مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 47 . العدد 12

1447 هـ - 2025 م

الأستاذ الدكتور طارق حسام الدين رئيس جامعة حمص **المدير المسؤول عن المجلة**

أ. د. وليد حمادة	**رئيس تحرير مجلة جامعة حمص للعلوم الإنسانية**
د.نعيمة عجيب	**رئيس تحرير مجلة جامعة حمص للعلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية**

د.محمد فراس رمضان	عضو هيئة التحرير
د. مضر سعود	عضو هيئة التحرير
د. ممدوح عبارة	عضو هيئة التحرير
د. موفق تلاوي	عضو هيئة التحرير
د. طلال رزوق	عضو هيئة التحرير
د. أحمد الجاعور	عضو هيئة التحرير
د. الياس خلف	عضو هيئة التحرير
د. روعة الفقس	عضو هيئة التحرير
د. محمد الجاسم	عضو هيئة التحرير
د. خليل الحسن	عضو هيئة التحرير
د. هيثم حسن	عضو هيئة التحرير
د. أحمد حاج موسى	عضو هيئة التحرير

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة حمص

سورية . حمص . جامعة حمص . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

. موقع الإنترنت : www.homs-univ.edu.sy

. البريد الالكتروني : journal.homs-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة حمص

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- **اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:**

يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقته على النشر في المجلة.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:**

يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :**

يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.

- **اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :**

يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):**

عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1- مقدمة

2- هدف البحث

3- مواد وطرق البحث

4- النتائج ومناقشتها .

5- الاستنتاجات والتوصيات .

6- المراجع.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب – الاقتصاد– التربية – الحقوق – السياحة – التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):**
- عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ- قياس الورق 17.5×25 B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 – يمين 2.5- يسار 2.5 سم

ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20

ـ كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي ـ العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.

8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.

9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.

10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة ـ الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة ـ سنة النشر ـ وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة ـ دار النشر وتتبعها فاصلة ـ الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة.

وفيما يلي مثال على ذلك:

–MAVRODEANUS, R1986– **Flame Spectroscopy**. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

ـــ بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة ـــ المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة ـــ أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases **Clinical Psychiatry News** , Vol. 4. 20 – 60

ج. إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة حمص

1. **دفع رسم نشر (50000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.**
2. **دفع رسم نشر (200000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .**
3. **دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .**
4. **دفع مبلغ (15000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.**

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
تأثير المعاملات الزراعية المختلفة في خصائص التربة الزراعية وانتاجيتها من محصول فول الصويا الصنف SB44 بمنطقة حمص	د.محمد احمد	34-11
تأثير استخدام السيلينيوم النانوي بتراكيز مختلفة عند تغذية نعاج العواس في بعض مؤشرات الحليب	ايهاب عبيدو د. حسان عباس د.عبد الناصرالعمر د.ثناء شريتح	60-35
تأثير إضافة حمض السوربيك وحمض الخليك على الايشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو في اللحوم الحمراء والبيضاء	عمار حاجي العلي د.عبد العزيز عروانه د.غياث سليمان	72-61
تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الآزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي	م.أحمد عطية أ.د.بشار حياص د.فادي عباس	110-73
دراسة تأثير الرش الورقي بأكسيد الزنك النانوي في بعض الصفات الفسيولوجية والإنتاجية لصنفين من الفول السوداني	يوسف هاشم يوسف د.أولا نديم قاجو د.لينا ممدوح النداف	141-111

تأثير المعاملات الزراعية المختلفة في خصائص التربة الزراعية وانتاجيتها من محصول فول الصويا الصنف SB44بمنطقة حمص

اعداد : الباحث د. محمد احمد

الملخص

تختلف الاراء بين أفضلية استخدام الاسمدة العضوية او المعدنية وأيضا أفضلية أعماق الحراثة للنمو النباتي الأمثل لذلك قمنا بتنفيذ بحث علمي في محافظة حمص_قرية عيصون باستخدام انواع مختلفة من الاسمدة(روث الأبقارNPK،)وعمقين للحراثة القلابة القرصية (15-25)سم اضافة للشاهد (بدون تسميد،بدون حراثة) مع دراسة الفروق المعنوية لبعض خصائص التربة المزروعة وعدد الأعشاب الضارة والإنتاجية لمحصول فول الصويا الصنف SB44، بعد التحليل الإحصائي لبيانات التجربة التي صممت وفق التصميم العشوائي التام بثلاثة مكررات لكل معاملة تجريبية وذلك باستخدام برنامج ANOVA، لوحظ تفوق معاملة الحراثة القلابة القرصية بعمق 25سم وإضافة السماد العضوي روث الأبقار بمعدل 20طن/هـ على باقي معاملات التجربة من ناحية تحسين خواص التربة الزراعية(كثافتها، محتواها الرطوبي) والحد من عدد الأعشاب الضارة بوحدة المساحة، كذلك في الغلة البذرية لمحصول فول الصويا الصنف SB44المزروع في التجربة.

الكلمات المفتاحية: عمق الحراثة، نوع السماد، فول الصويا، الانتاجية.

أولاً: المقدمة والدراسة المرجعية

تساهم البقوليات في تحسين خصوبة التربة وتقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية، غنية بالبروتين النباتي، الألياف، والفيتامينات، توفر مصدرًا غذائيًا منخفض التكلفة وعالي القيمة، خاصة في المناطق الريفية والنامية(عبد الرحمن، عبد القادر، 2025).

فول الصويا ((Glycine maxنبات بقولي حولي ذو جذر وتدي يصل إلى عمق 1.5 متر، تنمو عليه جذور ثانوية تنتشر حتى عمق 30 سم، تحمل الجذور عقدًا بكتيرية من نوع * *Rhizobium japonicumلتثبيت النيتروجين الساق مستديرة ومزغبة، الأوراق متبادلة، ثلاثية الوريقات، ذات أعناق طويلة، مزغبة في بعض الأصناف، الأزهار صغيرة الحجم، بنفسجية أو بيضاء، تتشكل في آباط الأوراق الثمار قرون قصيرة مزغبة، تحتوي غالبًا على 2–3 بذور مستديرة أو بيضاوية الشكل، البذور تحتوي على 15–22% زيت و40–50% بروتين، وتعد ذات قيمة غذائية عالية(الشحادة العودة،2009)

إن الاسم العلمي لنبات فول الصويا *Glycine hispida Max* والإنكليزي *Soybean*تابع للجنس Glycine الفصيلة البقولية Fabaceae =Leguminosae وفي الفصيلة الفراشية Papilionaceae (Faboideae) (نقولا، 2005)

الحراثة هي عملية ميكانيكية تهدف إلى تهيئة التربة للزراعةعبر تفتيتها وتحسين بنيتها الفيزيائية، مما يسهل نمو الجذوروامتصاص العناصر الغذائية((Thakur,singh,2025

تختلف وجهات نظر ومواقف المزارعين البيئيين والعضويين في العالم حول مسألة الحراثة . لكن بشكل عام ، وانسجاماً مع ظروف مناخنا الجاف وشبه الجاف ، بإمكاننا القيام بالحراثة مرتين في السنة بهدف تحسين الخواص الفيزيائية للتربة ، ومن الضروري تحديد عمق الحراثة الأفضل والمتلائم مع حجم الانتشار للمجموع الجذري الخاص بكل محصول وينصح البعض بعدم التعمق

في الحراثة أو التخفيف منها للمحافظة على رطوبة التربة ، في حين ينصح آخرون في بعض المناطق الجافة بعدم الفلاحة (Tsuji et al ,2006).

– توجد علاقة ارتباط إيجابي بين عمق وجود البذور (ضمن النطاق الحيوي) ونسبة إنباتها، خاصة في الترب الطينية ذات التهوية الجيدةهذا الارتباط يفسر سبب ظهور الأعشاب الضارة بشكل متكرر في الحقول التي تخضع لحراثة سطحية فقط، حيث تبقى البذور في نطاق الإنبات المثالي(ابراهيم وأخرون،2021)

ادى استخدام روث الأبقار بمعدل 25طن /هـ لزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة بنسبة 22% مقارنة بالشاهد(عبدالله، المصري،2024)

تعد المادة العضوية من أهم مكونات التربة التي تحسن من خصوبة التربة والتحبب فيها وتحافظ على بناءها الجيد والتهوية مما يؤثر إيجاباً في إنتاجية المحصول (Naik et al .2014.

توصل (Lobimov,2012) إلى أن الحراثة القلابة بعمق 20 سم مع إضافة روث الأبقار على الطبقة السطحية للتربة المحروثة أدت إلى إنقاص الأعشاب الضارة وزيادة محتويات NPK في الطبقة المحروثة وقللت من تبخر الرطوبة من الطبقة المحروثة في ارض البور ضمن الدورة الزراعية.

ثانياً: أهمية ومبررات البحث:

بينت الدراسات والتجارب السابقة للباحثين ماهية المعاملات الزراعية الصحيحة من ناحية عمق الحراثة ونوع السماد المضاف اثناء تهيئة التربة لزراعة أي محصول ضرورة إجراء أبحاث زراعية في كل منطقة ولكل محصول يراد زراعته، فالبعض يرى ضرورة إجراء الحراثة القلابة القرصية بعمق 25سم مع إضافة الانواع المختلفة من الأسمدة المستخدمة(عضوية، معدنية) ، ويعارضهم

أخرون بتأكيدهم على ضرورة الحراثة بعمق 15سم مع إضافة أشكال أخرى من أنواع مختلفة من الأسمدة ، لذلك يجب إجراء المزيد من الدراسات لتحضير التربة الزراعية للهروب من الضياع الممكن لخصوبتها والوصول للحالة المتوازنة بهدف زراعة المحصول الملائم مع المعاملة المناسبة لنموه وإنتاجيته، ففي بحثنا الحالي تم دراسة تأثيرالمعاملات المختلفة لتحضير التربة الزراعية في بعض خصائصها وانتاجيتها من محصول فول الصويا باعتباره أحد أهم المحاصيل البقولية الغذائية والذي تعد منتجاته الثانوية ذات أهمية علفية للحيوانات الزراعية.

ثالثاً: هدف البحث :

إيجاد أفضل معاملة زراعية(عمق الحراثة، نوع السماد المضاف)لتحضير التربة لزراعتها بمحصول فول الصويا SB44للوصول إلى النمو والغلة البذرية الأمثل لهذا المحصول ودراسة تأثيرها في بعض الخصائص الفيزيائية (المحتوى الرطوبي، الكثافة الظاهرية) والحد من عدد الأعشاب الضارة .

رابعاً: مواد وطرائق تنفيذ البحث :

4-1 المادة النباتية: تمت زراعة فول الصويا الصنف (Sb44) هو صنف ذو إنتاجية جيدة مقارنة مع الأصناف الأخرى، ارتفاع قرنه الأول عن سطح التربة حوالي (8 سم)، أما ارتفاع النبات فيصل حتى (80 سم)، وهو مقاوم للانفراط والضجعان ومن الأصناف المتوسطة النضج

4-2-**فترة الدراسة** : الموسم الزراعي 2024م.

4-3-موقع تنفيذ الدراسة :حقل خاص بقرية عيصون تبعد حوالي 12كم عن مدينة حمص بالاتجاه الغربي، وتم أجراء بعض الأعمال المخبرية في مخابر كلية الهندسة الزراعية جامعة حمص.

4-4-التربة المزروعة: يبين الجدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة

الجدول (1) التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع المدروس.

توزع حجم جزيئات التربة			قوام التربة	النتروجين المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	المادة العضوية%	PH
رمل %	سلت %	طين %						
42	23	35	طينية	40.03	61.00	17.09	2.01	7.3

من خلال الجدول نلاحظ أن التربة طينية فقيرة بالمادة العضوية وذات تفاعل قاعدي ومتوسطة المحتوى بالعناصر المعدنية .

5-4-المعطيات المناخية السائدة في موقع التجربة :

تم التعرف على المعطيات المناخية بمنطقة البحث من أقرب محطة أرصاد جوية كما هو موضح بالجدول(2)

الجدول (2). الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة

الشهر	درجة الحرارة العظمى مْ	درجة الحرارة الدنيا مْ	الرطوبة النسبية العظمى%	الرطوبة النسبية الدنيا %	الهطول (مم)
نيسان	**25.463**	**13.05**	**90.033**	**42.867**	**0.733**
أيار	**26.33**	**15.30**	**86.39**	**38.81**	**0.66**
حزيران	35.80	21.45	81.07	31.33	0.00
تموز	33.56	23.38	83.93	37.27	0.00
اب	**33.41**	**23.03**	**87.29**	**38.77**	**0.00**
أيلول	**31.19**	**20.48**	**88.54**	**39.18**	**0.01**
تشرين الأول	**27.80**	**12.98**	**77.48**	**31.94**	**0.01**

المصدر: محطة البحوث العلمية الزراعية بحمص،2024م

من النظر للبيانات الواردة في الجدول (2) تبين أن المعطيات المناخية كانت موزعة بشكل مناسب لنمو وتطور محصول فول الصويا المزروع في جميع أطواره بمنطقة التجربة.

4-6-التصميم وطريقة التنفيذ:

وفقاً لتصميم العشوائي التام كما هو موضح بالشكل (1) وحللت النتائج المستحصل عليها احصائيا باستخدام برنامج (ANOVA).

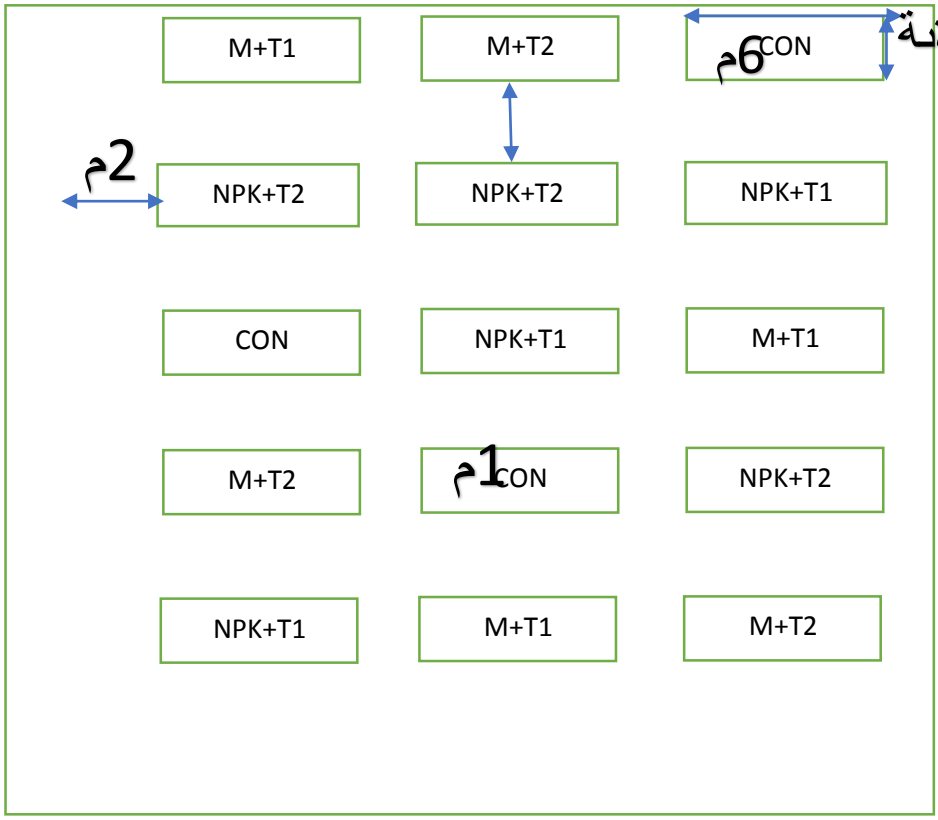
4-7-عوامل التجربة:

الشاهد : بدون حراثة وبدون إضافات سمادية

عمق الحراثة : ستتم الحراثة على عمقين : (15و25) سم ، علماً أن الحراثة هي حراثة قلابة قرصية ستتم بواسطة المحراث القلاب القرصي Standrad disk ploupوهو محراث مصمم من الحديد القاسي الصلب ويحوي ثلاث أسلحة مزودة بأقراص متعرجة الحافة ومسننة ذو شكل اسطواني قطره (65سم)يقوم بقلب التربة بشكل مائل اثناء عملية الدوران أي يقوم بالقلب والتفتيت للطبقة المأخوذة من الأسفل إلى الأعلى والعكس صحيح ، مزود بعجلة من الحديد الصلب وتحتوي مقياس لتحديد عمق الحراثة.

معاملات التسميد:١_تسميد **متوازن** :NPK(20:20:20)متوازن، حيث ستتم الإضافة عند ظهور الأوراق الحقيقية للنبات بمعدل 25كغ/د.

٢_تسميد **عضوي** (روث أبقارالمتخمر) بمعدل 20طن/هـ وسيضاف قبل الحراثة الأساسية بشهر واحد .**ويبين الشكل(1) مخطط التجربة وفقاً لتصميم العشوائي التام**



الشكل(1): مخطط التجربة وفقاً لتصميم العشوائي التام.

con : بدون حراثة وبدون تسميد

NPK+T1:تسميد كيميائي NPK(20,20,20)متوازن 25كغ/د مع حراثة قلابة قرصية بعمق 15سم

NPK+T2: تسميد كيميائي NPK(20,20,20)متوازن 25كغ/د مع حراثة قلابة قرصية بعمق 25سم

M+T1: تسميد عضوي (روث الأبقار المتخمر) 20طن /الهكتار مع حراثة قلابة قرصية بعمق 15سم

M+T2: تسميد عضوي (روث الأبقار المتخمر) 20طن /الهكتار مع حراثة قلابة قرصية بعمق 25سم

حيث ان :

Con: الشاهد (بدون حراثة وبدون سماد)

T1: عمق الحراثة المطرحية القلابة (15)سم **T2:**عمق الحراثة المطرحية القلابة (25)سم

NPK: تسميد متوازن NPK 20:20:20)/**M** :تسميد عضوي (روث الأبقار) (20طن/هـ)

وبالتالي يكون عدد المعاملات (5) معاملة مع معاملة الشاهد ، ولكل معاملة ثلاث مكررات علماً إن المحصول السابق هو القمح الطري(*Triticum aesativum*) والمسافة بين كل معاملتين وكل مكررين 1م وعرض وطول القطعة التجريبية3*6=18م2 ويحيط بالقطعة التجريبية ومكرراتها مسافة قدرها2م كمنطقة حماية ومساحة التجربة المزروعة270م2، أُجريت الحراثة القلابة القرصية على عمقين (١٥و٢٥)سم بتاريخ ٢٠٢٤/5/٦ ثم أُجريت عملية التنعيم للتربة بواسطة المشط المرن وذلك قبل الزراعة، بعدها سوية أرض التجربة ثم خُططت التربة الزراعية باتجاه شرق غرب وبلغت المسافة بين خطوط الزراعة 50سم علماً أن عدد الخطوط 5خطوط بكل معاملة تجريبية أما المسافة بين الجور 10سم وزُرِعت بذور فول الصويا SB44بتاريخ

2024/5/7 ووُضِع بكل جورة بذرة واحدة بعمق 3سم، وأُضيفت الأسمدة العضوية (روث الأبقار المتخمر)بمعدل 20طن/هـ بشكل متجانس قبل بشهر من الحراثة أما سماد NPKالمتوازن بمعدل 25كغ/الدونم مع مياه الري عند ظهور الأوراق الحقيقية للنبات.

خامساً:الملاحظات المدروسة:

1. **المحتوى الرطوبي للتربة** : تم تقديره في طور النضج حسب طريقة (Vadionion and korshagin ,1968)، وتم التقدير كنسبة مئوية

2. **الكثافة الظاهرية** : تم بطور النضج حسب الطريقة (الوزنية – الحجمية) وتم تطبيق معادلة (vadionion korshagin , 1968).

الكثافة الظاهرية (غ/سم3) =وزن التربة الجافة تماماً (غ) / حجم الأسطوانة (سم3) .

3.الأعشاب الضارة : قدرت بطور النضج حسب الطريقة العددية بوحدة المساحة وذلك للأعشاب الحولية والمعمرة

٤.الغلة البذرية (كغ / الهكتار):تم تقدير الغلة البذرية عند المحتوى الرطوبي 14 %للبذوركغ/هـ وفق المعادلة التالية :

$$A=Y\ (\ 100-B\ \%\ /\ 100-C\ )$$

حيث : **C**=14

A: وزن البذور عند الرطوبة 14%

Y: وزن البذور الحقيقي.

B%: رطوبة البذور بعد الجني.حسب طريقة (Tekhanov,1979).

سادساً : النتائج والمناقشة:

1 _المحتوى الرطوبي للتربة (%) في طور النضج:

الجدول(3) المتوسطات الحسابية للمحتوى الرطوبي للتربة (%) بطور النضج لنبات فول الصويا حسب أعماق التربة المختلفة (سم) والمعاملات المدروسة.

الرقم المتسلسل	المعاملات المدروسة	*العمق المدروس(سم)*	قيم المحتوى الرطوبي (%) في طور النضج
1	Con	*50-0*	14.01
		100-50	20.12
		100-0	34.13
2	+T1 NPK	*50-0*	31.22
		100-50	60.12
		100-0	91.34
3	M+T1	*50-0*	60.13
		100-50	79.90
		100-0	140.03
4	+T2 NPK	*50-0*	50.01
		100-50	79.92
		100-0	129.93
5	M+T2	50-0	55.60
		100-50	96.16
		100-0	151.76

قيمة $LSD_{0.05}$ عند العمق 0-50سم	1.38
قيمة $LSD_{0.05}$ عند العمق 50-100سم	2.01
قيمة $LSD_{0.05}$ عند العمق 0-100سم	2.72

-**العمق (0- 50) ســم:** من خلال الجدول (٣) نجد أن جميع الفروق بين المعاملات من حيث المحتوى الرطوبي للتربة (%) في طور النضــج لنبات فول الصــويا بالمقارنة مع الشــاهد غير المعامل(بدون ســماد- بدون حراثة) هي فروق معنوية حيث ســجلت أقل القيم في المعاملة رقم (1) أي الشــاهد وبلغت(١٤,٠١)%، بينما ســجلت أعلى القيم في المعاملة رقم (M+T2) متفوقة على المعاملات الأخرى وكانت الفروق بين المعاملات المدروســة عند مقارنتها فيما بينها فروق معنوية.

- **العمق (50-100)ســـم:** من التحليل الإحصـــائي لبيانات الجدول(3) والاطلاع على قيمة ($L.S.D_{0.05}$=2.01) يتوضــح أن جميع الفروق بين المعاملات بالمقارنة مع الشــاهد هي فروق معنوية من حيث المحتوى الرطوبي للتربة (%) في طور النضـــج لنبات فول الصـــويا، حيث ســجلت أقل القيم في معاملة الشــاهد وبلغت(20.12)% وأعلاها في المعاملة (M+T2) متفوقة على المعاملات الأخرى معنوياً.

- **العمق (0-100) ســم:** بعد تحليل النتائج إحصــائياً تبين أن أقل القيم في معاملة الشــاهد وبلغت(٣٤,١٣)% وعند مقارنتها مع المعاملات المدروســة البقية كانت جميع الفروق معنوية حيث تفوقت جميعها على الشــاهد بينما ســجلت أعلى القيم في معاملة الحراثة القلابة القرصــية بعمق 25ســم و التي أضــيف لها الســماد العضــوي روث الأبقار متفوقة معنويا على جميع المعاملات الأخرى.

ومما سبق يتضح لدينا تفوق المعاملة (M+T2) أي (15طن/هـ سماد-حراثة قلابة قرصية بعمق ٢٥سم) مقارنة مع معاملة الشاهد كذلك مع بقية المعاملات المدروسة الأخرى، حيث تظهر أفضلية هذه المعاملة من ناحية المحتوى الرطوبي عند العمق (0-100)سم، يعود سبب ذلك إلى أن السماد العضوي المضاف(٢٠طن/هـ) والحراثة القلابة القرصية بعمق ٢٥سم أدت إلى

تحسين وتساوي الكثافة الظاهرية للتربة المحروثة في الأعماق المختلفة كما هو موضح في الجدول اللذي سيرد ذكره (٤)، أي تقليل كثافة طبقات التربة المحروثة وبالتالي زيادة نسبة الفراغات والمسامات التي يمكن أن تحتفظ بالرطوبة أكثر مما هو عليه عند المعاملات الأخرى كذلك عملت على خلط السماد العضوي في طبقة التربة المذكورة وهذا يؤدي إلى ادخارها رطوبة أكثر من المعاملات الأخرى والتي تمت على عمق حراثة أقل وسماد آخر أي أنها أدت إلى زيادة قدرة التربة والطبقة المحروثة من الاحتفاظ بالماء اللازم للنمو الجيد لنبات فول الصويا المزروع والذي ستوضحه الجداول اللاحقة.

