	8.25	درجة الحموضة
0.2	0.2	0.2	0.2	0.7	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	الناقلية الكهربائية (dS/m)
34	32	29	30	39	34	27	28	31	29	كربونات كلية (%)
0.08	0.09	0.06	0.11	0.09	0.09	0.09	0.09	0.12	0.12	أزوت كلي (%)
8.03	9.64	8.12	9.52	8.09	9.11	8	10.05	8.03	9.97	فسفور متاح (ppm)
221	246	218	248	201	220	177	202	230	272	بوتاسيوم متاح (ppm)

الجدول 7. التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لعينات تربة النطاق السادس.

D5		D4		D3		D2		D1		أقصى شمالي صيدنايا
60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	60-30	30-0	العمق
42.05	39.55	35.45	35.45	42.05	35.8	37.05	37.05	35.45	32.05	طين (%)
20	25	17.85	21.6	15	21.25	20	25	20	20	سلت (%)
37.95	35.45	46.7	42.95	42.95	42.95	42.95	37.95	44.55	47.95	رمل (%)
طينية	طينية لومية	طينية رملية	طينية لومية	طينية	طينية لومية	لومية طينية	لومية	طينية لومية	رملية طينية لومية	القوام
2.64	2.68	2.56	2.73	2.31	2.7	2.27	2.49	2.24	2.1	كثافة حقيقية (غ/سم ³)
1.12	1.34	1.2	1.1	0.95	1.18	1	1.23	1.07	1.39	كثافة ظاهرية (غ/سم ³)
57.6	50	53.1	59.8	58.9	56.3	55.9	50.6	52.2	33.8	مسامية كلية (%)
-	88	-	75	-	38	-	30	-	75	نسبة التحجر (%)
1.97	2.17	1.94	2.3	1.73	1.98	2.29	2.47	2.33	2.49	مادة عضوية (%)
8.08	8.14	8.01	8.05	8.09	7.96	8.13	8.15	8.19	8.1	درجة الحموضة
0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.7	0.2	0.2	0.2	الناقلية الكهربائية (dS/m)
45	51	55	51	55	56	40	40	58	57	كربونات كلية (%)
0.2	0.2	0.19	0.21	0.24	0.25	0.2	0.21	0.2	0.23	أزوت كلي (%)
4.01	5.75	6.03	7.84	6.52	7.01	9.03	10.21	5.83	7.97	فسفور متاح (ppm)
203	241	212	257	231	269	223	285	201	277	بوتاسيوم متاح (ppm)

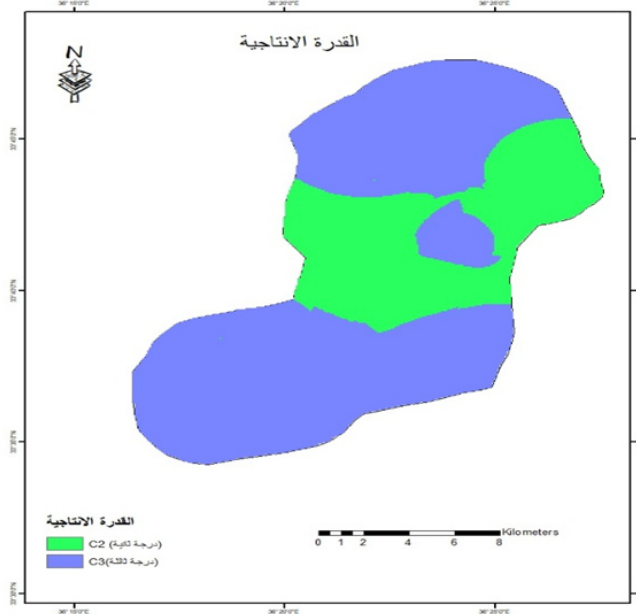
الجدول 8. التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لعينات تربة النطاق السابع.

R2		R1		رنكوس
60-30	30-0	60-30	30-0	العمق
49.55	37.05	39.55	45.45	طين (%)
5	12.5	15	17.5	سلت (%)
45.45	50.45	45.45	37.05	رمل (%)
طينية رملية	طينية رملية	طينية رملية	طينية رملية	القوام
2.47	2.55	2.5	2.52	كثافة حقيقية (غ/سم ³)
1.16	1.1	1.1	1.23	كثافة ظاهرية (غ/سم ³)
53	56.9	56	51.2	مسامية كلية (%)
-	50	-	25	نسبة التحجر (%)
0.73	0.91	0.69	0.78	مادة عضوية (%)
8.11	8.15	8.2	8.35	درجة الحموضة
0.2	0.5	0.2	0.4	الناقلية الكهربائية (dS/m)
68	49	56	52	كربونات كلية (%)
0.04	0.05	0.03	0.06	أزوت كلي (%)
3.07	3.25	3.11	4.75	فسفور متاح (ppm)
123	163	146	168	بوتاسيوم متاح (ppm)

النتائج والمناقشة

المقدرة الإنتاجية للترب:

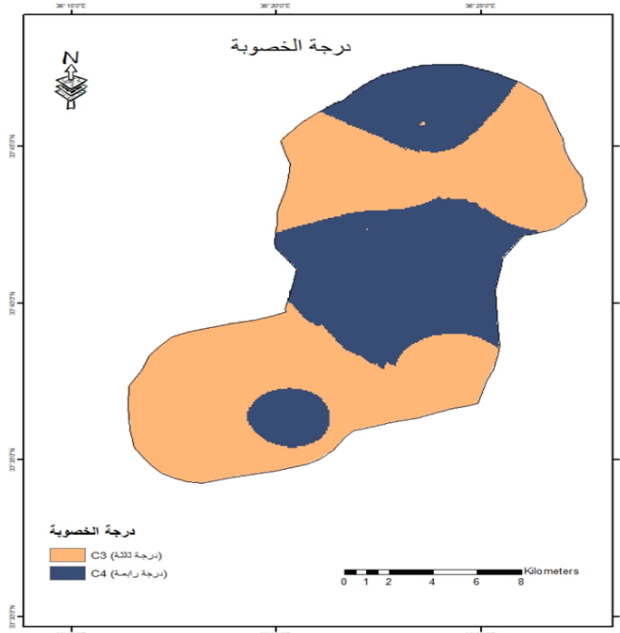
تشير خارطة المقدرة (القدرة) الإنتاجية للترب (الشكل 1) إلى أن معظم الترب التي تقع شمالي وجنوبي منطقة الدراسة تنتمي إلى الدرجة الثالثة متوسطة المقدرة الإنتاجية، (C3)، بينما يعد الجزء المتوسط من منطقة الدراسة تربة جيدة المقدرة الإنتاجية (C2). ويعود لك إلى ارتفاع مستوى خصوبة التربة في شمال وجنوبي منطقة الدراسة، وانخفاضها في الجزء المتوسط وأقصى شمالي منطقة الدراسة.



الشكل 1. خارطة المقدرة الإنتاجية للترب المدروسة.

درجات خصوبة التربة:

يبين الشكل 2 خارطة درجات الخصوبة للترب المدروسة، ويتضح من خلال هذه الخارطة أن درجات خصوبة معظم الترب تراوحت بين الدرجة الثالثة (C3)، أي متوسطة الخصوبة، والتي غطت معظم ترب الجزء الجنوبي وجزءاً من ترب الجزء الشمالي، وكانت الدرجة الأقل خصوبة (C4) مميزة لترب الجزء المتوسط من منطقة الدراسة، وغطت أيضاً جزءاً ضئيلاً من أقصى الجزء الشمالي.



الشكل 2. خارطة درجات الخصوبة لمنطقة الدراسة.

ملاءمة الترب للزراعة بالحاصلات الزراعية :

تبين الجداول (9-10-11) درجة ملاءمة الترب للحاصلات الزراعية، ويتضح من خلال هذه الجداول الآتي:
تعد ترب النطاق الأول عالية الملاءمة لزراعة الشعير، عباد الشمس، الفصّة، وترب النطاق الثاني ذات ملاءمة عالية لزراعة الشعير، والفصّة، أما ترب النطاق الثالث فكانت ذات ملاءمة عالية للشوندر السكري، وكانت أفضل المزروعات لزراعتها في ترب النطاق الرابع هي عباد الشمس، والفصّة، في حين تعد ترب النطاق الخامس ملاءمةً للفصّة، أما في ترب النطاق السادس فكانت الفصّة وعباد الشمس، وبالنسبة لترب النطاق السابع فإن تربها ذات ملاءمة عالية لزراعة الشعير ودوار الشمس والفصّة، أما بالنسبة للأشجار المثمرة فكانت أشجار التفاح والأجاص هي الأكثر ملاءمة في معظم نطاقات الدراسة.

الجدول 9. درجة ملاءمة المزروعات.

م	ليمون	قصب السكر	قطن	فول سوداني	فول الصويا	ذرة صفراء	الرز	دوار الشمس	شوندر سكري	فاصولياء	الشعير
1	0	51.45	49.73	20.71	48.17	30.78	55.57	76.81	55.46	29.81	53.13
2	0	79.83	76.57	20.64	74.16	47.39	86.22	80.09	85.38	45.9	82.42
3	0	80.61	75.98	20.49	73.59	47.03	87.07	79.48	84.73	45.55	83.23
4	0	72.85	82.31	20.84	79.72	50.95	81.24	86.1	78.69	49.34	75.22
5	29.91	88.63	80.61	31.08	78.08	49.9	95.73	80.61	89.89	48.33	91.51
6	0	51.94	49.39	20.57	47.84	30.57	56.1	76.29	55.08	29.61	53.62
7	0	77.42	74.99	21.02	72.63	46.42	83.62	78.45	83.63	44.96	79.94
8	0	84.92	78.98	20.36	76.49	48.88	91.72	78.98	88.07	47.34	87.68
9	0	79.48	76.8	20.71	74.39	47.54	85.84	80.34	85.64	46.04	82.06
10	0	79.37	76.87	20.73	74.45	47.58	85.72	80.42	85.72	46.08	81.95
11	0	81.67	79.1	20.93	76.62	48.96	88.21	79.1	88.21	47.42	84.33
12	29.24	72.96	82.43	32.81	79.84	51.02	81.36	85.11	78.8	49.42	75.33
13	0	85.3	78.63	20.27	76.15	48.67	92.13	78.63	87.68	47.13	88.07
14	31.14	88.99	80.21	32.35	77.69	49.65	96.11	80.21	89.45	48.09	91.88
15	31.11	89.05	80.15	32.33	77.63	49.61	96.18	80.15	89.38	48.05	91.94
16	30.39	84.53	79.31	31.57	76.82	49.09	91.3	81.89	88.45	47.55	87.27
17	0	84.73	79.15	20.4	76.66	48.99	91.51	79.15	88.26	47.45	87.48
18	0	49.49	47.93	21.13	46.43	29.67	53.45	74.03	53.45	28.74	51.1
19	0	46.41	52.44	21.02	50.79	32.46	51.76	80.99	50.13	31.44	47.92
20	0	46.25	52.26	21.05	50.61	32.35	51.58	80.71	49.96	31.33	47.75
21	0	83.8	79.88	20.59	77.37	49.44	90.51	79.88	89.08	47.89	86.53
22	0	84.12	79.64	20.53	77.14	49.29	90.86	79.64	88.81	47.74	86.85
23	0	79.03	76.55	20.78	74.14	47.38	85.36	80.07	85.36	45.89	81.6
24	0	83.14	80.34	20.71	77.81	49.73	89.8	80.34	89.59	48.16	85.84
25	0	79.69	76.66	20.67	74.25	47.45	86.07	80.19	85.48	45.95	82.28
26	0	46.65	52.71	20.96	51.05	32.63	52.02	81.41	50.39	31.6	48.17
27	0	78.68	76.21	20.84	73.81	47.17	84.98	79.72	84.99	45.69	81.24
28	0	51.25	49.63	20.76	48.07	30.72	55.35	76.66	55.35	29.75	52.91
29	0	50.63	49.04	20.91	47.5	30.35	54.69	75.74	54.69	29.4	52.28
30	0	79.59	76.73	20.69	74.32	47.49	85.96	80.27	85.56	46	82.17
31	0	53.13	48.33	20.12	46.81	29.91	57.39	74.64	53.89	28.97	54.86
32	0	45.91	43.76	19.94	42.38	29.64	54.26	67.59	53.4	28.71	51.87

الجدول 10. درجة ملاءمة المزروعات.

م	موز	بازلاء	ملفوف	بصل	نخيل	تين	إجاص	تفاح	زيتون	كرمة	بطاطا
1	45.54	29.81	51.35	53.71	49.4	49.4	49.19	47.54	49.4	32.41	34.55
2	45.75	45.9	79.05	82.7	51.51	51.51	76.31	73.19	51.51	49.89	34.44
3	46.2	45.55	78.45	82.06	51.12	51.12	77.06	72.63	51.12	49.51	34.17
4	48.7	49.34	84.99	76.21	52	52	69.64	78.69	52	50.36	34.76
5	72.63	48.33	83.23	87.07	51.85	51.85	84.73	77.06	51.85	52.53	51.85
6	45.97	29.61	51	53.35	49.06	49.06	49.65	47.22	49.06	32.19	34.31
7	44.37	44.96	77.43	80.99	52.44	52.44	74.01	71.69	52.44	50.79	35.06
8	46.52	47.34	81.54	85.3	50.79	50.79	81.18	75.5	50.79	51.46	33.96
9	45.55	46.04	79.3	82.95	51.67	51.67	75.98	73.42	51.67	50.05	34.54
10	45.48	46.08	79.37	83.03	51.72	51.72	75.87	73.49	51.72	50.09	34.57
11	44.74	47.42	81.67	85.44	52.22	52.22	78.07	75.62	52.22	52.91	34.91
12	72.01	49.42	85.11	76.32	54.74	54.74	69.75	78.8	54.74	53.71	54.74
13	46.73	47.13	81.18	84.92	50.57	50.57	81.54	75.16	50.57	51.23	33.81
14	76.29	48.09	82.82	86.64	51.59	51.59	85.07	76.68	51.59	52.27	53.97
15	76.34	48.05	82.75	86.56	51.55	51.55	85.13	76.62	51.55	52.23	53.92
16	71.52	47.55	81.89	85.66	52.67	52.67	80.8	75.82	52.67	51.68	52.67
17	46.42	47.45	81.72	85.48	50.9	50.9	80.99	75.66	50.9	51.57	34.03
18	43.8	28.74	49.49	51.77	50.41	50.41	47.31	45.82	50.41	33.07	35.25
19	47.92	31.44	54.15	48.55	50.13	50.13	44.37	50.13	50.13	32.89	35.06
20	47.75	31.33	53.95	48.38	50.21	50.21	44.21	49.96	50.21	32.94	35.12
21	45.91	47.89	82.47	86.28	51.37	51.37	80.11	76.36	51.37	52.05	34.34
22	46.08	47.74	82.23	86.02	51.22	51.22	80.41	76.13	51.22	51.9	34.24
23	45.29	45.89	79.03	82.68	51.86	51.86	75.55	73.18	51.86	50.23	34.67
24	45.55	48.16	82.95	86.77	51.67	51.67	79.48	76.8	51.67	52.35	34.54
25	45.67	45.95	79.15	82.79	51.57	51.57	76.18	73.28	51.57	49.95	34.48
26	48.17	31.6	54.42	48.8	50.01	50.01	44.6	50.39	50.01	32.81	34.97
27	45.09	45.69	78.69	82.31	52	52	75.22	72.85	52	50.36	34.76
28	45.36	29.75	51.25	53.61	49.53	49.53	48.99	47.45	49.53	32.49	34.64
29	44.81	29.4	50.63	52.97	49.88	49.88	48.4	46.88	49.88	32.72	34.88
30	45.61	46	79.22	82.87	51.62	51.62	76.08	73.35	51.62	50	34.51
31	47.03	28.97	49.9	52.19	48	48	50.79	46.2	48	31.49	33.57
32	0	28.71	49.44	51.72	0	0	0	0	0	28.52	33.26

الجدول 11. درجة ملاءمة المزروعات.

م	بندورة	ذرة بيضاء	فصة	بطيخ أحمر	فليفلة
1	34.55	51.35	82.4	49.4	47.85
2	53.19	79.05	85.93	76.05	73.66
3	52.78	78.45	85.27	75.47	73.1
4	53.69	84.99	80.31	82.92	80.31
5	56	83.23	86.48	80.07	77.55
6	34.31	51	81.84	49.06	47.52
7	54.15	77.43	87.48	77.43	74.99
8	54.86	81.54	84.73	78.45	75.98
9	53.35	79.3	86.19	76.29	73.89
10	53.4	79.37	86.27	76.36	73.96
11	56.41	81.67	87.12	80.66	78.12
12	57.26	85.11	84.54	88.44	85.65
13	54.62	81.18	84.35	78.1	75.64
14	55.72	82.82	86.06	79.68	77.17
15	55.67	82.75	85.99	79.61	77.11
16	55.1	81.89	87.86	78.78	76.31
17	54.98	81.72	84.91	78.62	76.14
18	35.25	49.49	84.09	50.41	48.83
19	35.06	54.15	77.43	54.15	52.44
20	35.12	53.95	77.55	54.23	52.53
21	55.49	82.47	85.7	79.35	76.85
22	55.32	82.23	85.44	79.11	76.62
23	53.55	79.03	86.51	76.57	74.16
24	55.81	82.95	86.19	79.8	77.29
25	53.25	79.15	86.03	76.14	73.75
26	34.97	54.42	77.24	54.01	52.31
27	53.69	78.69	86.74	76.77	74.36
28	34.64	51.25	82.62	49.53	47.97
29	34.88	50.63	83.21	49.88	48.31
30	53.3	79.22	86.11	76.22	73.82
31	33.57	49.9	80.07	48	46.49
32	33.26	49.44	79.35	47.57	46.07

الاستنتاجات:

تميزت الترب المدروسة بقوام طيني، وكانت متوسطة القلوية، وغير مالحة، وفقيرة مادة عضوية، وذات مسامية جيدة ونسبة كربونات كلية عالية جداً. كما أنها غنية بالأزوت الكلي، وذات تركيز كافٍ وعالٍ من الفسفور والبوتاسيوم المتاحين على التوالي. ومن الناحية الاستثمارية، تعد هذه الترب خصبة، وذات مقدرة إنتاجية متوسطة إلى جيدة وملائمة للزراعة بشكل جيد، ولاسيما للمزروعات التالية على التوالي: الشعير، الفصة، وعباد الشمس، وأشجار التفاح والأجاص، لكن يمكن للبعض منها أن يعاني من صعوبة التعامل معها، بسبب نسبة التحجر العالية وانخفاض امتصاص الفسفور من التربة نتيجة ارتفاع نسبة الكربونات الكلية (ولاسيما أيونات الكلسيوم).

المراجع

- الزعبي، منهل؛ الأذن، مصطفى. 2010. المسح الخصوبي لسهل الغاب باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. المؤتمر العلمي الثامن للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.
- دليل استخدام الأسمدة في الشرق الأدنى، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، روما. 2007.
- كاظم، محمد أحمد وعلي ذياب وحسين حسين. 2017. تصنيف ترب منطقة شرق شط العرب وتقييم قابليتها للأغراض الزراعية بالاستعانة بتقانات الاستشعار عن بعد، مجلة العلوم الزراعية، 48 (2): 139-156.
- ASTM (Am. Soc. Test. Master). 1958. Procedures for Testing Soils. American Society for Testing and Materials. Philadelphia.
- Balazs, H., O. Opara- Nadib, and F. Beesea .2005. A simple method for measuring the carbonate content of soil.
- Blake, GR. 1965. Methods of soil Analysis, part 1, American Society of Agronomy.
- Bremner, J.M., and C.S. Mulvaney. 1982. "Nitrogen-Total".
- Day, P.R. 1965. Particle Fractionation and Particle Size Analysis: 545- 567. In: C.A. Black et al. Methods of Soil Analysis. Part I. Agronomy 9: 545-567.
- El kawy, O., R, H.A. Ismail, j.K. Rod and A.S. Suliman. 2010. A Developed GIS-Based Land Evaluation Model for Agriculture Land Suitability Assessments in Arid and Semi Arid Regions. Res. J. Agric. & Biol. Sfi., 6(5): 589-599.
- FAO. 1980. Soil testing and plant analysis, Bull, NO.38/1, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO .2000. Guide lines: Land evaluation for irrigated agriculture soils. Bulten no 55, Rome, Italy: FAO. 231 PP. 590. F 68 no 55 Mann.
- FAO. 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi arid regions. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Marx. E.s., J. Hart, and R.G. Stevens. 1996. Soil Test Interpretation Guid. Oregon State University, USA.
- Nachtergaele, Freddy. 2000. Land Resource Data Bases Global AEZ, FAO of UN, Baghdad, Iraq 16-17 Dec, p13.
- Nelson, D.W., Sommers L.E. 1982. "Total carbon, organic carbon, and organic matter".
- Olsen, S.R., Cole, C.V. Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture circular 939, USDA, Washington, DC.
- Rhoades, J.D. 1984. Solute Content. In A. Klute (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd ed. Agronomy 9. Am. Soc. of Agron.. Inc., Madison. Wis.
- Thomas, G.W. 1982. "Exchangeable cations", A. L. Miller, R. H. and Keeney, D. R. (Editors), Methods of soil analysis, part II (2nd Edition), Madison, WI: 159-166.

N° Sp Ref: 0013



تأثير التسميد بكمبوست 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.awadalswad@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 بكمبوست 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 إزرع، 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 المرضية والعناصر الثقيلة (الزنك، المنغنيز، الحديد، النحاس، الرصاص، البورون، النيكل، الكروم والكاديوم)، 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 و 2.85) كغ/الشجيرة على التوالي، وفي صفة الحجم التاجي للشجيرة (3.37 م³) عند مستوى تسميد 9 طن/هكتار، في حين أعطى القطف الأمريكي عند مستوى التسميد نفسه أعلى قيمة في التغطية التاجية للشجيرة (4.29 م²).

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 m³); while *Atriplex canescens* at the same fertilization level gave the highest value of shrub crown cover (4.29 m²).

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 نتيجة لنقص الامكانيات، 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 10،50 و 30 مغ/ل من عناصر N، P، K على التوالي، إضافة 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 و Hooda، 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* Flüge) (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، وزيادة في معدل العناصر والمعادن الثقيلة في البذور مع انخفاض في نسبة البروتين، وقد اقترحت الدراسة أن استخدام الحمأة بمعدل أقل من 9 كغ / م² (9 طن للدونم) يعد ملائماً لتحسين خواص التربة وزيادة محصول الماش (Agrawal و 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 Koszewska (2019) 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 دوراً محورياً 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 حمأة 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.

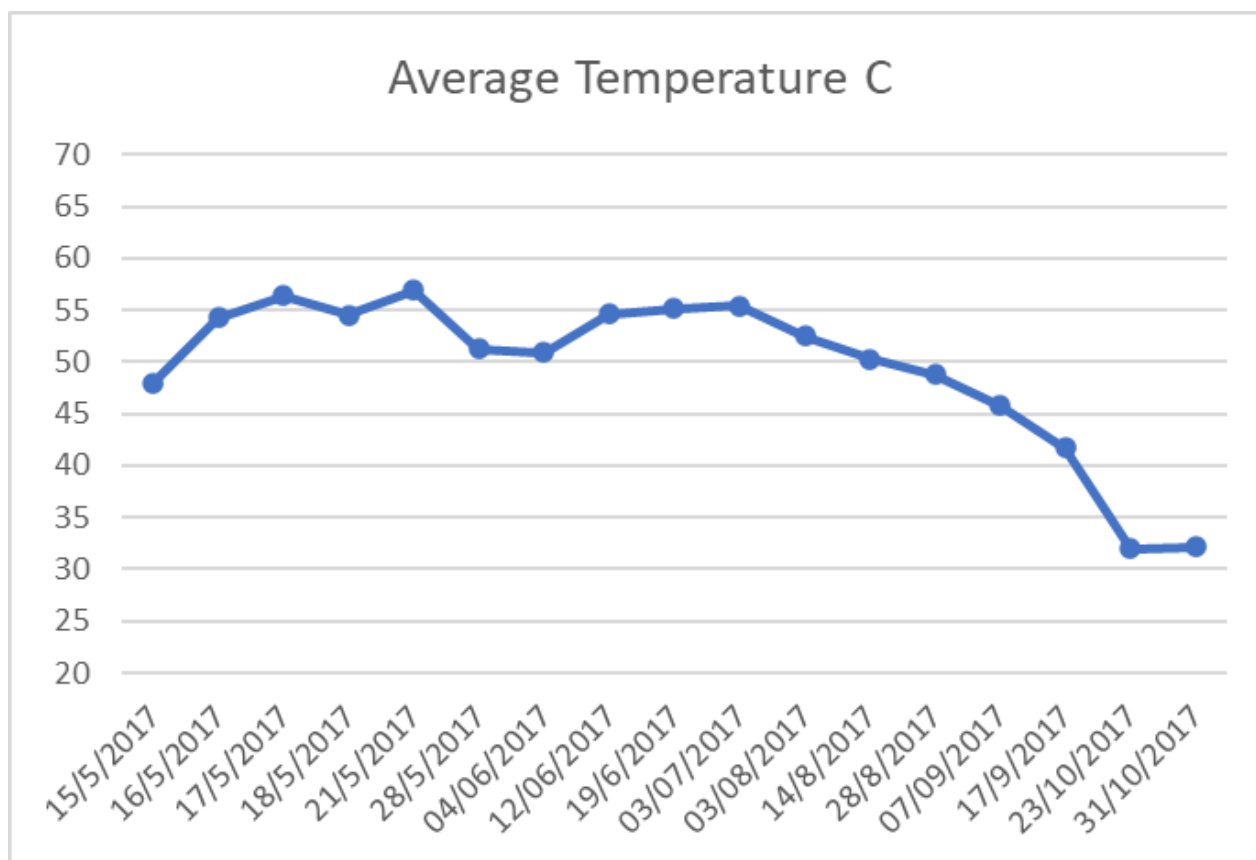
هدف البحث: يهدف البحث إلى دراسة أثر عمليات تخمير الحمأة، وتحويلها إلى كومبوست عضوي متحلل يمكن استخدامه في التسميد الزراعي، كما يهدف إلى تحسين نمو وإنتاجية نباتات القطف الملحي والقطف الأمريكي باستخدام الحمأة المتخمرة كمصدر جيد للعناصر الغذائية والمادة العضوية.

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 فرشها بشرائح البولي إيثيلين، ومن ثم وضعت الحمأة المستخدمة على شكل كومة طولية بارتفاع 50 سم، ووضعت بعض أغصان الأشجار الصغيرة داخل الكومة لتأمين تهوية جيدة، ورطب الكومة، وغطيت بشرائح البولي إيثيلين. تمت متابعة عملية تخمير الحمأة بشكل دوري من خلال إجراء عملية التقليل 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 التخمر، إذ يوضح الشكل نفسه ارتفاع درجة حرارة الحمأة في بدء عملية التخمر تدريجياً، ثم بدأت درجة الحرارة في الانخفاض مع اكتمال عملية التخمر وتحلل الحمأة حتى الوصول إلى مرحلة النضج والتحلل النهائي، مما يعني أن الحمأة أصبحت جاهزة للاستخدام.



الشكل 1. التغير في درجات حرارة الحمأة أثناء عملية التخمر 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 إيثيلين، وتعبئتها بخلطة من التربة والرمل والسماد البلدي بنسبة 1:1:1 في محطة بحوث إزرع التابعة لمنظمة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) 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 و 9) 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 بواسطة 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 مختبر قسم التقانات الحيوية والمخابر التابعة للمركز العربي (أكساد) وفق الطرائق العالمية المعتمدة. وبين 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 الفيزيائية لخصوبة للتربة.

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

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 (م³) والتغطية التاجية للشجيرة (م²). 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/سم³)، والنسبة المئوية لكل من المادة العضوية والفسفور 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 بالأملح، 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 التمدن والداخلة في تركيب الحمأة الطازجة وتطايرها على شكل CO₂، وبعد 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.

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

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 الكومبوست المنتج من عملية تخمير الحمأة.

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

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

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 المرصدة 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 (م²)، والحجم التاجي للشجيرة (م³). 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 م²) والحجم التاجي للشجيرة (2.28 م³) (الجدول 5).

بصورة عامة يمكن أن يعزى تفوق القطف الملحي في صفات النمو وحجم الشجيرة على القطف الأمريكي إلى طبيعية نمو ومدى تأقلم القطف الملحي مع ظروف المناطق الجافة مقارنة بالنوع المدخل (القطف الأمريكي)، وقد بينت دراسة Daoud و Nedjimi (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
الإنتاجية 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 و 9 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 و 3 طن/هكتار، 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 الأزوت 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 undulata* و *Atriplex lentiformis*) رافقه زيادة في صفات النمو والمحصول الغض والجاف للشجيرات.

كما تشير النتائج إلى أن مستويات التسميد بكمبوست الحمأة قد أثر معنوياً في صفة التغطية التاجية (م²)، والحجم التاجي للشجيرة (م³) وسجلت أعلى القيم لها (3.95 م² و 2.76 م³) على التوالي عند مستوى التسميد 9 طن/هكتار بكمبوست الحمأة، في حين أعطت معاملة الشاهد أقل القيم في التغطية التاجية للشجيرة (1.24 م²)، والحجم التاجي للشجيرة (0.89 م³)، 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.

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

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

يظهر الجدول 7 أن صفة ارتفاع النبات قد تأثرت معنوياً بالتفاعل بين النوع النباتي ومستويات التسميد بكمبوست 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 م²) مع أعلى مستوى تسميد بالحمأة، في حين سجلت أقل القيم (1.22 م²) 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 م³)، في حين انخفضت قيمة الحجم التاجي للشجيرة لتبلغ أقل قيمة لها (0.88 م³) مع القطف الأمريكي عند معاملة الشاهد (الجدول 7).

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

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

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 / 11/ 2016.
- 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 / 11/ 2016.
- 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. Barrett .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 Hague.
- Walker, D.J.; S. Lutts, M. Sa´nchez-Garci´a and E. Correal .2014. *Atriplex halimus*: its biology and uses. *J. of Arid Environments* 100:121–111 :101/.

N° Sp Ref: 0014



تقييم محطة خربة المعزة وإمكانية الاستفادة

من مياهها المعالجة في أغراض الري

Evaluation of the Khirbt Al-miza Plant and the Possibility for Using its Treated Water for Irrigation Purposes

م. عبيرعلي⁽²⁾

Dr. N.D. Yossef⁽¹⁾

nour2888@gmail.com

م. آلاء عفيف⁽²⁾

Eng. A. Afef⁽²⁾

alaa.afef88@gmail.com

د. نور الدين يوسف⁽¹⁾

Eng. A. Ali⁽²⁾

abeerali2023@hotmail.com

(1) مديرية الموارد المائية في طرطوس، الهيئة العامة للموارد المائية، وزارة الموارد المائية، سورية.

(1) . Ministry of Water Resources (M.O.W.R)/Syria

(2) مركز بحوث طرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة، سورية.

(2) . General Commission for Scientific Agricultural Research, GCSAR- Tartous/Syria.

الملخص

جُمعت عينات مياه دخل وخرج محطة خربة المعزة في محافظة طرطوس (سورية) من تاريخ 2018/4/18 لغاية 2019/3/25، ونفذت الاختبارات الفيزيائية والكيميائية والجرثومية بهدف تقييم نوعية المياه، ومعرفة إمكانية استخدامها في أعمال الري، وذلك في إطار البحث عن مصادر بديله للمياه الطبيعية.

أظهرت النتائج ارتفاعاً في قيم العكارة في المدخل عن قيمها في المخرج، وكانت الحرارة وقيم الـ pH متقاربة في مياه الدخل والمخرج وضمن الحدود الطبيعية، بينما تراوحت قيم الناقلية الكهربائية في مياه المخرج ضمن المجال (1014-714 $\mu\text{s/cm}$)، وفي مياه الدخل (1268-600 $\mu\text{s/cm}$)، أما قيم الـ DO فقد ارتفعت في مياه المخرج عن مياه الدخل، وأظهرت المحطة فعالية في تخفيض قيم الـ TSS من (132-3.6) مغ/ل في مياه الدخل إلى (19.4-0.6) مغ/ل في مياه المخرج، وتراوحت قيم COD ضمن المجال (36 - 2) مغ/ل ، وقيم BOD₅ ضمن المجال (1 - 18) مغ/ل ، وتراوحت قيم تراكيز الأمونيا في مياه المخرج ضمن المجال (5.40 - 0.24) مغ/ل بعد استثناء القيمة الشاذة، أما قيم تراكيز النتريت في مياه المخرج فتراوحت ضمن المجال (149 - 10) مغ/ل ، في حين تراوحت قيم النتريت في مياه الدخل ضمن المجال (16.2 - 6.2) مغ/ل ، أما قيم تراكيز الفوسفات في مياه المخرج فتراوحت ضمن المجال (34.2 - 3.5) مغ/ل ، وتراوحت القيم في مياه الدخل ضمن المجال (142.2 - 0.5) مغ/ل ، كما تمت دراسة تغيرات Log عدد العصيات البرازية في مياه دخل وخرج محطة خربة المعزة وأظهرت النتائج انخفاض قيم هذا المؤشر في مياه المخرج مقارنة بقيمه في مياه الدخل، إلا أن الانخفاض كان غير كاف، إذ تراوحت قيم عدد العصيات البرازية في مياه المخرج ضمن المجال (3×10^6 - 6×10^2) (nFC/100ml).

تمت مقارنة نتائج تحاليل مياه خرج محطة المعالجة مع المواصفة القياسية السورية للمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري (م.ق.س 2752/2008) فتمت أن نوعية المياه المعالجة ضمن الحدود المسموحة لأغراض الري المختلفة وفق مؤشرات الـ COD، BOD5 و TSS، إلا أنها غير صالحة لأغراض الري في معظم الأحيان حسب مؤشرات النترات، الفوسفات والمؤشر الجرثومي، ولاستخدام المياه المعالجة في أغراض الري يجب تخفيض تراكيز النترات والفوسفات، ويمكن ذلك، إما بإضافة وحدات إضافية لمحطة المعالجة، أو بتمديد مياه الصرف المعالجة بمياه عذبة بنسبة 50 % تقريباً.

الكلمات المفتاحية: مياه معالجة، ري، اختبارات فيزيائية وكيميائية وجرثومية، محطة خربة المعزة.

Abstract

Water samples were collected from the input and output of the Khirbt Al-miza plant in Tartous governorate (Syria) from 18/4/2018 to 25/3/2019 in order to assess its quality and the possibility of using it in irrigation works. Physical, chemical and biological tests were carried out in the context of searching for alternative sources of natural water

The results showed that the turbidity value at the input was higher than their values at the output, and the temperature and pH values were close at the input and output and within the normal limits, while the electrical conductivity values in the output water ranged within the range (714-1014 $\mu\text{s}/\text{cm}$) and in the input water (600-1268 $\mu\text{s}/\text{cm}$), while the DO values were higher in the output water than in the input water, and the station showed effective in reducing the values of TSS from (132-3.6mg/L) in the input water to (19.4-0.6mg/L) in the output water. COD within the range (36 - 2 mg/l), and ammonia concentrations in the output water ranged their values within the range (5.40 - 0.24 mg/l), after excluding the abnormal value, while the values of nitrate concentrations in the output water ranged within the range (10 - 149 mg/l). While the nitrate values in the input water ranged within the range (16.2 - 6.2 mg/l), while the values of phosphate concentrations in the station's output water ranged within the range (34.2 - 3.5 mg/l) and the values in the input water ranged within the range (142.2 - 0.5 mg/l), and the log changes of the number of faecal bacilli in the water entering and exiting the Khirbt Al-miza station were studied, The results showed a decrease in the values of this indicator in the output water compared to its values in the income water. However, the decrease was not sufficient as the values of the number of faecal bacilli in the output water ranged within the range (3x10⁶ - 6x10²). nFC/100ml.

The results of analyzes of the output water of the treatment plant were compared with the Syrian standard specification for treated water used for irrigation purposes 27522008/. It was found that the quality of the treated water is within the permissible limits for different irrigation purposes according to the indicators of COD, BOD5, TSS, but it is not suitable for irrigation purposes in Most of the time, according to the indicators of nitrate, phosphate and bacterial indicator, and to use treated water for irrigation purposes, the concentrations of nitrate and phosphate must be reduced, and this can be done either by adding additional units to the treatment plant or by extending the treated wastewater with farm water by approximately 50%.

Keyword: Treated Water, Irrigation, Physical- chemical and biological tests, Khirbt Al-miza.

المقدمة

نظراً لما يمتلكه الماء من أهمية كبيرة ودور مهم في تكوين الترب وتطورها، وتحديد سوية مختلف أشكال النشاط البيوجيوكيميائي فيها، كونه من العوامل المحددة للإنتاج الزراعي، وله دور حاسم في نشوء العديد من الحضارات وازدهارها، كما كان أيضاً سبباً رئيساً في اندثار العديد منها نتيجة نقص المصادر المائية وانحسارها، فقد أضحت الإدارة المتكاملة والرشيده للموارد المائية المتاحة، ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة ضرورة ملحة، وغدت أولى تحديات العصر للجميع من أصحاب قرار وفتيين وعاملين في قطاع المياه والزراعة، ولاسيما في البلدان التي تتميز بمحدودية مواردها المائية المتجددة العذبة، ففي سورية تقع معظم الأراضي الصالحة للزراعة ضمن المنطقتين الجافة وشبه الجافة، الأمر الذي يستدعي بالضرورة تقليص العجز المتصاعد بين الموارد المائية المتاحة، والاحتياجات المتزايدة للقطاع الزراعي من مياه الري، وصولاً إلى تحقيق التوازن المائي المنشود، وبلوغ مرحلة الأمن المائي، الذي يعد الأساس المتين للتنمية الزراعية المستدامة، ويمكن

للتخطيط السليم المبني على أسس علمية واعتماد استراتيجيات جديدة في تنمية الموارد المائية أن يساهم في حل مشكلة العجز المائي القائم، اعتماداً على الربط المتكامل بين الموارد المائية الوطنية واستعمالاتها عبر مخطط مدروس.