التسميد العضوي بروث الأبقار أدى إلى التحسن في الرطوبة الهيجروسكوبية والسعة الحقلية للتربة، مما يعني زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء المتاح للنبات(الصالح، ٢٠٢٢)

2_الكثافة الظاهرية:

الجدول(4) المتوسطات الحسابية للكثافة الظاهرية للتربة (غ/سم3) بطور النضج لنبات فول الصويا حسب أعماق التربة المختلفة (سم) ضمن المعاملة الواحدة وحسب أعماق التربة المختلفة (سم) ضمن المعاملات المختلفة.

الرقم المتسلسل	المعاملات المدروسة	حسب أعماق التربة المختلفة (سم) ضمن المعاملة الواحدة		حسب أعماق التربة المختلفة (سم) ضمن المعاملات المختلفة		
		العمق المدروس(سم)	قيم الكثافة الظاهرية(غ/سم3) في طور النضج	العمق (0-10)سم	العمق (10-20)سم	العمق(20-30)سم
1	Con	10-0	1.32	1.32	1.36	1.44
		20-10	1.36			
		30-20	1.44			

			0.05	L.S.D 0.05		
1.20	1.17	1.18	1.18	10-0	+T1 NPK	2
			1.17	20-10		
			1.20	30-20		
			0.01	L.S.D 0.05		
1.14	1.11	1.11	1.11	10-0	M+T1	5
			1.11	20-10		
			1.14	30-20		
			0.03	L.S.D 0.05		
1.18	1.19	1.18	1.18	10-0	+T2 NPK	8
			1.19	20-10		
			1.18	30-20		
			0.02	L.S.D 0.05		
1.12	1.10	1.11	1.11	10-0	M+T2	11
			1.10	20-10		
			1.12	30-20		
			0.02	L.S.D 0.05		
0.02	0.02	0.02		L.S.D		

A. ضمن المعاملة الواحدة:

-Con **معاملة الشاهد (بدون سماد- بدون حراثة):** كانت أعلى قيمة للكثافة الظاهرية في العمق (20-30)سم وبلغت (1.٤١) غ/سم^3 وأقلها في العمقين (0-10)سم (10-20)سم ، ولم يظهر فرق معنوي بين قيم الكثافة الظاهرية للتربة في الأعماق الثلاثة (0-10، 10-20، 20-30)سم.

- (**T1 +NPK**)من نتائج التحليل الإحصائي في الجدول(4)تبين أنه لم يظهر فرق معنوي بين قيم الكثافة الظاهرية في العمقين (0-10، 10-20)سم بينما حقق العمق (20-30)سم كثافة ظاهرية أكبر مع فرق معنوي.

(M+T1): بعد الاطلاع على نتائج التحليل الإحصائي للبيانات في الجدول(10) لوحظ عدم وجود فروق معنوية من حيث قيم الكثافة الظاهرية للتربة في الأعماق (0-10، 10-20)سم أما العمق (20-30)سم حقق كثافة ظاهرية أكبر مع وجود فرق معنوي بينه وبين الأعماق الأخرى

- (**T2 +NPK**) من الجدول(4) بلغت قيمة ($L.S.D_{0.05}$=0.02) ومنه نجد أنه لم تظهر فروق معنوية من حيث قيم الكثافة الظاهرية للتربة في الأعماق الثلاثة المدروسة.
- (**M+T2**) بالنظر للجدول(4) وبعد الاطلاع على قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى دلالة 0.05 حيث بلغت (0.02)، لوحظ عدم وجود فروق معنوية من حيث قيم الكثافة الظاهرية للتربة في الأعماق الثلاثة المدروسة.

B. بين المعاملات المختلفة عند نفس العمق:

- **العمق (0-10) سم:** بعد الاطلاع على قيمة ($L.S.D_{0.05}$=0.02) ودراسة الفروق بين المعاملات نجد أن جميع الفروق بين معاملة الشاهد غير المعامل والمعاملات البقية هي فروق معنوية وكانت معاملة الشاهد متفوقة سلباً في قيمة الكثافة الظاهرية على جميع قيم الكثافة الظاهرية للتربة في المعاملات المدروسة، وكانت أفضل المعاملات من ناحية تحسين صفة الكثافة الظاهرية للتربة معاملة(M+T2.

العمق (10-20) سم: بعد دراسة الجدول (4) ومقارنة جميع المعاملات مع الشاهد غير المعامل نجد أن أكبر قيم الكثافة الظاهرية للتربة سجلت في معاملة الشاهد وبفروق معنوية بالمقارنة

مع جميع المعاملات الأخرى، في حين لم نجد فرق معنوي بين معاملتي الحراثة القلابة القرصية بعمق 25سم و١٥سم مع (٢٠)طن/هـ سماد عضوي روث الأبقار وكانتا أفضل المعاملات في تحسين الكثافة الظاهرية، تلتها المعاملتين (NPK+T1وNPK+T2 ولم يظهر فرق معنوي بينهما.

العمق (20–30)سم: كانت معاملة الشاهد متفوقة سلباً على جميع المعاملات المدروسة ، بينما لم تكن هناك فروق معنوية بين المعاملتين (NPK+T1وNPK+T2وأيضاً لوحظ عدم وجود فرق معنوي بين المعاملتين M+T1وM+T2 وحُققت أقل قيمة للكثافة الظاهرية في المعاملة (حراثة قلابة قرصية بعمق ٢٥سم مع سماد عضوي روث أبقار بمعدل ٢٠طن/هـ).

بالنظر للجدول(4) لوحظ أنه في معاملة الحراثة القلابة القرصية بعمق ٢٥سم وإضافة السماد العضوي روث الأبقار ٢٠طن/هـ لم يلاحظ وجود فروق معنوية مابين الأعماق الثلاثة المدروسة(0–10)،(10–20)،(20–30)سم لأن عمق الحراثة ٢٥سم أدى لتحريك التربة كاملة بهذا العمق بحيث أصبح أسفلها أعلاها وأعلاها أسفلها أما عند استخدام الحراثة بعمق ١٥سم لم نلاحظ فرق معنوي في العمقين(0–10)،(10–20)سم مع وجودها في العمق(20–30)سم لأن الحراثة تمت فقط حتى العمق(0–١٥)سم أما في حال قلة قيم الكثافة الظاهرية في حال استخدام الأسمدة العضوية (روث الأبقار) مقارنة مع NPK يفسره أن السماد العضوي (روث الأبقار) المستخدم عمل على زيادة امتصاص الرطوبة بالتربة مما يؤدي لزيادة حركة جزيئات التربة وبالتالي خفض قيمة الكثافة الظاهرية المقدرة ب (غ/سم٣) ومنه نستنتج أن المحراث المطرحي وخاصة حتى عمق(0_٢٥)سم أدى لتحريك التربة مع قلبها وبالتالي تفتيت وقلب جزيئات التربة بما فيها الطبقة السطحية والتي أصبحت في الأسفل والطبقى السفلى التي أصبحت في الأعلى وهذه العملية أدت لقلة قيم الكثافة الظاهرية مع تسوايها في الأعماق المدروسة (0–10)،(10–20)،(20–30)سم.

انخفضت الكثافة الظاهرية للتربة بشكل معنوي عند إضافة روث الأبقار بمعدل 40 طن/هـ، خاصة في العمق السطحي (0–30 سم). (الصالح،٢٠٢٢)

3-الأعشاب الضارة:

تمت تحديد نوع الأعشاب الضارة التي ظهرت في التجربة وعددها في وحدة المساحة في كل مكرر.

أما الأعشاب الضارة التي ظهرت في أرض التجربة فهي

1- خلة حولي Ammi visnaga L

2- خردل أبيض حولي Brassica alba L

3- كيس الراعي حولي Capsella bursa pastoris L

4- فجيلة حولي Brassica tournefortii L

5- زهرة النعمان (شقائق النعمان حولي Anemone Caronaria L

6- خبازي خطمي حولي Malva alceae L

7- القراص معمر Urtica dioica L

8- شوفان حولي Avena spp

حسب (Duer,2005).

وبالنسبة لعدد للأعشاب الضارة في أرض التجربة في طور نضج نبات فول الصويا فيوضحها الجدول(5)

جدول (5) المتوسطات الحسابية لعدد الأعشاب الضارة حسب المعاملات المستخدمة في التجربة.

الرقم المتسلسل	المعاملة	عدد الأعشاب الضارة عشبة /م2
1	Con	40.94
2	NPK +T1	15.02
3	M+T1	16.11
4	NPK +T2	10.30
51	M+T2	8.22
	LSD 0.05	2.01

A_عدد الأعشاب الضارة في وحدة المساحة:

من الجدول(5) تبين أنه بلغت قيمة ($L.S.D_{0.05}$=2.01) و متوسط عدد الأعشاب الضارة في وحدة المساحة في طور النضج لنبات فول الصويا بلغ في معاملة الشاهد (٤٠,٩٤) عشبة/م^2 وهي أعلى القيم، وأقلها كانت في المعاملة (M+T2تبين وجود فروق معنوية من حيث عدد الأعشاب الضارة في وحدة المساحة بين معاملة الشاهد والمعاملات الأخرى، وبمقارنة المعاملات مع بعضها نجد أنه لايوجد فرق معنوي بين معاملة NPK +T1و M + T1 ,وأيضا بين T2+ Npkو M+ T2 وحققت المعاملات ذات عمق الحراثة 25سم أقل عدد من الأعشاب الضارة في القطعة التجريبية.

ويعزى ذلك إلى أن الحراثة القلابة القرصية بعمق ٢٥سم تعمل على قلب الأعشاب الضارة وخاصة المعمرة منها والموضحة بالجدول (5) ونمواتها إلى أسفل التربة وبالتالي القضاء عليها أي عدم قدرتها على النمو ثانية وبالتالي لا تستطيع الاستفادة من الأسمدة العضوية المضافة للتربة بمعدل ٢٠طن/هـ التي تم قلبها رأساً على عقب.

إن نقل بذور الأعشاب الضارة إلى أعماق غير نشطة بواسطة الحراثة العميقة قد يقلل من ظهورها، بينما تركها في الطبقة السطحية يعزز إنباتها وانتشارها فالبذور الموجودة في الأعماق المعتدلة (10–20 سم) أظهرت قدرة أعلى على الإنبات مقارنة بالبذور المدفونة بعمق أكبر، بسبب توفر الرطوبة ودرجة الحرارة المناسبة(ابراهيم وأخرون،2021).

D–لغلة البذرية (كغ/هـ):

جدول (6) تأثير المعاملات المستخدمة في التجربة على إنتاجية نبات فول الصويا الصنف SB44كمتوسطات حسابية:

الرقم المتسلسل	المعاملة	الغلة البذرية (كغ/هـ)
1	**Con**	2321.20
2	**NPK +T1**	3099.98
3	**M+T1**	3481.17
4	**NPK +T2**	3109.11
5	**M+T2**	3701.02
LSD 0.05		30.91

كانت جميع الفروق بين المعاملات معنوية بالمقارنة مع الشاهد من حيث الغلة البذرية، وتبين من الدراسة الإحصائية لبيانات الجدول رقم (٦) أن أعلى قيمة للغلة البذرية في معاملة M+T2، وأقل القيم كانت في معاملة الشاهد المعاملة رقم (1) ومن الجدول نلاحظ تفوق المعاملة (M+T2) معنوياً على جميع المعاملات المدروسة الأخرى وكانت الفروق بين كافة المعاملات عند مقارنتها ببعضها من دون الشاهد معنوية.

من الجدول نلاحظ تفوق المعاملة ذات الحراثة القلابة القرصية بعمق ٢٥سم وإضافة السماد العضوي روث الأبقار بمعدل ٢٠طن/هـ في الغلة البذرية وذلك لأن هذه المعاملة أدت لخلط الطبقة السطحية للتربة المحروثة وبقية العناصر الغذائية والمادة العضوية مع أجزاء التربة الأخرى في الطبقة المحروثة حتى ٢٥سم مما يجعلها ذات مستوى خصوبة واحد وأكثر اتاحة للنبات وغنية بالسماد العضوي الذي لايحتوي فقط عناصر كبرى مغذيه للنبات بل أيضاً عناصر صغرى ويشجع نمو الكائنات الدقيقة في التربة على العكس من السماد الكيميائي مع توفر الظروف الملائمة خاصةنظام (هواء_ماء) وهذا ما أمنته الكثافة الظاهرية والمحتوى الرطوبي والنظام الغذائي الذي كونته هذه الحراثة وعمقها ونوع السماد العضوي المضاف مقارنة مع بقية المعاملات وهذا ما أمنته معاملة(حراثة قلابة قرصية بعمق ٢٥سم وإضافة السماد العضوي روث الأبقار بمعدل ٢٠طن/هـ) مما تم دراسته من الجداول السابقة(المحتوى الرطوبي للتربة وكثافتها الظاهرية،كذلك الحد من عدد الأعشاب الضارة له دور أيجابي)مقارنة مع الشاهد والمعاملات الأخرى المستخدمة في التجربة

روث الأبقار المتخمر أدى إلى نتائج أفضل من NPKفي معظم المؤشرات الزراعية لنبات القمح ومنها الغلة حيث حقق 3.50طن/هكتار متفوق معنوياً على سماد NPK (2.64)طن/الهكتار ، مما يدل على فعاليته العالية في تحسين النمو والإنتاجية، خاصة في المناطق شبه الجافة(عثمان وأخرون، ٢٠٢٣)

لعبت المادة العضوية دورًا بارزًا في زيادة خصوبة التربة والإنتاجية وإمدادات المغذيات للنباتات لأن المادة العضوية تحتوي على نسبة منخفضة من الكربون / النيتروجين ،حيث يكون C / N المنخفض مناسبًا جدًا لنمو النباتات ، لأنه أسهل عند امتصاص المغذيات .Zhang et al (2020).

سابعاً_ الاستنتاجات:

1. تفوقت المعاملة ذات الحراثة القلابة القرصية بعمق 25سم وسماد عضوي روث الأبقار 20 طن/هـ على الشـــاهد وباقي المعاملات الأخرى في التجربة من ناحية المحتوى الرطوبي (%) في كل الأعماق المدروســـة(0_50، 50_100، 0_100) ســـم وذلك بطور النضج لمحصول فول الصويا صنف SB44
2. بالنسـبة للكثافة الظاهرية للتربة عند اسـتخدام السـماد العضـوي روث الأبقار والحراثة القلابة القرصية بعمق 25سم و15سم تم الحصول على أفضل قيم الكثافة الظاهرية مع ملاحظة أنه عند اجراء الحراثة بعمق 15سم في كل المعاملات كانت الكثافة متجانسة بالعمقين (0–10)سم و(10–20)سم فقط أماعند الحراثة بعمق 25سم كانت الكثافة متجانسة في الأعماق (0–10)سم و(10–20)سم و(20–30)سم
3. إن استخدام الحراثة القلابة القرصية بعمق 25سم حقق أفضلية عظمى وكبيرة من حيث قلة الأعشـاب الضـارة التي ظهرت في التجربة ب وذلك بالمقارنة مع الحراثة عند عمق 15سم
4. سـجلت أفضـل قيم للغلة البذرية في المعاملة (حراثة قلابة قرصـية بعمق 25سم وسـماد عضوي روث الأبقار بمعدل 20طن/هـ) مقارنة مع الشاهد وبقية المعاملات الأخرى.

ثامناً– المقترحات:

بعد مناقشة النتائج السابقة والوصول إلى الإستنتاجات نقترح استخدام المعاملة حراثة القلابة القرصية بعمق 25سم وسماد عضوي روث الأبقار بمعدل 20طن/هـ) لتحضير التربة لزراعتها بمحصول فول الصويا SB44 في منطقة حمص (قرية عيصون) حيث ثبت تفوقها معنوياً في تحسين المحتوى الرطوبي والكثافة الظاهرية للتربة في الأعماق المختلفة وفي الحد من عدد الأعشاب الضارة وفي زيادة الغلة البذرية مقارنة مع المعاملات الأخرى المستخدمة في التجربة .

The Effect of Different Agricultural Treatments on Agricultural Soil Properties and Productivity of the SB44 Soybean Crop in the Homs Region

Abstract

We conducted a scientific study in Homs Governorate using different types of fertilizers (cow manure and NPK), two depths of disc-plowing (15-25 cm), and a control (without fertilization or without plowing). We also studied the significant differences in some cultivated soil properties, the number of weeds, and the productivity of the SB44 soybean crop. After statistically analyzing the experimental data, which was designed according to a completely randomized design with three replicates for each experimental treatment, using the ANOVA program, it was observed that the disc-plowing treatment at a depth of 25 cm and the addition of organic fertilizer (cow manure) at a rate of 20 tons/ha outperformed the other experimental treatments in terms of improving the properties of the agricultural soil (density, moisture content) and reducing the number of weeds per unit area. We also observed significant differences in the seed yield of the SB44 soybean crop grown in the experiment.

Keywords: tillage depth, fertilizer type, soybean, productivity.

المراجع العلمية : References

أولاً:لمراجع العربية:

1. الصالح، رنيم، الجردي، احمد، عدلة، وسيم ، 2022، تأثير إضافة المخلفات العضوية (روث أبقار وزرق دواجن) في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة الرملية الطينية في منطقة الغاب، مجلة جامعة حمص، المجلد٤٤العدد٥
2. الشحاذة العودة، ايمن، حديد مها لطفي، نمر يوسف،2009 كتاب المحاصيل الزيتية والسكرية وتكنولوجيتها – الجزء النظري_ منشورات جامعة دمشق ،505ص.
3. ابراهيم،غسان، البرني ، ندى، المعمار،انور، الراشد، عبد الرحمن،2021، تأثير الحراثة التقليدية في انتقال مخزون البذور بين أعماق التربة وفي تعاقب ظهور أنواع الأعشاب الضارة مع المحاصيل المزروعة، مجلة جامعة دمشق، المجلد33، العدد1
4. عثمان، حمزة الزبير، شعلان، احمد محجوب، جمال ، فاطمة البتول، مالوم،محمد مصطفى،2022، تأثير روث الأبقار الجاف وسماد NPK على نمو وإنتاجية القمح (*Triticum aestivum L.*، صنف Somps.90) في المناطق شبه الجافة ، مجلة الاسكندرية للتبادل العلمي، المجلد ٤٤العدد٤ ،822_815ص
5. عبدالله، سامر ،المصري، هبة، 2024، تأثير استخدام سماد روث الأبقار على خصوبة التربة وإنتاجية محصول الطماطم تحت ظروف الزراعة العضوية، المجلة العربية للعلوم الزراعية والبيئية – العدد 12، المجلد 4
6. عبد الرحمن، نوال، عبد القادر، محمد، 2025، البقوليات ودورها في تعزيز الأمن الغذائي وتحقيق الاستدامة الزراعية، المجلة الدولية للعلوم الزراعية والبيئية – المجلد 15، العدد 1.

7. نقولا، ميشيل زكي، 2005- محاصيل العلف، الجزء العملي، مديرية الكتب والمطبوعات ، جامعة البعث، كلية الزراعة، 204ص.

ثانياً:المراجع الأجنبية:

1. Duer A.A.,2005- Zemlidila, M.,Kolos,114p
2. IBSRAM (hnternational Board for Soil Research and Managment). 1990- Orangic- Matter Management and Tillage in Humid and Sub-humid Africa. IBSRAM ,295P.
3. Kobayashi, K.(2006). Helping weave ahealthy and sustainable lifestyle with organic cotton. made in earth - Toward asustainable Japan - corporations at work -Article No 17. http:/www.made - in - earth. co. jp/
4. LObimov A., 2012 - The main and important methods of cultivating earth, M., Kolos. 420p
5. Naik VR, Patel PB, Patel BK. (2014). Study on effect of different organics on yield and quality of organically grown onion. The Bioscan. 9(4):1499- 1503.
6. Thakur, aibhav, Singh, Gurpreet,2025 ,Impact of tillage on soil health, crop, and environment: A review, International Journal of Research in Agronomy,VoL8 NO3

7. Tikhanov A.B 1979- Brotefoarozeia Recyroocbercaioshai Cictema Obrabotke Botshfe f cteb uejni Odessa, Zemledelia, 262p.
8. Tsuji Il . , Yamamoto H. Matsuo K. , Usuki K. (2006) . The effect of long - term conservation ullage . crop residues and P fertilizers on soil conditions and responses of summer and winter crops on Andosol in Japan . Soil and Tillage Research . vol . 89 , P
9. Vadionion A.A., Korshagin C.A., 1986- Botshvedenie, Obshe Zemiedelie COcnofame Botshvedenie, M.,646p. 113
10. Zhang, J., He, N., Liu, C., Xu, L., Chen, Z., Li, Y., Wang, R., Yu, G., Sun, W., Xiao, C., Chen, H. Y. H., & Reich, P. B. (2020). Variation and evolution of C:N ratio among different organs enable plants to adapt to N-limited environments. Global Change Biology, 26(4), 2534–2543. https://doi.org/10.1111/gcb.14973

تأثير استخدام السيلينيوم النانوي بتراكيز مختلفة عند تغذية نعاج العواس في بعض مؤشرات الحليب

The effect of using nano-selenium at different concentrations in feeding Awassi ewes on certain milk indices

ايهاب احمد عبيدو[1] حسان منير عباس[2] عبد الناصر العمر[3] ثناء شريتح[4]

الملخص

أُجريت هذه التجربة في محطة بحوث مرج الكريم التابعة لوزارة الزراعة بريف منطقة سلمية في محافظة حماه بهدف دراسة تأثير تراكيز مختلفة من السيلينيوم النانوي (0.3– 0.4 – 0.5 ملغ/كغ علف جاف) المضاف في مرحلة التلقيح إلى علائق نعاج أغنام العواس في بعض مؤشرات الحليب (الدسم، المواد الصلبة اللادهنية SNF، البروتين، الغلوكوز، الأملاح، الكثافة، الناقلية الكهربائية، والرقم الهدروجيني PH). جرعت الحيوانات سيلينيوم نانوي في مرحلة التلقيح والإخصاب لمدة 90 يوماً بدءاً من تاريخ 2023/5/14 (مع بداية مرحلة الدفع الغذائي قبل التلقيح بنصف شهر) حتى تاريخ 2023/8/12. أخذت قراءة المؤشرات المدروسة بعد الولادة عند بدء موسم إدرار الحليب وفي نهاية الموسم. استخدمت في التجربة 28 نعجةً من نعاج أغنام العواس في الموسم الثالث من الإنتاج، وزعت إلى أربع مجموعات، ضم كل منها 7 نعاج. عوملت جميع المجموعات معاملة واحدة من حيث التغذية وظروف الرعاية، باستثناء نوع وكمية السيلينيوم المضافة لتغذيتها، إذ أعطيت المجموعة الاولى (مجموعة الشاهد) سيلينيوم معدني، أما المجموعات الثلاثة المتبقية (مجموعات التجربة) أعطيت سيلينيوم نانوي وفق النسب التالي: المجموعة الثانية (0.3 ملغ /كغ علف جاف)، المجموعة الثالثة (0.4 ملغ /كغ علف جاف)، المجموعة الرابعة (0.5 ملغ /كغ علف جاف). بيّنت النتائج أنّ إضافة السيلينيوم النانوي في مرحلة التلقيح بنسب مختلف بديلاً عن

[1]طالب دكتوراه في قسم الإنتاج الحيواني كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، حمص، سوريا.
[2]أستاذ في قسم الإنتاج الحيواني كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، حمص، سوريا.
[3]دكتور في مركز بحوث حماه، وزارة الزراعة، حماه، سوريا.
[4] أستاذ مساعد في قسم الكيمياء كلية العلوم، جامعة حمص، حمص، سوريا.

السيلينيوم المعدني أدت في بداية موسم الإدرار إلى زيادة معنوية ($P\leq0.05$) في كل من دهن الحليب وكثافته ومحتواه من اللاكتوز والبروتين، بينما لم يكن هناك أي تغيرات معنوية ($P>0.05$) في PH الحليب وناقليته الكهربائية ومحتواه من الأملاح، أما في نهاية موسم الإدرار لم تظهر أية تغيرات معنوية ($P>0.05$) بين مجموعات التجربة ومجموعة الشاهد في جميع المؤشرات المدروسة.

كلمات مفتاحية: تقانة النانو، أغنام العواس، سيلينيوم نانوي، نعاج، مؤشرات الحليب.

Abstract

This experiment was conducted at the Marj Al-Karim Research Station of the Ministry of Agriculture in the countryside of Salamiyah district in Hama Governorate. The aim was to study the effect of different concentrations of nano-selenium (0.3-0.4-0.5 mg/kg dry feed) added to the rations of Awassi ewes during the insemination stage on some milk indicators (fat, solid non-fat (SNF), protein, glucose, salts, density, electrical conductivity, and pH). The animals were fed with nano-selenium during the insemination and fertilization stages for 90 days, starting from May 14, 2023 (with the start of the feed booster phase half a month before insemination) until August 12, 2023. The indicators studied were measured after birth, at the start of the milk production season, and at the end of the season. Twenty-eight Awassi ewes in the third production season were used in the experiment, divided into four groups, each containing 7 ewes. All groups were treated identically in terms of nutrition and care conditions, except for the type and quantity of selenium added to their feed. The first group (the control group) was given mineral selenium, while the remaining three groups (the experimental groups) were given nano-selenium at the following ratios: group 2 (0.3 mg/kg dry feed), group 3 (0.4 mg/kg dry feed), and group 4 (0.5 mg/kg dry feed). The results showed that adding nano-selenium at different ratios during the insemination stage, instead of mineral selenium, led to a significant increase ($P \leq 0.05$) in milk fat, density, lactose, and protein content at the beginning of the lactation season. However, there were no significant changes ($P > 0.05$) in milk pH, electrical conductivity, or salt content. At the end of the lactation season, no significant changes ($P > 0.05$) were

observed between the experimental groups and the control group in all studied indicators.

Keywords: Nanotechnology, Awassi sheep, Nano selenium, Ewes, Milk Indicators.

1- المقدمة

تعدّ الأغنام من أهم الثروات الحيوانية التي يعتمد عليها الإنسان في إنتاج اللحوم والحليب والصوف. فإنتاج اللحوم من الأغنام يوفر مصدراً غذائياً غنياً بالبروتينات عالية الجودة، كما يعتبر حليب الأغنام مصدراً مركزاً للدهون والبروتين والفيتامينات، ويستخدم في الصناعات الغذائية كالأجبان والزبدة (Flis *et al.,* 2023; Alibekov *et al.,* 2025). وقد شهدت العقود الأخيرة اهتماماً متزايداً بتربية الأغنام، لما تُشكله من مصادر دخل مهمة للمربين (Koluman & Paksoy, 2024; Hossain & Islam, 2025). نظراً لهذه الأهمية الاقتصادية، فقد ازداد الاهتمام بتغذية الأغنام، باعتبار أن جودة وكمية المنتجات الحيوانية (اللحم، الحليب، الصوف) تتأثر بشكل مباشر بمكونات العلف والتغذية. وقد برز الاهتمام أكثر مع ارتفاع تكلفة المكونات العلفية والفجوة بين الطلب على المنتجات الحيوانية والعرض، مما دفع الباحثين والمزارعين إلى تحسين كفاءة التغذية كمكون اقتصادي مؤثر في الربحية (Science Publishing Group, 2023).

مع التقدم التقني وظهور تكنولوجيا النانو في السنوات الأخيرة، توسعت تطبيقات النانو لتشمل مجالات الزراعة والطب والتغذية الحيوانية. ولعل إحدى أهم تطبيقات تكنولوجيا النانو في تغذية الحيوانات هي استخدام أشكال نانوية من المعادن، ومن أشهرها السيلينيوم النانوي (nano-Se). وقد اتجهت الأبحاث الحديثة إلى استبدال السيلينيوم المعدني التقليدي بالسيلينيوم النانوي في أعلاف الأغنام بغية تحسين الامتصاص وتقليل الأثر السلبي للسمية المحتملة، وزيادة الفائدة في المؤشرات الإنتاجية والصحية.

تبين الدراسات أن السيلينيوم النانوي قد يمتاز بقدرة أفضل على الامتصاص مقارنة بالصور التقليدية، مما ينعكس على مؤشرات الحليب مثل المادة الصلبة اللادهنية (SNF)، اللاكتوز، البروتين، الأملاح، الناقلية الكهربائية، الكثافة، الأس الهيدروجيني، ونسبة الدهن.

فمن حيث محتوى الدهن، أشارت دراسات حديثة إلى أن مكملات السيلينيوم النانوي قد تسهم في رفع نسبة الدهن في الحليب نتيجة لتحسين هضم الألياف والطاقة وتزويد الخلايا اللبنية بمقدمات الأحماض الدهنية، خاصة في حالات الإجهاد الحراري أو التغذية المكثفة (Ying *et al.,* 2025). أما اللاكتوز، فقد أوضحت أبحاث أن السيلينيوم النانوي يساعد على استقرار إنتاج اللاكتوز عبر تحسين حالة الطاقة وميكروفلورا الكرشي، مما يؤدي إلى زيادة تركيز الجلوكوز اللازم لتخليق اللاكتوز (Rabee *et al.,* 2023; Han *et al.,* 2021).

وفيما يتعلق بـ البروتين وSNF، فقد بينت دراسات متعددة أن السيلينيوم النانوي يرفع من كفاءة البروتين الحيوي عبر تحسين النشاط الأنزيمي والتمثيل الغذائي، وزيادة مضادات الأكسدة داخل الخلايا اللبنية، مما ينعكس إيجاباً على البروتين الكلي والمواد الصلبة الذائبة (Xiao *et al.,* 2024; Guo *et al.,* 2024).

وقد خلصت مراجعات تحليلية إلى أن السيلينيوم النانوي يحسن العديد من مؤشرات الحليب عبر تعزيز الحالة التأكسدية، وتحسين امتصاص العناصر، وزيادة النشاط المناعي، مع اختلاف شدة التأثير باختلاف السلالة والجرعة (Rabee *et al.,* 2023; Ceballos *et al.,* 2009).

وبناءً على ما تقدم، فإن الاستفادة من السيلينيوم النانوي في تغذية أغنام العواس يُتوقع أن تسهم في تحسين جودة الحليب ومكوناته (بروتين، دهن، SNF، لاكتوز، أملاح) إضافة إلى تعزيز كفاءة التحويل الغذائي والحالة الصحية العامة.

2- هدف البحث

يهدف البحث إلى دراسة تأثير تراكيز مختلفة من السيلينيوم النانوي (0.3- 0.4 - 0.5 ملغ/كغ علف جاف) المضافة إلى علائق نعاج أغنام العواس في مرحلة التلقيح في بعض مؤشرات الحليب المأخوذة في مرحلة الإنتاج (بداية مرحلة الإنتاج ونهايتها) وهي الدسم، المواد الصلبة اللادهنية SNF، البروتين، الغلوكوز، الأملاح، الكثافة، الناقلية الكهربائية، والرقم الهدروجيني PH.

3- مواد البحث وطرائقه

3-1 موقع التجربة: أجري هذا البحث في محطة بحوث مرج الكريم التابعة لوزارة الزراعة بريف منطقة سلمية في محافظة حماه.

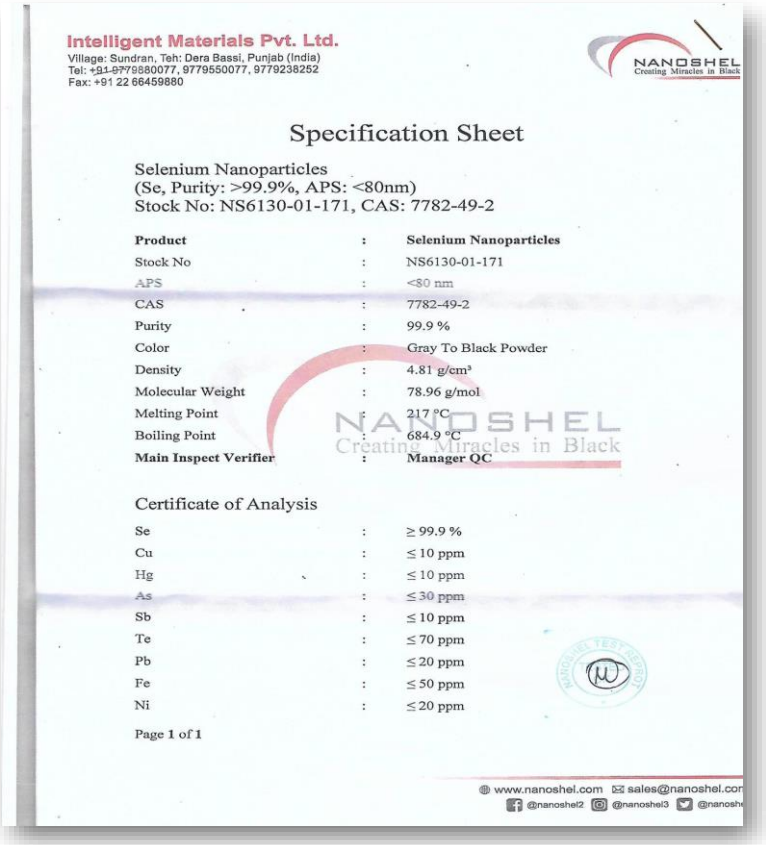
3-2 حيوانات ومجموعات التجربة: استخدم في هذه التجربة 28 نعجةً من نعاج أغنام العواس في الموسم الثالث من الإنتاج، وزعت إلى أربع مجموعات، وضمت كل مجموعة 7 نعاج، عوملت جميع النعاج معاملة واحدة من حيث ظروف الرعاية والتغذية، باستثناء نوع وكمية السيلينيوم في التغذية التي اختلفت وفق خطة البحث، والتي شملت أربع معاملات، وفق مايلي:

- المجموعة الاولى (مج1): وهي مجموعة الشاهد أعطيت سيلينيوم معدني.
- المجموعة الثانية (مج2): أعطيت سيلينيوم نانوي بنسبة 0.3 ملغ/كغ علف جاف.
- المجموعة الثالثة (مج3): أعطيت سيلينيوم نانوي بنسبة 0.4 ملغ/كغ علف جاف.
- المجموعة الرابعة (مج4): أعطيت سيلينيوم نانوي بنسبة 0.5 ملغ/كغ علف جاف.

3-3 مصدر السيلينيوم النانوي وتحليله

تم الحصول على مادة السيلينيوم النانوي ذات اللون الرمادي المسود بدرجة نقاوة 99.9% وحجم جزيئاتها أصغر من 80 نانومتر من شركة NANOSHEL الهندية، ويوضح الشكل (1) صورة تحليل الشركة الهندية للمادة.

وقد تم التأكد من أقطار السيلينوم النانوي بأخذ عينة وفحصها على المجهر الإلكتروني في هيئة الطاقة الذرية في دمشق ويبين الشكل (2) صورة المجهر الإلكتروني للسيلينيوم النانوي المستخدم في التجربة موضحاً عليها الأبعاد.



Intelligent Materials Pvt. Ltd.
Village: Sundran, Teh: Dera Bassi, Punjab (India)
Tel: +91-9779880077, 9779550077, 9779238252
Fax: +91 22 66459880

NANOSHEL
Creating Miracles in Black

Specification Sheet

Selenium Nanoparticles
(Se, Purity: >99.9%, APS: <80nm)
Stock No: NS6130-01-171, CAS: 7782-49-2

Product	:	**Selenium Nanoparticles**
Stock No	:	NS6130-01-171
APS	:	<80 nm
CAS	:	7782-49-2
Purity	:	99.9 %
Color	:	Gray To Black Powder
Density	:	4.81 g/cm³
Molecular Weight	:	78.96 g/mol
Melting Point	:	217 °C
Boiling Point	:	684.9 °C
Main Inspect Verifier	:	**Manager QC**

NANOSHEL
Creating Miracles in Black

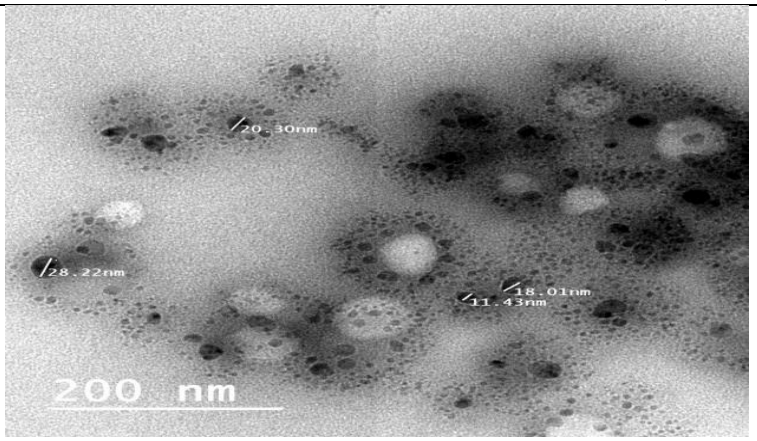
Certificate of Analysis

Se	:	≥ 99.9 %
Cu	:	≤ 10 ppm
Hg	:	≤ 10 ppm
As	:	≤ 30 ppm
Sb	:	≤ 10 ppm
Te	:	≤ 70 ppm
Pb	:	≤ 20 ppm
Fe	:	≤ 50 ppm
Ni	:	≤ 20 ppm

Page 1 of 1

www.nanoshel.com sales@nanoshel.com
@nanoshel2 @nanoshel3 @nanoshel

شكل (1): تحليل الشركة الهندية NANOSHEL لمادة السيلينيوم النانوي



شكل (2): قياس أبعاد جزيئات السيلينيوم النانوي تحت المجهر الالكتروني

3-4 مدة التجربة

جرعت الحيوانات سيلينيوم نانوي لمدة 90 يوماً بدءاً من تاريخ 2023/5/14 (مع بداية مرحلة الدفع الغذائي قبل التلقيح بنصف شهر) حتى تاريخ 2023/8/12، أما قراءة المؤشرات المدروسة تم أخذها في بداية الموسم بعد الولادة عند بدء إدرار الحليب وفي نهاية الموسم.

3-5 التغذية

غذيت حيوانات التجربة على خلطة علفية نسبة البروتين الخام فيها 13.1%، وطاقتها 6.81 ميغا جول، مكونة من كسبة الصويا، الشعير، نخالة القمح، ملح الطعام، دي كالسيوم، وبريمكس لا يحتوي على سيلينيوم. تماثلت الخلطة العلفية المقدمة لمجموعات التجربة في جميع مكوناتها باستثناء نوع وكمية السيلينيوم فقد اختلفت بين المعاملات وفقاً لخطة البحث أنفة الذكر، فتم إضافة السيلينيوم المعدني إلى خلطة مجموعة الشاهد بشكل مباشر، بينما تم تجريع السيلينيوم النانوي لحيوانات مجموعات التجربة بوساطة محقن عن طريق الفم بعد تمديده بالماء المقطر بنسب معينة بحيث تصل الجرعة اليومية اللازمة لكل معاملة ممددة بـ 2.5مل ماء مقطر. تم حساب الجرعة اليومية اللازمة لكل حيوان بناءً على وزنه، حيث يستهلك كل حيوان بالمتوسط علف جاف مقداره 3.5% من وزنه، ومن معرفة كمية العلف الجاف المعطى للحيوان يمكننا حساب كمية السيلينيوم النانوي الواجب إيصالها للحيوان بشكل يومي بعد تمديدها ب2.5 مل ماء مقطر. ويوضح الجدول

(1) تركيب الخلطة العلفية المستخدمة في التجربة ومحتواهما من الطاقة والبروتين الخام، وقد تم حساب نسبة البروتين والطاقة الموجودة في الخلطة بناءً على كمية الطاقة والبروتين الموجودة في مكوناتها.

جدول (1): مكونات الخلطة العلفية

المادة العلفية	نسبتها (%)	الطاقة الصافية (ميغا جول)	البروتين الخام (%)
كسبة صويا	5	7.3	44
نخالة	25	5.7	14
شعير	67	7.5	11
ملح طعام	1	–	–
بريميكس (بدون سيلينيوم)	1	–	–
ديكالسيوم ثنائي الفوسفات	1	–	–
المجموع	100		
محتوى 1 كغ		6.81 ميغا جول	130.7 غ

3-6 المؤشرات المدروسة

تم تحليل مكونات الحليب الفيزيائية والكيميائية باستخدام جهاز Lactoscan MCC 50 من إنتاج شركة .Milkotronic Ltd صُنع في بلغاريا – موقع الشركة.www.milkotronic.com :

يعتبر هذا الطراز من الجهاز (MCC 50) من أكثر النماذج كفاءةً واستخداماً في المخابر، يعمل بتقنية التحليل بالموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Milk Analysis Method)، وهي تقنية غير تدميرية تعتمد على إرسال موجات صوتية بتردد عالٍ عبر العينة الحليبية وقياس سرعة انتشارها وتغير شدة الإشارة المنعكسة داخل الوسط. تُعد هذه المعاملات الفيزيائية مؤشراً لتركيب الحليب ومكوناته.

تقوم خوارزميات الجهاز بتحويل القيم الناتجة عن مقاومة الموجات وسرعتها وكثافتها إلى نسب مكونات الحليب وفق معادلات تجريبية تم تطويرها بواسطة الشركة المصنعة اعتماداً على النماذج

القياسية العالمية. قبل استخدام الجهاز تمت معايرته باستخدام عينات معيارية ذات قيم معروفة لكل المؤشرات المقاسة.

قبل التحليل، تم خلط العينات جيدًا بتقليبها بين وعاء وأخر عدة مرات للتجانس، وأُخذت كمية قدرها 20–30 مل من الحليب الطازج في درجة حرارة (20–25 °م)، وأُدخلت العينة إلى الجهاز مباشرة عبر أنبوب السحب.

يُجري الجهاز تحليلًا كاملاً خلال حوالي 90 ثانية، وتُعرض النتائج على الشاشة الرقمية، ثم تحفظ أو تُطبع حسب الحاجة. ويوضح الشكل رقم (3) صورة جهاز Lactoscan أثناء تحليل الحليب للتجربة.

شكل (3): صورة جهاز Lactoscan MCC 50 أثناء تحليل الحليب للتجربة.

آلية قياس المؤشرات:

- الدهن (Fat %)

يقيس الجهاز امتصاص الموجات فوق الصوتية وتبعثرها داخل الوسط الحليبي. جزيئات الدهن (الليبيدات) تعمل على إعاقة انتشار الموجات، وكلما ارتفعت نسبة الدهن زاد زمن عبور الموجة وانخفضت سرعتها، مما يُترجم إلى زيادة في القيمة المقاسة (De Luca *et al.,* 2013).

- البروتين (Protein %)

يُستنتج من التغير في سرعة الموجة فوق الصوتية داخل الوسط الحليبي، إذ تؤدي زيادة محتوى البروتين إلى رفع الكثافة الصوتية للحليب وزيادة مقاومته. تعتمد خوارزميات الجهاز على علاقة تجريبية بين سرعة الموجة وكثافة البروتين لتقدير النسبة الدقيقة (Chávez-Martínez *et al.,* 2020).

- اللاكتوز (Lactose %)

يتم تقديره بطريقة غير مباشرة من خلال تأثير تركيز السكريات الذائبة على الناقلية الكهربائية وسرعة الموجة الصوتية. كلما زاد محتوى اللاكتوز زادت الموصلية الكهربائية (Liu *et al.,* 2018)، وقلت الكثافة الصوتية للوسط، ومن ثم يحسب الجهاز النسبة ضمن معادلات تصحيحية تعتمد على درجة الحرارة.

- المواد الصلبة اللادهنية (SNF %)

تُحسب باستخدام معادلات رياضية تربط بين الكثافة، اللاكتوز، والبروتين. تعتمد طريقة الحساب على معادلة غير خطية طُورت اعتمادًا على التحليل الإحصائي لعلاقات هذه المؤشرات (Milkotronic, n.d.).

- الكثافة (Density)

تُقاس مباشرة عبر مقارنة زمن عبور الموجات فوق الصوتية في العينة مع الزمن في وسط مرجعي. الحليب ذو الكثافة الأعلى يسبب بطئًا في عبور الموجة نتيجة المقاومة الأعلى للوسط.

واحدة قياس الكثافة في الجهاز هي قيمة لاكتومترية رقمية، أي قراءة رقمية تعتمدها الشركة لسهولة العرض، ولتحويل هذه القراءة إلى واحدة الكثافة غ/سم^3 نستعين بالمعادلة التالية:

(القيمة الظاهرة ÷ 1000) + 1000 = قيمة الكثافة مقاسة بـ غ/سم^3

أي أن الجهاز يحذف رقم الواحد والنقطة العشرية لسهولة العرض

- الناقلية الكهربائية (Conductivity)

تقاس بواسطة مستشعر كهربائي مدمج يقيس كمية التيار المار بين قطبين عند جهد ثابت. الموصلية الكهربائية تعكس تركيز الأملاح الذائبة (Na^+ , K^+ , Cl^-) وهي مؤشر على الحالة الأيونية للحليب (Zaninelli *et al.,* 2015).

- درجة الحموضة (PH)

تُقاس باستخدام حساس كهروكيميائي (Glass Electrode Sensor) مدمج بالجهاز يقيس جهد أيونات الهيدروجين في العينة. تُعد قيمة pH مؤشرًا هامًا على سلامة الحليب وتغيراته الميكروبية (Aydogdu *et al.*, 2023).

3-7 التحليل الاحصائي

تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Minitab 22.2 وفق طريقة تحليل التباين لمتغير واحد (One-way ANOVA) لدراسة تأثير إضافة السيلينيوم في المؤشرات المدروسة، ولإجراء المقارنة بين المتوسطات تم استخدام اختبار Tukey عند مستوى معنوية 0.05 (Gomez, 1984).

4- النتائج والمناقشة

4-1 مؤشرات الحليب في بداية موسم الادرار

يبين الجدول (2) التحليل الإحصائي لمؤشرات الحليب المدروسة في بداية موسم الإدرار.

جدول (2): المؤشرات المدروسة في بداية موسم الإدرار

المؤشرات المدروسة	مج1	مج 2	مج3	مج4	*P*
الدهن (%)	6.95 ± 0.38^{b}	7.02 ± 0.31^{ab}	7.39 ± 0.44^{ab}	7.57 ± 0.47^{a}	0.024
SNF (%)	8.76 ± 0.16^{c}	8.79 ± 0.14^{bc}	8.98 ± 0.13^{b}	9.2 ± 0.14^{a}	0.000
اللاكتوز (%)	3.9 ± 0.14^{b}	4 ± 0.09^{ab}	4.08 ± 0.15^{ab}	4.1 ± 0.16^{a}	0.007
الأملاح (%)	0.67 ± 0.038 NS	0.7 ± 0.032 NS	0.72 ± 0.035 NS	0.72 ± 0.036 NS	0.042
البروتين (%)	4.08 ± 0.14^{b}	4.02 ± 0.15^{b}	4.1 ± 0.16^{b}	4.27 ± 0.11^{a}	0.018
الكثافة (g/cm3)	1.02888 ± 0.00072^{b}	1.02974 ± 0.00082^{b}	1.03109 ± 0.00054^{a}	1.03233 ± 0.00123^{a}	0.000
الناقلية (ms/cm)	4.17 ± 0.36 NS	4.15 ± 0.25 NS	4.1 ± 0.4 NS	4.1 ± 0.16 NS	0.790
PH	6.69 ± 0.06 NS	6.7 ± 0.07 NS	6.68 ± 0.08 NS	6.7 ± 0.05 NS	0.936

* a, b, c : وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$)

* NS: تعني عدم وجود فروق معنوية في العمود.

يُلاحظ من الجدول (2) أن إضافة السيلينيوم النانوي إلى علائق نعاج العواس قد أحدثت تأثيراً واضحاً في بعض مؤشرات الحليب الإنتاجية والكيميائية، مما يعكس الدور الحيوي الذي يؤديه هذا العنصر عندما يُقدم بصيغته النانوية ذات التوافر الحيوي العالي.

لقد بينت النتائج وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في نسبة الدهن بين المجموعة الرابعة والمجموعة الأولى (الشاهد)، إذ سجلت النعاج المغذاة على أعلى تركيز من السيلينيوم النانوي (0.5 مع / كغ علف جاف) تفوقاً واضحاً مقارنة بمجموعة الشاهد. ويمكن تفسير هذه الزيادة بأن السيلينيوم النانوي يمتاز بقدرته على تحسين الحالة التأكسدية للأنسجة الحيوية، ولا سيما خلايا الغدة الثدية، عبر تحفيز نشاط إنزيمات مضادات الأكسدة مثل الغلوتاثيون بيروكسيداز (Han *et al.*, 2020؛ Xiao *et al.*, 2024؛ Dlouhá *et al.*, 2008)، الأمر الذي يقلل من تلف الأغشية الخلوية ويحسن من كفاءة التمثيل الحيوي للدهون داخل النسيج الثديي (Ying *et al.*, 2025).

كما تشير بعض الدراسات إلى أن تحسين نشاط الإنزيمات المؤكسدة في الكبد يؤدي إلى زيادة إنتاج الحموض الدهنية الطيارة، خصوصاً حمض الخليك الذي يعد الركيزة الأساسية لتخليق الدهن في الحليب (Sitaresmi *et al.*, 2024). إضافةً إلى ذلك، فإن الجسيمات النانوية الصغيرة تمتاز بقدرتها العالية على الاختراق والنفاذ داخل الخلايا مقارنةً بالشكل المعدني التقليدي، ما يتيح استفادة أعلى من السيلينيوم كمكوّن محفز لعمليات الأيض الحيوي (Budak, 2024؛ Sitaresmi *et al.*, 2024).

تتفق هذه النتيجة مع ما أشار إليه liu وآخرون (2024) الذين أوضحوا أن إدخال السيلينيوم النانوي في علائق الأبقار أدى إلى زيادة معنوية في نسبة الدهن في الحليب، بينما تختلف مع ما توصل إليه Tan وآخرون (2025) الذين لم يلاحظوا تأثيراً معنوياً للسيلينيوم التقليدي في مكونات الحليب، مما يبرز تفوق الشكل النانوي في التأثير على العمليات الأيضية.