انطلاقاً من ذلك ونظراً لمحدودية الموارد المائية في الجمهورية العربية السورية، وما يترتب على ذلك من عجز تراكمي متزايد في الموارد المائية المتاحة للأراضي الزراعية، كان لابد من البحث عن مصادر مائية رديفة تدعم الموازنة المائية الحالية، وتهدف لوضع استراتيجية مهمة لتوفير الماء العذب للشرب وللإستخدامات المختلفة، وتحسين نوعية المياه السطحية عبر إعادة استعمال مياه الصرف الصحي (المياه العادمة)، بإدخال هذا النوع من المياه بعد معالجتها في مجال الري الزراعي وغير التقليدي كمورد مائي إضافي، إذ تشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية، والكيميائية، والأحيائية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة، أو تقليلها إلى درجة مقبولة، ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة، وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية مراحل المعالجة حسب Mathur و Tanwar (2016).

وجد عطا وزملاؤه (2017) في دراستهم على محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المجمع السكني التابع لقضاء الدور (العراق)، من خلال قياس بعض الجوانب الفيزيائية والكيميائية لمياه المخلفات في محطة المعالجة أن خصائص المياه المنصرفة إلى نهر دجلة من محطة المعالجة اتصفت بمعدلات درجات حرارة (19.840°C)، وتوصيل كهربائي (544.2 مايكرو سيمنز/سم)، ودرجة الحموضة (7.76)، ومتطلب حيوي للأوكسجين (40.3 ملغ/لتر)، وتركيز أيون الكلوريد (209.16 ملغ/لتر) يتفق مع محددات المواصفات القياسية العراقية، كما امتازت المحطة بإزالة جيدة لكل من العكارة (7.9 نفاثين وحدة كدرة)، والعسرة الكلية (396.8 ملغ كربونات الكالسيوم/لتر)، وعسرة المغنيزيوم (194.3 ملغ كربونات المغنيزيوم/لتر)، إذ بلغت كفاءة إزالة هذه المؤشرات 93.404 و2.935 و15.337% على التوالي، في حين لم تكن المحطة ذات كفاءة في إزالة عسرة الكالسيوم (202.8 ملغ كربونات الكالسيوم/لتر)، والقلوية الكلية (345.2 ملغ كربونات الكالسيوم/لتر)، وبينت نتائج التحليل الإحصائي للعوامل المدروسة في المحطة عدم وجود فروقات معنوية بين مواقع الدراسة، مع وجود فروق عالية المعنوية بين أشهر الدراسة.

بينت خليل وزملاؤها (2015) في دراستهم حول الخصائص البيولوجية لمياه الفضلات المعالجة لمحطة معالجة المعميرة في محافظة بابل (العراق) عند قياس الأوكسجين الحيوي المستهلك (BOD_5)، واستهلاك الأوكسجين الكيميائي (COD) للفترة من شهر حزيران/ يونيو ونهاية شهر آب/ أغسطس للعام 2007 أن تحليل عينات مياه الفضلات المعالجة أظهر مستويات BOD_5 أقل من الحد المسموح به حسب المواصفات العراقية.

أظهر الزعبي وزملاؤه (2014) إن المياه المعالجة في دمشق (سورية) تقع جميع خصائصها الكيميائية والخصوبية ضمن المواصفة القياسية السورية رقم (2752) لعام 2008، والمعايير والحدود المسموح بها لأغراض الري الزراعي، كما أن محتوى هذه المياه المعالجة من أهم العناصر المعدنية الثقيلة، التي تعد أكثر وجوداً في البيئة، وأكثر ضرراً لصحة الإنسان والحيوان تقع ضمن الحدود المسموح بها، باستثناء عنصر الكاديوم الذي تجاوز تركيزه قليلاً الحدود المسموح بها، مما يظهر صلاحية هذه المياه للري الزراعي مقارنة بالمواصفة القياسية السورية رقم (2752) لعام 2008.

كما أن لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة فوائد عديدة؛ منها تأمين متطلبات النبات من العناصر الغذائية (فوسفور، بوتاسيوم، نحاس، حديد وزنك)، وتحسين خواص التربة، وزيادة السعة المائية للتربة، وتخفيض استهلاك الأسمدة الكيماوية، والتقليل من آثار التلوث الناتج عن صرف المياه بعد معالجتها، وحماية المياه الجوفية (شكر الله، 2011).

أشار خلف وزملاؤه (2013) في دراستهم للتقييم الفيزيائي والكيميائي الأمثل لمياه الصرف الصحي المعالجة في المحطة الواقعة في ناحية النعيمة جنوبي مدينة الفلوجة في محافظة الأنبار (العراق) إلى ارتفاع قيم المؤشرات المدروسة في الصرف إلى نهر الفرات، الأمر الذي له آثار سلبية في الصحة العامة، إذ بينت الدراسة ارتفاع قيم المواد الصلبة العالقة الكلية، وقيم المواد الصلبة الذائبة الكلية، والتي هي أعلى من الحدود المسموح بها، وبمتوسط بلغ 3114 و149 ملغ/لتر لكل من TDS وTSS على التوالي، لكن مثل هذه القيم تسمح باستخدام هذه المياه لأغراض الري، وكانت تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة لمياه الصرف الصحي عالية مقارنة بمياه نهر الفرات لأيونات SO_4^{2-} و Ca^{+2} و Mg^{+2} و Na^{+} و K^{+} وبمتوسط بلغ 790، 138.3، 524.4، 24.2 و380 و790 ملغ/لتر على التوالي، فضلاً عن احتواء مياه الصرف الصحي على أيونات ذات خطورة بيئية، مثل أيونات النترات والأمونيوم والفوسفور، إذ كانت أعلى من الحدود المسموح بها، إذ بلغ متوسط تركيز أيونات النترات والأمونيوم والفوسفور المعدني 15.0 و21.2 و6.2 ملغ/لتر على التوالي، أي أعلى بمقدار 100، 22.9 و31.1% من الحد المسموح به، مع سيادة أيونات الأمونيوم على النترات.

ويعد مشروع مدينة موسكيفون بولاية ميشجان الأمريكية لإعادة استعمال مياه الصرف الصحي من أحدث المشاريع التي أنشأت للاستفادة من تلك المياه في الزراعة، وولاسيما محصول الذرة (عبدون، 2006)، كما قام Bai وزملاؤه (2010) بدراسة تحليلية لنوعية المياه المعالجة

الصادرة عن إحدى محطات المعالجة في الهند من خلال إجراء العديد من الاختبارات منها (BOD - COD - DO - PH - EC - SS - SAR - PO₄ - K⁺..)، ومقارنتها بمقاييس منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) من حيث صلاحيتها للري، وطابقت النتائج التي توصل إليها icvaS وزملاؤه (2014) في دراستهم لنوعية المياه المعالجة الناتجة عن محطات المعالجة في تركيا توصيات منظمة الصحة العالمية، والمعايير التركيبية لمياه الصرف الصحي .

توصل Mouhanni وزملاؤه (2011) في دراستهم لنوعية مياه معالجة محطة أغادير بأنها جيدة فيزيائياً وكيميائياً وغنية بالعناصر الغذائية، وحسب Karmoker (2018) كانت نتائج التحاليل لمياه الصرف الصحي المنفذ بالدراسة (TSS، BOD، COD، DO، TDS، CaCO₃، EC، pH، TS، S/cm) على التوالي (0.0028 ± 0.32، 0.0036 ± 7.17، 42.15 ± 256.16، mg/L 126.08 ± 585.20، mg/L 21.87 ± 48.60، mg/L 1.01 ± 1.05، mg/L 39.09 ± 110.40، mg/L 27.68 ± 212.00، mg/L 175.4 ± ، mg/L 74.59 .

أظهرت نتائج التحاليل التي أجريت على محطة تنقية المياه العادمة في مدينة البيرة (فلسطين) أنها تعمل بشكل جيد، وتفي بالغرض الذي أقيمت من أجله برهم (2006)، إذ تمكنت ووفق مراحل المعالجة المتتابعة من التخلص من ملوثات الماء، لتخرج ماءً معالجاً يصلح لبعض الاستخدامات الآدمية، كالري الزراعي، وتنظيف الشوارع والمرافق العامة، ولو أمكن للمرحلة الأخيرة في المحطة أن تعمل كما يجب، ألا وهي مرحلة التطهير فوق البنفسجي لكان بالإمكان الاستخدام الآدمي المباشر للماء المعالج، كما ويمكن استخدام بعض نواتج عملية التنقية الصلبة في التسميد دون أن تسبب أي ضرر، وقد قامت محطة المعالجة بإجراء التجارب على المياه المعالجة، وإمكانية استخدامها، وثبت أنها تفي بالغرض، ولاسيما الري دون أن تشكل أي أضرار أو أمراض، وبهذا تكون المحطة حققت هدفها: بمنع التلوث البيئي، وإمكانية إعادة استخدام الماء المعالج، والذي يساعد على الحد من الأزمة المائية التي تعانيها الأراضي الفلسطينية.

وجدت بدور (2006) أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري المحاصيل تؤدي لزيادة كمية المحصول الناتج، ولعل الري من أهم استخدامات المياه المعالجة، والذي يتطلب مطابقة هذه المياه المعالجة للمواصفة القياسية السورية لتحديد جودتها وصلاحيتها للري، وكذلك تحديد نوع المزروعات التي سيتم استخدام المياه المعالجة لريها، فقد وجد فلوح وزملاؤه (2004) في دراستهم لتحديد نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة الصادرة عن محطة معالجة عدرا والمستخدمة في ري جزء من الأراضي الزراعية في غوطة دمشق الشرقية، أن المياه المعالجة الناتجة عن المحطة مقبولة من حيث إزالة الحمل العضوي الملوث والمواد العالقة، وكذلك محتواها من النترات ووفقاً للمواصفة القياسية السورية لمياه الصرف الصحي المعالجة والمستخدمة في الزراعة، ولكن يلاحظ زيادة في قيم شاردة الفوسفات وفقاً للمواصفة السابقة، كما أكدوا على عدم استخدام هذه المياه للري المقيد.

ومع زيادة الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي في السنوات الأخيرة، ونظراً للزيادة المستمرة في معدلات استهلاك المياه، والتي ترتبط بزيادة السكان، والتقدم الصناعي، وارتفاع مستوى المعيشة والرفاهية، وزيادة استخدام المنظفات والمواد الكيميائية المختلفة والتي يصرف أغلبها مع مخلفات الصرف الصحي، الأمر الذي يجعل من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة تتفاقم آثارها عاماً بعد آخر (عبد الصبور، 2000)، ويجعل دراسة نوعية هذه المياه المعالجة مهماً لتحديد اتجاه استخدامها، ولاسيما في مجال الزراعة، التي تشكل قطاعاً اقتصادياً مهماً في سورية عامة وطرطوس خاصة، وتؤدي دوراً رئيساً في تعزيز الأمن الغذائي، كما تشكل 60 % من الصادرات غير النفطية، ويعمل في هذا القطاع نحو 27 % من القوى العاملة.

ويهدف رفع سوية نوعية الحياة والأداء البيئي فإن تطوير أنظمة الصرف الصحي، ولاسيما محطات المعالجة الكبيرة والصغيرة في جميع أنحاء البلاد أصبح حاجة ملحة تعنى بها العديد من الوزارات، لذا من الضروري الوقوف على أداء محطات المعالجة، وتقييم عملها ورفع كفاءتها.

هدف البحث:

نظراً لقلّة الموارد المائية الطبيعية وفي ظل التغيرات المناخية التي تمر بها منطقتنا كان لا بد من البحث عن موارد بديلة فعالة، ويعد استخدام المياه المعالجة من أكثر البدائل المنتشرة في الوقت الحالي، لذا هدف البحث إلى تقييم كفاءة عمل محطة خربة المعزة (طرطوس/ سورية)، بقصد تحسين واقتراح ما يلزم لرفع أدائها والإسهام في تخفيف التلوث الناتج عن صرف المياه المعالجة، وتحسين المردود الزراعي، مما يسهم في التقليل من استنزاف المياه السطحية والجوفية، والإسهام في التنمية المستدامة، وضبط تلوث المياه، والاستخدام الفعال لمواردها، إذ تم إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية لمياه خرج ودخل محطة معالجة خربة المعزة، ومقارنتها بالمواصفة القياسية السورية لتحديد صلاحيتها في أعمال الري، وبالتالي استخدامها مصدراً بديلاً للمياه الطبيعية.

مواد البحث وطرائقه

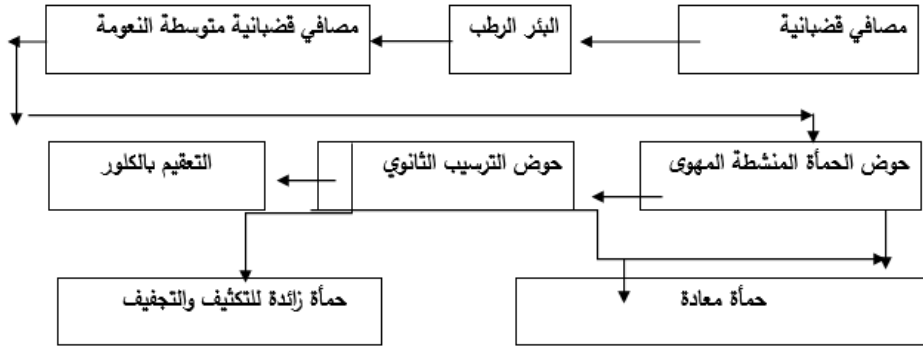
موقع الدراسة وطرائق الاعتيان:

1- موقع محطة معالجة خربة المعزة وآلية عملها:

تقع محطة خربة المعزة في محافظة طرطوس على بعد 200 م شرقي الاوتوستراد الدولي حمص- طرطوس، وضعت المحطة في الخدمة عام 2009، تبلغ مساحتها نحو 3 دنم، وتخدم 10000 نسمة موزعين في قرية خربة المعزة، ميعار شاكر، دير حباش، وقف الشيخ عياش، برج ميعار وضهر النمص.

2 - الأجزاء العامة للمحطة وآلية العمل:

طريقة المعالجة: تعمل المحطة بنظام الحمأة المنشطة (AS) (Activated Sludge) بتقانة التهوية المديدة (Extended Aeration/EA)، وتم الاعتماد على التقانات المدمجة في التصميم (Compact designs) للتوفير في المساحة اللازمة لإنشاء المحطة، وهذا يتيح للمياه أن تمر بالمراحل الآتية (الأشكال من 1 إلى 6):



الشكل 1. محاكاة محطات معالجة مياه الصرف الصحي في خربة المعزة.



الشكل 3. احواض فصل الرمال.



الشكل 2. مدخل المحطة.



الشكل 5. حوض الترسيب.



الشكل 4. حوض التهوية.



الشكل 6. بئر التجمع للمخرج النهائي.

وتقسم المعالجة في هذه المحطة إلى قسمين رئيسيين، هما:

- معالجة ابتدائية: هدفها إزالة المواد الصلبة والعالقة والطفافية.
- معالجة ثانوية بيولوجية: هدفها إزالة المواد العضوية المنحلة، وإزالة إضافية للمواد الصلبة العالقة.

أقسام المحطة :

- منشأة الدخول: وتتضمن بوابة دخول للمحطة مع مصفاة خشنة، ورافعة ميكانيكية، وبئر رطب لتجميع المياه، ومضخات رفع موصولة على مجمع وصمامات عدم رجوع، مع عداد الكتروني للمياه الداخلة وممرلات.
- أحواض ترسيب الرمال الواردة مع مياه الصرف، مع وجود مضخات لرفع المياه الى أحواض، مع مصفاة ناعمة للتخلص من الرمال والتي يتم نقلها من قبل عمال المحطة، بعدها تتحول المياه إلى التهوية، ومنها إلى حوض الترسيب، إذ يتم تحول قسم من الحمأة إلى حوض التهوية (حمأة معادة)، والقسم الآخر يرحل إلى حوض تكثيف الحمأة الخاضع للتهوية، وذلك لتنشيط البكتريا والتخلص من الرائحة الكريهة، وتتحول المياه الناتجة عن حوض الترسيب إلى حوض الكلورة، ثم تتحول المياه إلى حوض التجميع، ويتم صرف المياه الفائضة في المجرى المائي.
- أحواض تجفيف: وهي عبارة عن حصى متدرجة بمسافات محددة، ويتم رمي الحمأة الناتجة عن حوض التثيف ضمن هذه الأحواض لتجفف بأشعة الشمس، ومن ثم يتم استخدام الحمأة المنتجة في التسميد الزراعي، أما المياه الناتجة عن هذه الأحواض فتتحول الى حوض الدخول لإعادة معالجتها.

2- طرائق جمع العينات:

- جُمعت عينات الدراسة بمعدل مرة شهرياً ولمدة عام كامل من تاريخ 2018/4/18 ولغاية 2019/3/25، إذ أُخذت العينات من مدخل محطة المعالجة (المياه غير المعالجة)، ومخرجها (المياه المعالجة).
- جُمعت العينات بقصد تحليل المواد العالقة TSS، BOD5، COD وبعبوات من البولي ايتلين حجم 1 لتر مغسولة جيداً بالماء منزوع الشوارد وبمياه الموقع المدرس، وجمعت العينات بقصد تحليل شوارد النترات والأمونيا والفوسفات بعبوات بولي ايتلين حجم 1 لتر مغسولة جيداً بالماء عالي النقاوة وبمياه الموقع المدرس، في حين جمعت العينات بقصد تحليل العصيات البرازية بعبوات زجاجية عاتمة معقمة بدرجة حرارة م 250° لمدة ساعة كاملة، وتم حفظ العينات بدرجة الحرارة 4° م لحين وصولها إلى المخبر.

الأجهزة والمواد المستخدمة وطرائق العمل:

1- الأجهزة والمواد المستخدمة:

- جهاز فوتومتر من شركة Palintest موديل 7100.
- جهاز فلم فوتومتر من شركة BIOTECH ENGINEERING MANAGEMENT CO، موديل AFP 100.
- جهاز حاضنة BOD من شركة WTW، موديل TS 606-G/4-i.
- جهاز قارئ BOD من شركة WTW، موديل OxiTop IS.
- جهاز تهضيم عينات COD من شركة WEALTEC، موديل HB-1.
- ميزان حساس 0.0001g.
- غرفة عزل جرثومي من شركة Lab Tech .D.
- قمع بوختر لترشيح العينات الجرثومية.

حاضنة جرثومية من شركة Memmert.

حاضنة جرثومية جافة من شركة Memmert.

فرن تعقيم من شركة Memmert.

أوتوغلاف من شركة SELECTA موديل AUTESTER ST.

جهاز PH حقلي من شركة HACH موديل Sension 1.

جهاز ناقلية من شركة WTW موديل cond 720.

جهاز قياس الأكسجين المنحل حقلي من شركة Milwaukee موديل Mi 605.

كواشف مخبرية وأوساط زرع جرثومي.

2- طرائق العمل: تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية في مخابر مديرية الموارد المائية في طرطوس، وفق الآتي:

3- المؤشرات الفيزيائية: تم قياس المؤشرات الفيزيائية Temp، Turb، Cond، DO في موقع الدراسة.

4- الشوارد المغذية: تم تحديد الشوارد المغذية (نترات، فوسفات، وأمونيا) طيفياً، باستخدام جهاز فوتومتر مخبري Palintest موديل 7100.

COD (الاحتياج الكيميائي للأكسجين): تم تحديد الـ COD باستخدام طريقة الأنابيب المغلقة، إذ هضمت العينات في درجة الحرارة 150° م لمدة ساعتين بوجود كبريتات الزئبق، وكبريتات الفضة، وحمض الكبريت، ودي كرومات البوتاسيوم، ثم قرئت العينات طيفياً باستخدام جهاز فوتومتر مخبري Palintest موديل 7100.

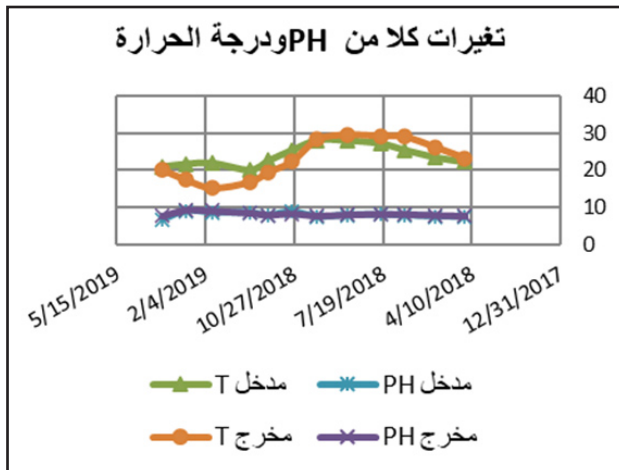
BOD₅ (الاحتياج الحيوي للأكسجين): تم تحديد BOD₅ باستخدام طريقة الحضان لمدة خمس أيام بحاضنة درجة حرارتها 20 ° م، ومن ثم قراءة الـ BOD بواسطة رأس حساس مركب على فوهة زجاجة العينة.

TSS (العوالق الصلبة الكلية): تم تحديد TSS باستخدام الطريقة الوزنية (ترشيح على فلتر الياف زجاجية).

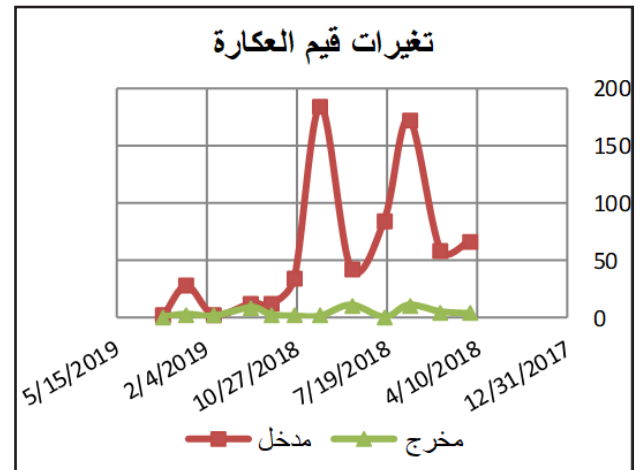
FC (عدد الكوليفورم البرازي): تم تعيين FC باستخدام طريقة الترشيح على الأغشية الجرثومية 0.45 ميكرون، وحضنها بوسط زرع MFC agar عند درجة الحرارة 37.5° م لمدة 24 ساعة.

النتائج والمناقشة

تبين الأشكال 7، 8، 9، 10 و 11 تغيرات المؤشرات الفيزيائية (العكارة، درجة الحرارة، PH، الناقلية الكهربائية، الأكسجين المنحل، و TSS) في مياه مدخل ومخرج المحطة، إذ يلاحظ من الشكل 7 ارتفاع قيم العكارة في مياه مدخل المحطة عن قيمها في مياه المخرج بفعل أعمال الترقيد والتخثر، كما يلاحظ أيضاً تقارب قيم العكارة في مياه المخرج على عكس مياه المدخل، وذلك بسبب تغير حمولات مياه المدخل من الأجسام الصلبة المعلقة، وبين الشكل 8 تقارب قيم كلاً من الـ PH ودرجة الحرارة في مياه المدخل ومياه المخرج، وهي ضمن الحدود الطبيعية حسب المواصفة القياسية السورية للمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري (م.ق.س 2752 / 2008).

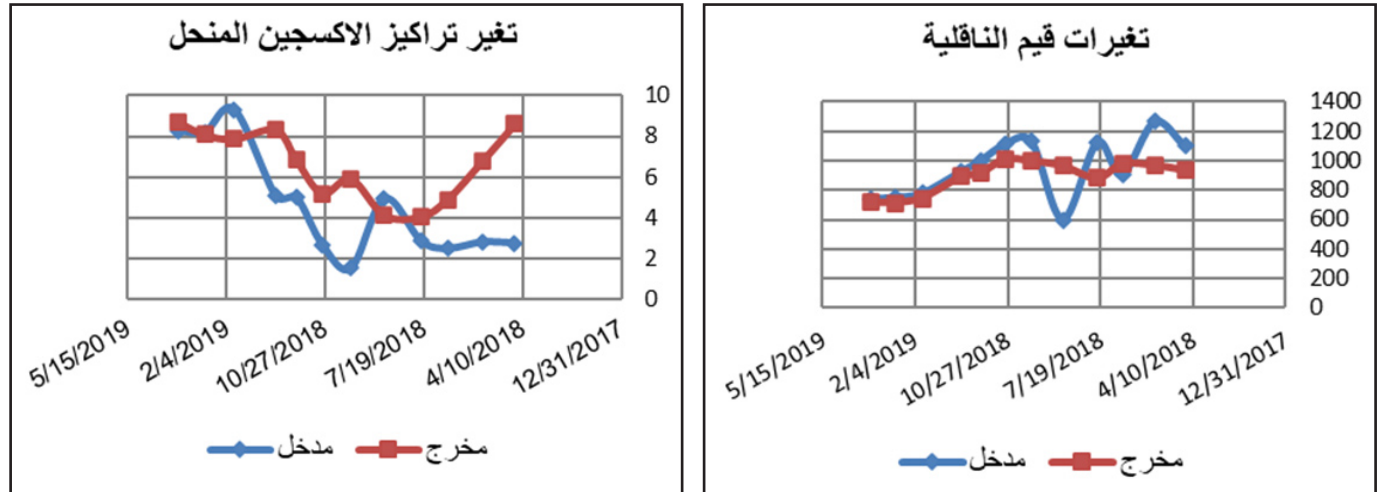


الشكل 8. تغيرات قيم الـ PH، ودرجة الحرارة في مياه المدخل والمخرج.



الشكل 7. تغيرات قيم العكارة (NTU) في مياه المدخل والمخرج.

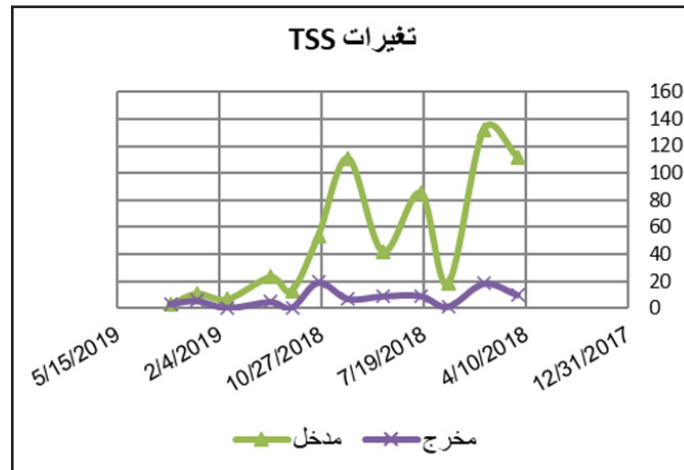
يبين الشكل 9 تقارب قيم الناقلية الكهربائية في مياه خرج المحطة عموماً، إذ انحصرت قيم الناقلية ضمن المجال (714-1014 $\mu\text{s/cm}$)، في حين انحصرت قيم الناقلية في مدخل المحطة ضمن المجال (600-1268 $\mu\text{s/cm}$)، وتشير القيم المتدنية للناقلية الكهربائية في مياه الدخل إلى تداخل مياه الصرف المنزلي مع المياه العذبة، مثل مياه الينابيع والأمطار. كما تشير قيم الأكسجين المنحل DO (الشكل 10) بشكل واضح إلى تداخل مياه الصرف المنزلي مع مياه الأمطار والينابيع، إذ بلغت القيمة 9.29 mg/l في تاريخ 2019/1/27، ويلحظ عموماً ارتفاع قيم الـ DO في مياه الخرج مقارنة بقيم مياه الدخل نتيجة الأكسدة الهوائية.



الشكل 9. تغيرات قيم الناقلية ($\mu\text{s/cm}$) في مياه المدخل والمخرج.

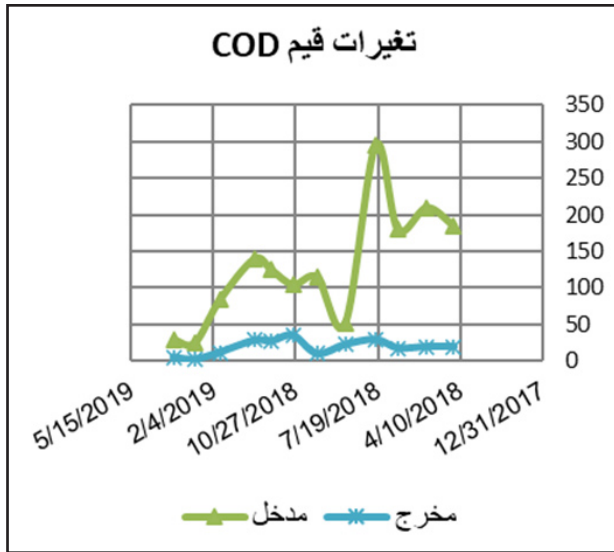
الشكل 10. تغير تراكيز الأكسجين المنحل (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.

تظهر نتيجة المعالجة بوضوح تخفيضاً لقيم المواد الصلبة العالقة TSS (الشكل 11)، إذ انحصرت قيمها في مياه الدخل ضمن المجال (132 - 3.6 mg/l)، بينما انحصرت في مياه الخرج ضمن المجال (0.6 - 19.4 mg/l)، ويبين الشكل نفسه أيضاً تداخل مياه الصرف المنزلي مع مياه أمطار والينابيع في فصل الشتاء.

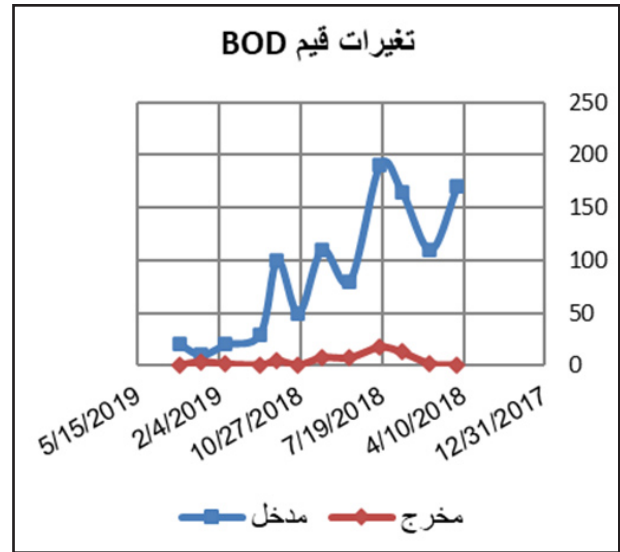


الشكل 11. تغيرات قيم TSS (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.

ويبين الشكلان 12 و13 تغيرات الأكسجين المستهلك بيولوجياً BOD، والأكسجين المستهلك كيميائياً COD في مياه مدخل ومخرج محطة معالجة خربة المعزة، كما تبين التغيرات في قيم BOD5 و COD أثر عملية المعالجة في تخفيض هذين المؤشرين، إذ انحصرت قيم BOD5 في مياه الخرج ضمن المجال (1 - 18 mg/l)، وانحصرت قيم COD ضمن المجال (2 - 36 mg/l)، ويتبين من الشكلين السابقين أثر تداخل المياه العذبة في تخفيض قيم BOD، COD في مياه دخل المحطة، ولاسيما في فصل الشتاء.



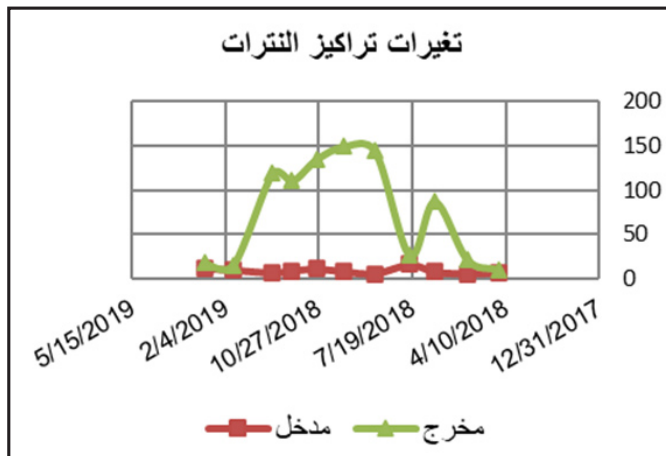
الشكل 13 . تغيرات قيم COD في مياه المدخل والمخرج.



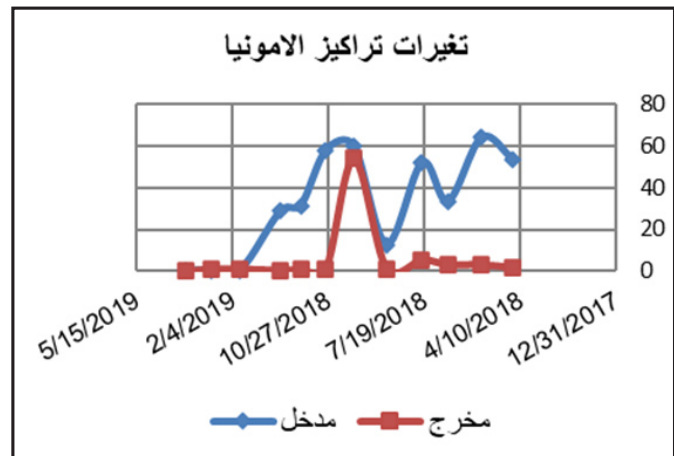
الشكل 12. تغيرات قيم BOD في مياه المدخل والمخرج.

وتبين الأشكال 14، 15 و16 تغيرات تراكيز الأمونيا، النترات، والفوسفات في مياه مدخل ومخرج محطة خربة المعزة، إذ تظهر الأشكال أنفة الذكر تغير تراكيز الأمونيا في مياه مدخل ومخرج المحطة (الشكل 14) انخفاض تراكيز الأمونيا في مياه المخرج نتيجة الأكسدة الهوائية، إذ انحصرت قيمها ضمن المجال (0.24 - 5.40 mg/l) بعد استثناء القيمة الشاذة، كما يبين الشكل أثر تداول مياه الينابيع والأمطار في تخفيض قيم الأمونيا في مياه الدخل، ولاسيما في فصل الشتاء.

كما يظهر الشكل 15 تغيرات تراكيز النترات وانحصار قيم تراكيز النترات في مياه المخرج ضمن المجال (10 - 149 mg/l)، في حين انحصرت قيم النترات في مياه الدخل ضمن المجال (6.2 - 16.2 mg/l) ويعود سبب ارتفاع النترات في مياه المخرج إلى الأكسدة الهوائية التي تحول الأمونيا والنترت



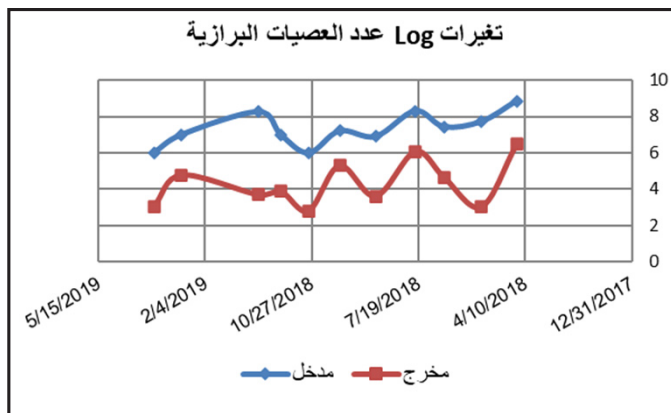
الشكل 15. تغيرات تراكيز النترات (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.



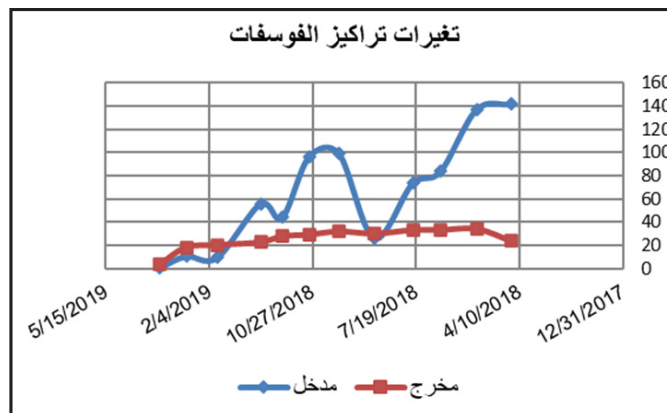
الشكل 14. تغيرات تراكيز الامونيا (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.

ويظهر الشكل 16 تغيرات تراكيز الفوسفات، وانحصار قيم هذه التراكيز في مياه المخرج المحطة ضمن المجال (3.5 - 34.2 mg/l)، في حين انحصرت القيم في مياه الدخل ضمن المجال (0.5 - 142.2 mg/l).

ويبين الشكل 17 تغيرات Log عدد العصيات البرازية في مياه مدخل ومخرج محطة خربة المعزة، إذ يظهر الشكل انخفاض قيم هذا المؤشر في مياه المخرج مقارنة بقيمه في مياه الدخل، إلا أن الإنخفاض غير كاف، إذ انحصرت قيم عدد العصيات البرازية في مياه المخرج ضمن المجال (3x10⁶ - 6x10² nFC/100ml)، وذلك بسبب خلل ما في منظومة التعقيم ضمن محطة المعالجة.



الشكل 17. تغيرات Log عدد العصيات البرازية في 100 مل من مياه المدخل والمخرج.



الشكل 16. تغيرات تراكيز الفوسفات (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.

تمت مقارنة نتائج تحاليل مياه خرج محطة المعالجة بالمواصفة القياسية السورية للمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري (م.ق.س 275/(2008)، فتبين أن نوعية المياه المعالجة غير صالحة لأغراض الري في معظم الأحيان حسب مؤشرات النتريت، الفوسفات، والمؤشرات الجرثومية، أما مؤشرات الـ COD و BOD5، فكانت ضمن الحدود المسموحة لأغراض الري المختلفة (الجدول 1).

الجدول 1. المواصفة القياسية السورية للمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري (م.ق.س 275 / 2008).