كما أظهرت النتائج في الجدول (2) وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في نسبة المواد الصلبة اللادهنية (SNF) بين المجموعات، إذ تميزت المجموعتان الثالثة والرابعة (اللتان جرعتا سيلينيوم نانوي بنسبة 0.4 و0.5 ملغ/كغ علف جاف على الترتيب)، بارتفاع معنوي واضح مقارنة بالشاهد، ويمكن إرجاع ذلك إلى أن تحسن الحالة التأكسدية ينعكس على نشاط غدة الثدي في تكوين المكونات الصلبة للحليب كالبروتينات واللاكتوز، وهو ما يؤدي إلى زيادة في محتوى SNF الكلي. وقد أوضحت دراسات سابقة أن السيلينيوم النانوي يعزز كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الدقيقة

ويحسن من استخدام الطاقة داخل الخلايا الثدية مما يرفع إنتاج المكونات غير الدهنية (Xiao *et al.,* 2024)، كما أشار Kareem وآخرون (2024) إلى أن تحسن الحالة المناعية والتمثيل الغذائي الناتج عن تغذية المجترات على مكملات السيلينيوم النانوي يرتبط بزيادة معنوية في محتوى SNFللحليب، نتيجة تعزيز تكوين البروتين واللاكتوز. وهذا يوضح أن تأثير السيلينيوم النانوي يتعدى دوره كمضاد أكسدة إلى كونه منظماً للأيض داخل غدة الثدي.

أما بالنسبة إلى نسبة اللاكتوز، فقد أظهرت النتائج أيضاً فروقاً معنوية ($P\leq0.05$) بين المجموعة الرابعة والشاهد، إذ ارتفع محتوى اللاكتوز في الحليب عند النعاج التي تلقت المكملات النانوية وخاصة المجموعة الرابعة التي تفوقت على مجموعة الشاهد. ويُعزى هذا الارتفاع إلى أن السيلينيوم النانوي يحسن من إمداد غدة الثدي بالجلوكوز، إذ يعد الجلوكوز المادة الأولية لتكوين اللاكتوز. كما أن تحسين وظيفة الكبد وزيادة كفاءة الأيض الكربوهيدراتي يساعدان في تحويل الجلوكوز إلى لاكتوز بشكل أكثر فعالية (Sitaresmi *et al.,* 2024).

ويعتقد أيضاً أن إنخفاض الإجهاد التأكسدي بفضل السيلينيوم النانوي يقلل من التلف الخلوي ويزيد من حيوية خلايا الظهارة الثدية المسؤولة عن إفراز اللاكتوز، ما ينعكس على زيادة نسبته في الحليب (Tan *et al.*, 2025؛ Zheng *et al.*, 2022). تتماشى هذه النتائج مع ما وجده كلاً من Ying وآخرون (2025) وLiu وآخرون (2024) الذين لاحظوا تحسناً في نسب اللاكتوز في حليب الماعز والابقار على التوالي عند إضافة السيلينيوم النانوي، بينما خالفت ما أورد Kareem وآخرون (2024) الذين لم يجدوا فروقاً معنوية عند استخدام السيلينيوم التقليدي.

كما بينت نتائج الجدول (2) وجود فروق في نسبة البروتين بين المجموعات، إذ تفوقت ($P\leq0.05$) هنا أيضاً المجموعة الرابعة المعاملة بالسيلينيوم النانوي بنسبة 0.5 ملغ/ كغ علف جاف على الشاهد. وقد تفسر هذه الزيادة بتحسين قدرة غدة الثدي على التقاط الأحماض الأمينية وتكوين البروتينات اللبنية بفضل التحسن في حالة مضادات الأكسدة وارتفاع نشاط الأنزيمات المؤكسدة داخل الخلايا (Pecoraro *et al.*, 2022).

ويذكر أن السيلينيوم النانوي يزيد من قدرة الخلايا على مقاومة الإجهاد التأكسدي ويحد من حدوث التلف البروتيني، مما يسمح بتخليق بروتينات الحليب بمستوى أعلى (Zheng *et al.,* 2022). كما أن تحفيز نشاط الميكروبات النافعة في الكرش بفعل السيلينيوم النانوي يسهم في تحسين هضم

البروتين الخام ورفع كفاءة استخدام النيتروجين، ما يزيد من توفر الأحماض الأمينية الموجهة لتخليق البروتين في الحليب (Sitaresmi *et al.,* 2024).

تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Ji وآخرون (2025) الذين أشاروا إلى أن السيلينيوم النانوي أدى إلى تحسين معنوي في محتوى البروتين بالحليب، بينما تختلف مع نتائج Tanوآخرون (2025) الذين لم يسجلوا فروقاً معنوية باستخدام الشكل التقليدي للسيلينيوم.

أما بالنسبة إلى الكثافة، فقد أظهرت النتائج أيضاً فروقاً بين المجموعات، إذ ارتفعت قيم الكثافة عند نعاج المجموعتان الثالثة والرابعة المغذتان على السيلينيوم النانوي متفوقتان ($P\leq0.05$) بذلك على المجموعتين الأولى والثانية. وتعزى هذه الزيادة إلى أن الكثافة ترتبط ارتباطاً مباشراً بمحتوى الحليب من المكونات الصلبة، لذا فإن التحسن في نسب الدهن وSNF والبروتين انعكس طبيعياً على الكثافة النهائية للحليب. وتشير هذه النتيجة إلى وجود تحسن شامل في القيمة الغذائية للحليب، وهو ما أكده Kareem وآخرون (2024) الذين وجدوا علاقة طردية بين استخدام السيلينيوم النانوي وارتفاع الكثافة نتيجة زيادة المواد الصلبة الكلية.

أما بالنسبة لمؤشري الناقلية الكهربائية ودرجة الحموضة (pH). فقد أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية ($P>0.05$) بين المجموعات التجريبية كافة، مما يشير إلى أن إضافة السيلينيوم النانوي لم تؤثر على توازن الشحنات الأيونية أو الحالة الحمضية القاعدية في الحليب. ويعزى ذلك إلى أن السيلينيوم النانوي، رغم تأثيره المحفز للأنزيمات المضادة للأكسدة، لا يتدخل بشكل مباشر في مكونات الحليب الذائبة أو في تركيز الأيونات المعدنية المسؤولة عن التوصيل الكهربائي، كما أنه لا يؤثر في نظم التنظيم الفسيولوجي لدرجة الحموضة داخل الغدة اللبنية، وهذا يعني سلامة الضرع، ويؤكد عدم وجود أي تأثير سلبي للسيلينيوم النانوي عليها. وقد اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Han وآخرون (2021) الذين لم يلاحظوا أي فروق معنوية في قيم الناقلية الكهربائية ودرجة الحموضة عند إضافة السيلينيوم النانوي إلى علائق الأبقار الحلوب، مؤكدين أن تأثير هذا العنصر يتركز بشكل أكبر في الجوانب الأيضية والأنزيمية وليس في التوازن الأيوني أو الحمضي القاعدي للحليب.

بالنسبة لمؤشر الأملاح في الحليب، فقد أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية ($P>0.05$) بين المجموعات التجريبية، مما يشير إلى أن إضافة السيلينيوم النانوي إلى علائق النعاج لم يكن لها تأثير واضح على تركيز الأملاح الذائبة في الحليب عند بداية موسم الإدرار. ويمكن تفسير ذلك

بأن نسبة الأملاح تخضع بدرجة كبيرة لعوامل فيزيولوجية مرتبطة بتوازن الأيونات في الدم ونشاط النقل داخل الغدة اللبنية، وهي عمليات يضبطها الجسم بشكل صارم للحفاظ على استقرار البيئة الداخلية للحليب، بغض النظر عن التغيرات الطفيفة في المكملات المعدنية مثل السيلينيوم. إن السيلينيوم، سواء بصورته العضوية أو النانوية، يعمل في المقام الأول كعنصر مضاد للأكسدة من خلال تنشيط أنزيمات مثل الجلوتاثيون بيروكسيداز، دون أن يتداخل بشكل مباشر مع الأيونات المعدنية المسؤولة عن تركيز الأملاح في الحليب (Dlouhá *et al.*, 2008) وقد أوضح Xiao وآخرون (2024)أن التغيرات في الأملاح غالباً ما تكون مرتبطة بعوامل غذائية تؤثر في توازن الكاتيونات والأيونات أكثر من ارتباطها بالعناصر النادرة مثل السيلينيوم. من خلال هذه المناقشة، يتضح أن إضافة السيلينيوم النانوي بجرعات متفاوتة أثرت على بعض مكونات الحليب، خصوصاً الدهن، المادة غير الدهنية الصلبة (SNF)، اللاكتوز، البروتين، والكثافة، بينما لم تؤثر بشكل معنوي في الأملاح، الناقلية الكهربائية، أو pH.

4-2 مؤشرات الحليب في نهاية موسم الادرار

يبين الجدول (3) التحليل الإحصائي لمؤشرات الحليب المدروسة في نهاية موسم الإدرار.

جدول (3): المؤشرات المدروسة في نهاية موسم الإدرار

المؤشرات المدروسة	مج1	مج 2	مج3	مج4	*P*
الدهن (%)	7.27±0.25 NS	7.33±0.21 NS	7.19±0.21 NS	7.4±0.22 NS	0.382
SNF (%)	9.1±0.13 NS	8.98±0.12 NS	9.12±0.16 NS	9.2±0.2 NS	0.079
اللاكتوز (%)	4.09±0.15 NS	4±0.17 NS	4.1±0.15 NS	4.18±0.23 NS	0.314
الأملاح (%)	0.71±0.039 NS	0.73±0.032 NS	0.71±0.040 NS	0.69±0.038 NS	0.307
البروتين (%)	4.21±0.14 NS	4.15±0.07 NS	4.20±0.07 NS	4.25±0.1 NS	0.107
الكثافة	1.02920± 0.00105 NS	1.09260± 0.00072 NS	1.02960± 0.00106 NS	1.03049± 0.00134 NS	0.168
الناقلية (ms/cm)	4.08±0.12 NS	4.14±0.12 NS	4.04±0.14 NS	4.07±0.16 NS	0.599
PH	6.7±0.08 NS	6.74±0.03 NS	6.7±0.06 NS	6.66±0.05 NS	0.105

* a, b, c : وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

* NS: تعني عدم وجود فروق معنوية في العمود.

في نهاية موسم الإدرار، بينت نتائج التحليل الإحصائي الظاهرة في الجدول (3) عدم وجود أي فروق معنوية ($P>0.05$) بين المجموعات التجريبية في جميع المؤشرات المدروسة، بما في ذلك محتوى الدهن، البروتين، اللاكتوز، المواد الصلبة اللادهنية (SNF)، الأملاح، الكثافة، الناقلية الكهربائية ودرجة الحموضة. ويشير ذلك إلى أن التأثير الإيجابي الذي لوحظ عند بداية موسم الإدرار نتيجة تجريع النعاج بالسيلينيوم النانوي قد تلاشى تدريجياً مع مرور الوقت، ولم يستمر حتى نهاية فترة إنتاج الحليب.

يمكن تفسير هذا الانخفاض في التأثير بارتباطه الوثيق ببرنامج التجريع الذي تم خلال مرحلة الدفع الغذائي وما بعدها، إذ استمر إعطاء السيلينيوم النانوي لمدة ثلاثة أشهر تقريباً (قبل التلقيح بنصف شهر وبعده بشهرين ونصف)، أي خلال النصف الأول من فترة الحمل فقط. وبما أن مدة الحمل في النعاج تبلغ نحو خمسة أشهر، فإن النصف الثاني من الحمل لم يتلق فيه الحيوان أي دعم إضافي من السيلينيوم النانوي، مما أدى بمرور الوقت إلى انخفاض تركيز السيلينيوم الفعّال في الدم والأنسجة مع تقدم الحمل وبداية موسم الإدرار، حتى زال تأثيره تماماً مع نهاية الموسم. يدعم هذا التفسير ما ذكره Hosseintabar وآخرون في دراسة أجراها عام 2024 بأن السيلينيوم النانوي يخزن في بعض أنسجة الجسم مثل الكبد والعضلات لفترة محدودة، إلا أن هذا المخزون لا يكفي للحفاظ على مستويات مرتفعة من السيلينيوم في الدم أو الحليب لفترات طويلة بعد التوقف عن التجريع، إذ يخضع لعمليات استقلاب وإطراح تدريجية. بناءً على ذلك، يمكن القول إن غياب الفروق المعنوية في نهاية موسم الإدرار لا يعني بالضرورة عدم فاعلية السيلينيوم النانوي، بل يعكس طبيعة تأثيره المؤقت والمقيد بفترة التعرض له. فبمجرد توقف الإمداد، يعود الحيوان تدريجياً إلى المستويات الأساسية من الأداء الأيضي والفيزيولوجي، خاصة مع ارتفاع المتطلبات الغذائية والإنتاجية في مراحل الإدرار المتقدمة، مما يجعل الحفاظ على التأثير الإيجابي مرهوناً بالاستمرارية في التجريع أو بتكرار الجرعات على فترات مدروسة.

من خلال ما سبق مناقشته، يتضح أن تأثير السيلينيوم النانوي في تحسين مؤشرات حليب النعاج العواس كان واضحاً خلال بداية موسم الإدرار، إذ ظهرت فروق معنوية إيجابية في بعض المكونات مثل الدهن، البروتين، والمواد الصلبة اللادهنية، مما يعكس الدور الحيوي للسيلينيوم في تعزيز النشاط الأنزيمي والأيضي داخل الغدة اللبنية. إلا أن هذا التأثير لم يستمر حتى نهاية موسم الإدرار، وهو ما يشير بوضوح إلى أن استجابة الحيوان كانت مؤقتة ومرتبطة بفترة التجريع فقط، إذ أدى

توقف الإمداد خلال النصف الثاني من الحمل إلى تراجع تدريجي في مستويات السيلينيوم الفعّال داخل الجسم، وبالتالي إلى غياب التأثير عند المراحل المتأخرة من الإنتاج.

5- الاستنتاجات والتوصيات

تبيّن من خلال ما تمّ دراسته ما يلي:

- إلى أن إضافة السيلينيوم النانوي إلى علائق النعاج العواس خلال مرحلة الدفع الغذائي والنصف الأول من الحمل يمكن أن تسهم في تحسين بعض المؤشرات النوعية للحليب في بداية موسم الإدرار، ولا سيما مكونات الدهن والبروتين والمواد الصلبة اللادهنية.
- كما تؤكد النتائج أن هذا التحسن ذو طبيعة مؤقتة، إذ يتلاشى تدريجياً عند نهاية الإدرار نتيجة انخفاض مستوى السيلينيوم في الجسم بعد التوقف عن التجريع، مما يحدّ من استمرارية تأثيره الإيجابي.
- بناءً على ما سبق يوصى بمواصلة تجريع السيلينيوم خلال مراحل الحمل المتأخرة وفترة الإدرار المبكرة للحفاظ على المستوى الفعّال من السيلينيوم في الجسم وضمان استمرار أثره الإيجابي على مكونات الحليب.
- كما يوصى بضرورة إجراء دراسات مستقبلية تركز على تكرار التجربة مع تمديد فترة التجريع لتشمل كامل فترة الحمل والإدرار، مما يتيح فهماً أدق لتأثير السيلينيوم النانوي المستمر على الأداء الإنتاجي والنوعي للحليب.

6- المراجع

1- Alibekov, R. S., Taspoltayeva, A. R., Urazbayeva, K. A., Shambulova, G. D., & Hardy, M. (2025). A comparative study of the physiochemical and compositional properties of Edilbay sheep milk. European Food Research and Technology, 251, 1719–1729.

2- Aydogdu, T., O'Mahony, J. A., & McCarthy, N. A. (2023). pH, the fundamentals for milk and dairy processing: A review. Dairy, 4(3), 395–409.

3- Budak, D. (2024). Effects of nano selenium on some metabolic and rumen parameters in dorper sheep. Van Veterinary Journal, 35(1), 83-88.

4- Ceballos, A. M., Morales, E., & others. (2009). Selenium in ruminant nutrition: A review. Animal Bioscience, 22(3), 123–134.

5- Chávez-Martínez, A., Reyes-Villagrana, R. A., Rentería-Monterrubio, A. L., Sánchez-Vega, R., Tirado-Gallegos, J. M., & Bolivar-Jacobo, N. A. (2020). Low and high-intensity ultrasound in dairy products: Applications and effects on physicochemical and microbiological quality. Foods, 9(11), 1688.

6- De Luca, M., Santonico, M., Pennazza, G., & Iarossi, S. (2013). Ultrasound based sensor for fat detection in fresh milk. In Sensors: Proceedings of the First National Conference on Sensors, Rome 15-17 February, 2012 (pp. 499-502). New York, NY: Springer New York.

7- Dlouhá, G., Sevcikova, S., Dokoupilova, A., Zita, L., Heindl, J., & Skrivan, M. (2008). Effect of dietary selenium sources on growth performance, breast muscle selenium, glutathione peroxidase activity and oxidative stability in broilers. Czech Journal of Animal Science, 53(6), 265.

8- Flis, Z., Molik, E., Ptak, A., & Szatkowski, P. (2023). Natural bioactive compounds in sheep milk: Potential biomedical applications. Current Issues in Molecular Biology, 47(6), 456.

9- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). Statistical procedures for agricultural research. John wiley & sons.

10- Guo, W., Shi, X., Wang, L., Cong, X., Cheng, S., Li, L., & Cheng, H. (2024). Nano-selenium preparation and its application in sheep feed. Veterinary Sciences, 15(1), 22.

11- Han, L., Pang, K., Fu, T., Phillips, C. J. C., & Gao, T. (2021). Nano-selenium supplementation in dairy cows: Effects on milk yield and antioxidant status. Biological Trace Element Research, 199(2), 456–467.

12- Han, L., Pang, K., Fu, T., Phillips, C. J. C., & Gao, T. (2020). Nano-selenium supplementation increases selenoprotein (Sel) gene expression profiles and milk selenium concentration in lactating dairy cows. Biological Trace Element Research, 199(1), 113-119.

13- Hossain, M. E., & Islam, S. (2025). Why sheep matter? A holistic perspective on productive, social, and economic benefits. STM Journals in Agricultural Science, 12(1), 33–45.

14- Hosseintabar-Ghasemabad, B., Kvan, O.V., Sheida, E.V. et al. Nano selenium in broiler feeding: physiological roles and nutritional effects. AMB Expr 14, 117 (2024).

15- Ji, X., Deng, X., Liu, N., & Wang, J. (2025). Milk profiles of selenoamino acids, selenoenzymes, and selenoproteins of peripartal dairy cows fed with different selenium sources. Animal Bioscience, 38(6), 1175.

16- KAREEM, O., SAADI, A. M., & ALMALLAH, O. D. (2024). Addition Of Selenium Nanoscale to High Diets with Wheat Bran and Its Effect on Milk Production and Composition in Awassi Ewes. Assiut Veterinary Medical Journal, 70(183), 323-334.

17- Koluman, N., & Paksoy, Y. (2024). Sustainability of sheep farming in Eastern Mediterranean region. In S. Kukovics (Ed.), Sheep Farming - Sustainability from Traditional to Precision Production. IntechOpen.

18- Liu, Y., Zhang, J., Bu, L., Huo, W., Pei, C., & Liu, Q. (2024). Effects of nanoselenium supplementation on lactation performance, nutrient digestion and mammary gland development in dairy cows. *Animal Biotechnology*, *35*(1), 2290526.

19- Liu, Q., Guo, W., & Zhu, X. (2018). Effect of lactose content on dielectric properties of whole milk and skim milk. International Journal of Food Science and Technology, 53(9), 2037–2044.

20- Milkotronic. (n.d.). Appendix 5: Easy calibration of the milk analyser by calculating basic parameters via formulas. Retrieved

21- Pecoraro, B. M., Leal, D. F., Frias-De-Diego, A., Browning, M., Odle, J., & Crisci, E. (2022). The health benefits of selenium in food animals: A review. Journal of Animal Science and Biotechnology, 13, 58. https://doi.org/10.1186/s40104-022-00706-2.

22- Rabee, A. E., Khalil, M. M. H., Khadiga, G. A., Elmahdy, A., Sabra, E. A., Zommara, M. A., & Khattab, I. M. (2023). Response of rumen fermentation and microbial community to nano-selenium supplementation in sheep. BMC Veterinary Research, 19(1), 112.

23- Science Publishing Group. (2023). Socio-economic importance of sheep production. American Journal of Environmental and Resource Economics, 8(3), 45–52.

24- Shanmugam, A., Chandrapala, J., & Ashokkumar, M. (2012). The effect of ultrasound on the physical and functional properties of skim milk. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 16(1), 251–258.

25- Sitaresmi PI, Hudaya MF, Atmoko BA, Wulandari W, Ujilestari T. (2024). Production and effects of nanomineral selenium (Nano-Se) feed additive on rumen fermentation, productivity, and reproductive performance of ruminants. J Adv Vet Anim Res 2024; 11(3):782–795.

26- Tan, L., Zhao, Y., Sun, J., Bai, C., Du, H., Yan, X., ... & Huo, W. (2025). Effects of Coated Sodium Selenite Supplementation on the Milk Yield, Apparent Digestibility, Rumen Fermentation, Blood

Biochemical Parameters and Antioxidant Parameters in Dairy Buffaloes. Animals, 15(19), 2767.

27- Xiao, M., Wang, Y., Wei, M., Peng, W., Wang, Y., Zhang, R., Zheng, Y., Ju, J., Dong, C., Du, L., & Bao, M. (2024). Effects of nanoselenium supplementation on milk composition and antioxidant status in dairy cows. Frontiers in Veterinary Science, 11, 1418165.

28- Ying, Z., Xie, S., Xiu, Z. et al. Under heat stress conditions, selenium nanoparticles promote lactation through modulation of rumen microbiota and metabolic processes in dairy goats.

29- Zaninelli, M., Agazzi, A., Costa, A., Tangorra, F. M., Rossi, L., & Savoini, G. (2015). Evaluation of the Fourier frequency spectrum peaks of milk electrical conductivity signals as indexes to monitor the dairy goats' health status by on-line sensors. Sensors, 15(8), 20698–20715.

30- Zheng, Y., Xie, T., Li, S., Wang, W., Wang, Y., Cao, Z., & Yang, H. (2022). Effects of selenium as a dietary source on performance, inflammation, cell damage, and reproduction of livestock induced by heat stress: A review. Frontiers in Immunology, 12, 820853.

تأثير إضافة حمض السوربيك وحمض الخليك على الايشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو في اللحوم الحمراء والبيضاء

عمار حاجي العلي[1] ،عبد العزيز عروانه[2] ، غياث سليمان[3]

قسم الصحة العامة والطب الوقائي، كلية الطب البيطري ،جامعة حماة، سوريا[1]

قسم الصحة العامة والطب الوقائي، كلية الطب البيطري ،جامعة حماة، سوريا[2]

كلية الطب البشري ، قسم طب الأسرة والمجتمع، جامعة طرطوس، سوريا[3]

الملخص

هدف البحث إلى دراسة تأثير حمض السوربيك وحمض الخليك على جراثيم والاشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو في اللحوم الحمراء والبيضاء والتي تعد من المسببات الرئيسية لبعض الأمراض المنقولة عن طريق اللحوم وتساهم بشكل كبير في فساد اللحوم وذلك بهدف تثبيط نمو هذه الجراثيم عند الحد المسموح به. حيث تم غمر عينات اللحم بمحلول حمض السوربيك: حمض السوربيك1%، حمض السوربيك2% ، ومحلول حمض الخليك تركيز 1% وتركيز 2% مدة 30 دقيقة. ثم دُرس تأثير حمض السوربيك بالتركيزيين المختلفين على هذه اللحوم وقد تم تقييم النتائج بعد إجراء الاختبار على عدد الجراثيم في اللحوم. وقد بيّنت النتائج قدرة حمض السوربيك على تثبيط نمو هذه الجراثيم. وقد أظهرت العينات المعاملة بمحلول حمض السوربيك 2% تثبيط أفضل في هذه اللحوم أما بالنسبة لحمض الخليك تركيز 1% وتركيز، 2% فقد قضى على نمو الاشريكية ونستنتج من هذه الدراسة أن إضافة حمض السوربيك بتركيز 2% يمكن أن يخفض من عدد هذه الجراثيم بينما حمض الخليك قضى على نمو الايشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو وبينت النتائج وجود فروقات معنوية عند $P<0.05$.

الكلمات المفتاحية : اللحوم الحمراء – الحوم البيضاء – حمض السوربيك – حمض الخليك – الايشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو.

Effect of sorbic acid addition on Verocytotoxin-producing Escherichia coli (VTEC) in red and white meat

Ammar Haji Al-Ali* **Abdul Aziz Arawneh** **Ghiyath Soliman**

* PhD student in the Department of Public Health and Preventive Medicine, specializing in Meat Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Hama University, ammmmar19994@gmail.com.

Abstract

The aim of this research was to study the effect of sorbic acid and acetic acid on Verocytotoxin-producing Escherichia coli (VTEC) in red and white meat, which is one of the main causes of some meat-borne diseases and contributes significantly to meat spoilage. The aim was to inhibit the growth of these bacteria within the permissible limits. Meat samples were immersed in sorbic acid solutions: 1% sorbic acid, 2% sorbic acid, and 1% and 2% acetic acid solutions for 30 minutes. The effect of sorbic acid at the two different concentrations on these meats was then studied. The results were evaluated after conducting a test on the number of bacteria in the meat. The results demonstrated the ability of sorbic acid to inhibit the growth of these bacteria. Samples treated with 2% sorbic acid solution showed better inhibition in these meats, while 1% and 2% acetic acid eliminated the growth of E. coli. We conclude from this study that adding 2% sorbic acid can reduce the number of these bacteria, while acetic acid eliminated the growth of Verocytotoxin-producing Escherichia coli (VTEC) . The results showed significant differences at $P<0.05$.

Keywords: Red meat - White meat - Sorbic acid - Acetic acid - Verocytotoxin-producing Escherichia coli (VTEC)

المقدمة :

تعد اللحوم من أهم مصادر البروتين الأساسية والأحماض الأمينية والدهنية والفيتامينات والمعادن الضرورية لحياة الإنسان(Vasut and Robeci, 2009).

ونظراً لقيمتها الغذائية العالية فإنها تشكل بيئة ملائمة لنمو وتكاثر الجراثيم حيث أنها يمكن أن تتلوث بسهولة بالجراثيم الممرضة من شتى مصادر التلوث بدئاً من الحيوان المذبوح وصولاً إلى عرضها في الأسواق (Lawrie, 1985)، إن قضية تلوث اللحوم بمسببات الأمراض مثيرة للقلق نظراً لارتفاع معدل استهلاكها وتلوثها في الوقت نفسه، حيث تعدَ اللحوم أحد أهم الأغذية المسببة لحالات التسمم، وتنقل العديد من الأمراض المحمولة على الغذاء (Bhandare *et al*., 2007) ، وقد تم تقدير عدد الإصابات التي انتقلت عن طريق تناول اللحوم في كل سنة إلى نحو600 مليون حالة، يموت منهم420 ألف شخص من بينهم 125 ألف طفل دون سن الخامسة وفق تقديرات منظمة الصحة العالمية (WHO, 2015).

تعد الإشريكية القولونية نوعاً واسع الانتشار حيث توجد هذه الجراثيم بأعداد وافرة في أمعاء الإنسان والحيوان إذ أن أعدادها قد تصل إلى (910) خلية لكل غرام في عينة البراز، وبالتالي فهي تتواجد في مياه الصرف الصحي، ومياه الفضلات المعالجة، وفي كل المياه الطبيعية والترب الملوثة ببراز مصدره الإنسان والحيوانات لذلك تم تعريفها بأنها دليل للتلوث البرازي في الأغذية والمشروبات (Bruyand *et al*., 2018)

وتسبب الاشريكية القولونية العديد من حالات التسمم الغذائي المرتبطة لدى تناول اللحوم غير المطهية جيداً، حيث تتواجد الإشريكية القولونية في البراز وأمعاء الحيوانات وجلودها وتلوث اللحوم في أثناء عملية الذبح او وجودها في ادوات الذبح ومياه التنظيف (Duffy *et al* ., 2003).

ولضرورة الحفاظ على اللحوم من مسببات الفساد يمكن استخدام بعض المواد الحافظة مثل حمض السوربيك وحمض الخليك كمواد مثبطة وقاتلة للجراثيم، حيث يعتبر حمض السوربيك مركب آمن ويُستخدم على نطاق واسع كعوامل مضادة للميكروبات في الأغذية (Campos)

and Gerschenson, 1998. ويعتبر سوربات البوتاسيوم هو الشكل الأكثر استخدامًا في صناعة الأغذية نظرًا لثباته وسهولة تصنيعه وذوبانه الاستثنائي في الماء (Lueck,1990). أما في الزيوت يكون حمض السوربيك أكثر قابلية للذوبان من سوربات البوتاسيوم (Thakur *et al.*, 1994). ويملك حمض السوربيك واملاحه فعالية واسعة الطيف ضد الفطور والجراثيم ، ويمكن أن يستخدم حمض السوربيك مع كميات صغيرة من النتريت أو الفوسفات في بعض منتجات اللحوم، ويمكن استخدام حمض السوربيك حتى تركيز 5% في حفظ اللحوم من أجل القضاء على مسببات الفساد الجرثومية الهوائية (Feiner, 2006) وقد ثبت استخدامه وفعاليته ضد جراثيم الايشريكية القولونية (Koodie and Dhople, 2001)

ومن هذه المواد المستخدمة في حفظ اللحوم أيضاً حمض الخليك أو مايعرف باسم حمض الخل أو حمض الاستيك (Álvarez-Ordóñez *et al.*, 2010)ويعتبر من الكواشف الكيميائية الهامة ويستخدم كمادة حافظة وله تأثير فعال ضد الاحياء الدقيقة المجهرية بسبب قدرته على خفض PH والتأثير على ثباتية الاغشية الخارجية للخلية البكتيرية ، فقد تبين أن فعالية الأحماض العضوية في إطالة مدة حفظ اللحوم له تأثير كبير في خفض الحمولة الجرثومية في اللحوم (Luck and Jager, 1998) فقد تبين ان معاملة ذبائح الحيوانات بحمض الخل قد تخفض تعداد جراثيم الايشريكية القولونية o157:H7 بمقدار يتراوح من 0.1-4.67 log CFU/g (Stivarius and Pohlman, 2002)

ومن الجدير بالذكر ان منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية تسمح باستخدام الاحماض العضوية بنسبة تتراوح من 1.5-2.5% كمحاليل مطهرة لذبائح الدواجن (Del Rio and Panizo-Moran, 2007).

الهدف من البحث:

دراسة تأثير حمض السوربيك وحمض الخليك بتراكيز 1%، 2%على الايشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو في اللحوم الحمراء والبيضاء.

المواد وطرائق العمل Material and Methods:

أجريت هذه الدراســـة في مخبر الأحياء الدقيقة ومخبر اللحوم في كلية الطب البيطري التابعة لجامعة حماه وكانت التجربة على الشكل التالي :

حيث تم إجراء تقييم تأثير حمض الســـوربيك وحمض الخليك على مجموعة من اللحوم الحمراء والبيضاء المستهلكة في الأسواق المحلية ومقسمة على الشكل التالي:

لحوم الأغنام و لحوم أبقار ولحوم ماعز ولحوم جمال ولحوم فروج بالإضافة إلى لحوم أسماك

عدوى اللحوم بجراثيم الإشريكية القولونية:

تم عزل الإيشـريكية القولونية المنتجة للذيفان الســام لخلايا فيرو من اللحوم المباعة في الأسـواق المحلية لمدينة حماة وتم الكشــف عن جينات vt1, vt2 باســتخدام جهاز PCR وإجراء عدوى صـنعية في اللحوم المدروسـة وذلك عن طريق تنشيط جراثيم الإشـريكية القولونية على وسـط نقيع القلب والدماغ وحضـنها عند 37°م لمدة 18–24 سـاعة ، ثم تم تعليق الجراثيم في سـائل يحتوي محلول فيزيولوجي كـافي لإجراء العـدوى في اللحوم، وبعـدهـا تم غمر أنواع اللحوم بـالمعلق الجرثومي كل على حدة .

الكشف عن التعداد الأولي للجراثيم:

تمَّ نقل 10 غرام من كل عينة إلى كيس معقم يحتوي 90 مل من ماء الببتون وبعدها تم مجانسـة العينة باسـتخدام جهاز المجانســة Stomacher مدة دقيقتين ثم أجريت سـلســة من التخفيفات العشـرية من أجل إجراء التعداد الجرثومي، وتم استخدام وسـط آغار EMB وحضـنت الأطباق بدرجة حرارة 37مْ لمدة 24 سـاعة وتم عد المسـتعمرات الخضـراء ذات اللمعة السـوداء المعدنية (Hausler,1972; Cheesbrough, 1985).

تأثير الأحماض المختلفة على جراثيم الإشريكية القولونية:

تم أخذ 150 غرام من كل نوع من اللحوم وقطعت الى قطع حســـب كل نوع من اللحوم وغمرت معاملات اللحوم المختلفة بالمعلق الجرثومي لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة الغرفة ثم تم إخراجها (Goodridge *et al.*, 1999). وكان توزيع المعاملات كما هو موضح في الجدول (1):

جدول رقم (1): يوضح توزيع عينات اللحوم ومعاملتها بالأحماض

العينات التجريبية	عدد العينات و تركيز المواد الحافظة	
لحم أغنام	6 عينات ب حمض الخليك 1%	6 عينات ب حمض الخليك 2%
	6 عينات ب حمض السوربيك 1%	6 عينات ب حمض السوربيك 2%
لحم أبقار	6 عينات ب حمض الخليك 1%	6 عينات ب حمض الخليك 2%
	6 عينات ب حمض السوربيك 1%	6 عينات ب حمض السوربيك 2%
لحم ماعز	6 عينات ب حمض الخليك 1%	6 عينات ب حمض الخليك 2%
	6 عينات ب حمض السوربيك 1%	6 عينات ب حمض السوربيك 2%
لحم جمال	6 عينات ب حمض الخليك 1%	6 عينات ب حمض الخليك 2%
	6 عينات ب حمض السوربيك 1%	6 عينات ب حمض السوربيك 2%
لحم فروج	6 عينات ب حمض الخليك 1%	6 عينات ب حمض الخليك 2%
	6 عينات ب حمض السوربيك 1%	6 عينات ب حمض السوربيك 2%
لحم أسماك	6 عينات ب حمض الخليك 1%	6 عينات ب حمض الخليك 2%
	6 عينات ب حمض السوربيك 1%	6 عينات ب حمض السوربيك 2%

الكشف عن تأثير الأحماض على جراثيم الإشريكية القولونية:

تمَّ نقل 10 غرام من كل عينة إلى كيس معقم يحتوي 90 مل من ماء الببتون وبعدها تم مجانسة العينة باستخدام جهاز المجانسة Stomacher مدة دقيقتين ثم أجريت سلسة من التخفيفات العشرية من أجل إجراء التعداد الجرثومي، وتم استخدام وسط آغار EMB

وحضنت الأطباق بدرجة حرارة 37مْ لمدة 24 ساعة وتم عد المستعمرات الخضراء ذات اللمعة السوداء المعدنية وُحسَب عدد المستعمرات النامية واستخرج عدد جراثيم الإشريكية القولونية الملوثة للعينات من عدد المستعمرات في الاطباق مضروباً بمقلوب التخفيف ويقاس بواحدة CFU(وحدة مشكلة للمستعمرة Colony- forming unit)

واختبرت الاطباق التي يتراوح عدد مستعمراتها بين 30-300 مستعمرة (Hausler, 1972; Cheesbrough, 1985).

التحليل الإحصائي:

تم استخدام برنامج (Microsoft Excel 2010) في حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وإجراء الرسوم البيانية، وتم استخدام اختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One Way ANOVA في البرنامج الإحصائي SPSS 20 حيث اعتبرت الفروقات معنوية عند مستوى p ≤ 0.05.

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج هذه الدراسة قدرة الحموض العضوية المدروسة على التخفيف من الحمولة الجرثومية من جراثيم الإشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو، حيث تبين تفوق حمض الخليك على حمض السوربيك في القضاء على الجراثيم في مختلف معاملات اللحوم كما هو موضح في الجدول رقم (2)

الجدول رقم (2): تعداد الجراثيم بعد تطبيق الأحماض على اللحوم المدروسة $\log_{10}$/ g

نوع اللحم	التركيز	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أصغر قيمة	أكبر قيمة
أغنام	سوربيك 1%	6	2.35^{a}	0.20	2.11	2.56
	سوربيك 2%	6	2.12^{b}	0.14	2.01	2.37
	خليك 1%	6	0.00^{c}	0.00	0.00	0.00
	خليك 2%	6	0.00^{c}	0.00	0.00	0.00
أبقار	سوربيك 1%	6	2.20^{a}	0.15	2.05	2.41
	سوربيك 2%	6	2.15^{a}	0.15	2.02	2.37
	خليك 1%	6	0.00^{b}	0.00	0.00	0.00
	خليك 2%	6	0.00^{b}	0.00	0.00	0.00
ماعز	سوربيك 1%	6	2.24^{b}	0.12	2.13	2.37
	سوربيك 2%	6	2.21^{b}	0.12	2.09	2.37
	خليك 1%	6	0.00^{a}	0.00	0.00	0.00
	خليك 2%	6	0.00^{a}	0.00	0.00	0.00
جمال	سوربيك 1%	6	2.29^{b}	0.23	2.05	2.54
	سوربيك 2%	6	2.29^{b}	0.19	2.09	2.56
	خليك 1%	6	0.00^{a}	0.00	0.00	0.00
	خليك 2%	6	0.00^{a}	0.00	0.00	0.00
فروج	سوربيك 1%	6	2.21^{b}	0.18	2.01	2.43
	سوربيك 2%	6	2.25^{b}	0.21	2.05	2.45
	خليك 1%	6	0.00^{a}	0.00	0.00	0.00

	خليك 2%	6	0.00^{a}	0.00	0.00	0.00
سمك	سوربيك 1%	6	2.16^{b}	0.14	2.01	2.37
	سوربيك 2%	6	2.22^{b}	0.10	2.06	2.33
	خليك 1%	6	0.00^{a}	0.00	0.00	0.00
	خليك 2%	6	0.00^{a}	0.00	0.00	0.00

تدل الرموز a ,b ,c على وجود فروقات معنوية في حال اختلافها ضـــمن نفس العمود ونفس الزمن عند مقارنة المتوسطات الحسابية ما بين مجموعات الدراسة باستخدام اختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One Way ANOVA في البرنامج الإحصـــائي SPSS 20 حيث اعتبرت الفروقات معنوية عند $P<0.05$.

وبمقارنة نتائج هذه الدراسة مع الدراسات السابقة نجد أنها توافق ما وجده (Enkhbold et *al.,* 2022) في اللحوم حيث خفضـت سـوربات البوتاسـيوم من عدد الإيشـريكية القولونية بتراكيز مختلفة 1% ، 2%، 5% .

وبينت نتائج تأثير حمض الخليك على الايشريكية القولونية انخفاض عدد جراثيم الايشريكية عند معاملتها بحمض الخليك بالتركيز 1% والتركيز 2% حيث يوافق دراسـة أجرتها (الابراهيم،2022) حيث وجدت أن إضـــافة حمض الخليك بتركيز 1% و تركيز 2% في لحوم الدجاج يمكن ان يخفض من أعداد الايشـريكية القولونية، وهذا يوافق دراسـة أجراها (Ahmed *et al.*, 2018) لتأثير حمض الخليك بتركيز 1 و2% على جراثيم الإشـــريكية الفقولونية كما وافقت نتائج هذه الدراسة ما وجده (Shaltout et al., 2014)

بـإضـــافـة تـأثير تركيزات مختلفـة من حمض الخليـك (1 و2%) يمكن أن يؤخر نمو جراثيم الايشريكية القولونية ولكن أظهرت دراسـة (Elaine and Catherine, 2000) مخالفة لنتائج هذه الدراسة حيث وجد أنه يمكن تتكيف E. coli O157: H7 مع الظروف الحمضية مما يؤثر سلبًا على فعالية غسيل الرش بحمض الخليك بنسبة 2 % في تقليل أعداد هذه الجراثيم في الذبائح .

الاستنتاجات:

نستنتج من الدراسة الحالية :

1- انخفاض تعداد الإشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو في اللحوم الحمراء والبيضاء وذلك بعد تعرضها لحمض السوربيك.

2- أظهر حمض الخليك انعدام وجود جراثيم الايشـــريكية القولونية المنتجة للذيفان الســـام لخلايا فيرو في العينات المختبرة في التركيزين 1%، 2% .

التوصيات:

- التوسع في دراسة تأثير حمض السوربيك وحمض الخليك وذلك بتراكيز أعلى ومختلفة على جراثيم الايشريكية القولونية المنتجة للذيفان السام لخلايا فيرو في اللحوم.
- دراســة تأثير إضــافة حمض الســوربيك وحمض الخليك في اللحوم الحمراء والبيضــاء على جراثيم أخرى مثل المكورات العنقودية وغيرها من الجراثيم
- تكثيف الرقابة الصحية في أماكن بيع اللحوم ومراقبتها باستمرار للحد من الممارسات الخاطئة أثناء تداول اللحوم والمهددة للصحة العامة.
- إضـافة بند في لائحة الشـروط الصـحية للمذابح غمر او غسـل اللحوم بتراكيز مخفضـة من هذه الأحماض.

المراجعReferences :

الابراهيم نوفة ، نعمة فؤاد ، عراونة عبد العزيز 2022(دراســـة تأثير حمض الخل وحمض اللبن على بكتريا السالمونيلا والمكورات العنقودية الذهبية في لحم الدجاج خلال الحفظ بالتخزين المبرد) مجلة جامعة حلب ، سلسلة العلوم الزراعية، المجلد، (152).

1) Ahmed A. Shewail; Fahim A. Shaltout and Thabet M. Gerges, Álvarez-Ordóñez A, Fernández A, Bernardo A, López M. 2010. Acid tolerance in Salmonella Typhimurium induced by culturing in the presence of organic acids at different growth temperatures. Food Microbiol 27:44-49.
2) Bhandare SG, Sherikar AT, Paturkar AM et al. (2007) A comparison of microbial contamination on sheep/goat carcasses in a modern Indian abattoir and traditional meat shops. Food Control 18 (7): 854–858.
3) Campos, C.A. and Gerschenson, L.N. 1998. Inhibitory action of potassium sorbate degradation products against Staphylococcus aureus growth in laboratory medium. Int. Jour. Food Micro. 54:117-122.
4) Cheesbrough, M. (1985). Medical Laboratory Manual for Tropical Countries. 1st ed. English Language Book Society, London. p 400–480.
5) Del Rio, E. and M. Panizo-Moran. 2007. Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry. Intern. J. Food Microbio. 115: 286-280.
6) Elaine D. Berry and Catherine N. Cutter,2000 Effects of Acid Adaptation of Escherichia coli O157:H7 on Efficacy of Acetic Acid Spray Washes To Decontaminate Beef Carcass Tissue APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Apr. 2000, p. 1493–1498.
7) Feiner, Gerhard (2006):Meat Products Handbook ,Practical Science And Technology , Woodhead Publishing Limited , First Published ,U.S.A.
8) Goodridge, L., Chen, J., & Griffiths, M. (1999). The use of a fluorescent bacteriophage assay for detection of Escherichia coli O157:H7 in inoculated ground beef and raw milk. International Journal of Food Microbiology, 47 (1-2), 43-50.
9) Hausler, W.J.JR.(1972).Standard Methods for the Examination Diary Products .American Puplic Health Ass.,Washington.D.C.
10) Koodie L., Dhople A.M. (2001). Acid tolerance of Escherichia coli O157:H7 and its survival in apple juice. Microbios. 104: 167– 175.

11) Lawrie RA (1985) Meat science, 4th editio. Oxford: Pergamon Press.

12) Lueck, E. 1990. Food Applications of sorbic acid and its salts. Food Additives and Contaminants. 7:711−715.

13) Shaltout, F. A; Gerges, M. T. and Shewail, A. A 2014 mpact of organic acids and their salts on microbial quality and shelf life of beef meat Glob. J. Agric. Food Safety Sci., Vol.1 (2): pp. 360 – 370.

14) Stivarius M.R., Pohlman F.W., Mc Elyea K.S., Apple J.K., 2002. The effect of acetic acid, glucomic acid and trisodium citrate treatment of beef trimmings on microbial, color and odor characteristics of ground beef through similitude retail display. Meat Sci. 60, 245-252.

15) Thakur, B.R., Singh, R.K. and Arya, S.S. 1994. Chemistry of sorbates-a basic perspective. Food Reviews Int. 10:71-91.

16) Vasut RG, Robeci MD (2009) Food Contamination With Psyhcrophilic Bacteria. Lucr Ştiinţifice Med Vet XLII (2): 325–330.

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الآزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

م. أحمد عطية [1] أ.د. بشار حياص [2] د. فادي عباس [3]

(1) طالب دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية بجامعة حمص سورية.

(2). أستاذ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية بجامعة حمص سورية.

(3). مدير بحوث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية GCSAR، سورية، مركز بحوث حمص..fadiab77@gmail.com

الملخص:

نفذ البحث خلال الموسمين الزراعيين 2023/2022، 2024/2023 في حقل خاص بقرية الدوير شمالي مدينة حمص على صنف الفول البلدي بهدف دراسة تأثير الرش بتراكيز مختلفة من الماء الأوكسجيني (H_2O_2) ومستخلص الأعشاب البحرية في عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف ونسبة البروتين في البذور للفول العادي تحت ظروف الإجهاد الجفافي خلال مرحلة الإزهار. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بترتيب القطع المنشقة لمرتين بثلاثة مكررات، حيث توضعت معاملة الري في القطع الرئيسية ومعاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية في القطع المنشقة من الدرجة الأولى ومعاملة الرش بالماء الأوكسجيني في القطع المنشقة من الدرجة الثانية.

أظهرت النتائج التأثير السلبي للإجهاد الجفافي في جميع الصفات المدروسة (عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف ونسبة البروتين في البذور) بالنسب التالية: (5.89، 5.38، 3.51%) في الموسم الأول، و(7.22، 6.61، 3.86 %) في الموسم الثاني على التوالي. وأدى الرش بكل من مستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر والرش بالماء الأوكسجيني 10 و20 ميلي مول على حدا إلى تحسين

الصفات المدروسة تحت كلاً من ظروف الشاهد المروي والإجهاد وسبب تناقص قيم معدلات الانخفاض في هذه الصفات تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بمعاملة الشاهد غير المعامل. وبالنتيجة حققت معاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول أفضل قيم للصفات المدروسة وأقل معدلات لتناقص القيم تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي.

الكلمات المفتاحية: مستخلص الأعشاب البحرية، الماء الأوكسجيني، الإجهاد الجفافي، العقد الجذرية، نسبة البروتين، الفول العادي.

Effect of spraying with seaweed extract and hydrogen peroxide under drought stress on root nodules number and weight and protein content *in Vicia faba*

Ahmed Attia [1] Prof. Dr. Bashar Hayas [2] Dr. Fadi Abbas [3]

(1) PhD student, Field Crops Department, Faculty of Agricultural Engineering, Al-Baath University, Syria.

(2). Professor, Field Crops Department, Faculty of Agricultural Engineering, Al-Baath University, Syria.

(3). Research Director at the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Syria, Homs Research Center. fadiab77@gmail.com.

Abstract:

The research was carried out during the 2022/2023, 2023/2024 agricultural seasons in a private field in the village of Al-Duwair, north to Homs city, on faba bean variety, to study the effect of spraying with different concentrations of seaweed extract and hydrogen peroxide (H_2O_2) on nodules number and weight, and protein percent % in the seeds of bean under conditions of drought stress during the flowering stage. The experiment designed according to a completely randomized block design, with the arrangement of split-split plots with three replicates, where the irrigation treatment was placed in the main plots, the spraying treatment

with seaweed extract in the split plots, and the spraying treatment with hydrogen peroxide in the split- split plots.

The results showed the negative effect of drought stress on all studied traits (number of root nodules, dry weight, and protein content in seeds) at the following rates: (5.89, 5.38, 3.51%) in the first season, and (7.22, 6.61, 3.86%) in the second season, respectively. Spraying with both 1g/L seaweed extract and 10 and 20 mmol hydrogen peroxide, respectively, improved the studied traits under both irrigated control and stress conditions and caused a decrease in the rates of decline in these traits under stress conditions compared to the untreated control treatment. As a result, spraying with 1g/L seaweed extract and 20 mmol hydrogen peroxide achieved the best values for the studied traits and the lowest rates of decline under stress conditions compared to the irrigated control.

Keywords: seaweed extract, hydrogen peroxide, drought stress, Root nodules, protein percent, bean.

المقدمة والدراسة المرجعية:

تلعب البقوليات دوراً هاماً في مواجهة التحديات العالمية للأمن الغذائي، وذلك بتوفيرها مصدراً مستداماً للبروتين والمركبات النشطة بيولوجياً، وتمكن قدرة البقوليات على إقامة علاقات تكافلية مع بكتيريا الريزوبيا من تثبيت النيتروجين بيولوجياً مما يقلل الاعتماد على الأسمدة الكيماوية ويعزز صحة التربة. ومع ذلك، تتأثر كفاءة هذا التكافل بشكل كبير بالعوامل البيئية، مثل حموضة التربة وملوحتها ودرجة حرارتها ونسبة رطوبتها وشدتها الضوئية وتوافر العناصر الغذائية والجفاف (Yeremko *et al.*, 2025).

المكونات الرئيسية لبذور الفول هي البروتين، والكربوهيدرات المعقدة، والألياف الغذائية، والفيتامينات، والمعادن، وتتميز بخلوها من الكوليسترول (Jach *et al.*, 2022). كما تحسن زراعة الفول من الخصائص البيولوجية والفيزيائية والكيميائية للتربة (Deakin *et al.*, 2009; Meena *et al.*, 2015).