المؤشر	الخضار المطبوخة	المنتزهات والملاعب	الملاعب الرياضية	الأشجار المثمرة	جوانب الطرق الخارجية	المسطحات الخضراء	الحبوب والمحاصيل العلفية	المحاصيل الصناعية	الأشجار الحرجية
BOD ₅ (mg/l)		30				100		150	
COD (mg/l)		75				200		300	
TSS (mg/l)		50				150		150	
PH						9-6			
NO ₃ ⁻ (mg/l)		60				70-60		80-70	
NH ₄ ⁺ (mg/l)		20				30		-	
SO ₄ ²⁻ (mg/l)		500				600		600	
PO ₄ ³⁻ (mg/l)						20			
الاشيرشياكولي (n/100ml)		100>				1000-100		-	

الاستنتاجات:

- 1- أظهرت نتائج التحاليل فعالية محطة المعالجة في تخفيض مؤشرات COD، BOD5، TSS، NH4+، Turb، ما يدل على حسن أداء أحواض الأكسدة وأحواض الترسيب.
- 2- بينت نتائج التحاليل انخفاض قيم مؤشرات Cond، COD، BOD5، NH4+ في مياه دخل المحطة في بعض القراءات، ما يدل على اختلاط مياه الصرف المنزلي الواردة إلى محطة المعالجة مع مياه الينابيع والأمطار، ولاسيما في فصل الشتاء.
- 3- أظهرت نتائج التحاليل الجرثومية عدم كفاءة منظومة التعقيم في محطة المعالجة، إذ تراوح عدد العصيات البرازية في مياه الخرج ضمن المجال (3x10⁶ - 6x10² nFC/100ml).
- 4- عدم صلاحية المياه المعالجة لأغراض الري في معظم الأحيان حسب مؤشرات النتريت، الفوسفات، والجرثومية، أما مؤشرات الـ COD، BOD5، TSS، فهي ضمن الحدود المسموحة لأغراض الري المختلفة.

المقترحات والتوصيات:

- 1- ضرورة فصل مياه الصرف المنزلي عن مياه الصرف المطري والينابيع، إذ أن غزارة المياه الواردة إلى المحطة تفوق قدرتها على استيعاب ومعالجة هذه الغزارات الكبيرة، فيتم معالجة جزء من هذه المياه، وتصرف الكميات الفائضة في مجرى المسيل المائي دون معالجة.
- 2- التأكيد على تفعيل وحدة التعقيم الجرثومي في محطة المعالجة.
- 3 - للاستفادة من المياه المعالجة في أعمال الري المختلفة يجب تخفيض تراكيز النترات والفوسفات، ويمكن ذلك إما بإضافة وحدات إضافية لمحطة المعالجة، أو بتمديد مياه الصرف المعالجة بمياه عذبة بنسبة 50 % تقريباً.
- 4- إجراء المراقبات الدورية الشاملة للمياه الواردة والمياه المعالجة بغية تقييم أداء محطات المعالجة ونوعية مياه خرجها للاستفادة منها في الأعمال المختلفة.

المراجع

- الزعبي، منهل؛ عمر جزدان؛ أحمد مجر؛ ناصر حبوب؛ محمد حقون وهالا درويش. 2014. استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. سورية: 2-75.
- بدور، منيرة. 2006. إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في زراعة المحاصيل. أكاديمية السودان للعلوم الخرطوم، 52 (47) : 69-74 .
- برهم، وفاء. 2006. تقييم فني لاستعمال المياه العادمة المعالجة الناتجة عن محطة تنقية البيرة. رسالة ماجستير في العلوم البيئية في كلية الدراسات العليا في جامعة النجاح الوطنية في نابلس، فلسطين: 1-157.
- خلف، عمر؛ إبراهيم عبد الرزاق ومحمود مناجد. 2013. تقييم بعض خصائص مياه الصرف الصحي المعالجة في محطة النعيمة (الفلوجة)، مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 5 (4): 214 - 206.
- خليل، أمال؛ فلاح حسن ومحمد كاظم. 2015. دراسة الخصائص البيولوجية والتحليل الإحصائي لمياه الصرف الصحي المعالجة. مجلة جامعة بابل/العلوم الهندسية/العراق، 23 (1): 1-8.
- شكر الله، رضوان. 2011. مياه الصرف المعالجة مورد استراتيجي للبلدان العربية. مجلة المعرفة، 7 (45).
- عطا، براق؛ بدران سعيد وهتاف احمد. 2017. تقييم كفاءة وحدة معالجة مياه الصرف الصحي في المجمع السكني/الدور-صلاح الدين، مجلة تكريت للعلوم الصرفة العراق، (72: 22) 5-64.
- عبدون، رشا. 2006. معالجة مياه الصرف الصحي في قطاع غزة، فلسطين مذكرة ماجستير: 7.
- عبد الصبور، فتحي. 2000. تقنيات مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها للأغراض الزراعية، مجلة أسبوت للدراسات البيئية، مصر، 19: 33-45.
- فلوح، جميل؛ ياسر، المحمد، ونذير اسماعيل. 2004. التغيرات النوعية للمياه الجوفية نتيجة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري منطقة الغوطة الشرقية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، سورية، (20) 1-45.
- Bai, S., S. Srikantaswamy and D. Shivakumar . 2010. Urban Wastewater Characteristic and its Management in Urban Areas-A Case Study of Mysore City, Karnataka, India J. Water Resource and Protection.(2):717 -726.
- Karmoker, j., S. Kumar, B. Kumer, S. Sorowar, A. Rahman, K.H. Rahaman and R. Islam. 2018. Characterization of wastewater from Jhenaidah municipality area, Bangladesh: A combined physico-chemical and statistical approach .Aimas Environmental Science, 5(6): 389- 401.
- Mouhanni, H., A. Bendou, and S. Er- Raki. 2011. Disinfection of Treated Wastewater and its Reuse in the Irrigation of Golf Grass. The Case of Plant M'zar Agadir Water Morocco, 3: 1128- 1138.
- Savci, S., and A. Durak, .2014. Monthly Monitoring Of Some Physico - Chemical Parameters in Domestic Wastewater Treatment Plant in Turkey A Case Study On Selected Plant .International Journal Of Modern Engineering Research Turkey, 4 (5) :2249- 6645.
- Tanwar, k., and J. Mathur.2016. Analysis and Characterization of Industrial waste water. SSRG International Journal of Civil Engineering India, 3(7):102- 107.

N° Sp Ref: 0015



تحليل البيانات الفضائية بطريقتي انحدار المربعات الصغرى والانحدار المكاني الموزون لتقدير الفسفور المتاح في ترب المنطقة الغربية من محافظة حماة / سورية

Remote Sensing Data Analysis Using Least Ordinary Squared and Geographically Weighted Regressions to Estimate the Available Soil Phosphorus in the Western Region of Hamah Governorate/Syria

سمير شمشم⁽³⁾

يونس إدريس⁽⁴⁻²⁾

علاء خلوف⁽¹⁾

Alaa Khallouf⁽¹⁾

Younes Idriss⁽²⁻⁴⁾

Sameer Shamsham⁽³⁾

alaakhallouf@gmail.com

younes.idriss@gmail.com

sshamsham@hotmail.com

(1) الهيئة العامة للبحوث العملية الزراعية، دمشق، سورية.

(1) General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(2) الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، سورية.

(2) General Commission of Remote Sensing (GORS), Damascus, Syria.

(3) قسم التربة، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.

(3) Department of Soil, Faculty of Agriculture, Al-Baath University, Homs, Syria.

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

(4) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD).

الملخص

نفذت هذه الدراسة لأول مرة في سورية لبيان إمكانية استخدام كل من انحدار المربعات الصغرى العادية OLS، والانحدار المكاني الموزون GWR، في التنبؤ بالفسفور المتاح في الترب السطحية (0-30 سم) للمنطقة الغربية من محافظة حماة (سورية). أخذت 408 عينات تربة من كامل منطقة الدراسة، وقسمت إلى قسمين: 285 عينة (70 % من كامل عدد العينات) لمعايرة النماذج الرياضية، و123 عينة (30 % من عدد العينات) لتقييم أداء النماذج الرياضية الناتجة. استخدم كل من نموذج الارتفاعات الرقمي لاشتقاق بعض الخصائص الطبوغرافية، وصورة فضائية من نوع Landsat8 OLI بدقة تمييز مكاني 30 م في اشتقاق العديد من النسب والقرائن والتحويلات، بالإضافة إلى المؤشرات المناخية والجيولوجية. بينت النتائج أن الانحدار المكاني الموزون قد أعطى فهماً أعمق للتغيرات في العوامل الطبيعية المؤثرة في التنبؤ بالفسفور المتاح في منطقة الدراسة، إذ تراوح تركيز الفسفور المتاح في منقطة الدراسة بين 2.74 و31.48 مغ/كغ بمعامل تحديد معدل بلغ (R_{2adj}=0.348)، في حين تراوح بين 3.1 و24.1 مغ/كغ في (OLS R_{2adj}=0.266)، وبلغت قيمة الجذر التربيعي لمربع الخطأ RMSE في GWR (3.80)، في حين بلغت 4.193 مغ/كغ في OLS، وأدى الانتقال من انحدار المربعات الصغرى العادية إلى الانحدار الموزون إلى زيادة في دقة التنبؤ والأهمية النسبية بمقدار 9.37 %، مما يدل على إمكانية استخدام الانحدار المكاني الموزون للوصول إلى نتائج أكثر دقة في تقدير الفسفور المتاح في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: انحدار المربعات الصغرى العادية OLS، الانحدار المكاني الموزون GWR، الفسفور المتاح، بيانات استشعارية، معامل تحديد معدل.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243; AIF-181 (p:161 -173)

Abstract

This study was carried out for the first time in Syria by using Least ordinary squared and Geographically 30 cm) in the western-Weighted Regression methods to estimate the available phosphorus in the surface soil (0 region of Hamah governorate (Syria). 408 soil samples were dug and divided into 2 sets: 1- training set (285 soil samples) for P_2O_5 -models calibration, and 2- validation set (123 soil samples) for models fit validation and accuracy calculations. Digital Elevation Model (DEM) with 30 m spatial resolution was used to drive some topographic characteristics, and Landsat8 OLI (30 m spatial resolution) image used for some ratios, indices, and transformations extraction. In addition, some climatic and geological indices were also used to explore the environmental factors that affected in phosphorus prediction models. The results showed that GWR contributes of P_2O_5 prediction models factors, where the P_2O_5 concentration ranges from 2.74 to 31.48 mg/kg ($R^2_{adj}=0.348$, RMSE=3.8 mg/kg), while P_2O_5 concentration based on OLS regression method ranges from 3.1 to 24.1 mg/kg ($R^2_{adj}=0.266$, RMSE= 4.193 mg/kg). The results also showed that using GWR led to improvement of prediction accuracy up to 9.37% of OLS. In conclusion, using GWR is the best method of studied regression methods of P_2O_5 concentration prediction.

Key words: Adjusted R2, Available phosphorus, Geographically Weighted Regression (GWR), Least Ordinary Squared (OLS), Remote sensing data.

المقدمة

يعدّ توفر معلومات دقيقة وتفصيلية عن خصائص التربة حاجة ملحة لمراقبة موارد الأرض الطبيعية، والتطبيقات الهيدرولوجية البيئية، وإدارة استخدام الأرض، وأي شكل من أشكال نمذجة الخصائص البيئية (Hartemink وMcBratney وForkuor؛ 2008، وزملاؤه، 2017)، ولذلك فإن معرفة التوزيع المكاني لخصائص التربة تملك أهمية بالغة لاستدامة التربة ضمن مفهوم استدامة الأرض، ولاسيما في ظل ظروف التغيرات المناخية الراهنة (Rodrigo-Comino وزملاؤه، 2018).

تشكل العناصر الغذائية أحد أهم متطلبات نمو النبات وإنتاجيته (Russell، 1973)، بالإضافة إلى ذلك فإن الحفاظ على مستويات كافية من هذه العناصر هي الأساس لاستدامة الإنتاج (Campbell، 1998، Kumar وزملاؤه، 2016). وضمن هذا المفهوم، يعدّ الفسفور العنصر الثاني من حيث الأهمية لنمو النبات بعد الأزوت، وأحد أهم العوامل المحددة للإنتاج الزراعي (Olsen وKhasawneh، 1980)، إذ يؤدي الفسفور على الرغم من كميته القليلة في خلية النبات دوراً كبيراً في العمليات الاستقلابية، كما أنه يدخل في تركيب ATP، وهو مركب الطاقة الضروري لامتصاص العناصر الغذائية واصطناع الكثير من المركبات العضوية وفي مقدمتها النشاء (Marschner وMarschner، 2012)، وتتأثر حركية الفسفور بالتربة بعدد من الخصائص الفيزيوكيميائية وبنظام إدارة الأرض، لذلك من المهم جداً الفهم الجيد لطبيعة توزيع الفسفور بهدف تحسين طريقة إدارتها وزيادة إنتاجيتها (Roger وزملاؤه، 2014). تعتمد منهجية مسح التربة التقليدي على المسح الميداني لمنطقة ما، ونادراً ما توفر هذه المنهجية معلومات عن التوزيع المكاني لخصائص التربة على سطح الأرض وفق دقة تمييز مكاني مناسبة (McBratney وزملاؤه، 2003)، بالإضافة إلى ذلك فإن هذه الطريقة تحتاج لوقت طويل وتكلفة عالية، ولاسيما عند تنفيذها على مستوى محلي، أو اقليمي، أو عالمي (Forkuor وزملاؤه، 2017) ولهذا فإنه من الضروري جداً إيجاد طريقة تتصف بالثقة العالية، ولها القدرة على التنبؤ بخصائص التربة، سواءً على مستوى المنطقة، أو على مستوى مقياس المسح المطلوب (Khaledian وزملاؤه، 2017). ونظراً للتطور الكبير في تقانات الاستشعار عن بعد، فقد أصبح بالإمكان التنبؤ بخصائص التربة بدقة عالية باستخدام طرائق مثل خرائط التربة الرقمية Digital Soil Mapping (Minasny وHartemink، 2011). استخدمت في السنوات الأخيرة هذه الطريقة اعتماداً على خصائص الأرض الطبيعية للتغلب على صعوبات المسح الحقلية الميداني (Taghizadeh-Mehrjardi وزملاؤه، 2016؛ Forkuor وزملاؤه، 2017).

يعدّ انحدار المربعات الصغرى العادي Ordinary Least Squared (OLS) أحد أنواع الانحدار التقليدية العامة والذي يعتمد على نمذجة العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة. ومع ذلك فإن هذا النوع من الانحدار لا مكاني (غير مرتبط بالمكان)، أي لا يأخذ بالحسبان أهمية الموقع الجغرافي، ولا يدخل كأحد المتغيرات في عملية النمذجة (Velthof وOenema، 2010؛ Wallis وزملاؤه، 2010)، وبالتالي فإن أنموذج الانحدار الناتج لا يعكس الخصائص المكانية للعلاقة بين المتغير التابع (الفسفور المتاح) والعوامل المؤثرة في تكوين التربة. بالإضافة لذلك فإن انحدار المربعات الصغرى يعتمد على فرضية الاستقلال المكاني لبيانات العوامل الطبيعية، ليفشل في التعرف على تابعة هذه البيانات عندما تطبقها في عملية تحليل للعوامل الطبيعية المؤثرة (Fotheringham وزملاؤه، 2002؛ Qu وزملاؤه، 2014).

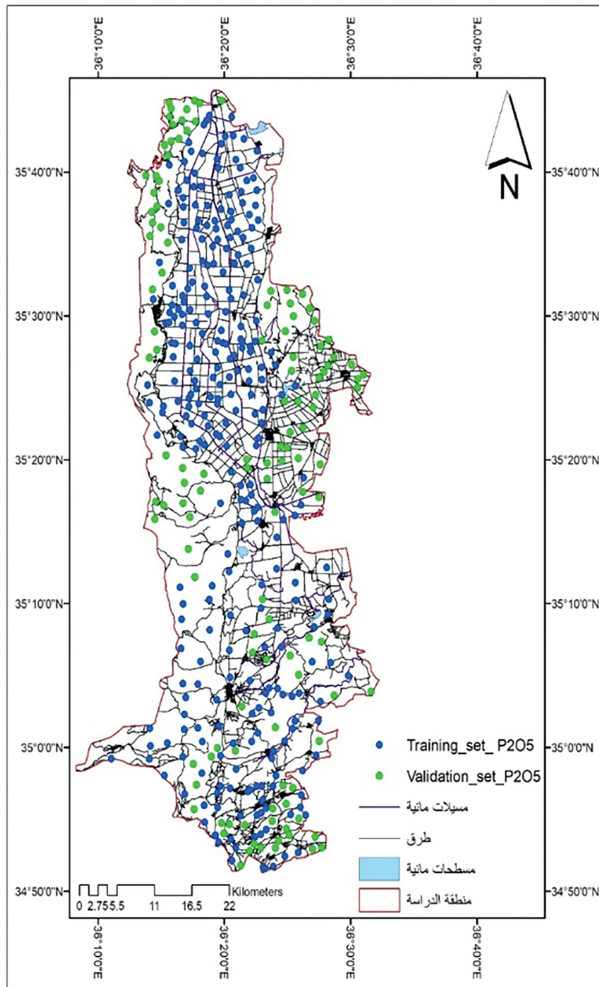
بشكل عام، يتعلق تركيز الفسفور المتاح بعوامل مكانية متعددة، ولهذا فإن بيانات هذه العوامل ذات المسافة الأقرب قد يكون لها ارتباطات أعلى من تلك التي على مسافة بعيدة، وبالتالي فإن النماذج الرياضية المستنتجة وفق انحدار للمربعات الصغرى OLS لربما تتجاهل عن هذه الفروق، لتعطي فقط علاقة تعبر عن المتوسط على كامل المنطقة. بالمقابل، يعد الانحدار المكاني الموزون Geographically weighted regression (GWR) تقانة جديدة نسبياً تعبر عن الانحدار المكاني، إذ يستخدم لاكتشاف علاقات التباين المكاني من خلال تضمين الموقع الجغرافي في علاقة الانحدار الخطي (Foody, 2003; Mishra; وزملاؤه، 2010; Wang; وزملاؤه، 2012). ولذلك فإن GWR من أهم الأدوات التي تظهر علاقات التباين المكاني بين الفسفور المتاح وعوامله المؤثرة في تركيزه في نقطة ما في منطقة الدراسة. تعد دراسات وضع الخرائط الرقمية لخصائص التربة قليلة نسبياً في سورية على الرغم من أهميتها، إذ استخدم بهلوان (2010) الانعكاسية الطيفية لتقدير الجبس في تربة حوض مسكنة شرقي حلب (سورية)، ووضعت هنيدي وزملاؤها (2014) أنموذجاً رياضياً لتقدير كربونات الكالسيوم في محافظة دير (سورية) باستخدام جهاز سبيكتروراديو متر وبيانات من صور فضائية Landsat ETM7، وتعد هذه الدراسة الأولى من نوعها في استخدام الانحدار المكاني الموزون في تقدير الفسفور المتاح باستخدام طريقتي OLS وGWR.

هدف البحث:

تتلخص أهداف البحث في الآتي:

- 1 - المقارنة بين قدرة انحدار المربعات الصغرى العادية (OLS)، والانحدار المكاني الموزون (GWR) في تفسير التباين في قيم الفسفور المتاح في منطقة الدراسة.
- 2 - وضع الخارطة الرقمية للفسفور المتاح لمنطقة الدراسة اعتماداً على البيانات الحقلية وبيانات الاستشعار عن بعد.

مواد البحث وطرائقه



الشكل 1. منطقة الدراسة وتوزع النقاط الحقلية فيها.

1- الموقع والامتداد:

تقع منطقة الدراسة في الجهة الغربية من محافظة حماة (سورية)، بين خطي طول $36^{\circ} 18' 7.94''$ و $36^{\circ} 23' 16.32''$ شرقاً، ودائرتي عرض $34^{\circ} 50' 26.56''$ و $35^{\circ} 45' 50.14''$ شمالاً، موزعة على منطقتي الغاب ومصيف، ويوضح الشكل 1 امتداد منطقة الدراسة. تبلغ مساحة منطقة الدراسة نحو 1910 كم²، منها 1108 كم² في منطقة الغاب، و801 كم² في منطقة مصيف. ويتراوح ارتفاعها عن سطح البحر ما بين 88 و1444 م، وهي منطقة متنوعة في تضاريسها ما بين المناطق السهلية ذات الانحدار الخفيف والجبال عالية الارتفاع، شديدة الانحدار، إذ تتراوح درجة الانحدار ما بين 0 إلى 72.1°.

2 - جمع عينات التربة وتحليلها:

تم جمع 408 عينات تربة من الطبقة السطحية بعمق (0-30 سم) من منطقة الدراسة خلال المدة من 8/1 إلى 2020/10/23، وأخذ موقعها الجغرافي باستخدام جهاز تحديد المواقع العالمي GPS (الشكل 1). جففت العينات هوائياً، ثم طحنت ونخلت على منخل 2 مم، ثم قُدِّر فيها الفسفور المتاح في مخبر بحوث حمص التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إذ تم استخلاص الفسفور المتاح وفق طريقة أولسن Olsen باستخدام محلول من بيكربونات الصوديوم عيارية 0.2 N (Olsen وزملاؤه، 1954). وتم إظهار اللون الأزرق بإضافة موليبيدات الأمونيوم، والقياس بواسطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer على طول موجة 660 نانومتر.

3 - البيانات الاستشعارية المستخدمة:

- الخصائص الطبوغرافية: تم استخدام أنموذج الارتفاعات الرقمي DEM بدقة مكانية 30 م، في حين استخدم برنامج SAGA-GIS في استخراج بعض الخصائص الطبوغرافية، ومنها الارتفاع عن سطح البحر Elevation، والانحدار Slope، واتجاه المنحدر Aspect، وطوله Length of slope (LS)، والانحناء Curvature، ومؤشر الموقع الطبوغرافي (TPI) Topographic position index، وعمق الوادي Valley depth، ومؤشر المنخفضات المغلقة. Closed depressions.

- النسب والتحويلات والقرائن: استخدمت صورة فضائية من نوع Landsat8 OLI ملتقطه بتاريخ 2020/8/24 وبدقة تمييز مكاني 30 م، إذ استخدمت النطاقات الطيفية Bands من 1 إلى 7 في استخراج النسب والتحويلات والقرائن، وفق الآتي:

نسب النطاقات: وتدل على ناتج القسمة لقيم pixels في أحد النطاقات على القيم المقابلة لها في نطاق آخر (Kieffer و Lilesand، 1994)، ومن ميزات هذه الطريقة أنها تبقى على الخصائص الطبوغرافية لسمات الصورة بصرف النظر عن التغيرات في إضاءة المشهد، كما أنها تساعد على تصحيح التداخل الناتج عن عوامل الطبوغرافية، بالإضافة لتعزيزها للمحتوى اللوني للمعطيات (قرموقة، 2018). وتضم، الآتي:

• النسب البسيطة Simple Ratios: وفيها يتم حساب النسبة المباشرة بين نطاقين طيفيين من نطاقات الصورة، وبذلك تم استخراج 42 نطاقاً طيفياً.

• النسب المركبة Complex Ratios: وتتضمن العمليات الحسابية، إما الجمع أو الطرح أو الضرب لنطاقين طيفيين والقسمة على نطاق طيفي منفرد، وبذلك تم الحصول على 196 نطاقاً طيفياً لعملية الجمع، و294 نطاقاً للطرح، و147 نطاقاً للضرب. وبذلك يكون المجموع الكلي لجميع النسب هو 679 نطاق طيفي.

• تحليل المكونات الأساسية (PCA) Principal Component Analysis:

هي طريقة تهدف إلى تحويل البيانات الكبيرة ومبعثرة الخصائص إلى بيانات تحتوي المكونات الأساسية للصورة بشكل منظم (Su وزملاؤه، 2008)، وبذلك تم استخراج 7 نطاقات طيفية للنطاقات الطيفية من 1 إلى 7.

- القرائن Indices: وضمت كل من

القرائن النباتية:

قرينة النبات التفاضلية Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

$$NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4) \quad (1974, \text{ Rouse و زملاؤه})$$

قرينة النبات المحولة Transformed Vegetation Index (TVI):

$$TVI = [(0.5 + ((B5 - B4) / (B5 + B4)))^{0.5}] \quad (2014, \text{ Weicheng})$$

حيث: B5: الانعكاسية في النطاق الطيفي تحت الأحمر القريب، B4: الانعكاسية في النطاق الطيفي الأحمر.

قرينة المحتوى المائي: Normalized difference Water index (NDWI)

$$NDWI = (B5 - B6) / (B5 + B6) \quad (1980, \text{ Tucker})$$

حيث: B6 النطاق الطيفي تحت الأحمر قصير الموجة.

قرائن التربة:

قرينة النبات المضبوطة على التربة Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

$$SAVI = (B5 - B4) / (B5 + B4 + L) * (1 + L) \quad (1988, \text{ Huete})$$

حيث: L معامل معايرة، وحددت قيمته في المعادلة (L=0.5).

القرينة المحسنة للنبات المضبوطة على التربة Other Soil Adjusted Vegetation (OSAVI)

$$OSAVI = (B5 - B4) / (B5 + B4 + 0.16) \quad (1988, \text{ Huete})$$

قرينة النبات المعدلة على التربة Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI)

$$MSAVI = \frac{1}{2} [2(B5 + 1) - ((2 * B5 + 1)^2 - 8(B5 - B4))^{0.5}] \quad (1994, \text{ Qi و زملاؤه})$$

قرينة النبات المحولة على التربة Transformed Soil Adjusted Vegetation Index (TSAVI)

$$TSAVI = (B5 - B4 - 0.1) / (B5 + B4 - 0.09) \quad (1989, \text{ Baret و زملاؤه})$$

- الخصائص المناخية: تم استخدام كل من شرائح MODIS بدقة تمييز مكاني 250 م لكل من الهطل المطري، والحرارة المتوسطة، والحرارة العظمى المطلقة، والحرارة الصغرى المطلقة.

- الخصائص الجيولوجية: تم استخدام الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة بعد تحويلها إلى Raster، باستخدام برنامج ArcGIS، بالإضافة

لذلك استخدمت المؤشرات الجيولوجية:

مؤشر كربونات الكالسيوم (CaCO_3 index):

$$\text{CaCO}_3 \text{ index} = B6 / B7$$

مؤشر أكاسيد الحديد (Ferric oxidation):

$$\text{Ferric oxidation index} = B4 / B2 \quad (2009, \text{Dogan})$$

حيث: B4 النطاق الطيفي للون الأحمر، وB2: النطاق الطيفي للون الأزرق.

مؤشر سيليكات الحديد (Ferrous silicates index):

$$\text{Ferrous silicates index} = B7 / B6$$

استخدمت الأداة Exploratory regression في تحديد الخصائص الطبيعية والبيانات الاستشعارية الداخلة في عملية التنبؤ لكل من OLS و GWR (ESRI، 2014)، إذ يبين الجدول 1 الخصائص والبيانات الاستشعارية الداخلة في النموذج الرياضي، بالإضافة لذلك درست علاقة الارتباط بين هذه الخصائص مع قيم الفسفور المتاح.

الجدول 1. الخصائص والبيانات الاستشعارية الداخلة في النموذج الرياضي.

المجموعة	خصائص الأرض والبيانات الاستشعارية	الارتباط مع قيم الفسفور المتاح
النطاقات الطيفية	B3	0.376**
الخصائص الطبوغرافية	TPI	0.220-**
الخصائص المناخية	Minimum temperature	0.204-**
الخصائص الجيولوجية	Ferric oxidation index	0.218**

** معنوي عند مستوى 1%

التحليل الإحصائي الوصفي Descriptive Statistics:

استخدم البرنامج SPSS في تحديد معايير التحليل الوصفي Descriptive statistics لكل من الفسفور المتاح، وتضمنت كل من المتوسط Mean، والقيمة الدنيا Minimum، والقيمة العظمى Maximum، والانحراف المعياري Standard deviation، ومعامل الاختلاف Coefficient of variation، والالتواء Skewness، والتفلطح Kurtosis. ويحدد معامل الاختلاف التباين في البيانات، ويصنف عادةً إلى تباين منخفض ($CV\% > 15$)، وتباين متوسط ($CV\%: 15-35$)، وتباين عال ($CV\% < 35$) (Wilding، 1985). كما درس التوزيع الطبيعي وذلك استناداً على منحني التوزيع الطبيعي Histogram، وقيم كل من الالتواء والتفلطح، إذ يجب أن تتراوح قيم الالتواء بين -1 و+1، في حين تتراوح قيم التفلطح بين -3 و+3 حتى يكون التوزيع طبيعياً.

النموذج الرياضي للفسفور المتاح باستخدام OLS:

يعد OLS أحد أنواع الانحدار التقليدية، والذي يفترض أن العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة هي علاقة ثابتة في كل مكان، ويمكن أن يعبر عنها بالعلاقة:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n + 3 \quad (1)$$

حيث: Y المتغير التابع، X_1, X_2, \dots, X_n المتغيرات المستقلة، 3 البواقي.

ويتصف النموذج الرياضي للانحدار OLS بأنه لا مكاني، إذ لا يدخل الموقع الجغرافي كأحد المعايير في معادلة الانحدار، ويمكن تقييم أداء النموذج الرياضي الناتج من خلال التحقق من ستة نقاط كما أوضحتها ESRI (2014):

1 - يحكم على أداء النموذج الرياضي من خلال قيمة معامل التحديد المعدل R^2_{Adj} (R^2_{Adj})، والذي تتراوح قيمته بين 0 و1، وعادة ما يكون أقل من قيمة معامل التحديد (R^2) Coefficient of Determination لأنه يعكس درجة تعقيد النموذج من حيث عدد المتغيرات المستقلة الداخلة في النموذج، وبالتالي يعد أكثر دقة في الحكم على أداء النموذج من معامل التحديد R^2 .

2- قدرة المتغيرات المستقلة الداخلة في النموذج على تفسيره، ويتم ذلك من خلال التحقق من كل من المعامل Coefficient لكل متغير مستقل، وقيمة الاحتمالية Probability or Robust Probability، وقيمة عامل تضخم التباين Variance Inflation Factor (VIF). إذ يعكس Coefficient نوع وقوة العلاقة بين المتغيرات المستقلة في النموذج والمتغير التابع، ويعبر عن درجة التغيير في المتغير التابع لكل

درجة تغيير في المتغير المستقل مع اعتبار بقية المتغيرات المستقلة ثابتة. وعادة ما يستخدم اختبار T في تحديد معنوية المعامل Coefficient، إذ تفترض فرضية العدم أن قيمة معامل المتغير المستقل = 0، ولذلك وجود × بجوار قيمة Probability or Robust Probability يدل على معنوية المعامل عند مستوى 1%. ويقاس VIF الزيادة في عدد المتغيرات المستقلة الداخلة في النموذج، إذ أن المتغيرات المستقلة ذات قيمة VIF أكبر من 7.5 تعد زائدة في النموذج، ولا تضيف أي تفسير جديد له، ولذلك يجب إزالتها.

3 - تقييم المعنوية الكلية للنموذج الرياضي Overall Model Statistical Significance، ويستخدم لهذا الغرض أحد الاختبارين Joint F-Statistic and Joint Wald Statistic، ويكفي التأكد من معنوية Joint F-Statistic للدلالة على معنوية النموذج ككل عندما يكون اختبار Koenker (BP) statistic غير معنوي، في حين يجب التأكد أيضاً من معنوية Joint Wald Statistic في حال كان Koenker (BP) statistic معنوياً.

4 - اختبار الثباتية Koenker (BP) statistic، ويدل هذا الاختبار فيما إذا كانت العلاقة بين المتغيرات المستقلة في النموذج مع المتغير التابع تتصف بالثباتية على المستوى الجغرافي Geographic space، وعلى مستوى البيانات Data space، وعندما يتمتع النموذج الناتج بالثباتية على مستوى الحيز الجغرافي فإن العمليات المكانية Spatial processes يمكن تفسيرها تماماً بواسطة المتغيرات المستقلة في النموذج، وتكون ذات سلوك متشابه في كل مكان من منطقة الدراسة، وبالتالي تكون هذه العمليات متناسقة وثابتة. وعندما يتصف النموذج بالثباتية على مستوى البيانات فإن التغيرات في العلاقة بين القيم المتوقعة وكل متغير مستقل في النموذج لا تتغير بتغير قيمة المتغير المستقل، مما يدل على عدم تجانس في النموذج. وتفترض فرضية العدم لهذا الاختبار بأن النموذج الرياضي يتصف بالثباتية عندما تكون قيمة (p-value) أقل من 0.05 لتدل على عدم تجانس مع / أو عدم ثباتية. وبشكل عام يعد النموذج الرياضي الذي يتصف بعدم الثباتية مرشحاً جيداً لتحليل GWR.

5 - اختبار انحياز النموذج Model bias، ويتم ذلك من اختبار Jarque-Bera statistic، والذي يدل فيما إذا كانت البواقي تتوزع بشكل طبيعي. وتعد فرضية العدم لهذا الاختبار أن البواقي تتوزع طبيعياً، وبالتالي فإن قيم (p-value) أقل من 0.05، وتشير إلى أن البواقي لا تتوزع طبيعياً، وبالتالي انحياز النموذج الناتج، أي أنه يعمل على التنبؤ بقيم أقل Under Prediction، أو قيم أعلى Over prediction. وينتج هذا التحيز عند وجود نقص في أحد المتغيرات المستقلة الأساسية في النموذج، وتسمى هذه الحالة بالتحديد الخاطئ Misspecification، وبالتالي لا يمكن الوثوق بهذا النموذج.

6 - تقييم استقلالية البواقي Residual Spatial Autocorrelation، ويتم عادة باستخدام الأداة Spatial Autocorrelation (Moran's I)، بهدف التأكد من التوزيع العشوائي للبواقي Random، في حين أن تجمع البواقي Clustering يدل على Misspecification، وبالتالي لا يمكن الوثوق بهذا النموذج.

- النمذجة الرياضية للفوسفور المتاح باستخدام GWR:

يختلف GWR عن OLS بأنه يأخذ بالحسبان موقع عينات التربة، مما يساهم في اختلاف المعايير الداخلة في النموذج مكانياً، ما يعكس بشكل أفضل العلاقة المكانية المتغيرة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة. ويمكن التعبير عن هذه العلاقة (Fotheringham وزملاؤه، 2002):

$$Y(u) = B_0(u) + B_1(u)X_1(u) + B_2(u)X_2(u) + \dots + B_n(u)X_n(u) + \epsilon(u) \quad (2)$$

حيث: Y المتغير التابع في الموقع u، X1, X2, ..., Xn المتغيرات المستقلة في الموقع u، B0(u), B1(u), Bn(u) هي على التوالي ثابت الانحدار ومعاملات المتغيرات المستقلة في الموقع u، $\epsilon(u)$ البواقي في الموقع u.

يتم عادة استخدام طريقتين لتحديد الوزن المكاني Spatial Weight إما باستخدام طريقة Gaussian، أو بطريقة Bi-square، إذ استخدمت في هذه الدراسة أداة Adaptive Gaussian kernel، وهي الطريقة المفضلة عند عدم وجود انتظام في التوزيع المكاني لعينات التربة (Brunsdon وزملاؤه، 1996؛ Kumar، 2015)، بالإضافة لذلك فإن GWR يتأثر بوضوح بالطريقة المستخدمة لتحديد قيمة Bandwidth Shabrina (وزملاؤه، 2020)، ولذلك استخدم المعيار Corrected Akaike information criterion (AICc) لتحديد قيمة Bandwidth، إذ يقوم المبدأ على تقليل هذه القيمة أكثر ما يمكن مما يساعد على تقييم إذا ما كان GWR قادراً على التعبير عن البيانات ومحاكاتها بطريقة أفضل من الانحدار الخطي MLR.

- تقييم دقة وكفاءة أداء النماذج Model Validation and Evaluation:

استخدم في تقييم أداء النماذج الرياضية المستنتجة 123 عينة تربة (تمثل 30% من عدد العينات الكلية)، وحسبت كفاءتها اعتماداً على معامل التحديد Coefficient of Determination (R²)، ومعامل التحديد المعدل Adjusted R² (R²_{Adj})، ومتوسط الخطأ المطلق MAE، والجذر التربيعي لربع الخطأ (RMSE) Root Mean Square Error، ودقة التنبؤ Prediction Accuracy (Acc)، كما توضحها المعادلات:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (3)$$

$$R^2_{adj} = 1 - [(n-1)/(n-k-1)] * (1 - R^2) \quad (4)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i|}{n} \quad (5)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (6)$$

$$ACC = [1 - (1/n) \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i|] \quad (7)$$

حيث: y_i : القيم المقدرة، \hat{y}_i : القيم المتوقعة، y' : متوسط القيم المقدرة، K : عدد المتغيرات، n : عدد النقاط الداخلة في النموذج. وتحسب الأهمية النسبية RI من خلال العلاقة (Mishra وزملاؤه، 2009):

$$RI\% = (RMSE_{OLS} - RMSE_{GWR} / RMSE_{OLS}) * 100$$

• مؤشر كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ index = $B6/B7$

• مؤشر سيليكات الحديد Ferrous silicates index = $B7/B6$

• قرينة المحتوى المائي (NDWI) Normalized difference Water index

$$NDWI = (B5 - B6) / (B5 + B6) \quad (1980, Tucker)$$

النتائج والمناقشة

- التحليل الوصفي

يوضح الجدول 2 التحليل الوصفي لكل من عينات التربة (Training set) الداخلة في عملية وضع النماذج الرياضية وعددها 285 عينة، وعينات التربة (Validation set) المستخدمة في تقييم كفاءة النماذج الرياضية المستتجة وعددها 123 عينة. ويظهر أن قيم الفسفور المتاح في تربة منطقة الدراسة بلغت 2.0 و 34.2 ملغ/كغ ويمتوسط قدره 14.88 ملغ/كغ، وبانحراف معياري Std. Deviation = 6.876 ملغ/كغ. وكذلك يبين الجدول أن قيم الالتواء لمنحنى التوزيع الطبيعي كانت 0.534 وقيمة التفلطح -0.248، مما يدل على أن قيم الفسفور المتاح قد توزعت طبيعياً في كامل منطقة الدراسة. كما يلاحظ وجود تشتت كبير بالبيانات، إذ بلغت قيمة معامل التباين $CV\% = 46.16\%$ ، وقد يعود ذلك إلى اختلاف طبيعة أنواع التربة في منطقة الدراسة، وهذا ما يتوافق مع Wang وزملاؤه (2009).

الجدول 2. التحليل الاحصائي الوصفي لقيم الفسفور المتاح في منطقة الدراسة.

Kurtosis	Skewness	%CV	Variance	Std. Deviation	Mean (mg/kg)	Max (mg/kg)	Min (mg/kg)	N	Soil macro-nutrients
-0.248	.534	46.16	47.281	6.876	14.88	34.2000	2.0000	285	P_2O_5 (Training set)
4.530	1.801	80.63	119.684	10.940	13.08	66.80	1.00	123	P_2O_5 (Validation set)

النمذجة الرياضية للفسفور المتاح حسب SLO:

تم باستخدام الأداة Ordinary Least Squares (OLS) وضع النموذج الرياضي للتنبؤ بقيم الفسفور المتاح (الشكل 2) اعتماداً على الخصائص الطبيعية والبيانات الاستشعارية الموضحة في الجدول 3، ويوضح الجدول نفسه الخصائص الأساسية لهذا النموذج.

الجدول 3. الخصائص الاحصائية الأساسية للنموذج الرياضي وفق OLS.

VIF	RobuSt_Pr	RobuSt_t	Probability	t-Statistic	المعامل Coefficient	المتغير المستقل
-----	0.002150**	3.098932	0.005643**	2.789527	13.675280	intercept
1.048344	0.000000**	5.291827	0.000000**	6.493010	95.617153	B3
1.063330	0.000109**	-3.944287	0.000335**	-3.640906	-0.366439	TPI
1.078055	0.008743**	-2.640367	0.006221**	-2.756808	-1.105922	Minimum temperature
1.044192	0.016608**	2.409541	0.009426**	2.614115	3.608209	Ferric oxidation index

** معنوي عند مستوى معنوية 1%.

يعكس الجدول 3 قدرة المتغيرات المستقلة الداخلة على تفسير الأنموذج، إذ تم التحقق من كل من المعامل Coefficient لكل متغير مستقل، وقيمة الاحتمالية Probability or Robust Probability، وقيمة عامل تضخم التباين Variance Inflation Factor (VIF)، إذ يلاحظ أن جميع المعاملات Coefficient كانت معنوية عند مستوى 1 % سواء في Probability أو في Robust_Pr، أي أن الخصائص الداخلة في الأنموذج ذات قدرة تفسيرية عالية لقيم الفسفور المتنبئ به. كما يلاحظ أن نوع العلاقة بين كل من الفسفور المتاح مع النطاق الطيفي الثالث (الأزرق) B3، والقرينة Ferric oxidation index هي علاقة طردية قوية إذ أن جميعها كانت معنوية عند مستوى 1 %، في حين كانت بقية الخصائص بعلاقة عكسية وذات معنوية عالية جداً عند مستوى 1%. كما يوضح الجدول 3 أن قيم VIF كانت جميعها أقل من 7.5، مما يدل على أن المتغيرات المستقلة غير زائدة في الأنموذج، وتتمتع بقدرة تفسيرية عالية، أما بالنسبة لاختبارات الثباتية، ومعنوية الأنموذج الكلية، واستقلالية البواقي، فإنها تتوضح بالجدول 4، إذ يشرح كل من معامل التحديد ومعامل التحديد المعدل مدى جودة العلاقة بين القيم المتنبئ بها والقيم الحقيقية لخصائص التربة المدروسة (Bai وزملاؤه، 2016) وبلغت قيم كل من معامل التحديد والتحديد المعدل للأنموذج الرياضي للفسفور المتاح 0.25 و0.237 على التوالي. أما بالنسبة لتقييم معنوية الأنموذج الكلية، فإنه بحسب اختبائي Joint .F-Statistic و Joint Wald Statistic تبين أن الأنموذج معنوي عند مستوى 5 %، كما أن المتغيرات المستقلة المعبرة عن الأنموذج اتصفت بعدم الثباتية، إذ اتصف اختبار Koenker بأنه غير معنوي على مستوى 5 %، مما يدل على عدم وجود تجانس في البيانات، كما أن العلاقة لا تقسر تماماً عبر المتغيرات المستقلة، وهي ذات سلوك متغير في كامل منطقة الدراسة، مما يجعل الانحدار المكاني الموزون GWR أفضل للتعبير عن هذه العلاقة، كما يلاحظ من الجدول أن قيمة p-value لاختبار Jarque-Bera statistic أقل من 0.05، مما يدل على أن الأنموذج الرياضي الناتج يتصف بالانحياز، أي أنه غير قادر على التنبؤ بقيم الفسفور المتاح بشكل جيد في منطقة الدراسة (Jarque و Bera، 1980).

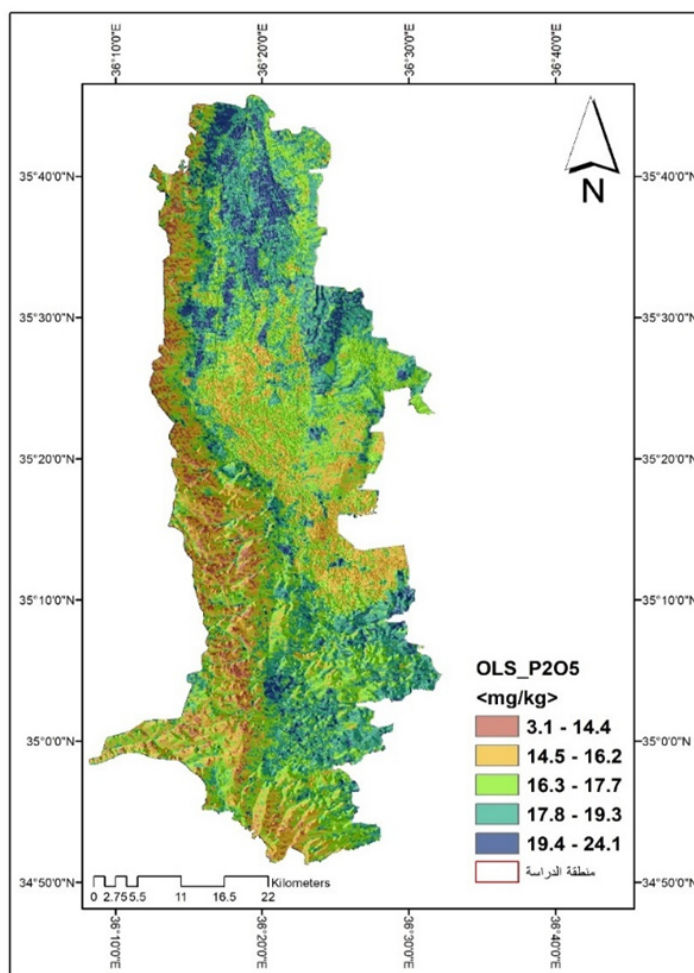
الجدول 4. نتائج اختبارات أداء الأنموذج والمعنوية الكلية والثباتية وانحيازه.

الاختبار	قيمة الاختبار	المعنوية
أداء الأنموذج	Multiple R-Squared= 0.250566	-
	Adjusted R-Squared= 0.237136	-
المعنوية الكلية للأنموذج	Joint. F-Statistic = 18.656224	Prob(>F), (5,279) degrees of freedom: 0.000000**
	Joint Wald Statistic= 86.102783	Prob(>chi-squared), (5) degrees of freedom: 0.000000**
اختبار الثباتية	Koenker (BP) Statistic= 7.611251	Prob(>chi-squared), (5) degrees of freedom: 0. 17902
انحياز الأنموذج	Jarque-Bera Statistic =5.494766	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom: 0.044095**

وعند اختبار استقلالية البواقي باستخدام أداة Spatial Autocorrelation (Moran's I) باستخدام برنامج ArcGIS يبين الجدول 5 أن قيمة (Z score= 1.9452) وبمعنوية (p-value= 0.05175)، مما يدل على أن البواقي لا تتوزع عشوائياً random، إذ أن أقل من 10 % تتوزع بشكل متجمع clustering، أي أن الأنموذج الناتج قد يؤدي إلى التنبؤ بقيم الفسفور المتاح إما أعلى أو أقل من القيم المتوقعة، نتيجة وجود نقص في أحد المتغيرات الأساسية في الأنموذج، وبالتالي لا يمكن الوثوق بهذا النموذج (ESRI، 2014؛ Kala وزملاؤه، 2017).

الجدول 4. نتائج اختبارات أداء الأنموذج والمعنوية الكلية والثباتية وانحيازه.

0.051	Moran's Index
-0.0036	Expected Index
0.0008	Variance
1.9452	z-score
0.05175	p-value



الشكل 2. التوزيع المكاني للفوسفور المتاح وفق OLS.

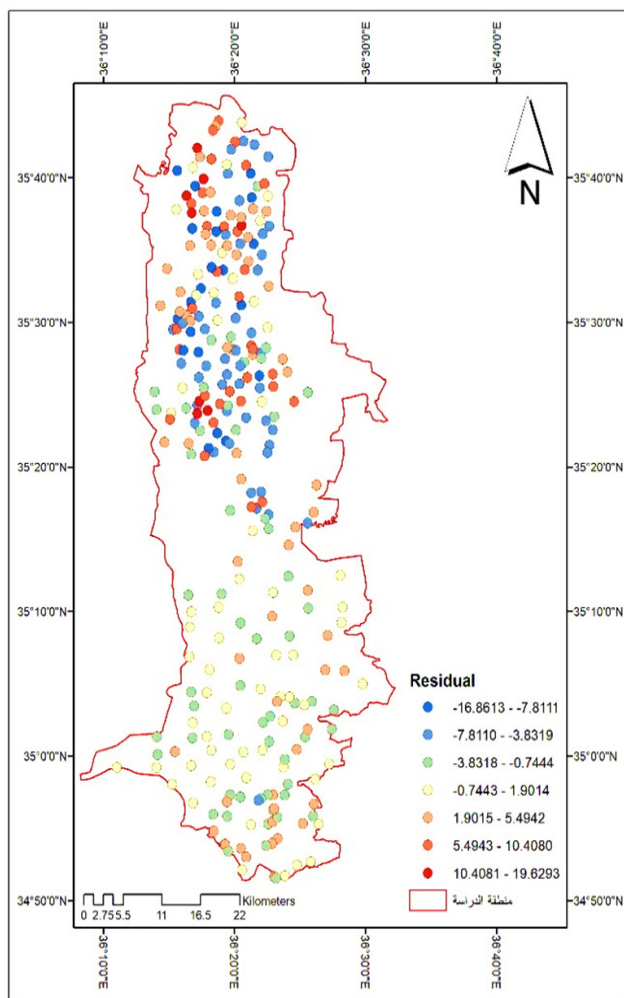
النمذجة الرياضية للفوسفور باستخدام الانحدار المكاني الموزون RWG:

يستخدم عادة الانحدار المكاني الموزون في حالة النماذج التي تتصف بعدم الثباتية Non-stationarity بإيجاد الأنموذج الرياضي على المستوى المحلي local (Miller، 2012)، ولذلك استخدمت خصائص الأرض الطبيعية والبيانات الاستشعارية في وضع الأنموذج الرياضي باستخدام الانحدار المكاني الموزون، إذ يعطي وزناً مختلفاً لكل متغير مستقل وفقاً للتوزيع المكاني، وبالتالي فإن أي نقطة توزن بمقلوب المسافة Inversely distance عن نقطة الانحدار regression point، وبالتالي فإن النقاط القريبة من نقطة الانحدار تكون بوزن أعلى من النقاط الأكثر بعداً، ولذلك تنتج قيم مختلفة لمعاملات كل متغير مستقل (Fotheringham وزملاؤه، 2002)، ويبين الجدول 6 القيم العظمى والصغرى والوسيط والمتوسط لمعاملات المتغيرات المستقلة الداخلة في الأنموذج الرياضي للفوسفور وفق GWR.

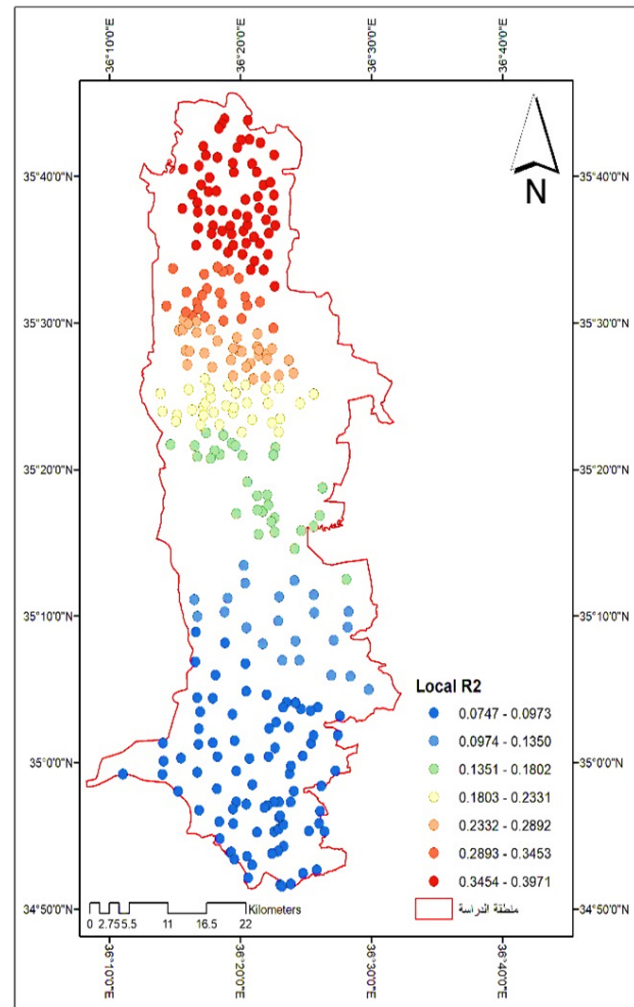
الجدول 6. خلاصة التحليل الاحصائي لمعاملات المتغيرات المستقلة في الأنموذج الرياضي للفوسفور المتاح وفق GWR

Coef_Min_temprature	Coef_Ferric_oxidation	Coef_TPI	Coef_B3	Coef_intercept	
-0.910	2.195	-0.338	87.612	7.434	Mean
-0.818	1.777	-0.346	110.788	4.721	Median
-2.635	000.	-0.609	19.488	2.190	Minimum
0.440	5.063	-0.155	136.804	14.194	Maximum
-1.988	000.	-0.502	28.839	3.821	الأول
0.219	4.841	-0.163	129.192	13.204	الثالث

يتضح من الجدول 6 أن قيمة الثابت Intercept قد تراوحت في منطقة الدراسة بين 14.194 و 2.19 بمتوسط قدره 7.434، أما بالنسبة لمعامل النطاق الطيفي الأزرق B3 فإن قيم المعامل فيه قد تراوحت بين 19.488 و 136.804 مع وجود علاقة طردية مع قيم الفسفور المتاح. كذلك يوضح الجدول أن العلاقة بين مؤشر الموقع الطبوغرافي TPI والفسفور المتاح هي علاقة عكسية، إذ تزداد قيم الفسفور المتاح في المناطق ذات القيم المنخفضة من TPI، وتراوحت قيم المعامل بين -0.609 و -0.155، وبالمتوسط -0.338 وعلى شكل مختلف اتضح فإن العلاقة بين درجة الحرارة الصغرى المطلقة مع تركيز الفسفور المتاح في ترب منطقة الدراسة كانت علاقة عكسية في بعض المناطق وطردية في مناطق أخرى، إذ تراوحت قيم المعامل بين -2.653 و 0.440. أما بالنسبة لمعامل أكاسيد الحديد Ferric oxidation فقد تراوحت قيمته بين 0 و 5.063 وبالعلاقة طردية، مما يدل على أن أكاسيد الحديد قد ازداد تركيزها مع الزيادة في تركيز الفسفور المتاح. ويعد معامل التحديد أحد أهم المؤشرات التي تدل على مدى كفاءة أداء الأنموذج الناتج، إذ يعبر عن قدرة المتغيرات الداخلة في الأنموذج في تفسير التباين في قيم الفسفور المتاح في كامل منطقة الدراسة، ويبين الشكل 3 التوزيع المكاني لمعامل التحديد، إذ تراوح بين 0.0747 و 0.3971، أما بالنسبة لمعامل التحديد المعدل فقد تراوحت قيمته بين 0.0615 و 0.3885، وتعتبر البواقي عن الفرق بين القيم الحقيقية للفسفور المتاح والقيم المتوقعة (Mishra، 2009)، ويبين الشكل 4 أن قيم البواقي تراوحت بين -19.62 و 16.86.



الشكل 4. التوزيع المكاني للبواقي وفق GWR.



الشكل 3. التوزيع المكاني لمعامل التحديد R^2 وفق GWR.

تقييم كفاءة النماذج الرياضية وفق SLO و RWG:

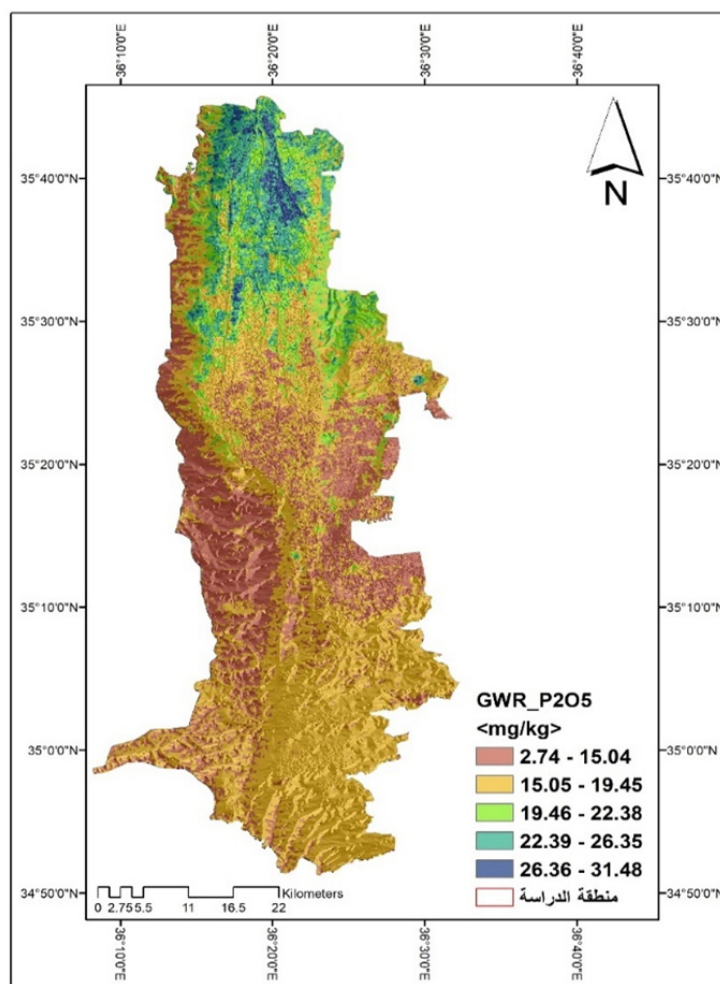
استخدم في تقييم كفاءة النماذج الرياضية الناتجة عن كل من OLS و GWR 123 نقطة موزعة كما يوضحها الشكل 1، إذ استخدم كل من معامل التحديد (R^2) Coefficient of determination، ومعامل التحديد المعدل (R^2) Adj Adjusted R2، ومتوسط الخطأ المطلق MAE، والجذر التربيعي لمربع الخطأ (RMSE) Root Mean Square Error، ودقة التنبؤ (Acc) Prediction accuracy. بالإضافة إلى AIC، ويبين الجدول 7 نتائج تقييم أداء النماذج الرياضية عن كل من OLS و GWR، إذ يظهر أن متوسط الخطأ المطلق MAE كان أكبر

في الأنموذج الرياضي OLS، إذ بلغ 0.5911، في حين بلغ 0.2602 في الأنموذج الرياضي GWR. كما أن متوسط الخطأ للتنبؤ والذي يظهره RMSE يدل على أن متوسط الخطأ للتنبؤ كان في OLS أعلى (4.193 مغ/كغ) منه في GWR، إذ بلغت قيمته 3.8 مغ/كغ. أما بالنسبة لقدرة المتغيرات على تفسير التباين في قيم الفسفور المتاحة فقد تبين أن قدرة الأنموذج الرياضي المحلي GWR أفضل منه في OLS، إذ بلغ معامل التحديد المعدل $R^2_{adj} = 0.348$ ، في حين بلغ 0.266 في الأنموذج OLS.

الجدول 7. الخصائص الإحصائية الأساسية للأنموذج الرياضي للفسفور المتاحة وفق GWR.

AICc	Acc	R^2_{adj}	R^2	RMSE	MAE	الأنموذج الرياضي
1843.27	0.669	0.266	0.296	4.193	0.5911	OLS
1813.94	0.804	0.348	0.369	3.80	0.2602	GWR

وتشير Acc الى الدقة في التنبؤ، إذ أن الأنموذج ذو القيمة الأعلى يدل أن دقته أعلى، ويلاحظ من الجدول السابق أن الأنموذج الرياضي GWR قد حقق أعلى قيمة 0.804 مقارنة بالأنموذج الرياضي OLS، إذ بلغت قيمته 0.669. وتعد AICc أحد أهم المؤشرات عند المقارنة بين الأنموذجين OLS و GWR، إذ أنه عندما يكون الفرق بينهما أكثر من 3 يدل على تحسن واضح في القدرة على التنبؤ. ويلاحظ من الجدول أن الفرق بين AICc بين الأنموذجين يساوي 29.33، مما يدل وبشكل قاطع على الأفضلية التي يحققها الانتقال للأنموذج الرياضي على المستوى المحلي GWR مقارنة بالأنموذج الرياضي على مستوى كامل منطقة الدراسة OLS. وبذلك يمكن الاستنتاج بأن الأنموذج الرياضي GWR هو الأفضل للتنبؤ بالفسفور المتاحة في منطقة الدراسة (الشكل 5)، إذ حقق القيمة الأقل لكل من MAE و RMSE و AICc، والقيمة الأعلى لكل من R^2 و R^2_{adj} . وعند حساب الأهمية النسبية التي حققها الانتقال للانحدار المكاني الموزون تبين أن قيمة RIGWR تساوي 9.37 %.



الشكل 5. التوزيع المكاني للفسفور المتاحة وفق GWR.

الاستنتاجات:

- 1 - إمكانية استخدام الانحدار المكاني الموزون في وضع الأنموذج الرياضي المفسر للتباين في قيم الفسفور المتاح في منطقة الدراسة.
- 2 - عدم قدرة انحدار المربعات الصغرى العادية OLS على تفسير التباين في قيم الفسفور المتاح على كامل منطقة الدراسة، إذ أعطى أنموذجاً رياضياً لا يمكن الوثوق به نتيجة النقص في أحد المكونات الأساسية له، إذ ثبت انحياز الأنموذج، بالإضافة الى عدم وجود استقلالية للبواقي.
- 3 - أسهم الانتقال من OLS إلى الانحدار المكاني الموزون في فهم أعمق للتغيرات في العوامل الطبيعية الداخلة في تكوين الأنموذج على المستوى المحلي، مما ساعد على زيادة القدرة التفسيرية للأنموذج، وزيادة الدقة بالتنبؤ، إضافةً لزيادة الأهمية النسبية للأنموذج GWR بنحو 10 %.
- 4 - إمكانية مراقبة التغيرات في قيم الفسفور المتاح بشكل دوري، إذ عرفت كل من العوامل الطبيعية المؤثرة، وحدود المعاملات لها.

المراجع

- بهلوان، محمد حسام. 2010. تقدير محتوى التربة من الجبس باستخدام بيانات الانعكاسية الطيفية في تربة حوض مسكنة شرق حلب. مجلة بحوث جامعة حلب، المجلد 87.
- هنيدي، فائق؛ وسيم المسير ويونس ادريس. 2014. دراسة تغير محتوى تربة سهل الحير الشرقي من كربونات الكلسيوم باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 30(4):41-51.
- Bai, Y., L. Wu, K. Qin, Y. Zhang, Y. Shen, and Y. Zhou. 2016. A geographically and temporally weighted regression model for ground-level PM_{2.5} estimation from satellite-derived 500 m resolution AOD. *Remote Sensing*, 8, (3): 262.
- Brunson, C., A.S. Fotheringham, and M.E. Charlton. 1996. Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity. *Geogr. Anal*, 28: 281–298.
- Baret, F., G. Guyot, and D. J. Major. 1989. TSAVI: a vegetation index that minimizes soil brightness effects on LAI and APAR estimation. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium. 1989. IGARSS'89. 12th Canadian Symposium on Remote Sensing. 1989 International*, 3: 1355-1358. IEEE.
- Campbell, L.C. 1998. Managing soil fertility decline, *Journal of Crop Production*, 1(2): 29–52.
- Dogan, H. M. 2009. Mineral composite assessment of Kelkit River Basin in Turkey by means of remote sensing. *Journal Earth system science*, 118 (6):233-241.
- ESRI(Environmental Systems Research Institute). 2014. GIS software user Manual book.
- Foody, M. G. 2003. *Rem. Sens. Environ.*, 88: 283–293.
- Forkuor, G., O. K. Hounkpatin, G. Welp, and M. Thiel. 2017. High resolution mapping of soil properties using remote sensing variables in South-Western Burkina Faso: a comparison of machine learning and multiple linear regression models, *PLoS One* 12. e0170478.
- Fotheringham, A. S., C. Brunson, and M. Charlton. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*, John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Hartemink, A. E., and A.B. McBratney. 2008. A soil science renaissance, *Geoderma*, 148: 123–129.
- Huete, A. R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of the Environment*, 25(3): 295-309.
- Jarque C. M, and A. K. Bera. 1980. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, 6:255-259, DOI 10.1016/0165-1765(80)90024-5.
- Kala et al. 2017. A comparison of least squares regression and geographically weighted regression modeling of West Nile virus risk based on environmental parameters, *PeerJ*, 5: e3070; DOI 10.7717/peerj.3070
- Khaledian, Y., E. C. Brevik, and P. Pereira. 2017. A. Cerda. M.A. Fattah and H. Tazikeh. Modeling soil cation exchange capacity in multiple countries, *Catena*, 158: 194–200.
- Kumar, S. 2015. Estimating spatial distribution of soil organic carbon for the Midwestern United States using historical database. *Chemosphere*, 127: 49–57.
- Kumar, M., A. K. Jha, and S. Hazarika et al. 2016. Micronutrients (B, Zn, Mo) for improving crop production on acidic soils of Northeast India, *National Academy Science Letters*, 39(2): 85– 89.

- Lillesand, T., and R. W. Kiefer. 1994. Remote sensing and Image Interpretation. 750P.
- Marschner, H, and P, Marschner. 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants, 3rd edn. Elsevier/ Academic Press, London.
- McBratney, A.B., M.M. Santos and B. Minasny. 2003. On digital soil mapping, *Geoderma*, 117: 3–52.
- Miller, J.A. 2012. Species distribution models Spatial autocorrelation and non-stationarity. *Progress in Physical Geography*, 36:681- 692 DOI 10.1177/0309133312442522.
- Minasny, B and A.E. Hartemink. 2011. Predicting soil properties in the tropics, *Earth Sci. Rev.*, 106: 52–62.
- Mishra, U., R. Lal, B. Slater, F. Calhoun, D. Liu, and M. V. Meirvenne. 2009. Predicting soil organic carbon stock within different depth intervals using profile depth distribution functions and ordinary kriging. *Soil Science Society of America Journal*, 73:614-621.
- Mishra, R. L., D. Liu, and M. V. Meirvenne. 2010. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 74: 906–914.
- Olsen, S.R., and F.E. Khasawneh. 1980. Use and limitation of physical-chemical criteria for assessing the state of phosphorus in soils. P 361-404, In: *The Role of Phosphorus in Agriculture.* (eds.), Khasawneh FE, Sample EC, Kamprath EJ. 361-404. Pub SSSA. Madison, WI.
- Qi, J., Y. Kerr, and A. Chehbouni. 1994. External Factor Consideration in Vegetation Index Development. *Proc. of Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing.* ISPRS: 723-730.
- Qu, M., W. Li, C. Zhang, B. Huang, and Y. Zhao. 2014. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 78: 1765–1774.
- Rodrigo-Comino, J., J. M. Senciales, A. Cerda and E.C. Brevik. 2018. The multidisciplinary origin of soil geography: a review, *Earth Sci. Rev.*, 177: 114–123.
- Roger, A, Z. Libohova, N. Rossier, S. Joost, A. Maltas, E. Frossard, and S. Sinaj. 2014. Spatial variability of soil phosphorus in the Fribourg canton, Switzerland. *Geoderma*, 217-218:26-36.
- Rouse, Jr. J., R. H. Haas, J. A. Schell, and D. W. Deering. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *Proceedings, Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt: NASA SP*, 351: 3010-3017.
- Russell, E. W. 1973. *Soil Conditions and Plant Growth*, Longman Group Limited, London, UK.
- Shabrina, Z., B. Buyuklieva, and M. K. M. Ng. 2020. Short-Term Rental Platform in the Urban Tourism Context: A Geographically Weighted Regression (GWR) and a Multiscale GWR (MGWR) Approaches. *Geogr. Anal.*: 1–22.
- Su, H., Y. Sheng, and P. Du. 2008. A new band selection algorithm for hyperspectral data based on fractal dimension." *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, 37: 279-283.
- Taghizadeh- Mehrjardi, R., K. Nabiollahi, and R. Kerry. 2016. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region Iran, *Geoderma*, 266: 98–110.
- Tucker, C. J. 1980. Remote sensing of leaf water content in the near infrared. *Remote sensing of Environment*, 10(1) :23-32.
- Velthof, G. L, and O. Oenema. 2010. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 41: 52–71.
- Wallis, I. R., D. Nicolle, and W. J. Foley. 2010. *For. Ecol. Manage.*, 260:814–821.
- Wang, S., K. Hu, P. Lu, and T. Yu. 2009. Spatial variability of soil available phosphorus and environmental risk analysis of soil phosphorus in Pinggu County of Beijing. *Sci. Agric. Sin.*, 42: 1290–1298.
- Wang, K., C. Zhang, and W. Li. 2012. *GIScience and Remote Sensing*, 49: 915–932.
- Weicheng, W.U. 2014. The Generalized Difference Vegetation Index (GDVI) for Dryland Characterization. *Journal of Remote Sensing*.
- Wilding, L. P. 1985. Spatial Variability: its documentation, accommodation, and implication to soil surveys: In Nielsen, DR. Bouma, J. (Eds.). *Soil Spatial Variability*, Pudoc, Wageningen, Netherlands.

N°. Sp Ref: 0016



تقدير نسبة الكلس في التربة باستخدام جهاز المطياف الاشعاعي

Estimation of Lime Percentage in Soil by Using Spectroradiometer

أزهار عباس حسن⁽³⁾

وسام احمد عبد عفتان⁽²⁾

احمد مدلول محمد⁽¹⁾

Ahmed Madloul Mohammed⁽¹⁾ Wissam Ahmed Abd Aftan⁽³⁾ Azhar Abbas Hassan⁽²⁾

19ph.d58@gmail.com

(1) وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه، سلطنة عمان.

(1) Ministry of Agric, Fisheries Wealth and Water Resource, Sultanate of Oman.

(2) وزارة العلوم والتكنولوجيا، مركز التحسس النائي، العراق.

(2) Ministry of Science and Technoloty, Remote Sinsing Center, Iraq.

(3) كلية الزراعة، جامعة الانبار، العراق.

(3) Faculty of Agriculture, Anbar University, Iraq.

الملخص

نفذت تجربة في مختبرات كلية الزراعة بجامعة الأنبار (العراق) على عينة تربة ذات نسجة طينية مزيجة تحوي على 50% كلس، أخذت من سفح جبل سفين في قضاء شقلاوة التابع لمحافظة أربيل. أجريت عليها عملية تخفيض لنسبة الكلس باستخدام حمض الهيدروكلوريك (0.1 N) لتصبح نسبة الكلس بمستويات 40، 29.5، 24.5، 20، 15.8 و9.4%. استخدم جهاز المطياف الاشعاعي Spectroradiometer لقياس إنعكاسيتها، وتحديد بصمتها الطيفية عند مستوى رطوبة 9%. أظهرت النتائج زيادة انعكاسية التربة عند جميع الأطوال الموجية المدروسة مع زيادة نسبة الكلس في التربة. كما تبين وجود علاقة ارتباط عالية وقوية مع أغلب الحزم الطيفية المدروسة، ولاسيما حزمي طيف الأشعة تحت الحمراء المتوسطة B6 (1560 - 1660 نانوميتر)، وB9 (1360 - 1390 نانوميتر)، أما بخصوص العلاقة الكمية بين المتغيرين، فقد أثبت كل من الأنموذج الخطي والتربيعي والتكعبي كفاءة في تقدير نسبة الكلس في التربة من بيانات الانعكاسية المتحصل عليها في الحزمة تحت الحمراء المتوسطة (B6). كما أثبتت الحزمة المنتخبة (S.B) ذات الطول الموجي 2350 نانوميتر كفاءة أعلى في عملية تقدير نسبة الكلس.

الكلمات المفتاحية: كلس، سبكتروراديوميتر، انعكاسية طيفية.

Abstract

An experiment was implemented in laboratories of college of Agriculture/Anbar University (Iraq) on sample of clay loam soil with 50% lime percentage, was taken from Sefen mountain, Shaqlawa district / Erbil province. They underwent a process of reducing the percentage of lime using HCl acid (0.1N) to levels 40, 29.5, 24.5, 20, 15.8 and 9.4%. Spectroradiometer was used to measure the reflectance of the soil samples with different lime content at 9% soil moisture content. The result showed an increasing of the soil reflectance at all studied wavelengths with increasing of lime percentage. Results also showed that a significant correlation between lime percentage and reflectance in the all studied bands, especially with the two near infrared bands, B6 (1560 - 1660 nm) and B9 (1360 - 1390nm). The quantitative relationship between the two variables was also found. The linear, quadratic and cubic models were efficient to forecasting lime percentage from reflectance data at near infrared band (B6). The selected band (S.B) at 2350 nm wavelength proved higher efficiency in the forecasting process of lime percentage.

Key Words: Lime, Spectroradiometer, Spectral reflectivity.

المقدمة

تعددت طرائق تقدير الكلس في الترب، وتعددت معها المشاكل والأخطاء التي تواجه العاملين في مجال الميثودولوجي Methodology. إن أشهر طرائق التقدير هي؛ طريقة المعايرة الحجمية مع حمض HCl، وطريقة الكالسيومتر (Calcimeter)، وطريقة قياس الكالسيوم، وطريقة قياس درجة تفاعل التربة (pH Meter). أشار راين وزملاؤه (2003) إلى أن طريقة المعايرة مع حمض HCl تحتاج إلى خبرة في تحديد تغير اللون إلى الأرجواني بشكل دقيق عند استخدام دليل الفينول نثالين، وأشاروا أيضاً إلى أنه في حال احتواء التربة على نسبة 50 % أو أكثر من كربونات الكالسيوم فإن إضافة 10 مل من حمض الهيدروكلوريك بعبارية 1N لا تكفي لأنها ستذيب 0.5 غرام كربونات، وبهذا يجب إضافة 15 أو 20 مل من الحمض، مما يزيد كلف التقدير. كما أشار الصيرفي والغمري (2006) إلى أن طريقة الكالسيومتر تحتاج إلى الدقة والمهارة الكافية في العمل، وأن وزن العينة المأخوذ للتحليل يجب أن يتناسب عكسياً مع محتواها من الكلس، وأشاروا إلى أن أقصى حجم لغاز ثاني أكسيد الكربون يمكن قياسه بهذه الطريقة هو 50 مل، وعند استخدام هذه الطريقة يجب أن تقارن عينة التربة بوزن معلوم من كربونات الكالسيوم النقية. وقد قارن Jabbar (2013) أربع طرائق لتقدير الكلس، ووجد إن نسبة الخطأ كانت أكبر في طريقة المعايرة. إذ أعطى أسلوب معادلة الحمض تقديراً أعلى من كمية الكربونات الفعلية، في حين أعطت طريقة قياس الكالسيوم تقديراً أقل من كمية كربونات الكالسيوم الفعلية. وتميزت طريقة قياس الكالسيوم وطريقة درجة تفاعل التربة بأقل نسبة خطأ من حيث المتوسط العام، كما أكد إنه يمكن استخدام طريقة قياس درجة تفاعل التربة بشكل معقول لتقدير الكلس، لأنها لا تحتاج سوى قياس الرقم الهيدروجيني، كما إنها لا تحتاج إلى المزيد من المواد الكيميائية، إلا إنها تتطلب مزيداً من الوقت لانحلال كامل مركبات كربونات الكالسيوم الصلبة. وفي مقارنة قام بها Jamal وزملاؤه (2016) بين طريقتي قياس الكالسيوم والمعايرة مع الحمض لتقدير الكلس، لم يجدوا فروقاً ذات دلالة احصائية بين الطريقتين، واستنتجوا أنه عند استخدام طريقة قياس الكالسيوم، يمكن تجنب الاختلاف بين شخص وآخر في الكشف عن نقطة نهاية المعايرة، كما يمكن الحصول على نتائج سريعة ودقيقة مقارنة بطريقة المعايرة، فضلاً عن أن هذه الطريقة تختزل الوقت والجهد، وتحتاج إلى كميات أقل من المواد الكيميائية.