بلغت المساحة المزروعة بالفول في سورية في العام 2023 حوالي 12602 هكتار أعطت إنتاج قدره 12187 طن بمتوسط إنتاجية 967 كغ/هـ ، كان نصيب محافظة حمص منها المساحة الأكبر 4547 هكتار أنتجت حوالي 3971 طن بمتوسط غلة 873 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2023). وتعد غلته متدنية ويعود ذلك للعديد من الأسباب يأتي نقص مياه الأمطار في العديد من أماكن زراعته في المرتبة الأولى.

يحتوي الفول العادي (*Vicia faba* L.) على عناصر غذائية عديدة وخاصة البروتينات التي تصل نسبتها إلى حوالي 25.% في بعض الأصناف مما يجعله مصدراً مهماً للبروتينات النباتية (Merga *et al.*, 2019).

أشار (Kebede, 2021) إلى أنه في عملية التعايش بين البقوليات والريزوبيوم، يمكن للبقوليات تثبيت ما يقرب من 100 إلى 300 كجم/هكتار من النيتروجين الجوي (N2) سنوياً، مما يوفر ما يقرب من 139 إلى 175 مليون طن من النيتروجين للتربة. وهذا بدوره يقلل من تكلفة استخدام حوالي 80–90 طناً من الأسمدة النيتروجينية المعدنية سنوياً.

يعتبر مستخلص الطحالب البحرية منشطاً حيوياً مفيداً لنمو النبات، فهو غني بالأوكسينات والسيتوكينينات التي تعتبر منظمات نمو للنبات (Marhoon and Abbas, 2015). بالإضافة

لغناها بمركب بيتا كاروتين (برو فيتامين A) والعديد من الأحماض الأمينية (Badr *et al.*, 2017)، والعديد من العناصر الكبرى والصغرى وخاصة الفوسفور والحديد والزنك ومكونات مضادات الأكسدة (El-Sayed *et al.* 2018). وللتسميد بمستخلص الأعشاب البحرية له تأثير كبير بالمقارنة بالأسمدة المعدنية وذلك لاحتوائه على كمية كبيرة من المادة العضوية التي تحتفظ بالرطوبة وتساعد في تيسير العناصر الغذائية مما يسهل امتصاص الجذور للعناصر من سطح التربة (Begum *et al.*, 2018).

وجد توفيق (2012) أن الرش بمستخلص الأعشاب البحرية (Algamix) بتركيز 4.5 مل/ لتر لثلاث مرات خلال موسم النمو على نبات الفول *Vicia faba* L. (الرشة الأولى عند تكون 4-5 أوراق، ثم بفارق أسبوعين)، أثراً معنوياً في أغلب صفات النمو الخضري (طول النبات، عدد أوراق النبات، عدد الأفرع)، وبعض صفات المحصول (عدد القرون، إنتاجية النبات الواحد، والإنتاج الكلي). وبين جرجنازي (2019) عند رش نبات الفول العادي بخمسة تراكيز من مستخلص الأعشاب البحرية (0، 0.5، 1، 2، 4) مل/ليتر، أن رش النباتات بمستخلص الأعشاب البحرية حققت زيادة في نمو النباتات والإنتاجية وتحسين نوعيته وأعطى التركيز 2 مل/لتر أفضل عدد أفرع وعدد أوراق، وعدد قرون ووزن القرون وعدد البذور في النبت وانتاجية القرون الخضراء.

يعد الماء الأوكسجيني أو بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) أحد أنواع الأكسجين التفاعلية المستقرة(ROS) والذي يتم إنتاجه بشكل طبيعي أثناء عملية التمثيل الغذائي للخلية خاصة تحت الإجهاد .(Ismail *et al.*, 2015) ، وله دور كبير في الإشارة إلى العديد من العمليات الفسيولوجية مثل التمثيل الضوئي والتنفس والنتح ونقل نواتج التمثيل (kilic and Kahraman, 2016). وقد درس دور الرش بالماء الأوكسجيني في العديد من النباتات فوجد قبيلي وآخرون (2021) أن المعاملة رشاً بالماء الأوكسجيني بتركيز 10 ميلي مول على نبات الفول أدت إلى زيادة ارتفاع النبات ودليل المسطح الورقي ومعدل نمو المحصول والتمثيل الصافي مما انعكس ايجاباً على عدد القرون في النبات ووزن البذور. كما وجد أنه يساعد نباتات فول الصويا في الحفاظ على المحتوى المائي في الأوراق والتغلب على مشاكل إجهاد الجفاف (Ishibashi *et al.*, 2011)، ويحفز التكيف مع الإجهاد الحلولي في الذرة الصفراء (Terzi *et al.*, 2014).

يعد توفر الرطوبة للنباتات عاملاً بيئياً رئيسياً يحدد ظروف النشاط الحيوي، ليس فقط في المجتمعات الميكروبية، بل أيضاً في النباتات، ويلعب دوراً رئيسياً في العمليات البيولوجية التي تحدث في النباتات في جميع مراحل نموها (Chammakhi *et al.*, 2022). أفاد (Álvarez-Aragóon *et al.*, 2023) أن أجزاء النبات الخضرية والجذرية تستجيب لظروف الجفاف بطرق مختلفة فإذا خضع الجزء فوق الأرض لمعاملات تهدف إلى تقليل فقدان الرطوبة وتحسين عملية التمثيل الغذائي (مثل الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) فإن التغييرات في نظام الجذر تسهم في تحسين إمداد النباتات بالرطوبة (Bogati and Walczak, 2022)، ويتمثل ذلك في تحسين نمو الجذور عامودياً واختراق طبقات التربة الأعمق وتحسين نشاط تثبيت النتروجين من خلال زيادة نمو العقد الجذرية. ويؤدي جفاف خلايا وأنسجة النبات الناتج عن نقص المياه إلى انخفاض في نشاط التمثيل الضوئي، وكفاءة استخدام النباتات للرطوبة، وامتصاص العناصر الغذائية ونقلها من الجذور إلى البراعم، وتثبيط تخليق المركبات العضوية، بالإضافة إلى تغيرات في التوازن الهرموني للنباتات، وانخفاض نشاط العقد الجذرية أو ضعف تشكيلها (Chieb and Gachomo, 2023). يتمثل المظهر المورفولوجي لهذه التغيرات في انخفاض تشعب الجذور، وضعف العقد الجذرية مما يؤدي بالتالي إلى انخفاض إنتاجية النبات (Flexas *et al.*, 2012). يؤثر الجفاف على بدء عملية التعايش لأن نقص الماء يثبط تبادل جزيئات الإشارة المشاركة في التواصل بين جذور البقوليات والريزوبيا، مما يؤدي إلى ضعف تكوين العقد وانخفاض نشاطها (de Freitas *et al.*, 2023).

لاحظ (Furlan *et al.*, 2012) أن نقص إمداد النباتات بالرطوبة يؤثر سلباً على كثافة تجمعات الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنيتروجين، ويؤدي إلى تعطيل عملية إصابة الشعيرات الجذرية بسبب تثبيط تكوين الخيوط المعدية (Herrman *et al.*, 2014). وتتمثل الاستجابات الفسيولوجية الرئيسية للإجهاد المائي في أنظمة البقوليات-الريزوبيا في انخفاض شدة استقلاب الكربون في العقد، وانخفاض نشاط النيتروجيناز بسبب نقص الأكسجين، وتنظيم التغذية الراجعة عن طريق تراكم نواتج تثبيت النيتروجين، وتعديل خلايا الريزوبيا (McCulloch *et al.*, 2021). وتؤكد العديد من الدراسات انخفاض تكوين العقد في البقوليات تحت ظروف الجفاف (Lumactud *et al.*, 2023)، وقد وجد (Michalek, 2004) انخفاضاً في عدد ووزن ونشاط العقد المتكونة

على جذور نباتات فول الصويا في مرحلة الإزهار تحت تأثير الجفاف مما أثر بشكل كبير على إنتاجية النبات.

كما أظهر (Marquez-Garcia *et al.*, 2015) عملية تكوين العقد الجذرية تتأثر سلباً بنقص أو زيادة الرطوبة، حيث تحفز زيادة رطوبة التربة العمليات اللاهوائية التي تؤدي إلى ظهور السموم النباتية، وهي مركبات تنتجها الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية في التربة. يمكن أن تؤثر هذه المركبات الكيميائية سلباً على جذور النباتات، مما يحد من نموها، ويقلل من نتح المغذيات، ويضر بالجذور، ويضعف قدرتها على تكوين العقد الجذرية. وفي حال انخفاض رطوبة التربة يتم الوصول للنتيجة نفسها من خلال انخفاض عدد العقد الجذرية، حيث تعد أنزيمات النيتروجيناز حساسة بشكل خاص لتقلبات رطوبة التربة ومحتوى الأكسجين، حيث يثبط تكوينها في بيئة ذات محتوى عالٍ أو منخفض من الأكسجين (Perez-Fernandez *et al.*, 2024).

بناءً على ما سبق فقد هدف هذا البحث إلى: دراسة تأثير الرش بتراكيز مختلفة من مستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني (H_2O_2) في عدد ووزن العقد الجذرية في الفول البلدي ونسبة البروتين في البذور تحت ظروف الإجهاد الجفافي.

مواد البحث وطرائقه:

نفذ البحث في الموسمين الزراعيين 2023/2022 ، 2024/2023 في حقل خاص بقرية الدوير التي تقع شمال مدينة حمص ويبين الجدول (1) بعض الظروف المناخية السائدة خلال فترة تنفيذ البحث. حيث تميز موقع الدراسة بمناخ شتوي معتدل وماطر حيث بلغ مجموع الهطول المطري خلال موسم النمو الأول 328.92 ملم والثاني 344.4 ملم، وكانت أقل متوسط لدرجات الحرارة الصغرى خلال شهر شباط 3.18، 6.12 مْ، في حين كان شهر أيار الأعلى حرارة 27.24، 26.33 مْ في موسمي الزراعة (الجدول، 1).

الجدول (1). الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة (مأخوذة من المحطة المناخية لأرصاد حمص)

الشهر	متوسط درجة الحرارة الصغرى مْ		متوسط درجة الحرارة العظمى مْ		معدل الهطول المطري ملم	
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
كانون الأول	6.53	6.80	14.50	15.68	33.8	89.7
كانون الثاني	7.64	7.10	23.57	13.95	69.22	134.1
شباط	3.18	6.12	13.41	15.33	133.3	44.5
آذار	9.27	7.53	18.58	17.96	57.4	33.5
نيسان	9.78	13.05	21.16	25.46	32.0	22.0
أيار	13.64	15.30	27.24	26.33	3.2	20.6

بينت نتائج تحليل التربة للموقع المدروس (الجدول، 2) أن التربة طينية ثقيلة قاعدية التفاعل غنية بالآزوت والفوسفور ومتوسطة المحتوى بالبوتاس.

الجدول (2) التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع المدروس.

الموسم	توزع حجم جزيئات التربة			قوام التربة	المادة العضوية	النتروجين المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	PH
	رمل %	سلت %	طين %						
الأول	20.2	18.3	61.5	طينية	2.40	30.15	14.63	185.63	8.11
الثاني	18.6	19.2	62.2	طينية	1.85	28.60	13.20	175.90	8.42

تمثلت المادة النباتية بصنف الفول البلدي المحسن وهو من الأصناف المعتمدة للزراعة في القطر، يحتاج بحدود 150 يوماً حتى النضج، ويعطي النبات الواحد 22 قرن، ومتوسط عدد البذور في القرن الواحد 4، تبلغ غلته البذرية في تجارب البحوث بحدود 2480 كغ/هـ.

عوامل التجربة:

- معاملة الإجهاد: تتضمن معاملتين الأولى بالاعتماد على مياه الأمطار وقطع المياه عن النبات بدءً من بداية الإزهار ولمدة 25 يوماً والثانية تم الري حسب حاجة المحصول اعتبرت كشاهد.
- الرش بالماء الأوكسجيني: تم استخدام الماء الأوكسجيني (H_2O_2) 35% (EKA, KEMI, Sweden) بتركيزين (H_1: 10 ميلي مول، H_2: 20 ميلي مول)، حيث تم الرش على المجموع الخضري للنبات بمعدل رشتين: بعد 20 يوم من الإنبات وعند بدء ظهور البراعم الزهرية, بالإضافة إلى معاملة الشاهد دون رش.
- الرش بمستخلص الأعشاب البحرية SW حيث تم رش مستخلص الأعشاب البحرية قبل بدء تكون البراعم الزهرية مرتين بينهما 15 يوماً بتركيز 1 غ/لتر بالإضافة إلى معاملة الشاهد دون رش.

بلغ عدد القطع التجريبية 2 للري × 2 لمستخلص الأعشاب البحرية × 3 للماء الأوكسجيني ×3 مكررات = 36 قطعة تجريبية.

عدد الخطوط في القطعة التجريبية 5 خطوط وطول الخط 4 م والمسافة بين الخطوط 50 سم وبين النباتات على الخط الواحد 15 سم.

مساحة القطعة التجريبية 4 × 2.5 = 10 م^2.

مساحة التجربة المزروعة فعلياً 36 × 10= 360 م^2. وأحيطت التجربة بنطاق 1 م من كل الجهات.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بترتيب القطع المنشقة لمرتين بثلاثة مكررات، حيث توضعت معاملة الري في القطع الرئيسية ومعاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية في القطع المنشقة من الدرجة الأولى ومعاملة الرش بالماء الأوكسجيني في القطع المنشقة من الدرجة الثانية. وتم إجراء عمليات التحليل الإحصائي لكافة الصفات التي شملتها الدراسة باستخدام برنامج Gen Stat 12، وتقدير قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى احتمالية 5%.

المؤشرات المدروسة:

- عدد العقد الآزوتية ووزنها الجاف:

بعد 130 يوماً من الزراعة، وبعد انتهاء فترة تطبيق الإجهاد الجفافي تم ري النباتات لتسهيل قلع النباتات دون تكسير الجذور، وبعد الري الغزير لعدّة مرات تم قلع 10 نباتات من كل قطعة تجريبية، وتم فصل الجذور عن النباتات العشرة وغسلت جيداً بماء الصنبور بشكل بطيء وبحرص شديد، ثم جمعت العقد الجذرية وتم عدها جميعاً ثم تركت لتجف على ورق ترشيح، ووزنت وحسبت للنباتات العشرة من كل قطعة ثم تم تقسيمها على 10 لتحسب على أساس عدد ووزن جاف للنبات الواحد (Liu *et al.*, 2022).

- نسبة البروتين في البذور:

تم حساب نسبة الآزوت الكلي في البذور وفقاً لطريقة كلداهل Kjeldahl (Van Schouwenberg *et al.*, 1973) والمشروحة في (الزعبي وآخرون، 2013).

ثم تم حساب نسبة البروتين الكلي من العلاقة: نسبة البروتين %= نسبة الآزوت الكلي × 6.25

النتائج والمناقشة:

1.عدد العقد الآزوتية:

بلغ متوسط عدد العقد الآزوتية في الموسم الأول 77.73، 89.26 عقدة. نبات$^{-1}$ عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 5). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 91.34 عقدة. نبات$^{-1}$. وبلغ معدل التناقص في عدد العقد 7.19% عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 4.59% فقط مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على عدد أكبر من العقد تحت ظروف الإجهاد. وزاد متوسط عدد العقد معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (78.41، 84.45، 87.64) عقدة. نبات$^{-1}$ عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى عدد من العقد بلغ 89.80 عقدة. نبات$^{-1}$. وبلغت معدلات التناقص في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي 6.94، 5.85، 4.88% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي وكانت الفروق بينها معنوية، مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في المحافظة على عدد عقد أكبر تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط عدد العقد (85.98، 81.01) عقدة. نبات$^{-1}$ على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 5.89%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 96.21 عقدة. نبات$^{-1}$، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 4.12%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 74.80 عقدة. نبات$^{-1}$ وسببت أعلى معدل تناقص بلغ 8.71 %. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت

ظروف الشاهد المروي) 98.23 عقدة. نبات$^{-1}$ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 71.40 عقدة. نبات$^{-1}$.

الجدول (3) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في عدد العقد الآزوتية (عقدة/النبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الأول

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر	S1=0	80.62	74.85	77.73	7.19
	S2=1	91.34	87.18	89.26	4.59
	LSD $_{0.05}$	D*S= 1.867		S= 1.320	S= 0.708
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	81.19	75.62	78.41	6.94
	H2=10	86.96	81.94	84.45	5.85
	H3=20	89.80	85.48	87.64	4.88
	LSD $_{0.05}$	D*H= 2.287		H= 1.617	H=0.867
معاملة الإجهاد D	–	85.98	81.01	83.50	5.89
	LSD $_{0.05}$	D= 1.320		–	–
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	78.21	71.40	74.80	8.71
	$S_1 H_2$	82.30	76.36	79.33	7.22
	$S_1 H_3$	81.36	76.77	79.07	5.64
	$S_2 H_1$	84.18	79.84	82.01	5.16
	$S_2 H_2$	91.61	87.51	89.56	4.47
	$S_2 H_3$	98.23	94.18	96.21	4.12
	LSD $_{0.05}$	D*S*H= 3.234, CV= 3.3%		S*H= 2.287	S*H= 1.227

بلغ متوسط عدد العقد الآزوتية في الموسم الثاني 82.38، 116.53 عقدة. نبات$^{-1}$ عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 4). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 119.58 عقدة. نبات$^{-1}$. وبلغ معدل التناقص في عدد العقد 9.31% عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 5.14% فقط مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على عدد أكبر من العقد تحت ظروف الإجهاد. كما زاد متوسط عدد العقد معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (88.23، 100.07، 110.06) عقدة. نبات$^{-1}$ عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى عدد من العقد بلغ 113.28عقدة. نبات$^{-1}$. وبلغت معدلات التناقص في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي 9.08، 6.67، 5.92 % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي وكانت الفروق معنوية بين معاملة الشاهد 0 ميلي مول ومعاملتي الرش 10 و20 ميلي مول، مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في المحافظة على عدد عقد أكبر تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط عدد العقد (102.93، 95.98) عقدة. نبات$^{-1}$ على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 7.22%.

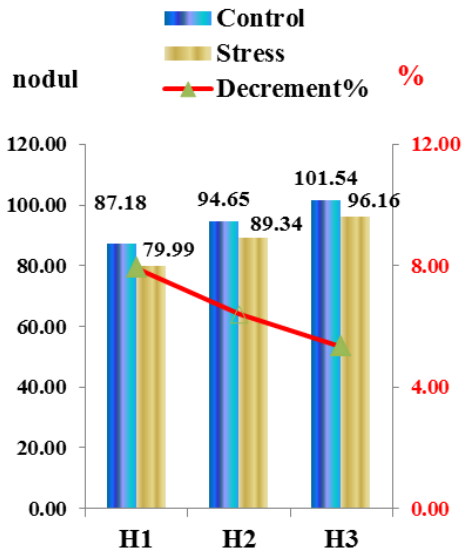
بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 125.77 عقدة. نبات$^{-1}$، وحقق هذا التفاعل تراجع في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 5.10%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 69.88 عقدة. نبات$^{-1}$ وسببت أعلى معدل تناقص بلغ 12.62 %. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 128.93 عقدة. نبات$^{-1}$ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 65.18 عقدة. نبات$^{-1}$.

الجدول (4) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في عدد العقد الآزوتية (عقدة/النبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الثاني

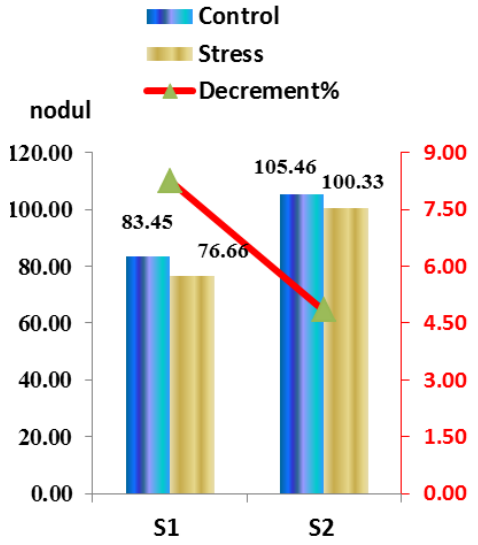
المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر	S1=0	86.27	78.48	82.38	9.31
	S2=1	119.58	113.47	116.53	5.14
	LSD 0.05	D*S= 6.26		S= 4.43	S= 1.219
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	92.10	84.36	88.23	9.08
	H2=10	103.41	96.73	100.07	6.67
	H3=20	113.28	106.84	110.06	5.92
	LSD 0.05	D*H= 7.67		H= 5.42	H=1.493
معاملة الإجهاد D	–	102.93	95.98	–	7.22
	LSD 0.05	D= 4.43		–	–
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	74.58	65.18	69.88	12.62
	$S_1 H_2$	86.62	79.20	82.91	8.58
	$S_1 H_3$	97.62	91.06	94.34	6.74
	$S_2 H_1$	109.61	103.54	106.58	5.53
	$S_2 H_2$	120.20	114.26	117.23	4.77
	$S_2 H_3$	128.93	122.62	125.77	5.10
	LSD 0.05	D*S*H= 10.84, CV= 6.5%		S*H= 7.67	S*H= 2.111

بدراسة متوسط الموسمين تم الحصول على نتائج مشابهة لكل موسم على حدا، حيث زاد متوسط عدد العقد الآزوتية عند الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية وتفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 105.46 عقدة. نبات-1.

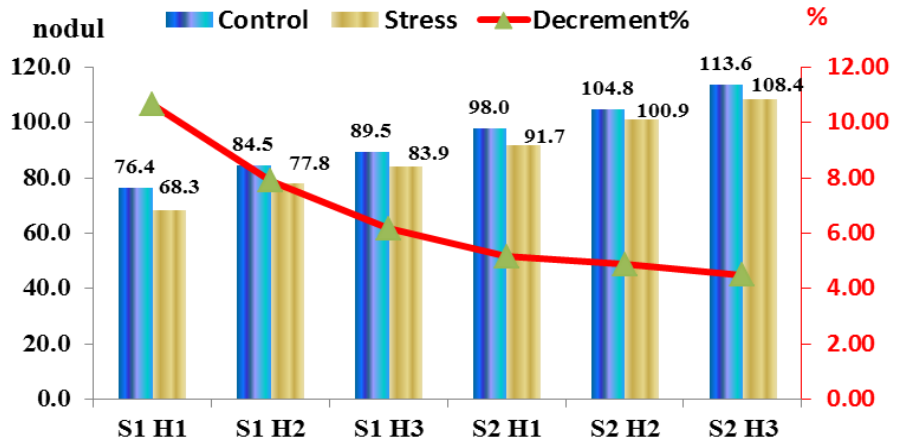
وبلغ معدل التناقص في عدد العقد عندها 4.85% (الشكل، A–1)، كما زاد متوسط عدد العقد الآزوتية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى عدد من العقد بلغ 101.54عقدة. نبات–1. وبلغ معدل التناقص عندها 5.34% (الشكل، B–1). وبدراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 113.6 عقدة. نبات–1 معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 68.3 عقدة. نبات–1 (الشكل، C–1).



الشكل (B–1)



الشكل (A–1)



الشكل (1–C)

الشكل (1) متوسط عدد العقد الآزوتية (عقدة. نبات$^{-1}$) تحت تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني ومعدلات التناقص (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في موسمي الزراعة (A–1: تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية، B–1: تأثير الرش بالماء الأوكسجيني ، C–1: التأثير المشترك للماء الأوكسديني ومستخلص الأعشاب البحرية).

2. الوزن الجاف للعقد الآزوتية:

بلغ متوسط وزن العقد الآزوتية في الموسم الأول 1.24، 1.35 غ عند معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 5). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 1.37 غ. وبلغ معدل التناقص في عدد العقد 6.72 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 4.05 % مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية نسبياً في المحافظة على حجم أكبر من العقد تحت ظروف الإجهاد. وزاد أيضاً متوسط وزن العقد الآزوتية

معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (1.24، 1.31، 1.33) غ عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى وزن للعقد بلغ 1.36غ. وبلغت معدلات التناقص في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي 6.35، 5.48، 4.32 % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي وكانت الفروق بينها معنوية، مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في المحافظة على وزن عقد أكبر تحت ظروف الإجهاد. كما تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط وزن العقد (1.33، 1.26) غ على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 5.38 %.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 1.41 غ، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في وزن العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 3.35 %، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 1.19 غ وسببت أعلى معدل تناقص بلغ 8.16 %. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 1.43 غ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 1.14غ.