دعت الحاجة للوصول إلى نتائج سريعة وأكثر دقة المختصين إلى البحث عن طرائق وأساليب جديدة لتقدير الكلس، وقد وجدوا ضالتهم في تقانة الاستشعار عن بعد، نظراً لما تتمتع به هذه التقانة من سرعة الإنجاز، واختزال الجهد والتكاليف، فضلاً عن دقة النتائج وسلامتها من الناحية البيئية، فهي لا تحتاج إلى مواد كيميائية في عملية التقدير. يركز مبدأ عمل هذه التقانة على اختلاف السلوك الطيفي للمواد والأجسام اعتماداً على خصائصها الكيميائية والفيزيائية، وطول موجة الأشعاع الطيفي المستخدم في الكشف، وزاوية سقوطه. وعلى هذا الأساس يتم التمييز بين المواد المختلفة، وبهذه الطريقة يتم تسليط الأشعة الكهرومغناطيسية بأطوال موجية معينة على الأهداف من خلال أجهزة محمولة باليد، كالراديوميتر كمنصة أرضية (المشهداني والكبيسي، 2014)، أو من خلال الكاميرات المحمولة جواً، أو المتحسسات المحمولة بوساطة أقمار فضائية.

أشار الكبيسي (1997) إلى وجود علاقة انحدار معنوية بين نسب الكلس والانعكاسية الطيفية ضمن مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة، وأشار بهلوان (2010) إلى إن أفضل معادلة للتنبؤ عن وجود الكلس في التربة كانت ضمن المجال الطيفي الأكبر من 2000

نانوميتر. وحصل خلف وشلال (2013) على علاقة انحدار موجبة عالية بين قيم الانعكاسية الطيفية في الحزمة تحت الحمراء المتوسطة ومحتوى التربة من الكلس.

هدف البحث: تهدف هذه الدراسة إلى إمكانية الكشف عن وجود الكلس في التربة، وتحديد البصمات الطيفية للترب حسب نسبة الكلس فيها عند مستوى رطوبة 9 %، ومحاولة تقديرها كميًا باستخدام عدد من النماذج الرياضية وتحديد أنسبها.

مواد البحث وطرائقه

العمل الحقلية:

وقع الاختيار على منطقة شقلاوة التابعة لمحافظة أربيل (العراق) لأخذ التربة المطلوبة منها، والتي تحتوي على نسبة كلس تبلغ 50 %، إذ أخذ نحو 300 كغم تربة من سفح جبل سفين بعد تحليل عينة منها في مختبرات كلية الزراعة بجامعة صلاح الدين، والتأكد من احتواءها على نحو 50 % كلساً، ثم نقلت بعد ذلك إلى كلية الزراعة بجامعة الأنبار (الموقع البديل في أبي غريب لغرض تهيئتها للعمل المخبري).

العمل المخبري:

بعد تجفيف التربة هوائياً، طحنت بوساطة مطرقة خشبية، ثم مررت عبر منخل قطر فتحاته 2 مم، وقدرت صفاتها الفيزيائية والكيميائية وفقاً للطرائق الواردة في Page (1982) ودونت نتائج التقدير في الجدول 1.

الجدول 1. بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة.

نتيجة التقدير		الصفات المدروسة
386	الرمل	التوزيع الحجمي لمفصولات التربة (غم. كغم ⁻¹)
309	الغرين	
305	الطين	
Clay loam طينية مزيجة		نسجة التربة
1.33		الكثافة الظاهرية (ميكروغرام م ⁻³) بطريقة الاسطوانة
55.14		الرطوبة الحجمية (%) عند 0 كيلو باسكال
28.38		الرطوبة الحجمية (%) عند 33 كيلو باسكال
24.97		الرطوبة الحجمية (%) عند 100 كيلو باسكال
15.18		الرطوبة الحجمية (%) عند 500 كيلو باسكال
11.50		الرطوبة الحجمية (%) عند 1500 كيلو باسكال
8.0		المادة العضوية (غم. كغم ⁻¹)
7.2		الرقم الهيدروجيني (pH)
1.02		التوصيل الكهربائي 1:1 (EC) ديسي سيمنز م ⁻¹
500		الكلس Lime (غم. كغم ⁻¹)
Nil		الجبس (غم. كغم ⁻¹)
1.08		البوتاسيوم (مليمول. لتر ⁻¹)
5.43		الكالسيوم (مليمول. لتر ⁻¹)
3.51		المغنسيوم (مليمول. لتر ⁻¹)

تهيئة عينات التربة لفحوصات الانعكاسية:

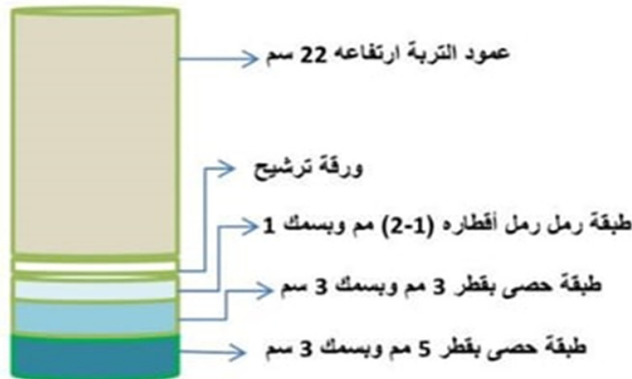
تم تحضير 960 لترًا من حمض الهيدروكلوريك المخفف بعبارية (N 0.1) لغرض استخدامه في إزالة الكلس من التربة وحسب النسبة المطلوب (راين وزملاؤه، 2003). وضع 3 كغم من التربة الأصلية التي تحوي على 50 % كلس والمطحونة والمنخولة بمنخل قطر فتحاته 2 مم، في إناء زجاجي سعة 20 لتر. أضيف لها 60 لترًا من حمض الهيدروكلوريك المخفف (N 0.1) على عدة دفعات، وبعد إضافة كل دفعة من الحمض يتم تسخين الخليط على درجة حرارة 60^oس مع التحريك بوساطة قضيب زجاجي في أوقات متقطعة لحين انتهاء التفاعل الذي يُستدل عليه بتوقف الأزيز والفوران. ترك بعدها الخليط لمدة 48 ساعة، وفصلت التربة عن الراشح، وغسلت بالماء المقطر بهدف التخلص من أيونات الكلور والكالسيوم. جُففت عينة التربة هوائياً، ثم قدرت فيها نسبة الكربونات وكانت 40 % . عُرضت عينة التربة للترطيب بأسلوب الرش والتجفيف لمدة ثمانية أيام لغرض إعادة تجانس العينة.

ولغرض خفض نسبة الكربونات في العينة الأصلية بنحو 20 و 25 و 30 و 35 و 40 %، فقد تمت إعادة الخطوات المستخدمة في خفض النسبة بمقدار 10 % والوارد ذكرها آنفاً مع اختلاف كمية الحمض المستخدمة. ويوضح الجدول 2 كل من نسبة الكربونات المزالة والمتبقية في عينات التربة الأصلية، وحجوم الحمض المستخدمة لعملية الأزالة.

الجدول 2. نسب الكلس المزالة والمتبقية في التربة الأصلية، وحجوم الحمض المستخدمة.

وزن التربة (كغم)	نسبة الكلس الأصلية (%)	نسبة الكلس التي تمت إزالتها (%)	نسبة الكلس المتبقية في عينة التربة (%)	حجم الحمض المضاف (لتر)
3	50	-	50	-
3	50	10	40	60
3	50	20.5	29.5	120
3	50	25.5	24.5	150
3	50	30	20	180
3	50	34.2	15.8	210
3	50	40.6	9.4	240

وزعت مستويات كربونات الكالسيوم بواقع 14 مكرراً لكل مستوى في أنابيب بلاستيكية قطرها 7.4 سم، وارتفاعها 30 سم، مغلقة من أحد الطرفين بغطاء بلاستيكي مثقب، وتحتوي على مرشح بسمك 7 سم مكون من طبقة حصى بقطر 5 مم وبسمك 3 سم، وطبقة حصى بقطر 3 مم وبسمك 3 سم، وطبقة رمل أقطاره (1 إلى 2 مم) مم وبسمك 1 سم، ويعلو طبقات المرشح صوف زجاجي، والذي تستقر عليه التربة بارتفاع 22 سم (الشكل 1).



الشكل 1. توزيع مستويات كربونات الكالسيوم في مكررات في أنابيب بلاستيكية.

وقد تم الحفاظ على كثافتها الظاهرية المقاسة حقلياً من خلال وضع الكتلة المطلوبة من التربة في حجم معلوم، ووضعت جميع العينات في وعاء بلاستيكي يحوي ماءً مقطراً لغرض ترطيبها بالخاصية الشعرية، وذلك للحفاظ على التجانس التام للمحتوى الرطوبي في كامل الأنبوب. وضعت الأنابيب بعد الترطيب في حاويات خشبية مثقبة على قدر قطر الأنبوب، وذلك للحفاظ على ثبات العينات من الحركة الناتجة جراء عملية النقل (الشكل 2).



الشكل 2. وضع الأنابيب في حاويات خشبية مثقبة للحفاظ على ثباتيتها.

القياسات الراديوميترية:

تم تمثيل كل مستوى من الكلس بـ (14) مكرراً، استخدم 10 منها كمكررات لقراءة الانعكاسية، في حين خصص (4) منها لضبط المحتوى الرطوبي لعينة التربة، والذي يتم عنده قياس الانعكاسية. استخدم جهاز المطياف الاشعاعي Spectroradiometer موديل FeildSpec Pro3 لقياس الانعكاسية، إذ يتم تسليط المتحسس عمودياً على سطح التربة وتتم قراءة الانعكاسية على وحدة التحليل الطيفي. تمت قراءة وتسجيل انعكاسية عينات الترب ذات نسبة الكلس (50 %) وعند محتوى رطوبة (9 %)، والتي تمثل نسبة الرطوبة عند نقطة الذبول الدائم، وتم التحقق من نسبة الرطوبة من خلال أخذ عيني تربة كمكررين من الأنابيب الأربعة المخصصة لقياس الرطوبة وعلى عمق 2 سم، وقدرت الرطوبة فيها بالطريقة الوزنية الحرارية Thermogravimetric، وهكذا بالطريقة نفسها تمت قراءة الانعكاسية لباقي مستويات الكلس (40، 29.5، 24.5، 20، 15.8 و 9.4%).

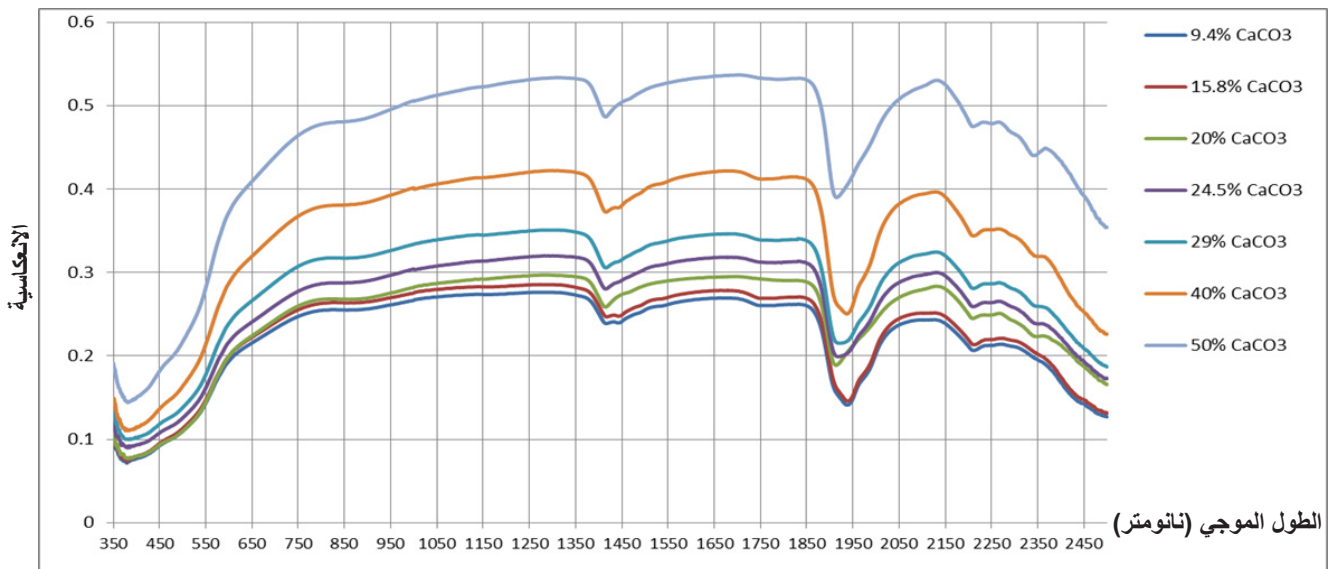
معالجة البيانات :

استخدم برنامج ViewSpecPro V 6.0 لتحويل منحنيات الانعكاسية الراديوميترية المخزونة على ملف بيانات بصيغة (ASD) إلى ملفات رقمية يمكن التعامل معها باستخدام برنامج Microsoft Excel 2010، كما استخدم البرنامج Microsoft Excel 2010 في رسم منحنيات الانعكاسية لكل مستوى من مستويات الكلس وعند الرطوبة 9 %، وذلك بأخذ معدل المكررات العشرة لكل مستوى من مستويات الكلس، ومعدل نسب الرطوبة عند كل مستوى من الكلس. كما استخدم برنامج Microsoft Excel 2010 في حساب قيم الانعكاسية عند مستويات مختلفة من الكلس وعند الرطوبة 9 % باستخدام أطوال موجية مماثلة للأطوال الموجية المستخدمة في المتحسس OLI المحمول على متن القمر الصناعي Land Sat - 8 باستثناء الحزمة الثامنة (B8) البانكروماتك. استخدم البرنامج الاحصائي SPSS (V.23) لحساب علاقة الارتباط بين نسبة الكلس في التربة وانعكاسيتها الطيفية عند مستوى رطوبي 9 %، واعتمدت قيم معاملات الارتباط لتحديد أفضل طول موجي يمكن استخدامه لدراسة نسبة الكلس في التربة، واختيار أفضل النماذج الرياضية التي يمكن استخدامها في تقدير الكلس كميّاً تحت ظروف هذه الدراسة.

النتائج والمناقشة

تأثير كربونات الكالسيوم في الانعكاسية الطيفية بثبات المحتوى الرطوبي:

يوضح الشكل 3 منحنيات انعكاسية التربة عند مستويات مختلفة من الكلس وعند رطوبة 9 %، والتي تمثل الرطوبة عند نقطة الذبول الدائم للتربة المستخدمة في الدراسة، ويلاحظ أن قيم انعكاسية التربة تزداد مع زيادة الطول الموجي للأشعة الساقطة، كما أنها ازدادت بشكل واضح مع الزيادة في نسبة الكلس، وهذا يوافق ما وجدته الهندي وزملاؤها (2014) والمشهداني والكبيسي (2014). كما يلاحظ أيضاً أن منحنيات الانعكاسية لمستويات الكلس 9.4 و 15.8 و 20 % قد تداخلت في الجزئين الأزرق والأخضر من الطيف المرئي، ويعزى سبب التداخل إلى ضعف تأثير الكلس عندما يكون في مستويات متدنية على باقي العوامل الأخرى المؤثرة في الانعكاسية في هذا الجزء من الطيف، وتتفق هذه النتيجة مع ما وجدته كل من الكبيسي (1997) وبهلوان (2010)، كما يلاحظ حصول تباعد وانفصال للمنحنيات عند مستويات الكلس العالية عن بعضها مما يعطي إشارة إلى طغيان تأثير الكلس في الانعكاسية ضمن الطيف المرئي عندما يوجد بمستويات عالية (أكبر من 24.5 %). أما في مجال الأشعة تحت الحمراء من الطيف فيلاحظ بروز حزم امتصاص عند الأطوال الموجية 1450، 1750، 1900، 2200 و 2350 نانوميتر. إن الحزم 1450 و 1900 و 2200 هي حزم مشخصة، وتمثل حزم امتصاص الماء كما أشار لذلك كل من خلف وشلال (2013) والمشهداني والكبيسي (2014). أما الحزمة 1750 نانوميتر فهي حزمة عريضة، ولم نجد لها أية إشارة في المراجع المتاحة، وليس لدى الباحثين أي تفسير لوجودها، أما الحزمة 0532 نانوميتر فقد ارتبط وجودها وعمقها مع وجود ونسبة الكلس في التربة. لقد أشار عدد من الباحثين بشكل غير مباشر لهذه الحزمة، إذ ذكر الكبيسي (1997)، وخلف وشلال (2013) إلى وجود علاقة انحدار بين محتوى التربة من الكلس وانعكاسيتها عند الطول الموجي الأكبر من 2000 نانوميتر. كما يلاحظ من الشكل 3 عدم وجود تداخل بين منحنيات الانعكاسية لمستويات الكلس المرتفعة في طيف الأشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة إلا عند حزم الامتصاص أنفة الذكر، ولا سيما عند مستويات الكلس المنخفضة، ويعزى السبب إلى انخفاض نسبة الكلس في التربة، مما سبب انخفاض قيم الانعكاسية، وتداخل المنحنيات.



الشكل 3. منحنيات انعكاسية التربة ذات المستويات المختلفة من الكلس عند محتوى رطوبي 9 %.

معالجة قيم الانعكاسية الطيفية رياضياً:

يوضح الجدول 3 قيم الانعكاسية الطيفية عند أطوال موجية مماثلة للأطوال الموجية المستخدمة في المتحسس OLI المحمول على متن القمر الصناعي Land sat-8، بالإضافة إلى قيم الانعكاسية لحزمة منتخبة (S.B) ذات طول موجي 2350 نانوميتر لترب ذات مستويات كلس مختلفة وعند محتوى رطوبي 9 %، ويلاحظ أن قيم الانعكاسية الطيفية للحزم B1، B2 و B3 والتي تمثل حزم ضمن الطيف المرئي الأزرق والأخضر لم تأخذ منحى ثابتاً في التغيير مع مستويات الكلس، بل أخذت قيم الانعكاسية الطيفية بارتفاع وانخفاض بشكل عشوائي، وقد سبق الإشارة لهذه النتيجة عند الحديث عن تداخل منحنيات انعكاسية الطيف المرئي في الفقرة السابقة. في حين أخذت قيم الانعكاسية الطيفية منحى ثابتاً مع نسبة الكلس في التربة في الحزم B4، B5، B6 و B9، والتي تمثل حزم الطيف الأحمر وتحت الأحمر القريب والمتوسط. إذ ازدادت قيم الانعكاسية في هذه الحزم مع زيادة نسبة الكلس في التربة، كما يلاحظ انخفاض قيم الانعكاسية في الحزمة B7 مقارنة بقيم الانعكاسية في الحزم B5، B6 و B9، ويعزى ذلك إلى ضعف قدرة التمييز الطيفي (حزمة عريضة) لهذه الحزمة. وتتفق هذه النتيجة مع ما وجدته في

المشهداني والكبيسي (2014)، كما يلاحظ من القيم الواردة في الجدول 3 أن امتصاص الأشعة يزداد في الحزمة المنتخبة (S.B) ذات الطول الموجي 2350 نانومتر، وليس لدى الباحثين أي تفسير لسبب انخفاض الانعكاسية وزيادة الامتصاص في هذه الحزمة، كما لم يرد في المصادر المتاحة أي تفسير لذلك، وقد ثبت المزيد من البحث والدراسة أهمية هذه الحزمة في تشخيص وجود الكلس في التربة وتقدير كميتها.

الجدول 3. قيم انعكاسية التربة ذات مستويات الكلس المختلفة عند أطوال موجية مماثلة للأطوال الموجية للمتحمس OLI وعند رطوبة 9%.

S.B 2350 nm	B9 1360-1390 nm	B7 2100-2300 nm	B6 1560-1660 nm	B5 845885- nm	B4 630-680 nm	B3 525-600 nm	B2 450-515 nm	B1 453-433 nm	كلس (%)
0.195	0.267	0.222	0.267	0.255	0.217	0.157	0.103	0.089	9.4
0.201	0.276	0.230	0.275	0.263	0.224	0.163	0.106	0.092	15.8
0.223	0.290	0.260	0.292	0.267	0.225	0.160	0.103	0.090	20
0.238	0.313	0.276	0.315	0.287	0.242	0.177	0.119	0.104	24.5
0.259	0.342	0.299	0.343	0.317	0.268	0.195	0.130	0.114	29.5
0.319	0.413	0.366	0.417	0.381	0.321	0.234	0.153	0.132	40
0.479	0.526	0.496	0.532	0.481	0.412	0.307	0.204	0.175	50

يوضح الجدول 4 قيم معامل الارتباط (r) بين محتوى التربة من الكلس والانعكاسية الطيفية في الحزم الطيفية المدروسة وعند محتوى رطوبي 9%، ويلاحظ أن قيم معامل الارتباط كانت عالية وتزيد عن 0.9 في جميع الحزم الطيفية، وقد تراوحت قيم معامل الارتباط بين 0.937 كحد أدنى و0.969 كحد أعلى عند استخدام بيانات الحزمتين المنتخبتين (S.B) وB6 على التوالي، ويعد ارتفاع قيم معامل الارتباط مؤشراً على مدى تأثير محتوى التربة من الكلس في انعكاسيتها.

الجدول 4. قيم معامل الارتباط r بين محتوى التربة من الكلس والانعكاسية الطيفية في الحزم المكافئة لحزم المتحمس OLI والحزمة المنتخبة (S.B)

S.B 2350 nm	b9 1360-1390 nm	b7 2100-2300 nm	b6 1560-1660 nm	b5 845-885 nm	b4 630-680 nm	b3 525-600 nm	b2 450-515 nm	b1 453-433 nm	المحتوى الرطوبي (%)
0.937	0.967	0.964	0.969	0.961	0.955	0.954	0.949	0.949	9

النماذج الرياضية لتقدير نسبة الكلس في التربة باستخدام البيانات الطيفية:

يوضح الجدول 5 النماذج الرياضية لتقدير نسبة الكلس في التربة كمياً، وقيمتي معامل التحديد (R^2)، والخطأ القياسي (S.E) التي تم الحصول عليها من بيانات الانعكاسية الطيفية للحزم المكافئة لحزم المتحمس OLI عند رطوبة 9%، إذ يلاحظ مدى صلاحية كل من النماذج الخطي والتربيعي والتكعبي في عملية تقدير الكلس، ويشير النموذج الخطي إلى أن الكلس في التربة قد ارتبط بعلاقة انحدار موجبة مع الانعكاسية الطيفية المسجلة في الحزمة B6، وبلغت قيمة معامل التحديد R^2 نحو 0.93، كما بلغت قيمة الخطأ القياسي 3.8. في حين أشار النموذج التربيعي إلى وجود علاقة انحدار موجبة بين قيم الانعكاسية ومربعاتها في الحزمة B6. ومحتوى التربة من الكلس، وبلغت قيمتي معامل التحديد والخطأ القياسي لهذه العلاقة نحو 0.98 و4.8 على التوالي. في حين أظهر النموذج التكعبي علاقة انحدار سالبة بين محتوى التربة من الكلس وقيم الانعكاسية ومكعباتها المسجلة في الحزمة B6 وبالعلاقة انحدار موجبة مع مربع قيم الانعكاسية المسجلة في الحزمة نفسها، وبلغت قيمتي معامل التحديد والخطأ القياسي لهذه العلاقة نحو 0.99 و2.4 على التوالي.

الجدول 5. النماذج الرياضية لتقدير نسبة الكلس في التربة باستخدام البيانات الطيفية، وقيمتي معامل التحديد (R^2) والخطأ القياسي (S.E).

الرطوبة	النموذج الخطي	R^2	S.E
% 9	Lime = - 22.989 + 143.205 (B6)	0.93	3.8
النموذج التربيعي			
% 9	Lime = 27.100 (B6) + 136.588 (B6 ²)	0.98	4.8
النموذج التكعيبي			
% 9	Lime = - 210.739 (B6) + 1375.540 (B6 ²) - 1511.231 (B6 ³)	0.99	2.4

وعند تطبيق النماذج الثلاثة على سبعة نماذج تربة لم تدخل في استنباط هذه النماذج لغرض اختبار إمكانية تقدير نسبة الكلس، أتضح أن النموذج التكعيبي كان هو الأفضل لامتلاكه أقل نسبة خطأ نسبي مئوي، والذي أستخدم كمييار للمفاضلة (الجدول 6)، إذ يلاحظ أن قيمة الخطأ النسبي المئوي لم تتجاوز 10% إلا في موقع واحد ذو نسبة الكلس المنخفضة من مجموع سبعة مواقع عند استخدام النموذج التكعيبي، في حين تجاوز الخطأ النسبي الـ 10% في ثلاثة وخمسة مواقع عند استخدام النموذجين الخطي والتربيعي على الترتيب.

الجدول 6. القيم المقاسة والمستشرفة للكلس في التربة عند محتوى رطوبي 9% باستخدام البيانات الطيفية.

القيمة المقاسة	النموذج الخطي		النموذج التربيعي		النموذج التكعيبي	
	القيمة المستشرفة	الخطأ النسبي المئوي (%)	القيمة المستشرفة	الخطأ النسبي المئوي (%)	القيمة المستشرفة	الخطأ النسبي المئوي (%)
%9						
10	15.25	52	16.97	69	13.04	30
15	16.53	10*	17.88	19	14.83	1*
20	18.96	5*	19.66	1*	18.32	8*
25	22.2	11	22.15	11	22.99	8*
30	26.19	12	25.41	15	28.64	4*
40	36.77	8*	35.1	12	41.78	4*
50	53.27	6*	53.16	6*	49.63	1*

النماذج الرياضية لتقدير نسبة الكلس باستخدام الحزمة المنتخبة (S.B):

يوضح الجدول 7 النماذج الرياضية لتقدير نسبة الكلس في التربة باستخدام قيم انعكاسية الحزمة المنتخبة S.B، إذ يلاحظ أن نسبة الكلس في التربة قد ارتبطت خطياً بعلاقة انحدار موجبة في الحزمة المنتخبة، وبلغت قيمتي معامل التحديد والخطأ القياسي نحو 0.88 و 5.3 على التوالي. أما في النموذج التربيعي فقد ارتبطت نسبة الكلس كميياً بعلاقة انحدار موجبة مع قيم الانعكاسية المسجلة في الحزمة S.B، وبالعلاقة انحدار سالبة مع مربعات قيم الانعكاسية للحزمة نفسها، وبلغت قيم معامل التحديد والخطأ القياسي نحو 0.99 و 1.7 على التوالي، وارتبطت نسبة الكلس في التربة بعلاقة انحدار موجبة مع قيم الانعكاسية المسجلة في الحزمة S.B، في حين ارتبطت بعلاقة انحدار سالبة مع مكعبات قيم الانعكاسية للحزمة نفسها، وبلغت قيمتي معامل التحديد والخطأ القياسي نحو 0.99 و 1.8 على التوالي.

الجدول 7. النماذج الرياضية لتقدير نسبة الكلس التربة باستخدام الحزمة المنتخبة (S.B)، وقيمتي معامل التحديد (R2) والخطأ القياسي (S.E).

الرطوبة	النموذج الخطي	R ²	S.E
% 9	Lime = - 9.210+ 132.535 (S.B)	0.88	5.3
النموذج التربيعي			
% 9	Lime = - 72.111 + 551.051 (S.B) - 618.662 (S.B ²)	0.99	1.7
النموذج التكعيبي			
% 9	Lime = - 53.502 + 360.226 (S.B) - 629.299 (S.B ³)	0.99	1.8

أما عند تطبيق النماذج المستخدمة في سبعة نماذج تربة لغرض اختبار صلاحيتها في تقدير نسبة الكلس باستخدام الحزمة المنتخبة S.B ذات الطول الموجي 2350 نانوميتر، فيشير الجدول 8 إلى أن الأنموذجين التربيعي والتكعيبي كانا الأفضل في عملية تقدير الكلس في التربة، وذلك لامتلاكهما نسبة خطأ أقل من 10% [وهي النسبة التي اعتمدها الكبيسي (1997) في الحكم على جودة الأنموذج] لسبعة نماذج تربة، وشذت قيمة واحدة عن الاستشراف المقبول لكلا الأنموذجين، في حين أخفق الأنموذج الخطي في عملية التقدير لشذوذ أربع قيم، والتي ازدادت فيها نسبة الخطأ النسبي المئوي عن القيمة المقبولة في عملية التقدير (10%).

الجدول 8. القيم المقاسة والمستشرفة للكلس في التربة عند محتوى رطوبي 9% باستخدام الحزمة المنتخبة (S.B).

القيمة المقاسة	النموذج الخطي		النموذج التربيعي		النموذج التكعيبي	
	القيمة المستشرفة	الخطأ النسبي	القيمة المستشرفة	الخطأ النسبي	القيمة المستشرفة	الخطأ النسبي
رطوبة 9%						
10	16.63	66	11.81	18	12.07	20
15	17.42	16	13.65	9*	13.79	8*
20	20.34	2*	20	0*	19.84	1*
25	22.33	10*	23.99	4*	23.74	5*
30	25.11	16	29.11	3*	28.86	4*
40	33.06	17	40.71	2*	40.98	2*
50	54.27	8*	49.89	0.2*	49.88	0.2*

الاستنتاجات:

يستنتج من هذه الدراسة الآتي:

- 1) تزداد الانعكاسية الطيفية للتربة مع زيادة نسبة الكلس فيها.
- 2) إن طيف الأشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة هو الأفضل في الكشف عن وجود الكلس في التربة.
- 3) وجود حزمة امتصاص للكلس عند الطول الموجي 2350 نانوميتر، وقد تكون هذه الحزمة هي الأفضل في تشخيص وجود الكلس، وتقدير كميته في التربة.
- 4) تعد حزمة امتصاص الكلس المشار لها في (3) هي الأفضل في استشراف نسبة الكلس في التربة عند استخدام الأنموذج التربيعي أو التكعيبي، ويشاركها في الأفضلية الحزمة B6 ذات الطول الموجي (1560 - 1660 نانوميتر) عند استخدام الأنموذج التكعيبي حصراً.

المقترحات والتوصيات:

1. يمكن استخدام جهاز المطياف الاشعاعي للكشف عن وجود وكمية الكلس في التربة، ولاسيما عندما تزيد نسبة الكلس في التربة عن 10%.
2. زيادة التحري والبحث عن ماهية حزمة الامتصاص عند الطول الموجي 2350 نانوميتر، والتحقق من ارتباطها بوجود الكلس في التربة حصراً أم بمكونات أخرى في التربة.
3. دراسة مستويات كلس أقل من 10% في التربة، وإمكانية تشخيص وجودها وتحديد كميتها باستخدام المطياف الاشعاعي.

المراجع

- الصيرفي، زكريا مسعد؛ أيمن محمد الغمري .2006. طرق تحليلات الأراضي والمياه، كلية الزراعة، جامعة المنصورة، مصر.
- الكبيسي، احمد مدلول .1997. نمذجة التغيرات المكانية لبعض صفات التربة في منطقة حصيبة الشرقية باستخدام البيانات الرقمية للقمر الصناعي لاندسات - 5، أطروحة دكتوراه، قسم التربة، كلية الزراعة، جامعة بغداد.135.
- المشهداني، أحمد صالح؛ أحمد مدلول محمد الكبيسي .2014. كتاب علم التحسس النائي، جامعة بغداد، كلية الزراعة، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة.
- الهندي، فاتن؛ وسيم المسبر ويونس إدريس. 2014. دراسة تغير محتوى سهل الحير الشرقي من كربونات الكالسيوم باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية (30) -4 :41 - 51.
- بهلوان، محمد حسام 2010. تقدير محتوى التربة من الجبس باستخدام بيانات الانعكاسية الطيفية في ترب حوض مسكنة شرقي حلب، مجلة بحوث جامعة حلب، العدد (87).
- خلف، أياد عبدالله وجاسم خلف شلال .2013. الخواص الانعكاسية الطيفية لترب أراضي المراعي المتدهورة وعلاقتها بصفات التربة الفيزيائية والكيميائية، مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، المجلد (13)، العدد (2): 1646-1813.
- راين، جون؛ جورج إسطفان وعبدالرشيد، .2003. تحليل تربة والنبات - دليل مختبري، المركز الدولي في المناطق الجافة (ICARDA). حلب سورية.
- Jabbar, K. Kassim. .2013. Metod for Estimation of Calcium Carbonate in Soils. Iraqi Agriculture Sciences, University of Sulaimani, Kurdistan, Iraq.
- Jamal, T. E; O.G. Mohamed, M.S. Magboul and E.A. Mushtaha .2016. Assessment of Calcimetric and Titrimetric Methods for Calcium Carbonate Estimation of Five Soil Types in Central Sudan. Department of Soil and Environment Sciences, University of Khartoum, Khartoum, Sudan. Journal of Geoscience and Environment Protection (4) :120- 127.
- Page, A. L. 1982. Method of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Am. Soc of Agron. Madison, Wisconsin.

N°. Sp Ref: 0017



تأثير التغيرات المكانية لبعض صفات التربة الهيدرولوجية والفيزيائية في توزيع العناصر الإخصوبية لمشروع كفل شنافية / العراق

Effect of Spatial Variability of some Soil Hydrological and Physical Properties in the Distribution of some Nutrients of Kifel - Shanafiya Project/Iraq

قصي عبد الرزاق وهيب⁽²⁾

مهند سلام عباس⁽¹⁾

Muhanned S Abbas⁽¹⁾

Kusay A Wheib⁽²⁾

muhannedsalam.ms.ms@gmail.com

kusay.wheib@coagri.uobaghdad.edu.iq

(1) كلية علوم الهندسة الزراعية، جامعة بغداد، العراق.

(1) College of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad, Iraq.

الملخص

اختير مشروع كفل شنافية كونه مشروعاً منجزاً، يمثل مناطق زراعة الحبوب في محافظتي النجف والقادسية (العراق)، وتعد أراضي المشروع جزءاً من السهل الرسوبي، بهدف معرفة تأثير المتعاقبة الهيدرولوجية والتي تعد جزءاً من المتعاقبة الطبوغرافية الأكبر في منطقة أراضي المشروع، وتأثيرها أولاً في الصفات الفيزيائية، فضلاً عن تأثيرها في تغير العناصر الإخصوبية في التربة. تم الكشف عن ثلاث متعاقبات هيدرولوجية وبتلاثة مسارات (T1 و T2 و T3) في منطقة المشروع، إذ اختيرت المتعاقبة الأولى بشكل عمودي على كل من المتعاقبتين الثانية والثالثة تم حفر خمسة عشر بديناً، خمسة منها في كل مسار حركة فضلاً عن ثمانية عشر عينة سطحية ليكون مجموع العينات السطحية الكلي ثلاث وثلاثون عينة، ووصفت مورفولوجياً حسب الأصول المتبعة في دليل مسح التربة. أشارت نتائج الدراسة إلى أن أعماق الماء الأرضي تراوحت بين 78 إلى 150 سم وبأصناف صرف داخلي تراوحت بين ناقصة الصرف إلى فائقة الصرف، ولم تظهر الكثافة الظاهرية للتربة تغيراً واسعاً، كما أظهر محتوى الرمل والغرين والطين معاملات اختلاف لا بأس بها (16.2 و 23.8 و 22.1 %) على التوالي، إذ أنها تشير إلى تغير في نمط معين لكنه برغم ذلك لم يكن واسعاً جداً. وأظهرت معظم الصفات الكيميائية معاملات تغير عالية، إذ كان محتوى الكربون العضوي ذا معامل تغير مرتفع نسبياً (27.9 %)، أما بالنسبة للنتروجين الكلي فقد كان أعلى محتوى له 0.16 %، أما بالنسبة لقيم الجاهز من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في التربة، فقد بلغت كالاتي: سجلت أعلى قيمة للنتروجين الجاهز 77.00 ملغ. كغم⁻¹ في البيدون العاشر من المسار الثاني والذي يقع في نهاية المتعاقبة الهيدرولوجية للمسار الثاني، أما الفسفور الجاهز في التربة فتشير النتائج إلى أن أعلى قيمة له كانت 66.00 ملغم . كغم⁻¹ وسجلت في البيدون الخامس والذي يقع في أعلى المتعاقبة الهيدرولوجية للمسار الأول، في حين لم يظهر محتوى البوتاسيوم الجاهز اتجاهًا واضحاً في التوزيع المكاني، إلا أنه يمكن ملاحظة أن المناطق المنخفضة من المتعاقبة الهيدرولوجية كانت أعلى في محتواها نوعاً ما من البوتاسيوم الجاهز مقارنة بالصفين الآخرين.

الكلمات المفتاحية: التغيرات المكانية، الصفات الهيدرولوجية والفيزيائية، توزيع العناصر الإخصوبية.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. ISSN:2305 - 5243; AIF-181 (p:184 -200)

Abstract

Kiffil Shinafiya project was selected as it's been conducted and covering the areas of grain crops agriculture in Najaf and Qadisiya provinces (Iraq), in order to the effect of the hydrosequence as a part of the bigger toposequence in the lands of the selected project and their effects in the physical properties of the soil as well as the nutrients composition in soil . Lands of this project are considered as a part of the Mesopotamian plain. Three hydrosequences were disclosed with three transects (T1, T2, T3) in the area of study. The first hydrosequence was perpendicular on the other two sequences. Fifteen pedons were outcropped, five pedons in each transect in addition to eighteen more surface samples to be a total sample of 33 locations. Pedons were morphologically described due to soil survey manual (Soil Survey Staff, 2017). Results of the study showed that the depth of ground water was ranging between 78 and 150 cm, with drainage classes ranging from imperfect well drained up to excessively well drained soils. Spatial distribution of soil salinity showed that the largest area was for the class 48- dS.m⁻¹, while sodium adsorption ratio ranged from 1.05- 55.58 where the highest value was in the second pedon of the first transect. Carbonate minerals showed simple variation as well in the area of study in a range of 114.15- 494.37gm.kg⁻¹ in the surface horizons and samples where the highest content was in the third pedon of the first transect. Bulk density did not show wide spatial variability and the content of sand, silt, and clay showed a spatial distribution pattern in spite of the narrow variation they showed. Most chemical properties showed high coefficients of variation (C.V.), where organic carbon was high accompanied with the organic matter C.V. Total nitrogen showed highest content of 0.16% in the sixth pedon of the second transect and the thirteenth pedon of the third transect of the hydrosequences. Available nitrogen, phosphorus, and potassium content in soil showed that the highest content of available nitrogen was 77.00 mg.kg⁻¹ in the tenth pedon of the second transect which is located at the end of the hydrosequence, while available phosphorus of the highest value was in the fifth pedon of the first transect that is located at the highest part of the hydrosequence of that transect, and the available potassium did not show a specific distribution spatially, but we can notice that it showed that the lowest parts of the hydrosequences showed highest contents of available potassium when compared to the northern parts of them. Also, available potassium showed a spatial dependency to clay content distribution where both showed closer patterns spatially, where it increased when clay content increased as compared to the rest sites of the samples.

Key Words: Spatial variations, Hydrological and Physical characteristics, Distribution of fertility elements..

المقدمة

تعد التغيرات المكانية في صفات التربة من العوامل المهمة المشاركة في تكوين أركان الأنظمة البيئية وإسهامها في الحفاظ على وجود الأنواع النباتية المختلفة في الأنظمة البيئية، ولاسيما في الغابات الاستوائية المطيرة (Xia وزملاؤه، 2015). جمع Zhang وزملاؤه (2007) عينات تربة دراستهم البالغة 1400 عينة سطحية بفاصل 5 كم بين عينة وأخرى في مناطق التربة السوداء في الصين بهدف الكشف عن التغيرات المكانية للمغذيات في التربة، إذ تمت دراسة المحتوى الكلي للمادة العضوية والنتروجين والفسفور والبوتاسيوم، والنتروجين الذائب بالقاعدة والفسفور والبوتاسيوم الجاهزين، وأظهرت جميع الصفات المقاسة تغيراً واضحاً ما عدا البوتاسيوم الكلي، وقد عزوا هذه التغيرات بصورة أساسية إلى مادة الأصل والموقع الطبوغرافي، فضلاً عن مستوى الماء الأرضي في كل موقع. استخدم Haileslassie وزملاؤه (2005) نظم المعلومات الجغرافية لتقييم استنزاف بعض المغذيات وتغيراتها المكانية في حقول زراعية ذات مساحات صغيرة وبأنظمة إدارية مختلفة في أثيوبيا، وقد وجدوا تغيرات مكانية لكل من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم، وعزوا سبب ذلك التغيرات أولاً إلى تعرية التربة التي كانت الأساس في استنزاف المغذيات، إذ أسهمت بنحو 70% من فقدان النتروجين، و80% و63% للفسفور والبوتاسيوم من التربة على التوالي.

عزا Jiang و Jin (2002) التغيرات المكانية الكبيرة في مغذيات التربة إلى تاريخ التسميد وتنوع المحاصيل المزروعة في بعض الحقول المنتخبة في الصين، فقد وجدوا علاقة معنوية بين نوع المحصول المزروع ومستويات المغذيات الجاهزة في التربة في عينات الدراسة، كما أن النظم الإدارية المتبعة في خدمة التربة والمحصول كانت سبباً في التغيرات المكانية في حقول مختلفة. درس Nkedi-Kizza (1994) التغيرات المكانية للمغذيات الكبرى في سلاسل تربة رملية قبل وبعد عمليتي الحراثة والتسميد، وبينت الدراسة أن هاتين العمليتين غيرتا طبيعة التغير

المكاني لتوزيع تلك المغذيات، إذ أن الإضافة العالية لهذه المغذيات أدت إلى تغير مكاني أكبر وتغير ملحوظ في نمط توزيعها، وأكدت الدراسة أن فهم طبيعة تلك التغيرات المكانية مفيد جداً في تهيئة البرنامج الإداري للتربة والخطة السمادية.

هدفت دراسة Mzuku وزملاؤه (2005) إلى تشخيص التغيرات المكانية للصفات الفيزيائية للتربة والكربون العضوي في حقول الذرة الصفراء المروية، ومدى صلاحية تلك الصفات في الكشف عن التغيرات المكانية في إنتاجية المحصول في مواقع إدارية معينة في الجزء الشمالي الشرقي من ولاية كولارادو الأمريكية، إذ أظهرت تلك الصفات تغيرات مكانية معنوية في تلك الحقول الإنتاجية، كما أن الصفات المقاسة كانت مرتبطة بالإنتاجية المستقبلية للأنظمة الإدارية المتبعة. أما من حيث تأثير التغيرات المكانية لصفات التربة في ثباتية المنحدر، فقد وصف Gaston وزملاؤه (2001) التغيرات المكانية لصفات التربة وحدد العلاقة بين تلك الصفات وتوزيع مجتمعات النبات الطبيعي في دلتا المسيسيبي في الولايات المتحدة الأمريكية باستخدام وسائل الإحصاء الجيولوجي، إذ بينت صفات التفاعل والكربون العضوي، ونسجه التربة نمط تغير واضح تحت الأنموذج الكروي في تحليل الإحصاء الجيولوجي، وأشارت النتائج إلى أن تجمعات الأدغال كانت أكثر انتشاراً في الترب الحاوية على كربون عضوي أعلى ونسجه أنعم، وأن التغير المكاني في تلك المجتمعات النباتية ارتبط بطبيعة مكافحة تلك الأدغال.

قام Feng وزملاؤه (2008) بدراسة الخصائص المتغيرة مكانياً للكتلة الحية فوق سطح التربة والمحتوى الكلي من النتروجين والفسفور في التربة لمجتمعات نباتية متعاقبة في عمرها في بعض حقول مقاطعة شانجي في الصين باستخدام وسائل تحليل الإحصاء الجيولوجي، وبينت دراستهم أن الفسفور الكلي أظهر ارتباطاً ذاتياً في جميع المواقع أعلى من النتروجين الكلي، كما أظهر الأخير تغيراً واضحاً مرتبطاً بتعاقب الأنواع النباتية في الطبقة السطحية من التربة، وتناولت دراسة Ramzan وزملاؤه (2017) خصائص التوزيع المكاني للمادة العضوية، ودرجة التفاعل، والجهاز من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكبريت في 72 عينة تربة مأخوذة من الحقول التابعة لمحطة البحوث الزراعية في المناطق المعتدلة في الهند باستخدام الإحصاء الجيولوجي، ووجدوا أن المادة العضوية كانت متوزعة طبيعياً في تلك الحقول، في حين اتبعت المغذيات الجاهزة والتفاعل نمطاً لوغاريتمياً في التوزيع. وأظهر الفسفور الجاهز أعلى تغير مكاني، في حين كانت درجة التفاعل الأقل تغيراً.

درس وهيب والعكدي (2000) معدلات التغير في صفات وحدة الخارطة في السهل الرسوبي العراقي، ووجدوا أن ملوحة التربة كانت الأكثر تغيراً أفقياً وعمودياً، تليها بعض الصفات الفيزيائية كمحتوى مفسول الطين والرمل والغرين في مشتملات وحدة الخارطة تدرجاً من مفهومها المركزي نحو المفهوم الهامشي والشوائب.

استخدم سليمان وجبير (2014) طرائق الإحصاء البيدولوجي في التعبير عن التغيرات المكانية لبعض صفات التربة في مشروع اللطيفية وسط السهل الرسوبي العراقي كأسلوب في تحديد الاعتمادية المكانية في أخذ العينات اللازمة لقياس تلك الصفات، ووجدوا أن المادة العضوية، وملوحة التربة، والسعة التبادلية للأيونات الموجبة، ومحتوى التربة من معادن الكربونات كانت الأعلى تغيراً في الصفات الكيميائية، في حين كانت الكثافة الظاهرية، تلاها محتوى التربة من الطين، ثم الرمل، ثم الغرين الأكثر تغيراً على التوالي.

هدف البحث:

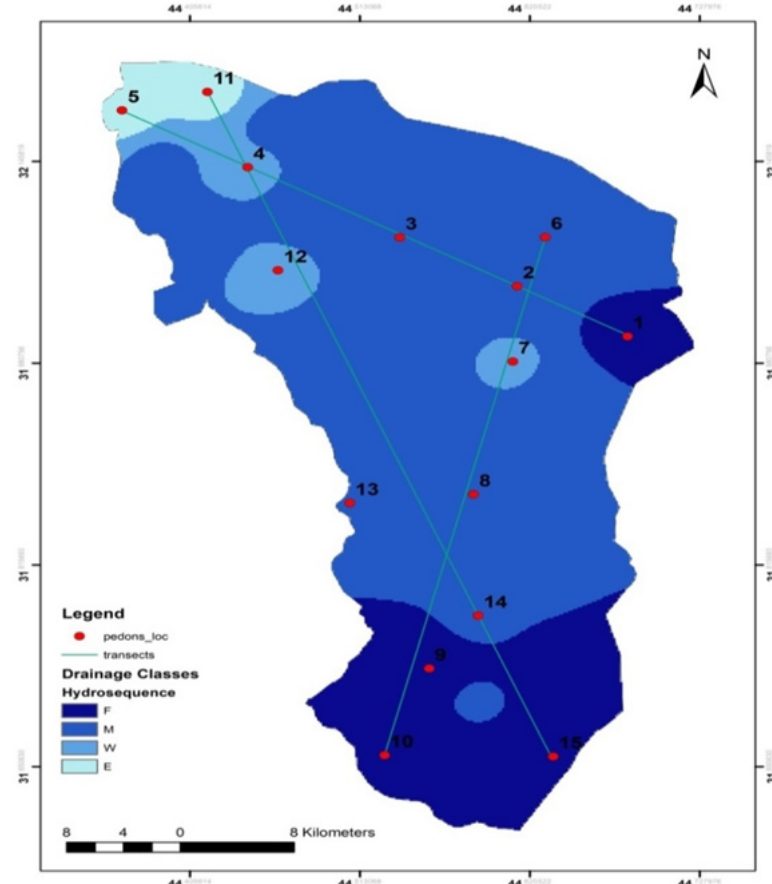
تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير الصفات الهيدرولوجية ضمن متعاقبة طبوغرافية في منطقة الدراسة، وتأثيرها أولاً في الصفات الفيزيائية للتربة، فضلاً عن تأثيرها في محتوى التربة من العناصر الخصوبية، وتغيرها في أراضي مشروع الكفل شنافية.

مواد البحث وطرائقه

اختير مشروع كفل شنافية كونه مشروعاً منجزاً (مهدي وإلياس، 2009) وتقع ضمنه منطقة الدراسة التي تتمثل بمناطق زراعة الحبوب في محافظتي النجف والقادسية، إذ تعد أراضي المشروع جزءاً من السهل الرسوبي بين دائرتي عرض $32^{\circ} 15'$ و $31^{\circ} 30'$ N، وخطي طول $44^{\circ} 20'$ و $44^{\circ} 44'$ E، جرى اعتماد خارطة وحدات التربة على مستوى السلاسل بهدف تحديد المتعاقبات الهيدرولوجية وتوجيه المسارات لأخذ عينات الدراسة، وتم الكشف عن ثلاث متعاقبات هيدرولوجية وبثلاثة مسارات. تم تحديد تلك المتعاقبات بطريقة الفحص المثقابي وتسجيل أول ظهور لحالة التبع لضمن تحقيق تغير الظروف الهيدرولوجية في كل بيدون، في حين تم تسجيل أعماق التبع، وصنف الصرف لمواقع العينات السطحية بالطريقة نفسها، إذ تم حفر خمسة عشر بيدوناً بتاريخ 2019/2/22-16، خمسة منها في كل مسار حركة، فضلاً عن 18 عينة سطحية، ليكون مجموع العينات السطحية الكلي ثلاث وثلاثون عينة، ووصفت مورفولوجياً أصولاً حسب دليل مسح التربة Survey Manual Soil وملحقاته (Soil Survey Staff، 2017)، وتمت عملية أخذ العينات من كل أفق لغرض نقلها للمختبر وإجراء التحليلات المخبرية عليها، ويوضح الجدول 1 والشكل 1 المتعاقبات الهيدرولوجية وحالة الصرف لبيدونات الدراسة.

الجدول 1. المتعاقبات الهيدرولوجية بدلالة صنف الصرف الداخلي في بيدونات الدراسة.

المسار الأول	المسار الثاني	المسار الثالث
ناقصة الصرف	معتدلة الصرف	فائقة الصرف
معتدلة الصرف	جيدة الصرف	جيدة الصرف
معتدلة الصرف	معتدلة الصرف	معتدلة الصرف
جيدة الصرف	ناقصة الصرف	معتدلة الصرف
فائقة الصرف	ناقصة الصرف	ناقصة الصرف



الشكل 1. توزيع مستويات كربونات الكالسيوم في مكررات في أنابيب بلاستيكية.

الإجراءات المخبرية:

قدر التوزيع الحجمي لدقائق التربة بطريقة المكثاف (Hydrometer)، وفقاً للطريقة الواردة في Black (1965)، وتم قياس الكثافة الظاهرية بطريقة التغليف بشمع البرافين حسب الطريقة الواردة في Black (1965). أما محتوى التربة من الكربون العضوي (OC) والمادة العضوية (OM) فتم تقديرهما حسب طريقة الهضم الرطب (Wet digestion) وفقاً لطريقة Walkly و Black والواردة في Jackson (1958). وقدر النيتروجين الجاهز (N) بطريقة الاستخلاص بمحلول كلوريد البوتاسيوم (KCl- M 2) وباستعمال أكسيد المغنيسيوم MgO.

تمّ اختزال أيون النترات إلى أمونيوم (NH₄)، ثم تقطيره بعد التطاير وباستعمال جهاز المايكروكلدال والتسحيح مع حامض الكبريتيك (H₂SO₄ N0.005) تبعاً لطريقة Keeney و Nelson والموصوفة في Page وزملائه (1982)، أما الفسفور الجاهز (P) تم استخلاصه باستعمال بيكاربونات الصوديوم NaHCO₃ (M 0.5) عند pH= 8.5، وفقاً لطريقة Olsen الواردة في Page وزملائه (1982)، وطور اللون بمولبيدات الامونيوم وحامض الاسكوريك، وتمّ تقديره باستعمال جهاز قياس الطيف الضوئي (Spectrophotometer) على طول

موجي 882 نانوميترًا. أما البوتاسيوم الجاهز (K) فاستخلص بخلات الامونيوم (NH₄OAC) 1 عياري عند pH=7، وتم القياس باستعمال جهاز اللهب الضوئي (Flame photometer) حسب الطريقة الواردة في Page وزملائه (1982)، وقدر النتروجين الكلي (Total N) عن طريق هضم عينة التربة باستعمال العامل المساعد (Catalyst) وحامض الكبريتيك المركز وتقطيره بوساطة جهاز المايكروكردال حسب طريقة Bremner وكما ورد في Page وزملائه (1982).

خرائط التوزيع المكاني:

تم استعمال حزمة برنامج ArcGIS 10.3 for desktop (Esri، 2014) لرسم خرائط التوزيع المكاني لصفات التربة المقاسة، فضلاً عن خرائط صفات الانحدار وخرائط التربة.

التحليل الاحصائي:

أجري التحليل الاحصائي لبيانات الدراسة في شقين:

- الأول: الإحصاء الجيولوجي، واستخدم منه أسلوب المنطق المضرب في عرض خرائط توزيع صفات التربة المختلفة في بيئة برنامج نظم المعلومات الجغرافية، وبتابع أسلوب وزن المسافة المعكوس (IDW) حسب Esri (2014).
- الثاني: تحليل الانحدار، وفيه جرى الكشف عن العلاقة بين صفات التربة المقاسة مع صفات المنحدر، ورسمها، بتابع أسلوب الأنموذج الخطي العام (General Linear Model) باستخدام برنامج أكسل من الحزمة المكتبية لمايكروسوفت MS. Office, Excel. كما استخدم برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية لشركة اي بي ام، IBM SPSS Statistics V.21 (IBM Corp، 2012) لإجراء الانحدار المتعدد بطريقة المنهج التدريجي (Stepwise) للكشف عن العوامل المسهمة في التأثير في الصفات الخصوبية مجتمعة مع بعضها.

النتائج والمناقشة

يبين الجدول 2 ملخصاً للوصف المورفولوجي لبيدونات الدراسة والبالغ عددها 15 بيدوناً، ويلاحظ من الوصف العام لمنطقة الدراسة أن ترب هذه المنطقة رسوبية حديثة التكوين تكونت من ترسبات وفوق ترسبات لنهر الفرات وتفرعاته وفي مناخ جاف وشبه جاف، كما يشير الوصف العام لسطح المنطقة إلى أن الانحدار قد تراوح بين 0 و 5 %، والتي تقع حسب تصنيف دليل مسح التربة ووزارة الزراعة الأمريكية ضمن الصنفين: شبه مستوية (Nearly level)، وخفيفة الانحدار (Gently sloping). وبالرغم من وقوع المنطقة في انحدارات بسيطة إلا أن الانحدار الكلي من فارق المناسيب الأرضية بين في نقاط مختلفة في المشروع كان ملحوظاً، إذ تراوح ارتفاع منطقة الدراسة بين 10 و 45 متراً فوق سطح البحر، أي بفارق ارتفاع بلغ 35 م. كما تبين أن أعلى منطقة كانت شمالي منطقة الدراسة، والأخفض كانت إلى جنوبها. تم وصف معظم بيدونات الدراسة في موسم الشتاء، لذلك فإن النبت الطبيعي السائد في منطقة الدراسة كان يقع ضمن بعض النباتات الطبيعية التابعة للعائلة البقولية والبرسيم، فضلاً عن الخباز، إلا أن معظم أراضي المشروع كانت مزروعة بمحاصيل الحبوب كالحنطة والشعير والرز، لذلك فإن هناك بقايا من بعض النباتات الطبيعية النامية الحولية أو النامية في مواسم مختلفة، وتراوحت أعماق الماء الأرضي بين 78 و 150 سم، وبأصناف صرف داخلي، تراوحت بين ناقصة الصرف إلى فائقة الصرف.

وقع الطول الموجي لألوان التربة في جميع بيدونات الدراسة في الطول الموجي 10YR، وقيم لونية ونقاوات مختلفة، إذ تراوحت الألوان بين البني المصفر إلى البني الرمادي في الحالة الجافة، إلى البني الغامق والبني والبني المصفر في الحالة الرطبة، كما ظهرت أيضاً ألوان التبع بأطوال موجية 7.5YR وبألوان بين الحمراء والرمادية والتي تعكس حالات الأكسدة والاختزال التي تحصل في التربة نتيجة لتذبذب مستوى الماء الأرضي الموسمي وحالة الصرف الطبيعي للبيدون من جهة والعمليات الزراعية والري من جهة أخرى، إذ تشكلت بيدونات الدراسة في متعاقبات هيدرولوجية مختلفة، إذ توزعت سلاسل الترب فيها كالآتي:

المتعاقبة الأولى: TE456 – TW455 – DM74 – DM46 – DF46 وهي متمثلة بالمسار الأول.

المتعاقبة الثانية: DF45 – TF446 – TM556 – MW4 – MM4 وهي متمثلة بالمسار الثاني.

المتعاقبة الثالثة: DF35 – DM45 – DM46 – TW755 – DE35 وهي متمثلة بالمسار الثالث.

يلاحظ أن سلاسل الترب المنتشرة على المتعاقبات الهيدرولوجية اختلفت في صنف الصرف الداخلي لاعتمادها على الظروف الهيدرولوجية للتربة، والتي تعتمد أساساً على الموقع الطبوغرافي من سطح الأرض، إذ هي بالأساس متعاقبات طبوغرافية بدلالة الظروف الهيدرولوجية. إن التغير في صنف النسجة كان نوعاً ما بسيط، ويعود السبب إلى ترب منطقة الدراسة الرسوبية النهرية التي تمتاز بعمليات الخلط الشديدة بسبب طبيعة الترسيب المميزة لبيئات الترسيب النهرية (Price وزملاؤه، 2010). يندرج صنف النسجة السائد في الأفاق السطحية في

بعض المواقع بين المزيجة الطينية والمزيجة الطينية الغرينية، فهي بذلك تقع ضمن صنفى النسجة معتدلة الخشونة والمتوسطة، كذلك الحال بالنسبة للآفاق تحت السطحية، إذ تغيرت فيه النسجة من المزيجة الطينية والمزيجة الطينية الرملية إلى المزيجة الغرينية في بعض المواقع. أما صنف النسجة السائد فهو المزيجة، وهو من أفضل نسجات الترب، ويلائم معظم المحاصيل الاقتصادية، ومنها محاصيل الحبوب. أظهر القوام تبايناً مرتبطاً بصفة نسجة التربة، إذ شكل محتوى الطين في عينة التربة عاملاً مؤثراً في قواميتها، إذ أن هنالك علاقة وطيدة بين محتوى الطين وصفات التربة الهندسية، ومن ضمنها بناء التربة وقوامها (Dexter و Keller، 2012)، إذ ساد البناء الكتلي مستدير الزوايا ذو الحجم المتوسط ومعتدل القوة معظم أصناف البناء في الآفاق تحت السطحية، يليه البناء الكتلي مستدير الزوايا مع ظهور الصنف الحبيبي الناتج من فعاليات الإنسان بسبب الحراثة، وخدمة المحصول، فضلاً عن كون معظم المنطقة مزروعة بمحاصيل الحبوب، وكانت أصناف القوام السائدة صلبة وخفيفة الصلابة في الحالة الجافة، ومتماسكة وهشة في الحالة الرطبة، وخفيفة اللزوجة والمطاطية في الحالة المبتلة. ونتيجة لزراعة معظم أراضي المشروع بمحاصيل الحبوب ظهر أن توزيع الجذور والمسام المنتشر في منطقة الدراسة كان عديداً في العدد وناعماً ومتوسطاً في الحجم، وذلك لما تتميز به جذور النباتات النجيلية، إذ أن أغلبها تكون ليفية تاركة أثراً في توزيع حجوم المسام في التربة بعد موتها وتحللها، في حين كان صنف حدود الآفاق السائد الواضح المستوي، مع بعض الآفاق السطحية بصنف مفاجئ متموج نتيجة عمليات خدمة التربة والمحصول، ويوضح الجدول 2 ملخصاً للصفات المورفولوجية لبيدونات الدراسة.

الجدول 2. الصفات المورفولوجية لبيدونات الدراسة موزعة بشكل متعاقبات هيدرولوجية.

P.	Depth (cm)	Hori- zon	Color		Texture	Structure	Consistency		Roots	Pores	Boundary
			Dry	Moist			Moist	Wet			
1	0- 25	Ap	10YR4/ 3	10YR 3 /3	L	1 F Gr	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	25- 55	C1		10YR 3 /3	L	3 M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	55- 115	C2		10YR 5/ 4	CL	2 M ABK	F	.St. pl	-	F F	
2	0- 35	Ap	10YR5 /3	10YR 3 /3	L	1 F Gr	.Fr	Sl. St Sl. Pl	M M,F	M F	AW
	35 -81	C1		10YR 4/ 4	L	2 F SBK	F	Sl. St Sl. Pl	F C,M	F F	C S
	81- 130	C2		10YR 4 /4	CL	2 F ABK	F	.St. pl	F C,M	F F	
3	0- 27	Ap	10YR4/ 3	10YR 3 /3	SCL	1 F Gr	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	27 -65	C1		10YR 5/ 4	SCL	3 M SBK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	65- 102	C2		10YR 5/ 4	SL	3 M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	
4	0 -27	Ap	10YR4/ 3	10YR 3 /3	SCL	1 F Gr	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	27 -69	C1		10YR 4 /4	L	3 M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	69- 102	C2		10YR 5 /4	SiL	3 M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	65- 145	C3		10YR 5 /4	L	1 F ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	
5	0- 25	Ap	10YR5/ 4	10YR 4/ 4	L	1 F SBK	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	25 -47	C1		10YR 3 /3	L	2 M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	67-47	C2		10YR 5 /4	SiL	2 M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	67 -105	C3		10YR 5/ 4	CL	2 M ABK	F	.St. pl	-	F F	
6	0- 30	Ap	10YR5/ 2	10YR 4 /3	SCL	1 M SBK	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	30 -80	C1		10YR 4 /4	L	3M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	80 -110	C2		10YR 4 /2	L	3 C MSV	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S

تابع الجدول 2. الصفات المورفولوجية لبيدونات الدراسة موزعة بشكل متعاقبات هيدرولوجية.

P.	Depth (cm)	Hori- zon	Color		Texture	Structure	Consistency		Roots	Pores	Bound- ary
			Dry	Moist			Moist	Wet			
7	0- 45	Ap	10YR4/ 3	10YR 3/ 3	CL	2 M SBK	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	MC,F	M F	AW
	45 -95	C1		10YR 4/ 2	L	1 V. F SG	L	.nSt. nPl	FC,M,F	F F	C S
	95- 120	C2		10YR 4 /4	L	2 M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	FC,M,F	F F	
8	0- 32	Ap	10YR5 /4	10YR 4 /3	L	2M SBK	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	32- 62	C1		10YR 5/ 4	SiL	2M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	62 -89	C2		10YR 3/ 3	L	1 M SBK	L	.nSt. nPl	-	F F	C S
	89- 130	C3		10YR 3/ 3	SCL	2 M ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	
9	0- 23	Ap	10YR4/ 4	10YR 4/ 3	SCL	F Gr 1	V. Fr	.St. pl	M F	M F	AW
	23 -65	C1		10YR 4 /4	L	M SBK 2	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	65 -93	C2		10YR 3 /2	SL	V. F SG 1	L	.nSt. nPl	-	FF	C S
	93- 130	C3		10YR 4 /4	CL	M ABK 2	F	.St. pl	-	FF	
10	0 -25	Ap	10YR4 /4	10YR 3 /3	SL	F Gr 1	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	25- 65	C1		10YR 5/ 3	L	3M SBK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	65- 100	C2		10YR 5/ 4	L	V.C MSV 3	F	Sl. St Sl. Pl	-	FF	
11	0 -45	Ap	10YR4/ 4	10YR 4 /3	SL	C SBK 3	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	45 -65	C1		10YR 5 /4	SL	M SBK 1	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	65- 145	C2		10YR 5 /4	SiL	3V.C ABK	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	
12	0 -25	Ap	10YR4 /3	10YR 3 /3	SL	M SBK 1	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	25 -65	C1		10YR 5/ 4	SCL	M SBK 3	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	65 -85	C2		10YR 5 /3	L	C ABK 3	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	85- 142	C3		10YR 5/ 4	SiL	M ABK 1	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	
13	0- 40	Ap	10YR5 /6	10YR 3 /3	L	F Gr 1	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M,M,F	M F	AW
	40 -65	C1		10YR 4 /4	L	M SBK 2	F	Sl. St Sl. Pl	F,M,F	F F	C S
	65 -85	C2		10YR 5 /3	L	M SBK 2	F	Sl. St Sl. Pl	FC,M,F	F F	C S
	85- 130	C3		10YR 5 /3	SCL	M ABK 1	F	Sl. St Sl. Pl	F,C,M,F	F F	
14	0 -23	Ap	10YR5 /4	10YR 3 /3	SL	M SBK 1	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	23 -43	C1		10YR 5 /3	L	M ABK 3	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	C S
	43 -83	C2		10YR 5 /4	SiL	3V.C,MSV	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	
15	0- 25	Ap	10YR5 /4	10YR 4 /3	SiL	F Gr 1	V. Fr	Sl. St Sl. Pl	M F	M F	AW
	25- 59	C1		10YR 4 /4	SL	M SBK 2	F	Sl. St Sl. Pl	F F	F F	C S
	59 -85	C2		10YR 4 /4	L	C ABK 3	F	Sl. St Sl. Pl	-	F F	

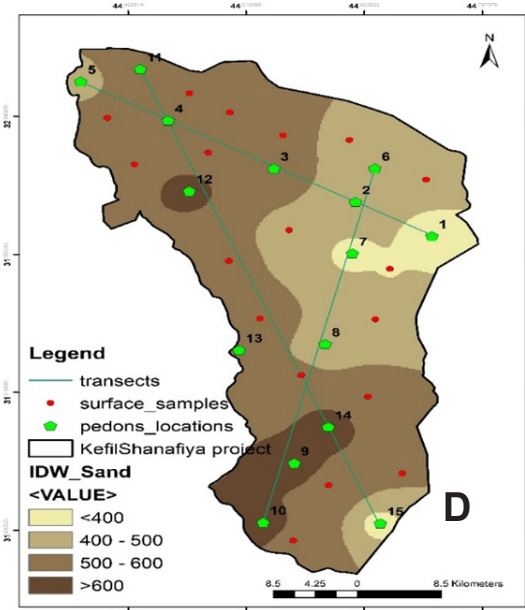
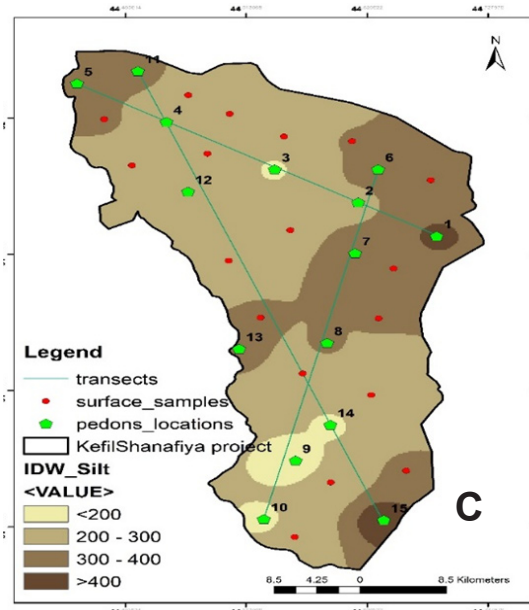
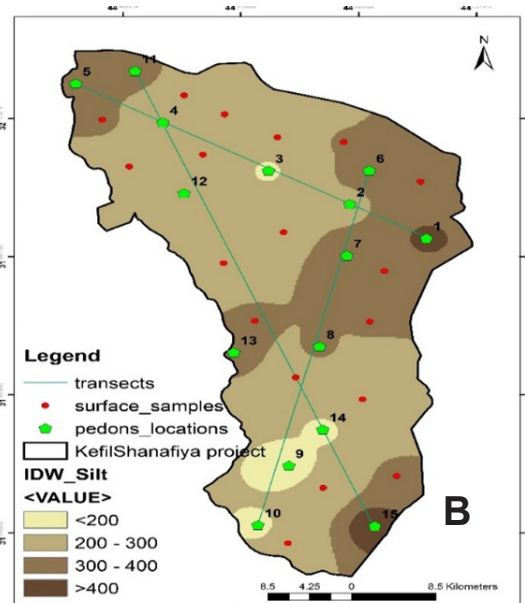
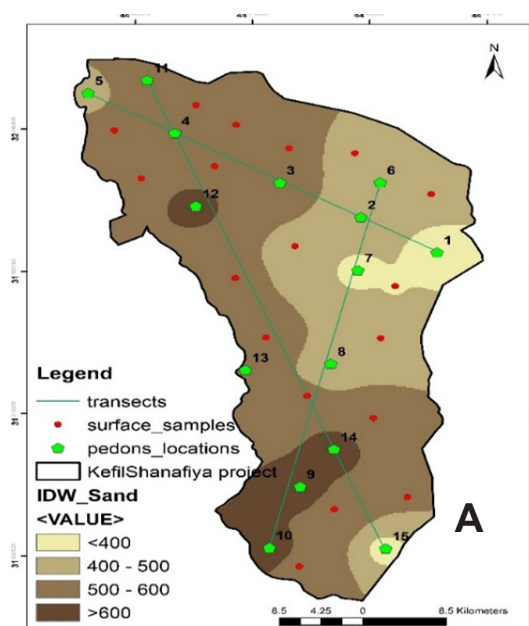
تراوح محتوى الرمل بين 344 و664 غم. كغم⁻¹ في الطبقة السطحية المتمثلة بالأفاق العليا والعينات السطحية، في حين تراوح محتوى الغرين والطين بين 146-496 غم. كغم⁻¹، و110-320 غم. كغم⁻¹ على التوالي، كما تراوحت قيم الكثافة الظاهرية بين 1.63 و1.04 ميكا غرام. م⁻³ (الجدول 3). إذ يلاحظ أن الترب ذات النسجات الخشنة كانت ذات كثافة ظاهرية أعلى من تلك ذات النسجات الناعمة، عدا بعض الحالات التي قد تعود إلى رص التربة نتيجة رعي بعض حيوانات الماشية فضلاً عن بعض عمليات خدمة التربة والمحصول، كما في النسجة المزيجة الطينية الرملية التي كانت الأعلى في الكثافة الظاهرية بسبب أن موقع هذه العينة يعود إلى البيدون الثاني من المسار الأول، إذ كانت الترب مستغلة بزراعة الشعير للإنتاج الزراعي، والجت والبرسيم لأغراض الرعي الأمر الذي أدى إلى رص التربة وارتفاع قيم الكثافة الظاهرية، وهذا ما أكدته Tate وزملاؤه (2004) و Zhou وزملاؤه (2010). ويوضح الشكل 2 التغير المكاني في محتوى الرمل والغرين والطين، والكثافة الظاهرية في منطقة الدراسة، ويلاحظ أن محتوى الطين أظهر أقل تغير مكاني مقارنة بمحتوى الرمل والغرين، ويعزى السبب لكون معظم نسجات ترب منطقة الدراسة كانت ضمن المزيجة والمزيجة الغرينية، إذ يزداد محتوى المفصول الخشن في هذه النسجات مقارنة بالمفصول الناعم وهو الطين، الأمر الذي ينعكس على التغير في محتوى كليهما، فضلاً عن ظهور أصناف أكثر كوحداث صورية على خارطة التوزع المكاني بسبب سعة مدى محتوى الرمل والغرين مقارنة بمحتوى الطين، وأدت النسجات المتوسطة تلك إلى سيادة زراعة محاصيل الحبوب في منطقة المشروع، ولاسيما الحنطة والشعير والرز، كما ويلاحظ من الشكل نفسه أنه بالرغم من أن توزع الطين كان الأقل في شمالي وجنوبي المشروع إلا أن مناطق جنوبي المشروع امتازت بصورة عامة بظروف صرف طبيعي غير جيدة بسبب موقع تلك المناطق من المتعاقبة الهيدرولوجية في المنطقة (الشكل 2).

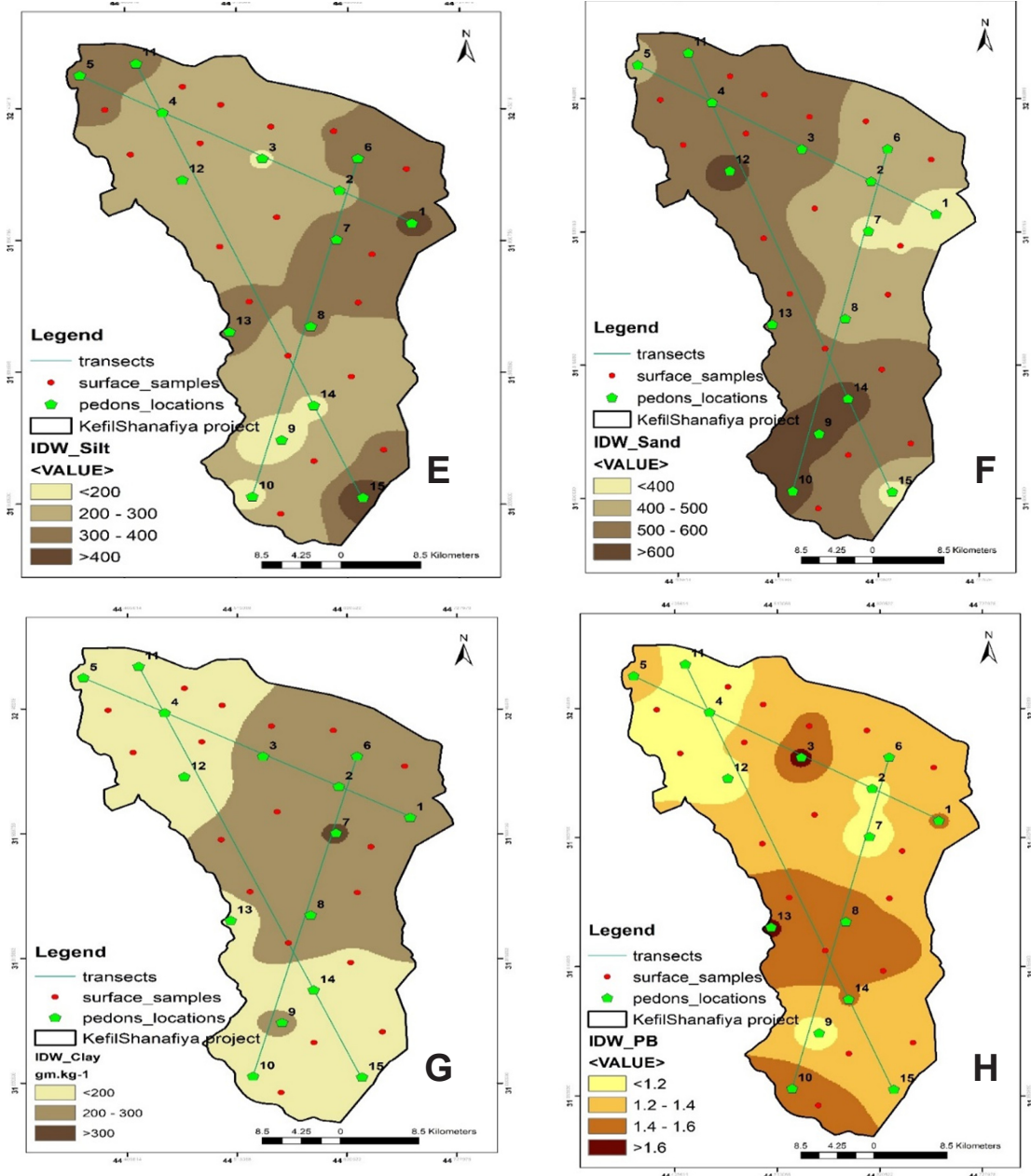
الجدول 3. بعض الصفات الفيزيائية للأفاق العليا والعينات السطحية لترب الدراسة.