الجدول (5) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في وزن العقد الآزوتية (غ/النبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الأول

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر	S1=0	1.28	1.20	1.24	6.72
	S2=1	1.37	1.32	1.35	4.05
	LSD $_{0.05}$	D*S= 0.044		S= 0.031	S= 0.509
الماء الأوكسيجيني	H1=0	1.28	1.20	1.24	6.35
	H2=10	1.35	1.28	1.31	5.48

H ميلي مول	H3=20	1.36	1.30	1.33	4.32
	$LSD_{0.05}$	D*H= 0.054		H= 0.038	H=0.624
معاملة الإجهاد D	–	1.33	1.26	1.29	5.38
	$LSD_{0.05}$	D= 0.031		–	–
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	1.24	1.14	1.19	8.16
	$S_1 H_2$	1.32	1.23	1.27	6.71
	$S_1 H_3$	1.29	1.22	1.26	5.29
	$S_2 H_1$	1.31	1.25	1.28	4.54
	$S_2 H_2$	1.38	1.32	1.35	4.25
	$S_2 H_3$	1.43	1.38	1.41	3.35
	$LSD_{0.05}$	D*S*H= 0.077, CV= 3.5%		S*H= 0.054	S*H= 0.882

بلغ متوسط وزن العقد الآزوتية في الموسم الثاني 1.39، 1.80 غ عند معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 6). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 1.84 غ. وبلغ معدل التناقص في عدد العقد 8.15 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 5.08 % مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية نسبياً في المحافظة على وزن أكبر من العقد تحت ظروف الإجهاد. كما زاد متوسط وزن العقد الآزوتية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (1.46، 1.61، .1.71) غ عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى وزن للعقد بلغ 1.75غ. وبلغت معدلات التناقص في عدد العقد

تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي 8.00، 6.57، 5.28 % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وكانت الفروق معنوية بين معاملة الشاهد 0 ميلي مول ومعاملتي الرش 10 و20 ميلي مول، مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في المحافظة على عدد عقد أكبر تحت ظروف الإجهاد. كما تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط وزن العقد (1.65، 1.54) غ على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 6.61 %.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 1.75 غ، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في وزن العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 3.82 %، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 1.22 غ وسببت أعلى معدل تناقص بلغ 9.93 %.

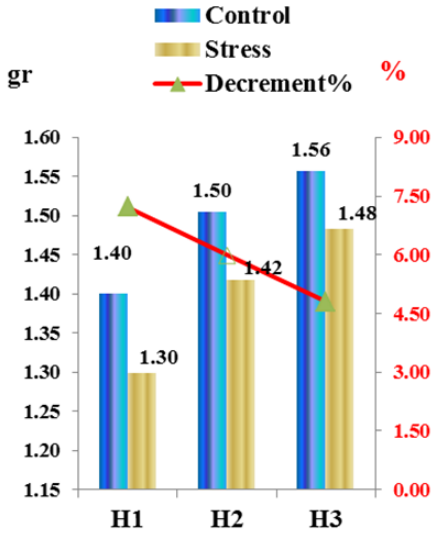
ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 1.91 غ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 1.16غ.

الجدول (6) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في وزن العقد الآزوتية (غ/النبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الثاني

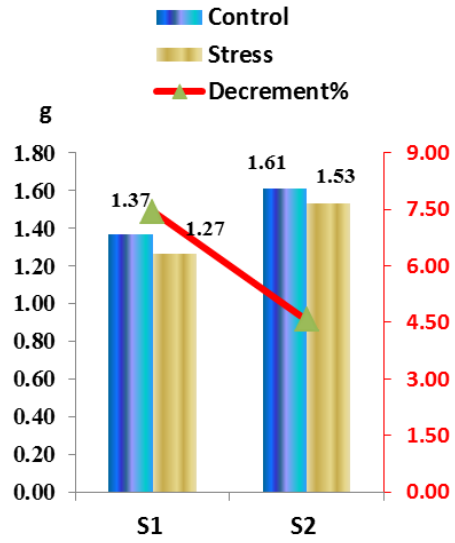
المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر	S1=0	1.45	1.33	1.39	8.15
	S2=1	1.84	1.75	1.80	5.08
	LSD 0.05	D*S= 0.062		S= 0.044	S= 0.783
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	1.52	1.40	1.46	8.00
	H2=10	1.67	1.56	1.61	6.57
	H3=20	1.75	1.66	1.71	5.28
	LSD 0.05	D*H= 0.076		H= 0.054	H=0.959

معاملة الإجهاد D	–	1.65	1.54	–	6.61
	LSD 0.05	D= 0.044		–	–
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	1.29	1.16	1.22	9.93
	$S_1 H_2$	1.46	1.35	1.41	7.79
	$S_1 H_3$	1.60	1.49	1.55	6.73
	$S_2 H_1$	1.75	1.64	1.70	6.06
	$S_2 H_2$	1.87	1.77	1.82	5.34
	$S_2 H_3$	1.91	1.83	1.87	3.82
	LSD 0.05	D*S*H= 0.108, CV= 4.0%		S*H= 0.076	S*H= 1.356

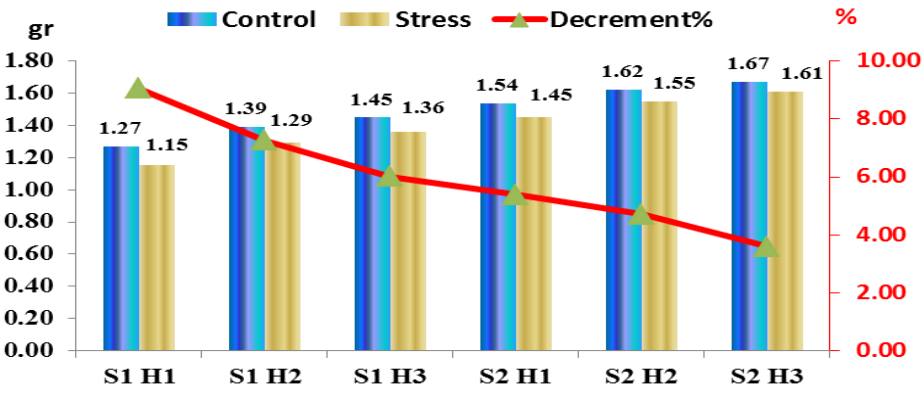
بالنسبة لمتوسط الموسمين تم الحصول على نتائج مشابهة لكل موسم على حدا، حيث زاد متوسط وزن العقد الآزوتية عند الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية وتفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 1.61 غ، وبلغ معدل التناقص في وزن العقد الآزوتية عندها 4.56 % (الشكل، A–2)، كما زاد متوسط وزن العقد الآزوتية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى وزن للعقد بلغ 1.56غ. وبلغ معدل التناقص عندها 4.80 % (الشكل، B–2). وبدراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 1.67 غ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 1.15 غ (الشكل، C–2).



الشكل (2-B)



الشكل (2-A)



الشكل (2-C)

الشكل (2) متوسط الوزن الجاف للعقد الآزوتية (غ) تحت تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني ومعدلات التناقص (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في موسمي الزراعة (A-2: تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية، B-2: تأثير الرش بالماء الأوكسجيني، C-2: التأثير المشترك للماء الأوكسديني ومستخلص الأعشاب البحرية).

3. نسبة البروتين في البذور:

بلغ متوسط نسبة البروتين في البذور في الموسم الأول 11.60، 13.08 % عند معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 7). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 13.27%، وبلغ معدل التناقص في نسبة البروتين في البذور4.15 % عند معاملة الشاهد بلا رش وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 2.86 % بفروق معنوية، مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على نسبة بروتين جيدة تحت ظروف الإجهاد. كما زادت نسبة البروتين في البذور معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغت (12.02، 12.21، 12.79) % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى نسبة بروتين بلغت 12.98%. وبلغت معدلات التناقص في نسبة البروتين 4.01، 3.54، 2.97% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد من خلال تقليل معدلات التناقص في نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الإجهاد الجفافي. كذلك الأمر تفوقت معاملة الشاهد معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغت نسبة البروتين في البذور (12.56، 12.12) % على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 3.51%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 13.62%، وحقق هذا التفاعل أقل تناقص في نسبة البروتين تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 2.42 %، فيما كانت معاملتي الشاهد بلا رش والرش 10 ميلي مول ماء أوكسجيني بلا أعشاب بحرية الأدنى معنوياً 11.43، 11.42% على التوالي. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 13.79% معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 11.15 %.

الجدول (7) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في نسبة البروتين في البذور (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الأول

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر	S1=0	11.85	11.36	11.60	4.15
	S2=1	13.27	12.89	13.08	2.86
	LSD $_{0.05}$	D*S=0.178		S=0.126	S= 0.303
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	12.27	11.78	12.02	4.01
	H2=10	12.43	12.00	12.21	3.54
	H3=20	12.98	12.60	12.79	2.97
	LSD $_{0.05}$	D*H=0.218		H=0.154	H= 0.371
معاملة الإجهاد D	–	12.56	12.12	12.34	3.51
	LSD $_{0.05}$	D= 0.126		–	–
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	11.71	11.15	11.43	4.76
	$S_1 H_2$	11.66	11.17	11.42	4.18
	$S_1 H_3$	12.17	11.74	11.96	3.51
	$S_2 H_1$	12.82	12.40	12.61	3.27
	$S_2 H_2$	13.20	12.82	13.01	2.90
	$S_2 H_3$	13.79	13.45	13.62	2.42
	LSD $_{0.05}$	D*S*H= 0.308, CV= 1.5%		S*H= 0.218	S*H= 0.525

بلغ متوسط نسبة البروتين في البذور في الموسم الثاني 11.82، 12.84 % عند معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 8). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش

الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 13.05%، وبلغ معدل التناقص في نسبة البروتين في البذور 4.48 % عند معاملة الشاهد بلا رش وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 3.23 % بفروق معنوية. كما زادت نسبة البروتين في البذور معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغت (11.87، 12.30، 12.81) % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى نسبة بروتين بلغت 13.02%. وبلغت معدلات التناقص نسبة البروتين 4.69، 3.73، 3.16 % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي. كذلك الأمر تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد الجفافي وبلغ متوسط نسبة البروتين في البذور (12.57، 12.09) % على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 3.86 %.

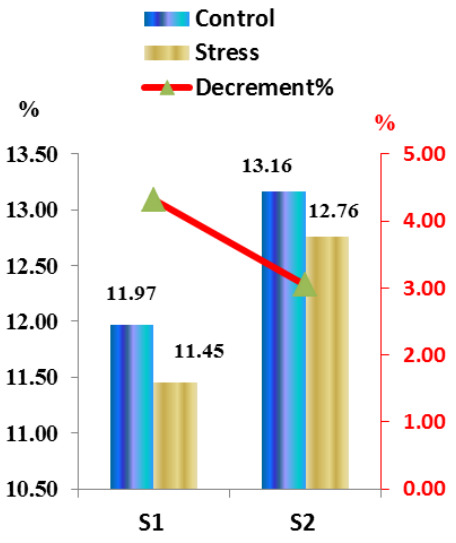
بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 13.40%، وحقق هذا التفاعل أقل تناقص في نسبة البروتين تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 2.68 %، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 11.52 وسببت أعلى معدل تناقص 5.69%. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 13.58% معنوياً على باقي التفاعلات ماعدا معاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الإجهاد) مما يدل على أن التآزر بين معاملتي الرش قد قلل الفروق بين معاملتي الشاهد والإجهاد بدرجة كبيرة، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 10.92 %.

الجدول (8) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في نسبة البروتين في البذور (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الثاني

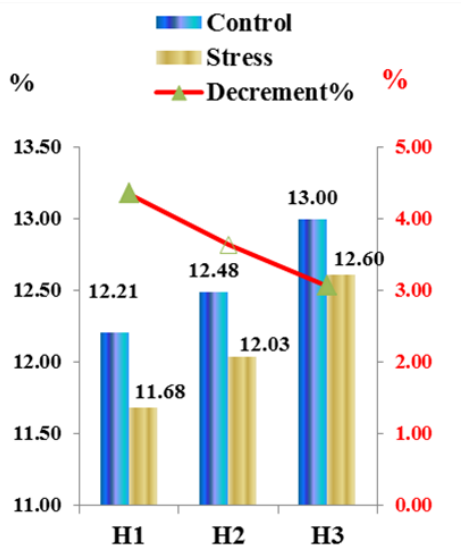
المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر	S1=0	12.09	11.55	11.82	4.48
	S2=1	13.05	12.63	12.84	3.23
	LSD 0.05	D*S=0.415		S=0.293	S= 0.581
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	12.15	11.58	11.87	4.69
	H2=10	12.54	12.07	12.30	3.73
	H3=20	13.02	12.61	12.81	3.16
	LSD 0.05	D*H=0.508		H=0.359	H= 0.712
معاملة الإجهاد D	–	12.57	12.09	3.86	
	LSD 0.05	D= 0.293		–	–
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	11.58	10.92	11.25	5.69
	$S_1 H_2$	12.22	11.72	11.97	4.13
	$S_1 H_3$	12.45	12.00	12.22	3.63
	$S_2 H_1$	12.71	12.24	12.48	3.69
	$S_2 H_2$	12.85	12.42	12.64	3.33
	$S_2 H_3$	13.58	13.22	13.40	2.68
	LSD 0.05	D*S*H= 0.718, CV= 3.5%		S*H= 0.508	S*H= 1.007

بدراسة متوسط الموسمين تم الحصول على نتائج مشابهة لكل موسم على حدا، حيث زادت نسبة البروتين عند الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية وتفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 13.16%، وبلغ معدل التناقص في

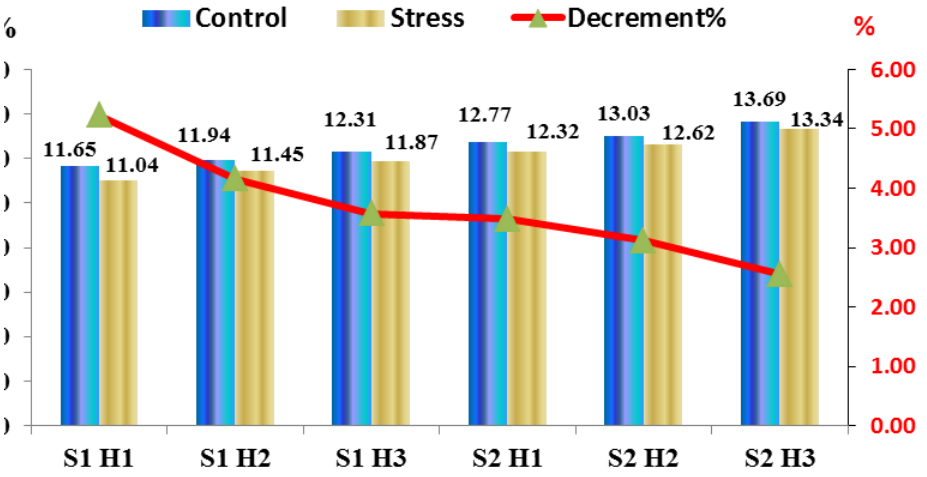
نسبة البروتين عندها 3.05 % (الشكل، A–3)، كما زادت نسبة البروتين معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى نسبة بلغت 13.00%، وبلغ معدل التناقص عندها 3.06 % (الشكل، B–3). وبدراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 13.69% على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 11.04 % (الشكل، C–3).



الشكل (A–3)



الشكل (B–3)



الشكل (3-C)

الشكل (3) متوسط نسبة البروتين في البذور (%) تحت تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني ومعدلات التناقص (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في موسمي الزراعة (3-A: تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية، 3-B: تأثير الرش بالماء الأوكسجيني، 3-C: التأثير المشترك للماء الأوكسديني ومستخلص الأعشاب البحرية).

مناقشة النتائج:

أظهرت النتائج أن الإجهاد المائي سبب آثار سلبية على عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف ونسبة البروتين في البذور، ويعود ذلك أن بكتريا العقد الجذرية تستخدم منتجات التمثيل الضوئي في النبات، وهذه المنتجات تقل وينخفض نشاط عملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف، وإن انخفاض الوزن الجاف للعقد الجذرية ينتج بشكل مباشر بالتالي عن انخفاض نشاط عملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف (Bano and Aziz, 2003). ويتفق ذلك مع نتائج (Sadeghipour and Abbasi, 2012) الذي وجد أن الجفاف الناتج عن انخفاض محتوى رطوبة التربة بنسبة 50% و25% مقارنةً بالشاهد المروي 100% إلى انخفاض عدد العقد بنسبة 22% و42%، والوزن الطازج للعقد بنسبة 46% و69%، والوزن الجاف للعقد بنسبة 23%

و41% على التوالي. بشكل عام يتأثر نمو نبات الفول والعمليات الفسيولوجية؛ بسبب تأثير نقص الماء على المستوى الخلوي وانتفاخها وتثبيط العمليات الاستقلابية المختلفة مما يؤثر بدوره على معدل نمو النبات (Zlatev and Lidon, 2012) .

سببت المعاملة بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحسين عدد العقد الجذرية وزيادة الوزن الجاف لها، ويعود ذلك لأن نواتج التمثيل الضوئي تزيد عند تطبيق مستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني مما يؤدي إلى زيادة عدد ووزن العقد، ويتفق ذلك مع (Lepetit and Brouquisse, 2023). ويعود تأثير الطحالب البحرية للعديد من الأسباب أهمها احتوائها على العديد من العناصر الغذائية الجاهزة للنبات، كذلك احتوائها على الكلوروفيلات والكاروتينات التي تعزز الأنشطة البيولوجية المختلفة للخلية (El–Sayed *et al.*, 2018)، علاوةً على ذلك فإن مستخلص الطحالب غني بالأوكسينات والسيتوكينينات التي تعزز انقسام الخلايا وتضخمها وتطاولها مما يؤدي إلى تحسين صفات النمو الخضري للنبات وبالتالي زيادة مستوى التمثيل الضوئي (Marhoon and Abbas, 2015). كذلك تتفق النتائج مع Ishibashi وآخرون (2016) الذي وجد أن رش الماء الأوكسجيني على فول الصويا يحفز عمل الجينات المسؤولة عن تحمل الجفاف ويحسن تحمل فول الصويا للإجهاد. كذلك الأمر تتفق مع نتائج قبيلي وآخرون (2021) على نبات الفول العادي. ومع درويش (2023) الذي وجد دور الماء الأوكسجيني في زيادة تحمل التبغ للإجهاد الجفافي.

سببت المعاملة رشاً بالماء الأوكسجيني تقليل معدلات التناقص في العقد الجذرية ونسبة البروتين في النبات تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي، يعود ذلك إلى أن حمض الأبسيسيك يزيد تحت الظروف المجهدة مائياً مما يؤدي إلى إغلاق الثغور التنفسية، ووفقاً للعلاقة بين الماء الأوكسجيني وحمض الأبسيسيك، فإن الأخير يزيد من إنتاج الأول في الخلية النباتية مما يؤدي إلى إغلاق الثغور عند تعرض النبات للإجهاد، وبالتالي يخف فقد الماء بالنتح فتحافظ أوراق النبات بالتالي على محتوى مائي نسبي جيد في الأوراق. ويتفق ذلك مع نتائج (Wang and Song, 2008).

اتفقت النتائج أيضاً مع (Liu *et al.*, 2022) الذي وجد أن استخدام المخصبات العضوية أدى إلى زيادة إجمالي عدد العقد الجذرية في نبات الفول بنسبة 52.5%، ووزن العقد بنسبة 55.8%

وزيادة نشاط أنزيمات اختزال النترات بنسبة 70.7% ونشاط أنزيم سينثيز الجلوتامين بنسبة 18.2%.

زادت نسبة البروتين عند معاملات الرش ويعود ذلك إلى أن الرش بالمخصبات العضوية والحيوية ومن ضمنها مستخلص الأعشاب البحرية يؤدي إلى تحسين تراكم النيتروجين وتوزيعه بين مختلف أعضاء نبات الفول، مما يؤدي إلى زيادة نسبة البروتين، كما أن النباتات تستخدم الأمونيا المنتجة كمصدر للنيتروجين في تركيب المركبات العضوية مثل البروتينات. ويتفق ذلك مع نتائج بعض الدراسات السابقة (Wei *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2017).

الاستنتاجات والمقترحات:

- سبب الإجهاد الجفافي للفول خلال مرحلة الإزهار تناقص عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف ونسبة البروتين في البذور بالنسب التالية على التوالي: في الموسم الأول (5.89، 5.38، 3.51%)، وفي الموسم الثاني (7.22، 6.61، 3.86%) على التوالي.
- أدى الرش بكل من مستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر والرش بالماء الأوكسجيني 10 و 20 ميلي مول على حدا إلى تحسين الصفات المدروسة تحت كلاً من ظروف الشاهد المروي والإجهاد وسبب تناقص قيم معدلات الانخفاض في هذه الصفات تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بمعاملة الشاهد غير المعامل.
- حققت معاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول أفضل قيم للصفات المدروسة وأقل معدلات لتناقص القيم تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي.

بناءً على ما سبق:

ينصح بالرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول لتحسين النشاط الحيوي لنبات الفول وزيادة نسبة البروتين تحت ظروف الري المثالي ولتقليل الآثار السلبية للإجهاد عند تعرض المحصول لشح مياه الأمطار أو مصادر الري.

المراجع:

توفيق، أنس منير. (2012). تأثير الرش بمستويات مختلفة من مستخلص الأعشاب البحرية (الجامكس) ومادة أتونك في نمو وحاصل الباقلاء (*Vicia faba* L.) مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، مجلد 12 (4). ص 92- 83

جرجنازي، أحمد (2019). استجابة نباتات الفول العادي (*Vicia faba*) للرش بتراكيز متعددة من مستخلص الأعشاب البحرية. مجلة جامعة البعث. المجلد ،41 العدد ،86 الصفحات 90 – 73

درويش، مجد محمد (2023). أثر الرش الورقي بالماء الأوكسجيني H2O2 في تحمل التبغ البلدي *Nicotiana tabacum* L. للإجهاد الجفافي المحدث بالبولي ايتيلين غليكول PEG . المجلة السورية للبحوث الزراعية. 10 (4): 409-425.

الزعبي، محمد منهل والحصني أنس مصطفى وحسان درغام (2013). طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والأسمدة. منشورات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. 226 ص.

قبيلي، صالح ومجد محمد درويش ورهف توفيق داوود (2021). تأثير المعاملة بحمض الجبرليك GA3 والماء الأوكسجيني H2O2 رشاً على المجموع الخضري في بعض الخصائص الإنتاجية والنوعية لنبات الفول *Vicia faba* L. تحت الظروف المحلية. مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم الهندسية. 5 (8): 155-169.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2023). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي سورية. قسم الإحصاء والتخطيط.

Álvarez-Aragóon, R.; Palacios, J.M.; Ramírez-Parra, E. (2023). Rhizobial symbiosis promotes drought tolerance in Vicia sativa and Pisum sativum. Environ. Exp. Bot. 208, 105268

Badr, M.A., Hassan, N.A., Ghattas, T. A. and Al-Sayed, A.B. (2017). Effects of amphora coffeaeformis algae extract on morphology and antioxidant enzymes of cryopreserved buffalo spermatozoa. j.Egypt.vet.med.Assoc, 77 (3): 607 –618.

Bano, A.; and N. Aziz (2003) .Salt and drought stress in wheat and the role of abscisic acid. Pakistan Journal of Botany. 35: 871-883.

Begum, M., Chandra B. B., Singha, D and N. Jyoti Ojha (2018). Role of seaweed extract on growth, yield and quality of some agricultural crops: Agricultural Reviews, 39(4) 2018: 321-326.

Bogati, K.; Walczak, M. (2022). The impact of drought stress on soil microbial community, enzyme activities and plants. Agronomy 2022, 12, 189.

Chammakhi, C.; Boscari, A.; Pacoud, M.; Aubert, G.; Mhadhbi, H.; Brouquisse, R. (2022). Nitric oxide metabolic pathway in droughtstressed nodules of faba bean (Vicia faba L.). Int. J. Mol. Sci. 23, 13057.

Chieb, M.; Gachomo, E.W. (2023). The role of plant growth promoting rhizobacteria in plant drought stress responses. BMC Plant Biol. 23, 407.

de Freitas, I.C.; Ferreira, E.A.; Alves, M.A.; de Oliveira, J.C.; Frazão, L.A. (2023). Growth, nodulation, production, and physiology of leguminous plants in integrated production systems. Agrosyst Geosci. Environ. 2023, 6, e20343.

Deakin,W.J.; Broughton,W.J. (2009). Symbiotic use of pathogenic strategies: Rhizobial protein secretion systems. Nat. Rev. Microbiol. 7, 312–320.

El-Sayed, A. B., Aboulthana, W.M., El-Feky, Amal M., Ibrahim, Noha E. and Seif, M.M. (2018). Bio and phyto-chemical effect of Amphora coffeaeformis extract against hepatic injury induced by paracetamol in rats. Molecular Biology Reports. 1:19.

Flexas, J.; Barbour, M.M.; Brendel, O.; Cabrera, H.M.; Carriquí, M.; Díaz-Espejo, A.; Douthe, C.; Dreyer, E.; Ferrio, J.P.; Gago, J (2012). Mesophyll diffusion conductance to CO2: An unappreciated central player in photosynthesis. Plant Sci. 2012, 193–194، 70–84.