S.N	Location		Sand	Silt	Clay	Texture class	PB_S Mg.m ⁻³
	E	N					
1	44.682361	32.002599	344.00	426.00	230.00	L	1.42
2	44.630379	32.083712	424.00	346.00	230.00	L	1.31
3	44.538398	32.083523	570.00	180.00	250.00	SCL	1.63
4	44.442238	32.140994	584.00	266.00	150.00	SL	1.05
5	44.362680	32.187499	464.00	351.00	185.00	L	1.25
6	44.612666	32.043561	484.00	276.00	240.00	SCL	1.12
7	44.609903	31.982001	360.00	320.00	320.00	CL	1.04
8	44.585093	31.873336	444.00	306.00	250.00	L	1.57
9	44.556971	31.731011	644.00	146.00	210.00	SCL	1.05
10	44.528757	31.660135	624.00	188.00	188.00	SL	1.59
11	44.416769	32.202556	544.00	316.00	140.00	SL	1.19
12	44.461384	32.056574	644.00	246.00	110.00	SL	1.10
13	44.635412	31.658998	364.00	496.00	140.00	L	1.38
14	44.506783	31.866313	504.00	326.00	170.00	L	1.63
15	44.587982	31.774286	664.00	182.00	154.00	SL	1.41
16	44.461505	32.173416	557.00	285.00	158.00	SL	1.15
17	44.498375	32.150726	550.00	269.00	180.00	SL	1.23
18	44.546589	32.123310	536.00	239.00	223.00	SCL	1.45
19	44.607094	32.117638	465.00	304.00	229.00	L	1.31
20	44.677052	32.070369	431.00	333.00	234.00	L	1.29
21	44.386820	32.144109	526.00	308.00	166.00	L	1.19
22	44.411400	32.088331	570.00	271.00	156.00	SL	1.17
23	44.497430	31.972995	513.00	280.00	205.00	L	1.33

تابع الجدول 3. بعض الصفات الفيزيائية للأفاق العليا والعينات السطحية لترب الدراسة.

S.N	Location		Sand	Silt	Clay	Texture class	PB_S Mg.m ⁻³
	E	N					
24	44.525791	31.903983	592.00	304.00	202.00	SCL	1.50
25	44.563186	31.836312	508.00	282.00	211.00	L	1.48
26	44.655308	31.718688	502.00	318.00	172.00	L	1.36
27	44.556043	31.638331	590.00	222.00	184.00	SL	1.50
28	44.588186	31.704508	582.00	226.00	189.00	SL	1.26
29	44.624110	31.810390	529.00	246.00	194.00	L	1.40
30	44.630728	31.903037	453.00	302.00	243.00	L	1.39
31	44.643963	31.963541	397.00	332.00	270.00	CL	1.22
32	44.552262	32.009865	475.00	283.00	238.00	L	1.28
33	44.478522	32.102512	574.00	256.00	168.00	SL	1.22





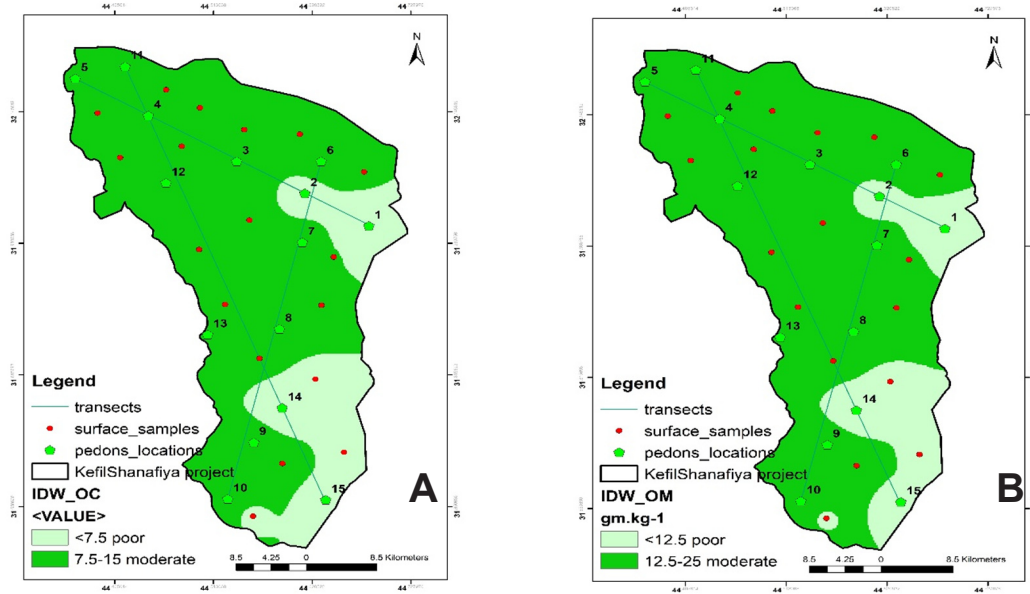
الشكل 2. التوزيع المكاني لصفات التربة الفيزيائية (محتوى الرمل والغرين والطين والكثافة الظاهرية).

يوضح الجدول 4 نتائج العناصر الخصوبية، وعند الحديث عن محتوى المادة العضوية في التربة فذلك يشمل الحديث عن الكربون العضوي في الوقت نفسه كونها محسوبة أساساً منه، لذلك فإن خارطة توزيع المادة العضوية والكربون العضوي تظهر متشابهة من حيث الوحدات الصورية في الخارطة وبخطوط الفصل نفسها، وكان أعلى محتوى للمادة العضوية والكربون العضوي في البيدون الثالث عشر الذي يقع في المسار الثالث وبقية بلغت 21.85 غم. كغم-1 و 12.70 غم. كغم-1 على التوالي، ومن الجدير بالذكر أن موقع هذا البيدون كان مرتفعاً مقارنة ببقية الموقع، إذ بلغ منسوب هذا البيدون 40.94 متراً عن مستوى سطح البحر مقارنة ببقية المواقع التي كانت أقل ارتفاعاً، وأن هذه المنطقة قريبة من نشاط سكاني ريفي كما أنها مجاورة جداً لنهر الفرات، إذ كانت المنطقة مزروعة بمحاصيل عديدة كالحنطة والشعير والجت والبرسيم كما جرت العادة في زراعة تربها دائماً. في حين أظهر البيدون الأول من المسار الأول أقل محتوى من المادة العضوية والكربون العضوي، وبقية بلغت 4.03 غم. كغم-1 و 2.35 غم. كغم-1 للمادة العضوية والكربون العضوي في التربة على التوالي (الجدول 4)، كذلك يمكن ملاحظة أن الجزء الفقير في محتوى المادة العضوية أو الكربون العضوي كان على الأغلب في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة، حيث الموقع الأكثر انخفاضاً من جهة وفي مناطق الظروف الهيدرولوجية الرديئة تقريباً، وقد يعود ذلك إلى انخفاض محتوى الأوكسجين في هواء التربة، وضعف عمليات التحلل، وتراكم المواد العضوية في ظروف الصرف غير الجيدة، وبالتالي انخفاض محتواها في التربة (Sahrawat, 2004)، كما أن هذه المناطق كانت الأبعد عن نهر الفرات

ومصادر المياه العذبة المستخدمة في ري المحاصيل، وبالتالي نموها الأمثل الأمر الذي يزيد من الكتلة الحيوية النامية فوق وتحت سطح التربة، وبالتالي ارتفاع محتوى الصفتين في التربة (Delfine وزملاؤه، 2001) (الشكل 3).

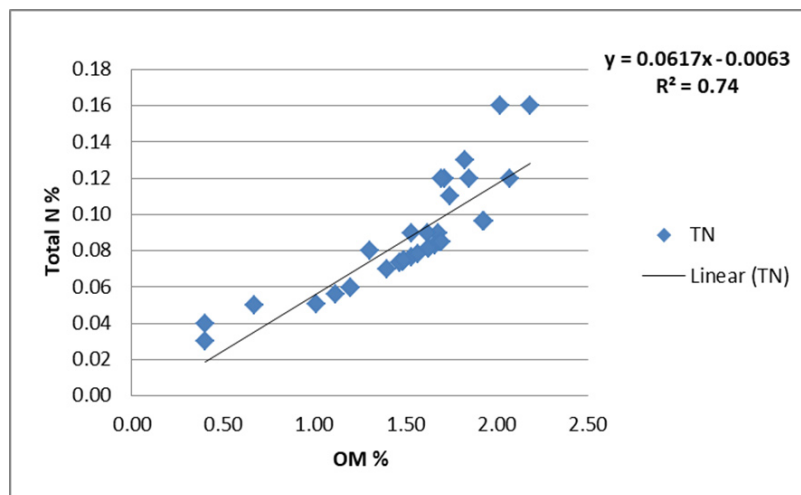
الجدول 4. بعض الصفات الخصوبية للأفاق العليا والعينات السطحية لترب الدراسة.

Id	Location		OM	Org C	Total N	Avail N	Avail P	Avail K
	E	N	g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	%	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹
1	44.682361	32.002599	4.03	2.35	0.04	48.00	25.00	305.00
2	44.630379	32.083712	20.17	11.73	0.16	66.00	23.00	117.00
3	44.538398	32.083523	18.49	10.75	0.12	26.00	26.00	176.00
4	44.442238	32.140994	14.91	8.67	0.07	16.00	18.00	209.00
5	44.362680	32.187499	19.31	11.23	0.10	24.00	66.00	249.00
6	44.612666	32.043561	6.72	3.91	0.05	29.00	33.00	354.00
7	44.609903	31.982001	16.81	9.77	0.09	19.00	16.00	228.00
8	44.585093	31.873336	16.24	9.44	0.08	68.00	17.00	260.00
9	44.556971	31.731011	20.69	12.03	0.12	62.00	12.00	359.00
10	44.528757	31.660135	17.41	10.12	0.11	77.00	31.00	210.00
11	44.416769	32.202556	15.34	8.92	0.08	47.00	24.00	295.00
12	44.461384	32.056574	19.27	11.21	0.10	42.00	21.00	237.00
13	44.635412	31.658998	10.09	5.86	0.05	52.00	37.00	137.00
14	44.506783	31.866313	21.85	12.70	0.16	32.00	30.00	291.00
15	44.587982	31.774286	4.03	2.35	0.03	62.00	25.00	247.00
16	44.461505	32.173416	15.69	9.12	0.08	34.86	24.18	236.97
17	44.498375	32.150726	16.18	9.41	0.09	34.86	24.49	224.89
18	44.546589	32.123310	16.92	9.84	0.08	34.36	25.95	204.73
19	44.607094	32.117638	16.61	9.66	0.08	47.91	25.05	190.48
20	44.677052	32.070369	14.00	8.14	0.07	44.48	24.82	222.13
21	44.386820	32.144109	16.94	9.85	0.08	34.37	37.61	244.31
22	44.411400	32.088331	17.12	9.95	0.12	41.42	25.44	231.74
23	44.497430	31.972995	16.29	9.47	0.08	46.28	23.30	245.15
24	44.525791	31.903983	18.27	10.62	0.13	57.26	24.97	274.20
25	44.563186	31.836312	14.86	8.64	0.07	61.66	21.76	267.77
26	44.655308	31.718688	11.97	6.96	0.06	49.89	27.78	222.46
27	44.556043	31.638331	11.98	6.97	0.06	68.67	29.36	220.53
28	44.588186	31.704508	15.35	8.92	0.09	57.92	22.49	277.01
29	44.624110	31.810390	11.19	6.51	0.06	59.02	22.91	258.61
30	44.630728	31.903037	14.68	8.53	0.07	50.40	20.47	260.55
31	44.643963	31.963541	13.03	7.58	0.08	29.79	21.04	256.64
32	44.552262	32.009865	14.94	8.69	0.07	36.38	23.85	244.79
33	44.478522	32.102512	16.94	9.85	0.12	39.83	23.48	223.33



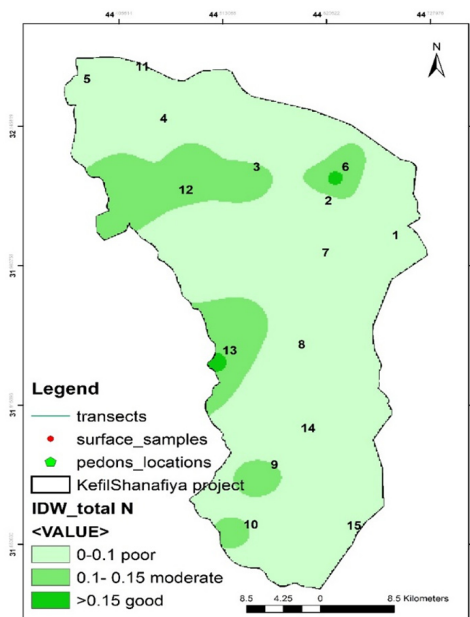
الشكل 3. التوزيع المكاني لمحتوى المادة العضوية والكربون العضوي في ترب الدراسة.

أما بالنسبة للنتروجين الكلي فقد كان أعلى محتوى له 0.16 % في البيدونين الثاني في المسار الأول والرابع عشر في المسار الثالث في المتعاقبات الهيدرولوجية (الجدول 1)، في حين أظهر البيدون الأول في المسار الأول، والبيدون الخامس عشر في المسار الثالث أقل محتوى من النتروجين الكلي مقارنة بترب الدراسة، وقد يعود ارتفاع محتوى النتروجين الكلي في البيدون الثاني إلى ارتفاع نسبة الأملاح في هذا البيدون، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع محتوى المادة العضوية فيه بسبب خلب المواد العضوية للأيونات وتقليل نشاط الأحياء المجهرية في تحليل المادة العضوية نتيجة زيادة التركيز والضغط الأوسموزي في التربة، وهذا يتفق مع Trytis و Bayles (2009) و Wong وزملاؤه (2010). أما بالنسبة لارتفاع محتوى النتروجين الكلي في البيدون الرابع عشر فقد يعزى لزيادة نمو الكتلة الحية نتيجة قربه من نهر الفرات ومصادر المياه، إذ أن زيادة الكتلة الحية في التربة تؤثر في زيادة المادة العضوية، وبالتالي النتروجين الكلي، ولاسيما أن تلك المنطقة مزروعة بمحاصيل عديدة منها الجت والبرسيم والحنطة والشعير كما هو مبين ذلك في الصفات العامة للبيدون في الوصف المورفولوجي، وهذا ما أكدته أيضاً Li وزملاؤه (2006) و Ghimire وزملاؤه من أن استخدام الأرض وزراعة النباتات البقولية لفترات طويلة يؤدي إلى زيادة النتروجين الكلي بسبب زيادة محتوى التربة من المادة العضوية. أما أقل محتوى للنتروجين الكلي فظهر في البيدون الخامس عشر، إذ رافق الانخفاض نفسه في محتوى المادة العضوية، كما كان ارتفاع أحدهما يرافق ارتفاعاً نسبياً للآخر، ويبين الشكل 4 العلاقة الطردية المعنوية بين محتوى المادة العضوية والنتروجين الكلي وبمعامل تحديد بلغ 0.74، إذ ازداد محتوى النتروجين الكلي مع زيادة محتوى المادة العضوية، وهذا ما أكدته أيضاً العديد من الباحثين من أن هنالك علاقة طردية بين محتوى المادة العضوية والنتروجين الكلي في التربة (Kravchenko وزملاؤه، 2009؛ Mazzoncini وزملاؤه، 2011؛ Prado وزملاؤه، 2016).



الشكل 4. العلاقة بين محتوى المادة العضوية والنتروجين الكلي.

تظهر خارطة التوزيع المكاني الموضحة في الشكل 5 أن هناك سيادة لصنف نوعية التربة فقيرة المحتوى بالنتروجين الكلي وبنسبة مساحة تغطية بلغت 82.14 % من المساحة الكلية للمشروع، تليها في المساحة صنف النوعية معتدلة المحتوى من النتروجين الكلي وبنسبة تغطية بلغت 17.49 % من المساحة الكلية، ثم الصنف جيد المحتوى بنسبة تغطية قدرها 0.37 %، والتي تشكل منطقة البيدون الثاني والرابع عشر كما ذكر سابقاً.



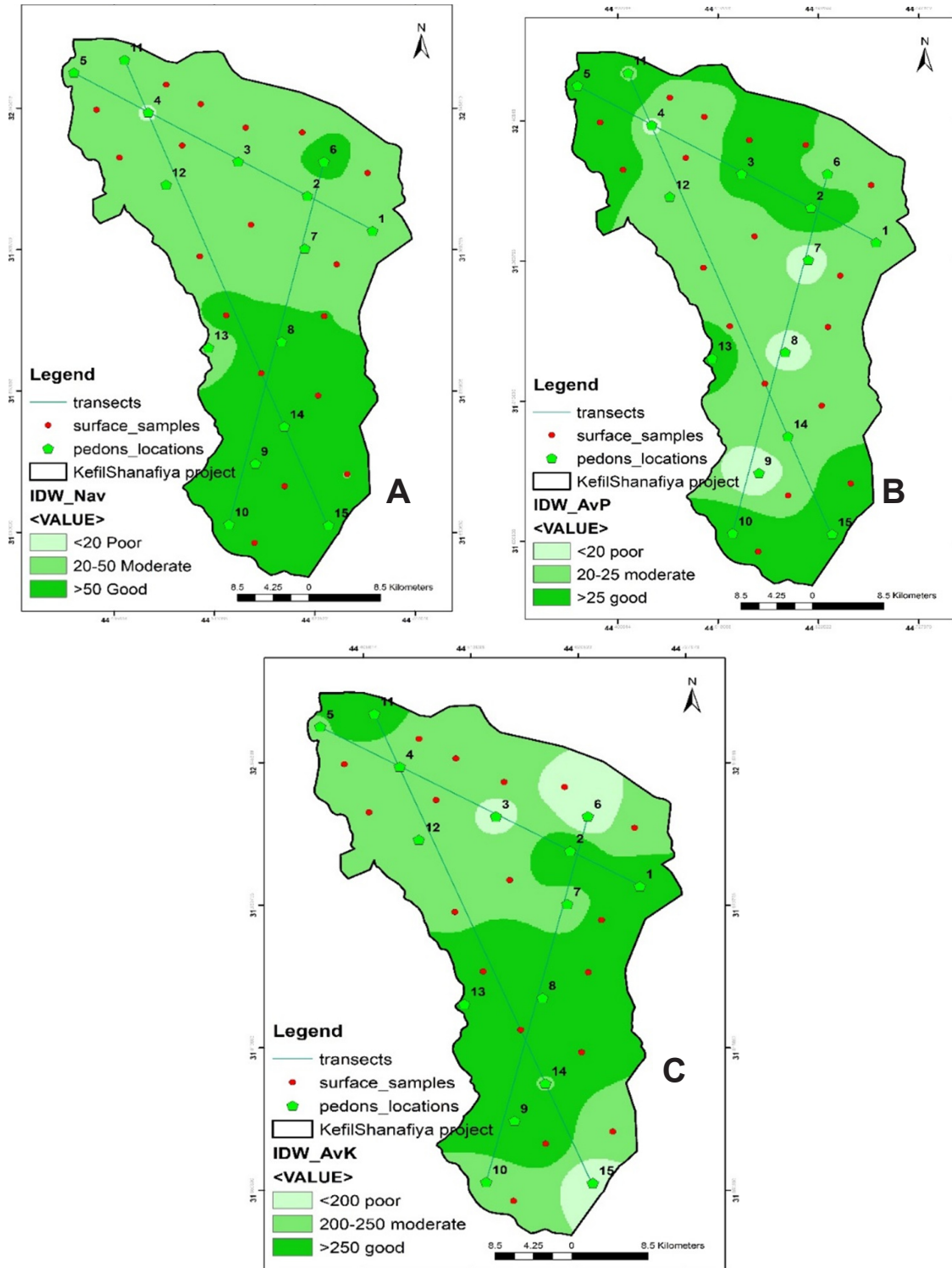
الشكل 5. التوزيع المكاني لأصناف نوعية التربة حسب محتوى النتروجين الكلي في التربة.

يظهر الجدول 4 السابق قيم الجاهز من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في التربة، إذ بلغت أعلى قيمة للنتروجين الجاهز 77.00 ملغم/كغم-1 في البيدون العاشر من المسار الثاني والذي يقع في نهاية المتعاقبة الهيدرولوجية للمسار الثاني، وقد يعزى السبب في ذلك إلى أن النتروجين الجاهز قابل للحركة مع مياه الري أو المياه الأرضية، وقد يغسل إلى المناطق المنخفضة مع مجاري المياه بصورة عامة نتيجة عمليات الري أو مياه الأمطار، كما اظهرت المناطق المرتفعة من المتعاقبة الهيدرولوجية محتوى منخفض نسبياً من النتروجين الجاهز، وهذا يتوافق مع ما وجدته Honeycutt وزملاؤه (1990) و Senthilkumar وزملاؤه (2009) و Ukodo و Ogeh (2012). أما الفسفور الجاهز في التربة فتشير النتائج (الجدول 4) إلى أن أعلى قيمة له سجلت في البيدون الخامس والذي يقع في أعلى المتعاقبة الهيدرولوجية للمسار الأول، كذلك أظهر البيدون الثالث عشر في المسار الثالث قيمة عالية من الفسفور الجاهز، وقد يعود السبب في ذلك إلى زيادة النشاط الريفي في منطقة الدراسة، فضلاً عن ظروف الزراعة الشديدة كون ترب هذا البيدون مزروعة بالعديد من المحاصيل، كالحنطة والشعير والجت والبرسيم، وقد تكون خطة التسميد سبباً في ارتفاع قيم الفسفور الجاهز في تلك المنطقة. كذلك أظهر الفسفور الجاهز محتوى جيد في نهايات المتعاقبات الهيدرولوجية. حيث الصرف الرديء. وقد تكون ظروف التربة الهوائية سيئة، الأمر الذي قد يؤدي إلى ارتفاع عمليات الاحتزال في التربة مسبباً ارتفاعاً بسيطاً في تفاعلها، ما يؤدي إلى تحرير جزء بسيط من الفسفور الجاهز ليرفع محتواه مقارنة ببقية المواقع. أما أقل قيم للفسفور الجاهز فلم تتبع نمطاً معيناً، إذ ظهرت في أكثر من بيدون في المسار الثاني والثالث، في حين كان المحتوى المعتدل من الفسفور الجاهز منتشراً في بقية بيدونات الدراسة (الشكل 6)

أما بالنسبة لمحتوى البوتاسيوم الجاهز في التربة، فيلاحظ من الجدول 4 أن قيمه تراوحت بين 117.0 و 359.0 ملغم/كغم-1، إذ سجلت أدنى قيمة في البيدون الثاني الذي يقع في المسار الأول من المتعاقبة الهيدرولوجية، إذ تبين أن ترب هذا البيدون ضعيفة الاستخدام الزراعي، الأمر الذي قلل من كميات الاسمدة المضافة لعدم الحاجة إليها، في حين سجلت أعلى قيمة للبوتاسيوم الجاهز في البيدون التاسع في المسار الثاني، والذي كان في نهاية المتعاقبة الهيدرولوجية، الأمر الذي أدى إلى حركة البوتاسيوم وانتقاله مع حركة الموائع في جسم التربة المتمثلة بكميات المياه الجارية فيها أثناء ري المحاصيل من جهة والأمطار إن وجدت من جهة أخرى (Winzeler وزملاؤه، 2008).

لم يظهر محتوى البوتاسيوم الجاهز اتجاهات واضحة في التوزيع المكاني، إلا أنه يمكن ملاحظة أن المناطق المنخفضة من المتعاقبة الهيدرولوجية كانت أعلى في محتواها نوعاً ما من البوتاسيوم الجاهز مقارنة بالصنفين الآخرين. كذلك ارتبط محتوى هذا العنصر نوعاً ما بمحتوى الطين، إذ يلاحظ من خارطتي التوزيع المكاني لمحتوى الطين ومحتوى البوتاسيوم الجاهز، أن هنالك تطابقاً نوعاً ما في التوزيع، إذ ارتفع محتوى البوتاسيوم الجاهز في المناطق ذات المحتوى المرتفع نسبياً من الطين مقارنة ببقية ترب الدراسة، لأن زيادة المفضول الناعم يؤدي إلى زيادة المساحة السطحية، وبالتالي زيادة سعة مسك الأيونات الموجبة، ومنها البوتاسيوم، الذي يكون متبادلاً وجاهزاً للنبات، وهذا ما أكدته نتائج دراسات عديدة من أن

هناك علاقة موجبة بين محتوى الطين ومحتوى التربة من البوتاسيوم الجاهز للنبات (Watson و McLean، 1985، Pracilio وزملاؤه، 2006؛ Heidari و Raheb، 2012).



الشكل 6. التوزيع المكاني للجاهز من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في تربة الدراسة.

الاستنتاجات:

1. أوضحت نتائج الدراسة التوزع المكاني لتقييم دليل نوعية الترب باعتماد الصفات الخصوبية في مشروع كفل شنافية وتحت تأثير مفهوم المتعاقبة هيدرولوجية، والذي يمكن ان يكون له دور كبير في وضع خطط إدارة ترب هذا المشروع وعده منهجاً لتقييم نوعية ترب مشاريع زراعية أخرى.
2. بالرغم من أن منطقة الدراسة تقع في السهل الرسوبي العراقي ذو المناسيب البسيطة والانحدارات الأيسر، إلا أن التحليل الجيومورفي لمنطقة الدراسة أظهر أن أعلى منسوب كان 45 م، وأخفض منسوب كان 10 م فوق مستوى سطح البحر وبفارق ارتفاعات بلغ 35 م، أي أعلى منطقة كانت شمالي منطقة الدراسة، والخفض كانت إلى جنوبها، الأمر الذي يعمل بصورة اساسية على الصرف الداخلي للترب المنتشرة في المشروع.
3. تراوح انحدار منطقة الدراسة من 0 الى 5.7 درجة، والتي تقع حسب تصنيف دليل مسح التربة ووزارة الزراعة الامريكية ضمن الصنفين: شبه مستوية Nearly level وخفيفة الانحدار Gently sloping.
4. أشارت نتائج الدراسة إلى أن عمق الماء الارضي تراوح بين 78 إلى 150 سم، وبأصناف صرف داخلي تراوحت بين ناقصة الصرف إلى فائقة الصرف.
5. اختلفت سلاسل الترب المنتشرة على المتعاقبات الهيدرولوجية في صنف الصرف الداخلي لاعتمادها على الظروف الهيدرولوجية للتربة، والتي تعتمد اساساً على الموقع الطبوغرافي من سطح الأرض، إذ هي بالأساس متعاقبات طبوغرافية بدلالة الظروف الهيدرولوجية.
6. أظهر محتوى التربة من النتروجين الكلي أيضاً معامل تغير مرتفع نسبياً مقارنة بالكربون العضوي، وأن معامل التغير في محتوى النتروجين والفسفور الجاهزين كانا مرتفعين مقارنة بمحتوى التربة من البوتاسيوم الجاهز.
7. انخفاض محتوى التربة من النتروجين الكلي، وبالتالي صنف النوع الجيد والمعتدل باعتماد هذه الصفة، وأن السيادة كانت لصنف النوعية تربة فقيرة المحتوى بالنتروجين الكلي ونسبة مساحة تغطية بلغت 82.14 % من المساحة الكلية للمشروع، تليها في المساحة صنف النوعية معتدلة المحتوى من النتروجين الكلي ونسبة تغطية بلغت 17.49 % من المساحة الكلية، ثم الصنف جيد المحتوى بنسبة تغطية قدرها 0.37 %
8. كان صنف التربة معتدلة المحتوى من النتروجين الجاهز هو السائد، ونسبة مساحة بلغت 61.32 % من مساحة المشروع الكلية، وذلك بسبب عمليات التسميد في منطقة المشروع وزراعة محاصيل الحبوب باستمرار.
9. أكدت النتائج أن المتعاقبة الهيدرولوجية وتوزع صفات التربة العامة والخصوبية لها دور كبير في تحديد نوعية الترب.

المراجع

- سليمان، عبدالحليم علي و أمل راضي جبير. 2014 . دراسة التغيرات المكانية لبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة في وسط السهل الرسوبي باستخدام مفاهيم الإحصاء البيدولوجي. مجلة تكريت للعلوم الزراعية، 14 (1): 236-245.
- مهدي، عباس محمد والياس، رؤوف معروف. 2009. دراسة مسح التربة وتصنيف الأراضي لمشروع كفل - شنافيه. خارطة تربة عموم العراق، وزارة الموارد المائية/ المركز الوطني لإداره الموارد المائية /قسم الدراسات البيئية.
- وهيب، قصي عبد الرزاق ووليد خالد العكيدي. 2000. معدلات التغير في صفات أوسع وحدة خريطة. مجلة العلوم الزراعية العراقية 2 - الصفات الكيميائية والفيزيائية والمعدنية. المجلد 31 (4)
- Black, C.A. 1965. Methods of soil analysis. Am. Soc. Of Agronomy , No. 9. Part 1 and 2.
- Delfine, S., F. Loreto, and A. Alvino. 2001. Drought-stress effects on physiology, growth and biomass production of rainfed and irrigated bell pepper plants in the Mediterranean region. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126(3):297- 304.
- Esri, Inc. 2014. ArcGIS 10.3 for desktop. Copy rights © 19992014-. Published in the United States of America.
- Feng, D., L. Zongsuo, , X. Xuexuan, Z. Xingchang and S. Lun. 2008. Spatial heterogeneity of soil nutrients and aboveground biomass in abandoned old-fields of Loess Hilly region in Northern Shaanxi, China. Acta Ecologica Sinica, 28(1) :13- 22.
- Gaston, L.A., M.A. Locke, R.M. Zablutowicz and K.N. Reddy. 2001. Spatial variability of soil properties and weed populations in the Mississippi Delta. Soil Science Society of America Journal, 65(2):449- 459.

- Ghimire, R., J.B. Norton and E. Pendall . 2014. Alfalfa-grass biomass, soil organic carbon, and total nitrogen under different management approaches in an irrigated agroecosystem. *Plant and soil*, 374(1-2):173- 184.
- Hailelassie, A.,J. Priess, E. Veldkamp, D. Teketay and J.P.Lesschen. 2005. Assessment of soil nutrient depletion and its spatial variability on smallholders' mixed farming systems in Ethiopia using partial versus full nutrient balances. *Agriculture, ecosystems & environment*, 108(1) :1- 16.
- Honeycutt, C.W., R.D. Heil and C.V. Cole. 1990. Climatic and topographic relations of three Great Plains soils: II. Carbon, nitrogen, and phosphorus. *Soil Science Society of America Journal*, 54(2):.476- 483.
- Jackson , M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. Prentic-Hall Inc. Englewood , Cliffs, N.J.
- Jin, J. and C. Jiang. 2002. Spatial variability of soil nutrients and site-specific nutrient management in the PR China. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2-3):165- 172.
- Keller, T. and A. R. Dexter. 2012. Plastic limits of agricultural soils as functions of soil texture and organic matter content. *Soil Research*, 50(1):7- 17.
- Kravchenko, A.N., X. Hao and G.P. Robertson . 2009. Seven years of continuously planted BT corn did not affect mineralizable and total soil C and total N in surface soil. *Plant and soil*, 318(1-2): 269- 274.
- Li, X., H. Xiao, J. Wu, Y. Su, D. Huang, M. Huang, S. Liu and H. Peng. 2006. Effects of land use type on soil organic carbon, total nitrogen, and microbial biomass carbon and nitrogen contents in Karst region of South China. *Ying yong sheng tai xue bao, The journal of applied ecology*, 17(10):1827- 1831.
- Mazzoncini, M., T.B. Sapkota, P. Barberi, D. Antichi and R. Risaliti. 2011. Long-term effect of tillage, nitrogen fertilization and cover crops on soil organic carbon and total nitrogen content. *Soil and tillage research*, 114(2):165- 174.
- McLean, E.O. and M.E. Watson . 1985. Soil measurements of plant available potassium. *Potassium in agriculture*:277 -308.
- Mzuku, M., R. Khosla, R. Reich, D. Inman, F. Smith and L. MacDonald. 2005. Spatial variability of measured soil properties across site specific management zones. *Soil Science Society of America Journal*, 69(5):1572- 1579.
- Nkedi-Kizza, P., L.A. Gaston and H.M. Selim. 1994. Extrinsic spatial variability of selected macronutrients in a sandy soil. *Geoderma*, 63(1):95- 106.
- Ogeh, J.S. and E. Ukodo. 2012. Profile distribution of physical and chemical properties in soils of a toposequence in Benin, rainforest of Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 20(1):68 -72.
- Page, A.L., R.H. Miller and D. R. Kenney.1982. *Methods of soil Analysis part (2) 2nd ed.* Agronomy 9 Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.
- Pracilio, G., M.L. Adams, K.R. Smettem and R.J. Harper. 2006. Determination of spatial distribution patterns of clay and plant available potassium contents in surface soils at the farm scale using high resolution gamma ray spectrometry. *Plant and soil*, 282(1-2):67 -82.
- Prado, M. R.V., F. T. Ramos, O.L.D.S. Weber and C.B. Müller. 2016. Organic carbon and total nitrogen in the densimetric fractions of organic matter under different soil management. *Revista Caatinga*, 29(2):263 -273.
- Price, K., C.R. Jackson and A.J.Parker. 2010. Variation of surficial soil hydraulic properties across land uses in the southern Blue Ridge Mountains, North Carolina, USA. *Journal of hydrology*, 383(3-4):256- 268.
- Raheb, A. and A. Heidari. 2012. Effects of clay mineralogy and physico-chemical properties on potassium availability under soil aquic conditions. *Journal of soil science and plant nutrition*, 12(4):747 -761.
- Ramzan, S., M.A.Wani and M. A. Bhat. 2017. Assessment of spatial variability of soil fertility parameters using geospatial techniques in temperate Himalayas. *International Journal of Geosciences*, 8(10) :1251 -1263.
- Sahrawat, K.L. 2004. Organic matter accumulation in submerged soils. *Advances in Agronomy*, 81:170 -203.
- Senthilkumar, S., A.N. Kravchenko and G.P.Robertson . 2009. Topography influences management system effects on total soil carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal*, 73(6):2059- 2067.
- Soil Science Division Staff. 2017. *Soil survey manual*. C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger (eds.). USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C.

- Tate, K.W., D.M.Dudley, N.K. McDougald and M.R. George. 2004. Effect of canopy and grazing on soil bulk density. *Rangeland Ecology and Management*, 57(4):411- 417.
- Trites, M. and S.E. Bayley. 2009. Organic matter accumulation in western boreal saline wetlands: a comparison of undisturbed and oil sands wetlands. *Ecological Engineering*, 35(12):1734- 1742.
- Winzeler, H.E., R.P. Owens, B.C. Joern, J.J. Camberato, B.D. Lee, D.E. Anderson and D.R. Smith. 2008. Potassium fertility and terrain attributes in a fragiudalf drainage catena. *Soil Science Society of America Journal*, 72(5): 1311- 1320.
- Wong, V.N., R. S. B.Greene, R.C. Dalal and B.W. Murphy. 2010. Soil carbon dynamics in saline and sodic soils: a review. *Soil use and management*, 26(1): 2 -11.
- Xia, S.W., J. Chen, D. Schaefer and M. Detto. 2015. Scale-dependent soil macronutrient heterogeneity reveals effects of litterfall in a tropical rainforest. *Plant and Soil*, 391(1-2):51- 61.
- Zhang, X.Y., S.U.I . Yue-Yu, X.D. Zhang, M.E.N.G. Kai and S. J. Herbert. 2007. Spatial variability of nutrient properties in black soil of northeast China. *Pedosphere*, 17(1):19- 29.
- Zhou, Z.C., Z.T. Gan, Z.P. Shangguan and Z.B. Dong. 2010. Effects of grazing on soil physical properties and soil erodibility in semiarid grassland of the Northern Loess Plateau (China). *Catena*, 82(2):87- 91.

N° Sp Ref: 0018

الجزء الإنجليزي
English Section

Conclusion:

Building soil organic carbon by adding organic amendments can induce soil capacity to sequester carbon dioxide from the atmosphere, increase soil capacity in storing better amounts of water available to plant absorption, and improving the soil – air condition at mixing depth.

All these positive impacts of organic amendments can help in building a sustainable agriculture with increased efficiency of used water and fertilizers. Yet the most important result of this research is: the importance of using suitable amounts in proper and effective schedule to help soil in keeping the positive and desirable changes. Adding organic matter with more than 80 ton (dry weight)/ha on average is recommended with yearly repetition that ensure compensating the lost amounts via decomposition.

Reference

- Adugna, G. 2016. A review on impact of compost on soil properties, water use and crop productivity. Academic research journal of agricultural science and research. 4(3): 93104-.
 - Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome.
 - Al-Zoubi, M.M., A.M. Alhossny and H. Drgham. 2013. Analysis methods for soil, plant, fertilizer and water. General Commission For Scientific Agricultural Research. Damascus. Syria.
 - Baldock, J. 2009. Building soil carbon for productivity and implications for carbon accounting. CSIRO Land and Water. Adelaide. SA:115-.
 - Black, G.R and K.H. Hartge. 1986. Bulk density. Methods of soil analysis. part1. Soil.Sci.Soc. Am. 363376-. Madison. USA.
 - Brown. S. and M. Cotton. 2011. Changes in Soil Properties and Carbon Content Following Compost Application: Results of On-farm Sampling. Compost Science and Utilization. 19(1): 8897-.
 - Chatterjee, R., S. Gajjela and R. K.Thirumadsu. 2017. Recycling of organic wastes for sustainable soil health and crop growth. International of Waste Resources. 7(3): 18-.
 - FAO. 2017. Soil organic carbon. Global symposium, 2123- March. Rome. Italy: 128-.
 - FAO. 2019. Recarbonization of global soils: A tool to support the implementation of the koronivia joint work on agriculture. Rome. Italy:112-.
 - Khater, E. 2012. Chemical and physical properties of compost. Research Gate . 114-: WWW.researchgate .net/publication/ 275153175/.
 - Khaleel, A., K.R. Reddy and M.R. Orercash. 1981. Change in soil physical properties due to organic wastes applications: A review. J. Envi. Qual. 10(2): 133141-.
 - Klute, A. 1986. Methods of soil analysis. part1: physical and mineralogical methods. Second addition. Soil Sci Soc of America: 493544-.
 - Kowaljaw, K., M. Gonzalez-Polo and M. J. Mazzarino. 2017. Understanding compost effects on water availability in a defraded sandy soil of Patagonia. Environ. Earth Sci. 76: 255.
 - Krull, E.S., J. O. Skjemstad and J. A. Baldock . 2004. Functions of soil organic matter and effect on soil properties. GRDC Project . Grains Research & Development Corporation:2292-.
 - Oliveira, F. C. C., G. W. D. Ferreira, J. L. S.Souza, M.E.O.Veira and A. Pedrotti. 2020. Soil physical properties and soil organic carbon content in northeast Brazil: long-term tillage system. Soil and Plant Nutrition. Scientia Agricola. 77(4): 16-.
- Walkley, A., and L. A.Black. 1934. An examination of the determining method for determining organic soil matter and an proposed modification of the chromic acid titration method soil science. 37: 2938-.

N° Sp Ref: 0019

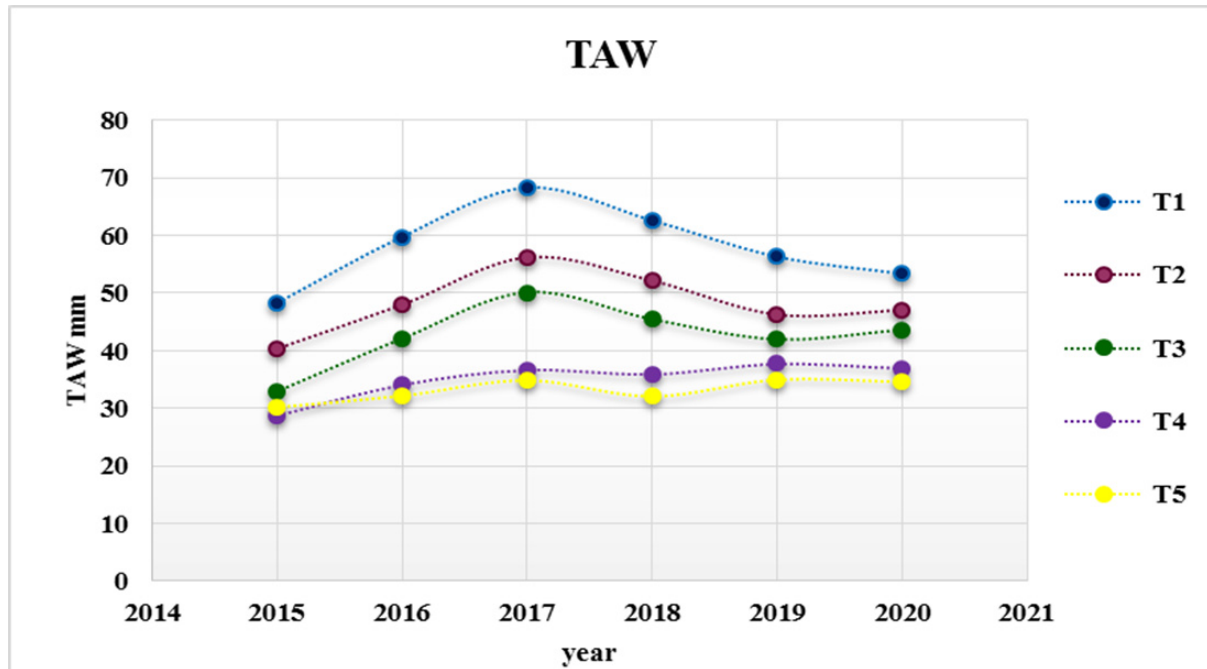


Fig. 9. Soil content of total available water (mm).

Fig. 10. Shows a strong relation between soil OC and soil TAW ($R^2 = 0.86$). This strong effect of OC is derived from its positive effect on building soil aggregates and then altering the soil pores system (number and size). Where soil water usually saved and moved. In addition to the capacity of organic compost in absorbing water then losing it to plants easier than soil particles. By using the resulted equation, an increase of 1% in soil content of OC could increase the soil TAW by (16 to 18 mm). This increase means a better water use efficiency and saving good amounts of water requirements. These saved amounts could be used to irrigate extra lands or other crops.

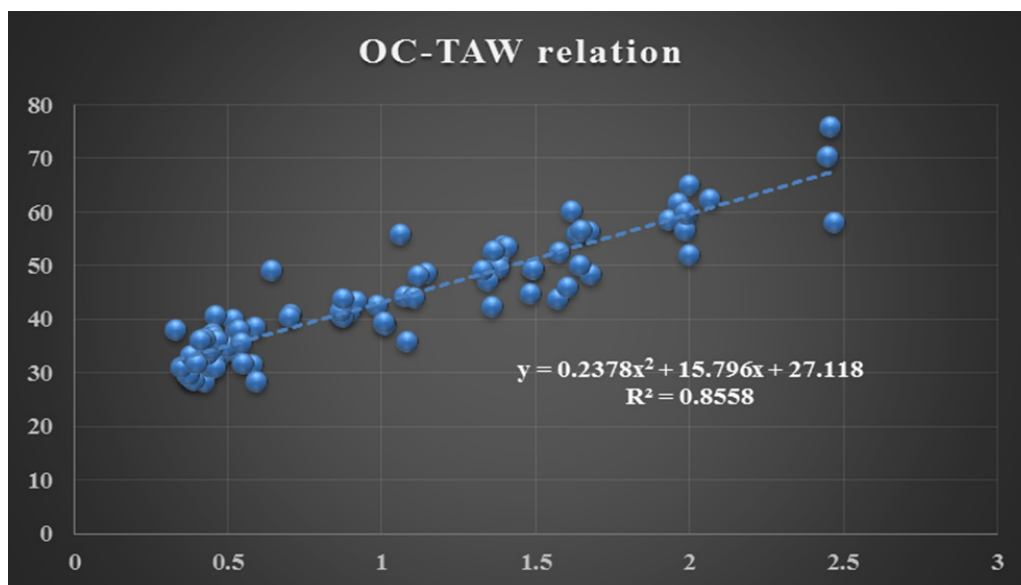


Figure 10. Relation between soil organic matter (%) and total available water (mm).

From Fig. 8, the correlation value between soil OC and FC is 0.64. Which reflect the real relation between those indicators. The result of this long-term experiment approve the non-linear relation between level of organic additions and soil FC. This result in consistent with (Khaleel et al., 1981) who mentioned a small changes in soil moisture at FC level and almost minor at wilting point level in heavy clay soil.

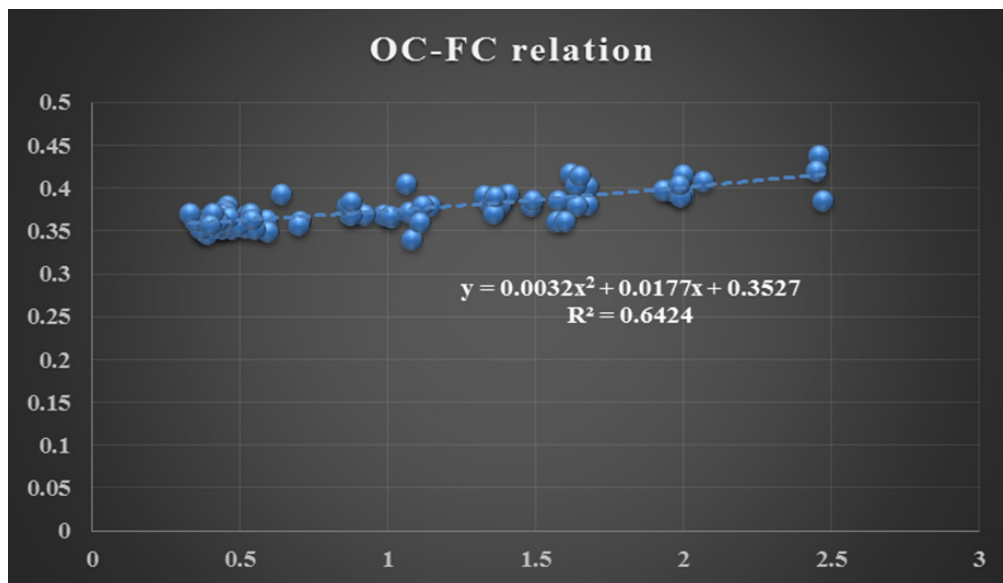


Figure 8. Relation between Soil field capacity (m³/m³) and Soil content of organic carbon (%).

Because, not only soil content of OM and OC would determine soil capacity to save moisture, but also the soil structure, pores size and their consistence on the other hand. Organic carbon alter the formation of better soil aggregates (Adugna , 2016), which in heavy soils (rich of micro-pores) has a positive effect on increasing the macro-pores and improve the water movement within soil profile (Krull et al., 2004). Although all the values of FC over six years of study were significantly higher than both: mineral treatment and control.

5- Soil content of total available water- TAW (mm):

Studying soil content of total available water can give a better estimation of soil condition related to its capacity in providing water to plants without stress or spending extra energy to absorb water instead of depending only on soil FC.

From Fig. 9. It is obvious that all levels of compost increased soil content of TAW significantly, since the early beginning of the trial. Although, T1 treatment could increase TAW with (20- 25- 22)% higher than T2 which increased TAW with (2312-14-)% comparing with T3 respectively during the years of additions (2015-2017-). On the other hand, T1 was better than T2 and T3 in saving the positive changes after cutting compost additions. This due to compost effect on soil Bd ($R^2= 0.93$) and soil FC ($R^2= 0.94$). Changes in T4 and control Treatments was merely 12% in the year 2018 - as best recorded value- and is due to the grass residues and reduced tillage (Oliveira et al., 2020). This result agrees with results of (Brown and Cotton, 2011).

A strong correlation ($R^2= 0.81$) was found between both (fig. 6). This is because of the role of organic carbon in inducing specific changes in soil structure, soil pores phase and soil weight (mixing soil with lighter organic materials –table3). Depending on this strong relation and with taking the reduction of soil organic carbon content after the year 2017 into consideration, the later increase in soil bulk density values becomes understood. Although soil bulk density in all treatments received, compost additions were better than mineral and control treatment both at the same year 2020 and at comparing with the base year 2015 after six year of study.

This trend of changes indicates to the reason of changes with time: at beginning the decrease of clay soil density with compost addition is mainly due to the difference in densities between soil and compost, therefore it is a weight matter. Yet after six years of study and with losing a part of added compost, the changes at 2020 was mainly due to changes of soil structure and the pore part alteration.

4-Soil Field capacity –FC (m^3/m^3):

The values of soil FC in Fig. 7. Is the volumetric values resulted from multiplying soil moisture at field capacity (weight content) with soil bulk density. Therefore, the values from 2015 to 2017 were increased drastically with the increase of compost level, and that goes along with the findings of (Khaleel et al., 1981) and due to the capacity of organic matter to absorb higher amounts of moisture (Table 3) . Yet the most important result is the soil behavior after stopping the additions. It is obvious from figure 7. That T3 treatment faced a decline in soil moisture content at FC in 2018 directly after the last addition in 2017. While T2 could achieved a more stable moisture content tell 2018- two year after cutting the additions-. The best result was obtained in T1, where the larger compost additions helped to achieve almost stable moisture content for 3 years and only declined by the year 2020. This result is very crucial and could approve the difference in suitable amounts of organic amendments for physical changes from those used as organic fertilizers. As well, ensure the possibility of building a soil with better capacity to obtain and save moisture from precipitation and irrigation water by increasing soil organic carbon.

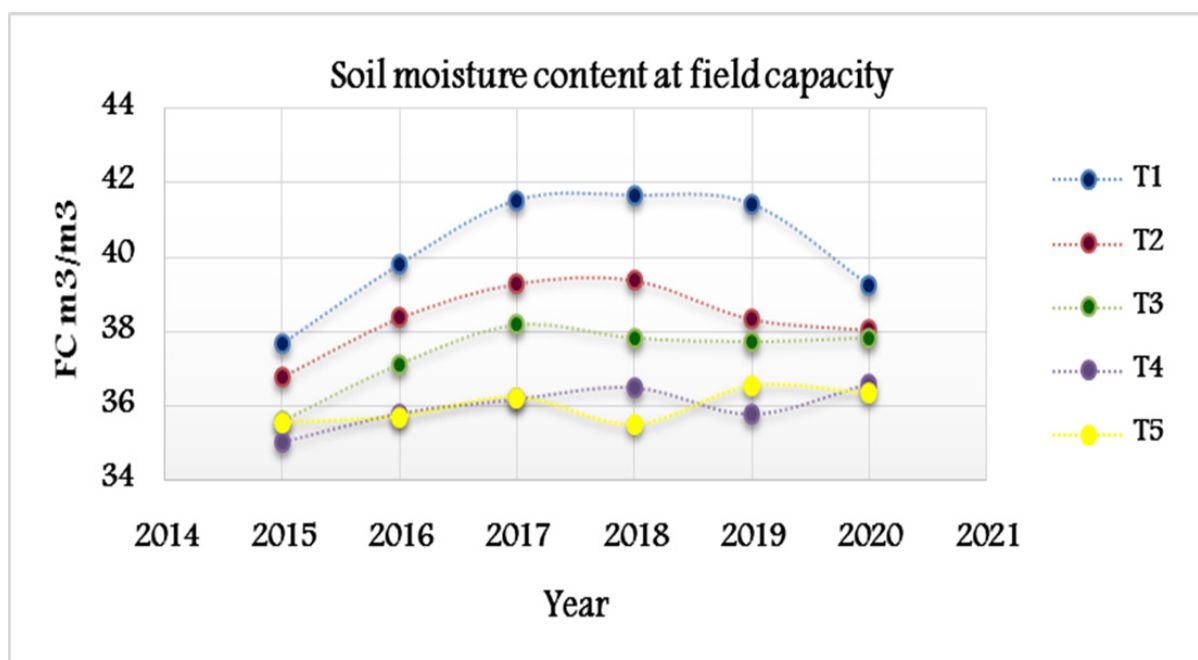


Fig.7. Soil moisture content at field capacity (m^3/m^3).

soil capacity of sequestering carbon increased with 167%-131%-42% in T1-T2-T3 respectively in 2020 comparing with control, although the organic additions stopped since 2017. While mineral additions in T4 led only to a minor increase of 5% comparing with control.

3- Soil Bulk density –Bd (g/cm³):

Differences in soil organic carbon content was directly reflected in soil bulk density values. The higher increase of OC in T1-2017 resulted in a decrease of 31% in soil Bd. Which was the highest percent over the six years. A similar behavior was found for other treatments and years. Large number of previous researches approved this result (Brown and Cotton, 2011; Kowaljow et al., 2017), that's why a relationship was studied between soil content of OC and soil Bd (fig. 6).

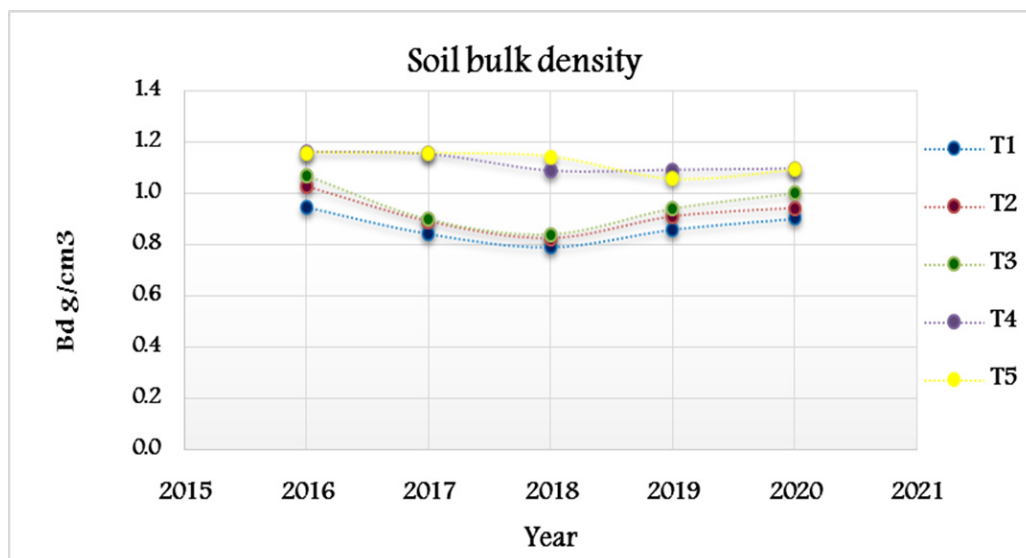


Figure 5. Soil Bulk density (g/cm³).

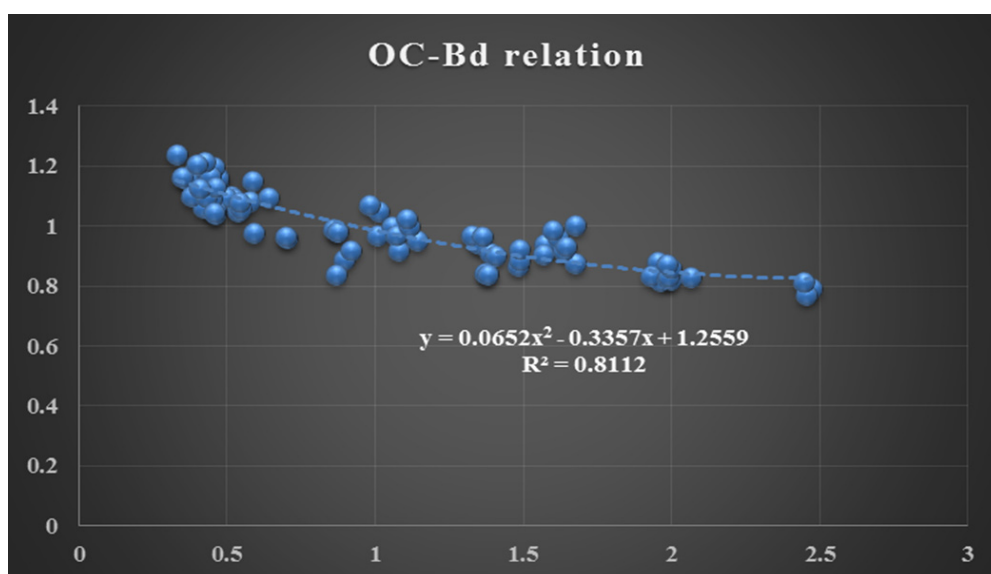


Fig. 6. Relation between Soil Bulk density (g/cm³) and Soil content of organic carbon (%).

Soil in the mineral treatment as well as the control-T5 showed unstable behavior, increased content from 2015 to 2018 then declined with time during the next years.

Despite of the fact that: 28% (0.54% OC) was the maximum increase in T4 comparing with control over six years of study. This increase was due to the organic residues from the grass cover, and the fluctuation is a natural result to the differences in growth rate and dense of grass over years of the study.

The maximum peak of increase was in 2017, and in spite of the following decrease, T1 was 24%- 104%-210%-243% higher than (T2-T3-T4-T5) respectively at the end of the trial.

This trend of decrease is predicted after stopping the additions, in addition to the high temperature degrees during the years of study, which accelerated the decomposition of soil organic matter , this agree with that mentioned by (FAO, 2017).

2-Soil carbon sequestration potential –Cseq (ton/ha):

Soil carbon sequestration was calculated for the upper (030- cm) soil layer.

From a mathematical sight, soil carbon sequestration potential would increase with every increase of soil content of OC (Equation 2). Figure 3. is a clear evidence of this relation, Cseq increased during years of additions in treatments of compost, then directly decreased with cutting the additions. A natural trend with decreased soil OC and increased soil Bd (the main factors of Equation 2 for a fixed soil layer).

Climate change side by side to unsustainable agricultural practices translated into SOC loss and releasing considerable amounts of CO₂ into the atmosphere. For this reason the resulted strong relation R²=0.99 that found (OC-Cseq) (fig. 4) should be activated and functioned to increase the soil capacity to sequester carbon and mitigate Carbon dioxide emissions(FAO, 2019).

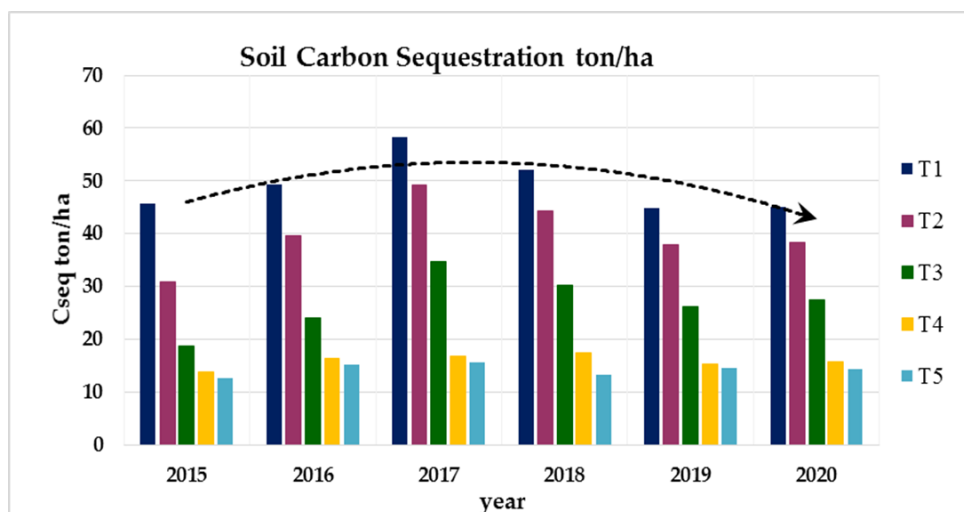


Fig. 3. Soil carbon sequestration potential (ton/ha) over six years of study.

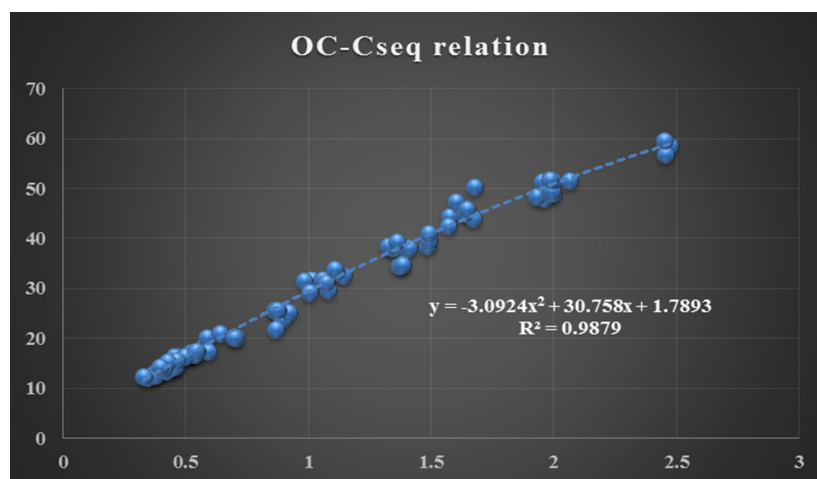


Fig.4. Relation between soil content of organic carbon (%) and carbon sequestration potential (ton/ha).

6- Studied parameters:

This research concentrated on studying the behavior of some soil physical properties with the organic additions.

I. Soil content of organic carbon-OC (%): as 58% of the soil total content of organic matter determined by Walkley-Black method (1934).

II. soil bulk density – Bd (g/cm³): by using the cylinder method (Blak and Hartge, 1986).

III. soil field capacity –FC (m³/m³): by cylinder method (Klute, 1986).

IV. soil content of total available water –TAW: by using the following equation from (Allen et al., 1998).

$$\text{TAW (mm)} = 1000 \times (\theta_{FC} - \theta_{Wp}) \times Z_e \dots\dots\dots \text{Equation (1)}$$

where:

- θ_{FC} :soil water content at field capacity level (m³/m³).
- θ_{Wp} :soil water content at wilting point level (m³/m³).
- Z_e : depth of amended soil layer (m).

soil carbon sequestration potential –Cseq (ton/ha): by using the following equation from (Baldock, 2009).

$$\text{Cseq (ton/ha)} = Z_e \times Bd \times OM \dots\dots\dots \text{Equation (2)}$$

Where:

Z_e : studied layer depth (cm).

Bd: soil bulk density (g/cm³).

OM: soil content of organic matter (%).

7- Statistical analysis:

After collecting data from six years for all studied parameters, GenStat12 edition was used to calculate the least significance difference- LSD at 5% significance level (One-way ANOVA in randomized blocks).

Results and discussion:

1- Soil content of organic carbon –OC (%):

Soil content of organic matter and then organic carbon is the result of input/output balance of organic sources. Therefore, directly affected by compost addition, (Fig 2)The increase was higher -as predicted- with high levels of additions (T1&T2 treatments), this result agree with the findings of (Chatterjee et al., 2017). As well as increased with the repeating of the organic additions from 2015 to 2017. After stopping the additions, there was an obvious decline of (18 -19- 22%) in T1-T2-T3 respectively. This decreasing trend continue during the next years, although it was clearer in 2019 comparing to 2020.

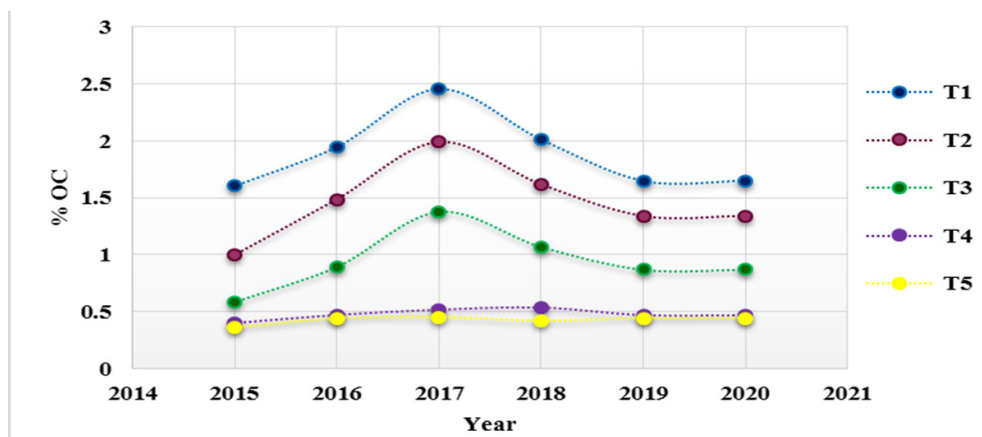


Fig.2. Soil content of organic carbon %.

Table 4. Added amounts of compost during the years (2015 - 2017)- compost content of nitrogen (%).

Year of study/ Treatment	Added amount (dry weight) kg / plot			Added amount (fresh weight) kg / plot		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
2015	80	40	20	93	46.5	23.2
2016	60	30	15	69.8	29	17.5
2017	50	25	12	58	32.5	14.5

The first additions (additions of treatment T1 as a base treatment) were calculated according to soil & compost analysis and the required amount of compost was 80 ton/ha. Treatment. T2 received only organic fertilizers equals to half the amounts of T1, and T3 received half the amounts of compost add to T2 treatment and the other half as mineral nitrogen (Urea 46%) .(table 4) While the mineral treatment received the nitrogen amounts as Urea 46%, and control treatment without any addition T5

4- Experimental design:

The experiment was designed as complete randomized blocks. And figure (1) shows the locations of each treatment. Four treatments were applied, in addition to a control treatment, in order to compare the changes. By replicating each treatment for three times, 15 plots were resulted in total. Each plot was 9 m² and 2 m was left as interval distance between adjacent plots from all sides.

5- Agricultural management:

After calculating the right amounts of compost, the additions were prepared according to the plot area and compost moisture content, then mixed within the upper 025- cm of the soil of each plot. No crop was planted and grass was left to grow then mixed into the soil with tillage. Tillage was applied once a year and in a way that ensure a good compost incorporation, reduce the soil disturbance and the possibility of moving out of the plot. Soil samples were taken in August of each year, from three different places of each plot far from the sides.

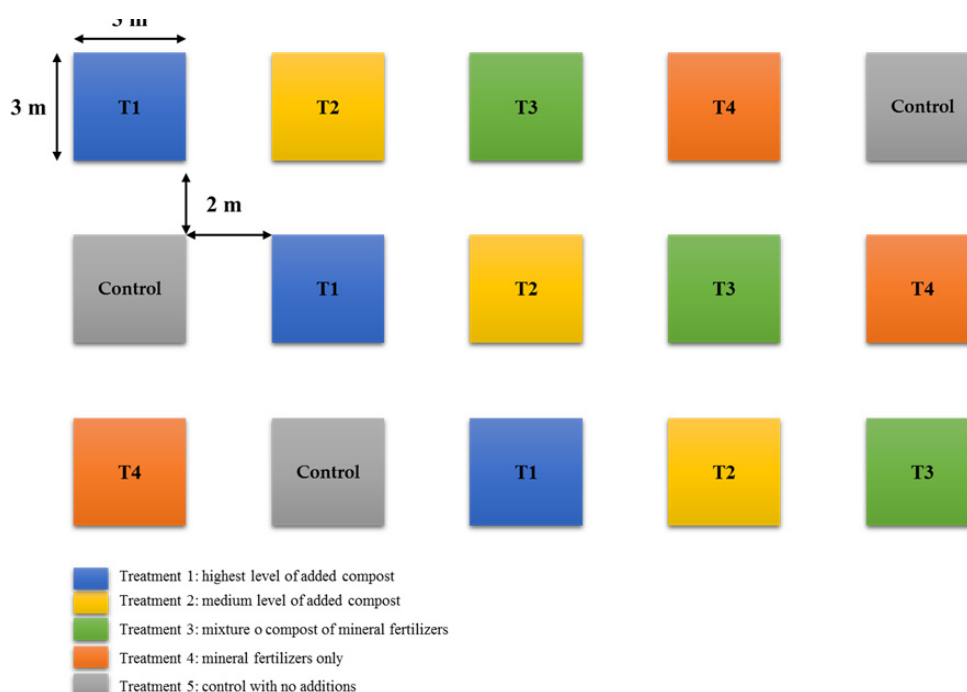


Figure 1. distribution of experimental plots in the field

additions?

Literature researches can answer that question: a great number of those studies used organic matter as an organic fertilizer to reduce the use of mineral fertilizers with natural alternatives -low in cost-. The added amounts were only enough to affect the chemical properties but not the physical ones. Only few studies discussed the additions of organic fertilizers as soil amendments not only nutrients.

Results of Khaleel et al. (1981) were the first to mention the importance of additions' size on the produced effects, and found that bigger and repeated amounts are needed to induce any physical changes.

Therefore, this research aimed to study the effects of large levels of organic compost on heavy clay soil, and their capacity to save the changes after cutting the organic additions.

Material and Methods

1- Site of experiment:

the research was conducted in Hout research station (32.47 lat., 36.60 long., 1050 Alt.), which located in the south of Syria (Al-Swaida governorate). The annual precipitation is 250 mm, although it was declined remarkably during the recent years. The average temperature vary in average from 35 C° in hot summer to about 13 C° or less in cold season.

2- Soil characteristics:

the chemical and physical characteristics of studied soil are shown in tables (1 and 2) and analyzed according to the methods mentioned in (Al-Zoubi et al., 2013) , the tested soil was a heavy clay soil, poor in organic matter content ($\geq 0.5\%$)

Table 1. Soil chemical properties.

Sample depth (cm0	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	OM (%)	pH	EC(dS/m)	CaCO ₃ (%)
					Saturated paste		
30-0	0.02	3.5	350	0.5	7.5	0.4	0.8

Table 2. Soil physical properties.

Sample depth(cm)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Bd	Rd	FC (m ³ /m ³)	PO (%)	Infilt (cm/h)
				(g/cm ³)				
30-0	58	23	19	1.15	2.76	0.36	58.15	1.5

3- Compost characteristics and the added amounts:

The used compost was derived from the recycling factory of Damascus governorate. Which, went under several analyses to ensure its validation to be incorporated in agricultural land (content of heavy metals in particular).

The physical properties of the compost were estimated according to the methods mentioned in (Khater, 2012) as shown in table 3.

Table 3. Compost physical properties.

Compost sample	Bulk density- Bd g/cm ³	Saturation Capacity- SC g water/ g compost	Total Porosity-Po %	Organic Matter -OM %	C/N	MOISTURE
2015	0.58	3.3	64.5	37	17:1	16.4
2016	0.58	3.4	65.1	38	16:1	16.4
2017	0.58	3.2	64.3	37	17:1	16.1

Abstract

A field experiment was conducted in Hout research station- The General Commission for Scientific Agricultural Research-, located in the south of Syria (Al-Swaida Governorate) over the period from 2015 to 2020 -and still on going- to study the effect of adding different levels of organic amendment- Compost of town refuse- on some soil physical properties (2015-2017). Then studying the soil capacity to preserve changes after stop adding the organic additions (2018- 2020) to a heavy clay soil.

The results showed several positive changes of all tested organic levels, although the treatment (T1; the highest level of compost 80 ton/h) of adding dry compost was the best on all studied indicators, and improved soil content of organic carbon by 442% in 2017 and with 243% at 2020 after three years of stopping the amending procedure. A desirable decline in soil bulk density of 31% and 22%. In addition to a positive increase in soil moisture content at field capacity with 15% and 8% , in soil content of total available water with 96% and 54% . And raising the capacity of soil carbon sequestration potential with 275% and 167% at the same dates respectively. While insignificant changes were detected with mineral fertilizer in T4 treatment in compare with the control.

Key words: Bulk density, Carbon sequestration, Field capacity, Mineral fertilizer, Organic carbon.

Introduction

The recent researches addressed huge challenges facing the conventional agriculture, which has been depending on mineral fertilizers, with many negative impacts on the environment and low capacity to build a sustainable agriculture (Voltr et al., 2021). At the same time, the term “ soil health” has become among the most used and discussed issues during the last decades, after the dangerous threats emerged from the unwise human , industrial and agricultural use of soil all over the world.

The global soil partnership-FAO has adopted this term and specified a group of soil properties, which are strongly related to soil health, and consider them the most important and the ones to start working on. In addition to start raising the awareness of soil health in order to achieve a sustainable use of our soil. SOC was on the head of that list due to its importance and effect on soil properties and finally the soil productive capacity as a source of human food and life for a great deal of population.

Nevertheless, what is the soil organic carbon- SOC? Why it is important to build the soil content of organic carbon- OC?

SOC is a composite of different materials with different extent of decomposition, wide range of different chemical, physical properties, size, composition and type SOC importance is derived from playing a major role in soil functions, from chemical (CEC- pH buffering..etc), physical (water retention capacity – soil structure and aggregate stability.. etc) to biological properties (source of energy- nutrient..etc) (Baldock, 2009)..

Soil content of OC is not stable, but a process of balance between the inputs and the outputs, yet the detected values of the Syrian agricultural lands cannot meet the desired levels for an ideal soil health.

Increased temperature side by side with the decreased precipitations because of the recent climate change, have increased the threat and potential of losing the SOC by accelerating the Soil organic matter- SOM decomposition. According to FAO (2017) soils from various agro-ecosystems have lost 2575%-of their SOC pool. Therefore, the urgent need and importance of building the SOC must be highlighted.

Building strategies vary according to site-specific factors. However, increasing the inputs by adding organic amendments considered among the basics. Organic fertilizers can directly increase the pool of soil organic carbon, and indirectly through increasing the soil content of nutrients (N-P-K and other micro-elements) (Voltr et al., 2021????),and inducing a better plant growth with a higher crop residues which, come back to soil after harvesting.

Nevertheless, why this function did not lead to save SOC and achieve a sufficient level of OC over years of



دور المحسنات العضوية في بناء كربون التربة العضوي Role of Organic Amendments in Building Soil Organic Carbon

A.S. Muhaimed⁽¹⁾ R. F.Zahalan⁽²⁾ M. Al-Zoubi⁽³⁻⁴⁾

profahmad1958@yahoo.com manhalzo@yahoo.com rihamzah7@gmail.com

- (1) Head of Land Management and Water Uses Department/ACSAD.
- (2) Head of Soil Maintenance and Reclamation Department, General Commission for Scientific Agricultural Research, GCSAR, Syria..
- (3) Head of Administration of Natural Resource Research, General Commission for Scientific Agricultural Research, GCSAR, Syria.

المُلخَص

أجريت تجربة حقلية في محطة بحوث حوط التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية، والتي تقع في محافظة السويداء جنوبي سورية، خلال الفترة من عام 2015 لغاية عام 2020 ولا زالت مستمرة - بهدف دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من كومبوست قمامة المدينة في بعض الخواص الفيزيائية (2015-2017)، ثم دراسة قدرة التربة على الاحتفاظ بتلك التغيرات بعد قطع الإضافات العضوية (2018-2020) في تربة طينية ثقيلة القوام.

بينت النتائج تغيرات إيجابية عدة في كل المستويات العضوية المختبرة، رغم أن المعاملة T1 ذات الإضافة الأعلى (80 طن/هـ) كانت الأفضل في كل المؤشرات المدروسة، وحسنت محتوى التربة من الكربون العضوي بنسبة 442 % في العام 2017، وبنسبة 243 % في العام 2020 بعد ثلاث سنوات من توقف عملية التحسين، مع انخفاض مرغوب في الكثافة الظاهرية للتربة بنسبة بلغت 31 % و 22 % على التوالي، بالإضافة لزيادة إيجابية في محتوى التربة الرطوبي عند حد السعة الحقلية بنسبة بلغت 15 % و 8 %، وفي محتوى التربة من الماء الكلي المتاح بنسبة قدرها 96 % و 54 % على التوالي، ورفع قدرة التربة على احتجاز الكربون بنسبة بلغت 275 % و 167 % للمواعيد ذاتها على التوالي، بينما وجدت تغيرات غير معنوية للسماد المعدني في المعاملة T4 مقارنة بالشاهد.

الكلمات المفتاحية: الكثافة الظاهرية، احتجاز الكربون، السعة الحقلية، السماد المعدني، الكربون العضوي.



Editor in Chief

Prof. Dr. Naser Addin Alobaid

Vice Editor in Chief

Dr. Ayham Al- Homssi

Managing Editor

Dr. Tharwat Ibrahim

Editorial Board

Acsad.jae@gmail.com

tharwat.ibrahim68@gmail.com

ISSN: 2305-5243 - AIF: 181/2021

English section