Furlan, A.; Llanes, A.; Luna, V.; Castro, S. (2012). Physiological and biochemical responses to drought stress and subsequent rehydration in the symbiotic association peanut-bradyrhizobium sp. Int. Sch. Res. Not. 2012, 318083.

Herrmann, L.; Chotte, J.L.; Thuita, M.; Lesueur, D. (2014). Effects of cropping systems, maize residues application and N fertilization on promiscuous soybean yields and diversity of native rhizobia in Central Kenya. Pedobiologia. 57, 75–85.

Ishibashi, Y., Yamaguchi, H., Yuasa, T., Inoue, M. I., Arima, S. and Zheng, S. H. (2011). Hydrogen peroxide spraying alleviates drought stress in soybean plants. J. Plant Physiol. 168, 1562–1667.

Ismail, S.Z., Khandaker, M.M., Mat, N. and Boyce, A.N. (2015). Effects of Hydrogen Peroxide on Growth, Development and Quality of Fruits: A Review, Journal of Agronomy 14 (4): 331-336.

Jach, M.E.; Sajnaga, E.; Ziaja, M. (2022). Utilization of legume-nodule bacterial symbiosis in phytoremediation of heavy metalcontaminated soils. Biology, 11, 676.

Kebede, E. Contribution, (2021). utilization, and improvement of legumes-driven biological nitrogen fixation in agricultural systems.Front. Sustain. Food Syst. 5, 767998.

Kilic, Semra and Kahraman, Ayten. (2016). The Mitigation Effects of Exogenous Hydrogen Peroxide when Alleviating Seed Germination and Seedling Growth Inhibition on Salinity-Induced Stress in Barley. Pol. J. Environ. Stud., 25(3):1053-1059.

Lepetit, M.; Brouquisse, R. (2023). Control of the rhizobium–legume symbiosis by the plant nitrogen demand is tightly integrated at the whole plant level and requires interorgan systemic signaling. Front. Plant Sci.14, 1114840.

Li, H.; Feng, W.T.; He, X.H.; Zhu, P.; Gao, H.J.; Sun, N.; Xu, M.G. (2017). Chemical fertilizers could be completely replaced by manure to maintain high maize yield and soil organic carbon (SOC) when SOC reaches a threshold in the Northeast China Plain. J. Integ. Agric. 16, 937–946.

Liu, Z.; Xing, Y.; Jin, D.; Liu, Y.; Lu, Y.; Chen, Y.; Chen, D.; Zhang, X. (2022). Improved nitrogen utilization of faba bean (*Vicia faba* L.)

roots and plant physiological characteristics under the combined application of organic and inorganic fertilizers. Agriculture **2022**, 12, 1999. https://doi.org/10.3390/ agriculture12121999

Lumactud, R.A.; Dollete, D.; Liyanage, D.K.; Szczyglowski, K.; Hill, B.; Thilakarathna, M.S. (2023). The effect of drought stress on nodulation, plant growth, and nitrogen fixation in soybean during early plant growth. J. Agron. Crop Sci. 209, 345–354.

Marhoon, I.A. and Abbas, M.K., (2015). Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum Annuum* L.) cultivars. International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS). 1(1): 35-44.

Marquez-Garcia, B.; Shaw, D.; Cooper, J.W.; Karpinska, B.; Quain, M.D.; Makgopa, E.M.; Kunert, K.; Foyer, C.H. (2015). Redox markers for drought-induced nodule senescence, a process occurring after drought-induced senescence of the lowest leaves in soybean (Glycine max). Ann. Bot. 116, 497–510.

McCulloch, L.A.; Piotto, D.; Porder, S. (2021). Drought and soil nutrients effects on symbiotic nitrogen fixation in seedlings from eight Neotropical legume species. Biotropica. 53, 703–713.

Meena, R.S.; Meena, V.S.; Meena, S.K.; Verma, J.P. (2015). The needs of healthy soils for a healthy world. J. Clean. Prod. 2015, 102, 560–561.

Merga, B.; Egigu, M.C.;Wakgari, M. (2019). Reconsidering the economic and nutritional importance of faba bean in Ethiopian context.Cogent Food Agric., 5, 1683938.

Michalek, S. (2004). The impact of drought on nodulation, root growth, and shoot development in Polish soybean varieties. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol. 496, 267–274.

Perez-Fernandez, M.; De Lara-Del Rey, I.A.; Magadlela, A (2024). Shining a light on symbiosis: N-fixing bacteria boost legume growth under varied light conditions. Agriculture 2024, 14, 164.

Sadeghipour, O.; Abbasi, S. (2012). Soybean Response to Drought and Seed Inoculation. World Appl. Sci. J. 17, 55–60.

Terzi, R., Kadioglu, A., Kalaycioglu, E. and Saglam, A. (2014). Hydrogen peroxide pretreatment induces osmotic stress tolerance by influencing osmolyte and abscisic acid levels in maize leaves. J. Plant Interact. 9, 559–565.

Van Schouwenberg, J.C.H. and I. Walinge. (1973). Method of analysis for plant material. Agriculture University, Wageningen, The Netherlands.

Wei, W.L.; Yan, Y.; Cao, J.; Christie, P.; Zhang, F.S. (2016). Effects of combined application of organic amendments and fertilizers on crop yield and soil organic matter: An integrated analysis of long-term experiments. Agric. Ecosyst. Environ. 225, 86–92.

Yeremko, L.; Czopek, K.; Staniak, M.; Marenych, M.; Hanhur, V. (2025). Role of Environmental Factors in Legume–Rhizobium Symbiosis: A Review. Biomolecules. 15, 118. https://doi.org/10.3390/biom15010118

Zlatev, Z. and Lidon, F.C. (2012). An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. Emir. J. Food Agric. 24 (1): 57–72.

دراسة تأثير الرش الورقي بأكسيد الزنك النانوي في بعض الصفات الفسيولوجية والإنتاجية لصنفين من الفول السوداني

أولا نديم قاجو (1) لينا ممدوح النداف (2) يوسف هاشم يوسف (3)

(1) أستاذ مساعد، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.
0932663764 – olakajo0932@yahoo.com

(2) أستاذ مساعد، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، حمص، سورية. 0944032115 – hatem005@gmail.com

(3) طالب دراسات عليا في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية. yousefhyousef1997@gmail.com – 0938946075

الملخص:

نفّذ البحث في قرية تل سكين بمحافظة حماة خلال الموسم الزراعي 2022–2023 لدراسة استجابة صنفين من الفول السوداني (سوري1 وسوري2) للرّش الورقي بعدة تراكيز من أكسيد الزنك النانوي (0، 100، 200، 400 ملغ/ل) من حيث بعض الصفات الفسيولوجية والإنتاجية. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبواقع ثلاثة مكررات. أظهرت النتائج تفوّق الصنف سوري2 في صفة وزن 100 بذرة على الصنف سوري1، فيما كانت الفروق غير معنوية بين الصنفين في معظم الصفات المدروسة.

أدّى الرش الورقي بأكسيد الزنك النانوي إلى زيادة معنوية في معظم الصفات المدروسة، وكانت المعاملة بالتركيز 400 ملغ/ل الأكثر قيمة عددية بين التراكيز المطبقة، حيث أدّت هذه المعاملة إلى زيادة في كل من في كل من وزن القرون/نبات، وزن البذور الكلي/نبات، وزن 100 بذرة وإنتاجية وحدة المساحة من البذور بنسبة بلغت (17.86، 19.16، 19.16، 16.23 %) على التوالي مقارنة مع معاملة الشاهد (0 ملغ/ل)، كما تفوق التركيزين 200 و400 ملغ/ل على الشاهد في كل من مساحة المسطح الورقي ودليل المساحة الورقية. أيضاً بينت النتائج وجود تأثير معنوي للتداخل بين المعاملات المدروسة؛ وقد حقق التداخل بين الصنف سوري2 والتركيز 100 ملغ/ل الغلة البذرية الأفضل والتي بلغت (8702 كغ/هـ). خلصت هذه الدراسة إلى أن تطبيق الرش الورقي لأكسيد الزنك النانوي أدى إلى تحسّن في خصائص النمو والإنتاجية للفول السوداني.

الكلمات المفتاحية: الفول السوداني، الأسمدة النانوية، أكسيد الزنك النانوي، الرّش الورقي، تقنية النانو.

effect of foliar spraying with nano zinc oxide on some Study of the cultivars physiological and productive characteristics of two peanut

ABSETRACT:

The research was carried out in Tal Sakin village in Hama governorate during the growing season 2022 and 2023 to study the response of two peanut cultivars (Souri 1 and Souri 2) to foliar spraying with several concentrations of nano zinc oxide (0, 100, 200, 400 mg/L) in terms of some physiological and productive traits. The experiment was laid out in a randomized complete block design (RCBD), with three replication. The results showed that the Souri 2 cultivar was superior to the Souri 1 cultivar in the trait of 100-seed weight, while the differences were insignificant between the two cultivars in most studied traits.

Foliar spraying with nano zinc oxide led to a significant increase in most studied traits. Treating with 400 mg/L was the most effective, which increased the weight of pods/plant, total seed weight/plant, weight of 100 seeds and productivity of the unit area of seeds by (17.86, 19.16,

19.16, 16.23%) respectively, compared to the control Trearment (0 mg/L), The treatment with concentrations of 200 and 400 mg/L was superior in giving the highest average leaf surface area and leaf area index compared to the control Treatment. The results also showed a significant effect of the interaction between the studied treatments; The interaction between the variety Souri 2 and the concentration of 100 mg/l achieved the best seed yield, which amounted to (8702 kg/ha). This study concluded that the application of foliar spray of nano zinc oxide led to an improvement in the growth and productivity characteristics of peanuts.

Key words: Peanut, Nanofertilizers, Nano zinc oxide (ZNO), foliar spraying, Nanotechnology.

1-المقدمة:

يتبع الفول السوداني .*Arachis hypogaea* L العائلة البقولية Fabaceae، ويعدّ من المحاصيل الزيتية المهمة، يصنف رابع المحاصيل الزيتية في العالم كمصدر للزيت القابل للاستهلاك البشري. تصل نسبة الزيت في بذوره حتى 60% والبروتين حتى 34% [1]. يزرع

بشكل رئيسي من أجل الاستهلاك البشري حيث يمكن استخدام بذوره في التغذية بشكل مباشر أو في تصنيع كثير من المنتجات الغذائية كما تعتبر منتجاته الثانوية علفاً هاماً للماشية في العديد من المناطق. بلغت المساحة المزروعة منه في سورية عام 2022 حوالي 6494 هكتاراً، أنتجت 19008 طناً من القرون الجافة، بمردود قدر بـ 2927 كغ/هـ [2]. تعدّ الزراعة العمود الفقري لاقتصاد أي دولة، ومن أهم أهداف الزراعة في أي بلد في العالم هو تحسين الإنتاج الزراعي وزيادة كمية المنتجات الزراعية، لكي تلبّي متطلبات السكان المتزايدة باستمرار، إذ يعتمد أكثر من 60% من السكان عليها في معيشتهم. ولكن في الوقت نفسه هناك العديد من التحديات التي تواجه قطاع الزراعة، مثل: تغيّر المناخ، الاستعمال غير الرشيد للموارد واستعمال الكثير من الأسمدة الكيميائية والذي يغير بشكل لا رجعة فيه البيئة الكيميائية للتربة ويقلل المساحة المتاحة لإنتاج المحاصيل [3]. ولإيجاد حلول ذكية وآمنة تلبّي الحاجة للغذاء، اتّجه الباحثون إلى استخدام تقانات جديدة تساعد في الحدّ من تلوث البيئة مثل تقنية النانو والتي تعدّ من التقانات الحديثة التي لديها القدرة على إحداث ثورة علمية جديدة وذلك لإمكانيتها في إنتاج جزيئات متناهية الصغر من العناصر المختلفة Nanoparticles (NPs) تتراوح أبعادها بين 100−1 نانومتر وتكون قادرة على أن تقدم فوائد أكثر مما تقدمه الجزيئات العادية. وتعدّ تقانة النانو في المجال الزراعي تقانة ناشئة في استخدام الكيماويات الزراعية كالمبيدات والأسمدة النانوية.

تعرف الأسمدة النانوية بأنها أسمدة معدّلة يتم تصنيعها بطرق فيزيائية أو كيميائية أو إحيائية باستخدام تقانة النانو لتحسين خصائصها وتكوينها والتي يمكن أن تعزز غلة المحاصيل وتزيد معايير الجودة للزراعة [4]. تتميز هذه الأسمدة بكفاءة استعمال المغذيات بمقدار ثلاث مرات مقارنة مع الأسمدة التقليدية، فهي ذات قابلية ذوبان أعلى وكفاءة أكثر، فضلاً عن حجمها الصغير الذي يسهم في جعلها سريعة الامتصاص وثباتها تحت الظروف المختلفة مما يجعلها

تبقى لفترات طويلة، وتستخدم في وقت الحاجة، كما تمتاز بتكلفتها القليلة وتستعمل بكميات قليلة ما ينعكس على تكاليف الإنتاج مقارنة بالأسمدة التقليدية، فضلاً عن صداقتها للبيئة [5] [6].
وقد ركّزت الأبحاث المنفّذة في السنوات الأخيرة حول موضوع نانوية الجزيئات المعدنية (NPs) مثل أوكسيد النحاس وأوكسيد الزنك والمخلّبيات المعدنية والمغذّيات الصغرى بطيئة التحرر، حيث تساهم جزيئات أكسيد الزنك النانوية ZnO–NPs في خصائص النمو، البناء الضوئي، الإنتاجية وإنتاج الكتلة الحيوية. إذ تعمل على تحسين كفاءة امتصاص العناصر الغذائية ومحتوى العناصر المعدنية في أجزاء النبات وزيادة محتوى السكر والنيتروجين الكلي والبروتين في العديد من المحاصيل. وقد تم التأكيد على أن هذه الجسيمات النانوية تقلل من نقص الزنك في النباتات [7].

ففي تجربة حقلية أجريت في مصر لدراسة تأثير الرش الورقي بسماد أكسيد الزنك النانوي –ZnO NPs في إنتاج الفول السوداني من البذور والزيت، حيث تم استخدام ثلاثة تراكيز من جزيئات ZnO–NPs وهي (0، 200، 400، 600 جزء في المليون). أظهرت النتائج وجود فروق معنوية عالية بين التراكيز المستخدمة في معظم الصفات المدروسة، وقد لوحظ تحسّناً في معظم الصفات التي تمت دراستها عند زيادة التركيز من 200 إلى 600 جزء في المليون، كما أعطى الصنف NC9 الإنتاجية الأعلى من البذور والزيت [8].

كما أجريت تجربة حقلية في الهند لدراسة إنتاجية الفول السوداني عند مستويات مختلفة من تطبيق الزنك النانوي إلى جانب تطبيق الجرعة السمادية الموصى بها. أظهرت النتائج تأثير معنوي عالي للزنك النانوي في إنتاجية المحصول من القرون، حيث سجلت الإنتاجية الأعلى معنوياً من القرون (24.36 قرن/هـ) باستخدام الرش الورقي من أكسيد الزنك النانوي بتركيز

200 ppm وذلك بعد 25 و45 يوم من الزراعة، فيما تم الحصول على الإنتاجية الأقل (17.4 قرن/هـ) عند المعاملة فقط بالأسمدة التقليدية بالجرعة الموصى بها [9].

في حين توصلت دراسة [10] عام (2018) أجريت في مصر إلى أن استخدام الأسمدة النانوية بمعدل 30 ppm قد أعطى القيم الأعلى لكل من ارتفاع النبات، عدد الأفرع/النبات، عدد القرون/النبات، وزن القرون/النبات، عدد البذور/النبات، وزن البذور/النبات، وزن مئة بذرة والوزن الرطب والجاف للقش/النبات بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة، كما أدى استخدام سماد النانو بتركيز 30 ppm إلى الحصول على القيمة الأعلى لمحتوى البذور من النتروجين والفوسفور والحديد والمنغنيز والزنك والنسبة المئوية للزيت بالمقارنة مع المعاملات الأخرى.

وفي الهند أجريت تجربة [11] عام (2012) لدراسة فعالية أكسيد الزنك النانوي في نمو وتطور الفول السوداني. أظهرت النتائج أن استجابة الفول السوداني للجرعة الأقل من أكسيد الزنك ذو معنوية عالية، فقد أدى تطبيق أكسيد الزنك النانوي بالتركيز 2غ/15ليتر إلى زيادة معنوية في الإنتاجية من القرون حيث أدّى إلى زيادة في عدد القرون الكلي/النبات، نسبة التصافي%، ارتفاع النبات وغيرها من المؤشرات المدروسة. وكانت الزيادة في إنتاجية القرون أعلى بنسبة 30.5% و38.8% عند تطبيق أكسيد الزنك بالتركيز 2غ/15ليتر + NPK مقارنة مع المعادلة السمادية بشكل منفرد خلال موسمي التجربة، و 29.5% و26.3% إنتاجية أعلى للقرون مقارنة بكبريتات الزنك عند التركيز 30غ/15ليتر + NPK في موسمي التجربة على التوالي.

كما أجريت تجربة حقلية في مصر لدراسة تأثير أكسيد الزنك النانوي (ZnO–NPs) باستخدام التراكيز (25، 50، 100، 200 جزء في المليون) وكبريتات الزنك (ZnSO4) باستخدام التراكيز (50، 100 جزء في المليون) وتفاعلاتها على نبات الفاصولياء Phaseolus

.Vulgares L. بينت هذه الدراسة أن التطبيق الورقي لأكسيد الزنك النانوي وكبريتات الزنك أدى إلى تحسّن في خصائص النمو، وسجلت أفضل نتيجة عند استخدام الزنك بتركيز 50 ppm + 100 ppm ZnO–NPs. كانت النتيجة الأكثر فعالية بالنسبة لخصائص الإنتاجية عند استخدام التراكيز 50 ppm (ZnSO4) و100 ppm (ZnO–NPs) في المرحلة الثانية (53 يوم بعد البذر) [12].

2–أهمية وأهداف البحث:

تشكل الأسمدة المعدنية دوراً مهماً في تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجيته إلا أن هناك العديد من المشاكل التي تواجه استعمالها كالفقد والترسيب في التربة وارتفاع أسعارها مما يشكل عبئاً على المزارع، كما تسبب إضافتها بمعدل مرتفع ولفترة طويلة مشكلات بيئية مختلفة. وبالتالي تكمن أهمية البحث في تقليل فقد المغذيات وتعزيز غلة المحصول من خلال استخدام تكنولوجيا النانو في المجال الزراعي باستخدام الأسمدة النانوية ومنها أكسيد الزنك، فضلاً عن الأهمية الاقتصادية الكبيرة لمحصول الفول السوداني. ولذلك هدف هذا البحث إلى:

دراسة تأثير عدة تراكيز من أكسيد الزنك النانوي ZnO–NPs في مكونات الغلة البذرية لصنفين من الفول السوداني واختيار التركيز الأمثل.

3–مواد وطرائق البحث:

3–1–موقع ومدة تنفيذ البحث: نُفّذ البحث في قرية تل سكين الساروت الواقعة غرب مدينة حماة بحوالي 20 كم والمرتفعة عن سطح البحر بحدود 400 م. وذلك خلال العام 2023 في الفترة الممتدة بين شهري أيار وتشرين الأول، ويوضح الجدول (1) متوسط درجات الحرارة وكمية

الهطول المطري خلال فترة نمو المحصول (مأخوذة من محطة تيزين التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية بحماة).

جدول 1 الظروف المناخية السائدة خلال موسم الدراسة.

الشهر	الأمطار مم	الحرارة/درجة مئوية		
		العظمى	الصغرى	المعدل
أيار	-	27.80	16.82	22.31
حزيران	-	31.56	20.86	26.21
تموز	-	37.18	25.84	31.51
آب	-	37.78	25.30	31.54
أيلول	-	36.58	22.07	29.32
تشرين أول	1.006	24.68	16.86	20.77
تشرين ثاني	1.473	26.88	11.68	19.28

تم تحليل التربة لتحديد بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية ضمن مخابر التربة التابعة لكلية الهندسة الزراعية بجامعة اللاذقية (جدول 2).

جدول 2 *التحليل الميكانيكي والكيميائي لتربة الموقع*

معلق 1:2		غرام/100غرام تربة		ملغ/كغ			التحليل الميكانيكي		
PH	EC ds/m	كربونات الكالسيوم الكلية	المادة العضوية	الآزوت المعدني	الفوسفور المتاح	البوتاس المتاح	رمل	سلت	طين
7.6	0.26	63.4	1.2	12.4	11.2	385	21	47	43

ويتبين من الجدول (2) أن تربة الموقع سلتية إلى سلتية طينية وهي تربة خفيفة القلوية.

3-2-المادة النباتية: استخدمت بذور صنفين من الفول السوداني هما سوري1 وسوري2 تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق والخالية من الأضرار الميكانيكية والمرضية. ويوضح الجدول (3) خصائص الصنفين.

جدول *3 مواصفات الصنفين المدروسين.*

الصفة	السلالات	
	سوري	سوري2
عدد الأيام حتى بداية الإزهار/يوم	51-60	49-60
عدد الأيام حتى النضج/يوم	155-165	155-165

الإنتاجية كغ/هـ	3394	3691
عدد البذور في القرن	بذرتين	بذرتين
نسبة الزيت	31.14	39.02
نسبة البروتين	19.52	18.56
وزن 100 بذرة	110	55

3-3-العوامل المدروسة: تم استخدام أربعة تراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي ZnO-NPs، (0، 100، 200، 400 ملغ/ل) بواقع رشتين على المجموع الخضري لنباتات الصنفين، بعد 25 و50 يوم من الزراعة.

3-4-تصميم التجربة: نفّذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD بِعامِلَيْن (Two-Factor) وبواقع ثلاثة مكررات، بحيث كان مجموع القطع التجريبية (24) قطعة تجريبية. أبعاد القطعة (4 * 3) م وبفاصل (75) سم بين القطعة والأخرى كممرات خدمة. تحتوي القطعة التجريبية على 4 خطوط المسافة بين الخط والآخر (80) سم.

وقد تمت زراعة البذور يدوياً بتاريخ 16/أيار عام 2023 في جور بمعدل بذرتين في الجورة ثم تم التفريد إلى بذرة واحدة في الجورة والمسافة بين الجورة والأخرى 25 سم وعلى عمق 5 سم في الثلث العلوي من الخط.

3-5-المؤشرات المدروسة:

3-5-1-ارتفاع النبات (سم):

تم قياسه بدءاً من مستوى سطح الأرض حتى قمة الساق الرئيسية.

3-5-2-مساحة المسطح الورقي (سم^2):

تمّ تقديره بطريقة الوزن التي تعتمد على الأقراص كما هي مقترحة من قبل Vivekanandan وآخرون (1972).

3-5-3-دليل المساحة الورقية (Sestak *et al*., 1971):

وهو نسبة المسطح الورقي للنبات إلى مساحة الأرض التي يشغلها النبات حسب الصيغة المقترحة من قبل Sestak وآخرون (1971):

دليل المساحة الورقية = مساحة المسطح الورقي للنبات (سم^2) / مساحة الأرض التي يشغلها النبات (سم^2)

3-5-4-وزن القرون الكلي/نبات (غ)

3-5-5-وزن 100 بذرة (غ):

تمّ وزن عينة عشوائية ل 100 بذرة بأربعة مكررات بعد التجفيف الهوائي لكل معاملة ووزنت بميزان حساس.

3-5-6-الغلة البذرية للنبات الواحد (غ)

3-5-7-الغلة البذرية لوحدة المساحة (كغ/هـ):

تم حساب الغلة البذرية في وحدة المساحة مقدرة بـ (كغ/هـ) من خلال الصيغة التالية:

الغلة البذرية (كغ/هـ) = الغلة البذرية للقطعة التجريبية (كغ/هـ) × 10000 / مساحة القطعة التجريبية ($م^2$).

3-6-التحليل الإحصائي:

تم تحليل البيانات إحصائياً باستخدام البرنامج الإحصائي Genstat بطريقة تحليل التباين للصفات المدروسة جميعها. وتمت مقارنة المتوسطات الحسابية باستعمال أقل فرق معنوي LSD 5%.

4-النتائج والمناقشة:

4-1-الصفات المورفسيولوجية:

4-1-1-ارتفاع النبات (سم):

أظهرت النتائج في الجدول (4) عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين سوري1 وسوري2 في متوسط ارتفاع النبات والذي بلغ (21.08، 22.12 سم) على التوالي.

أمّا فيما يتعلق بتأثير تراكيز أكسيد الزنك النانوي المستخدمة؛ يتبيّن من الجدول (4) تفوّق استخدام السماد النانوي بالتركيزين 200 ملغ/ل و100 ملغ/ل بمتوسط بلغ (22.37، 22.30 سم) على التوالي، معنوياً على معاملة الشاهد والتي سجلت القيمة الأقل لمتوسط ارتفاع النبات

(20.63 سم)، في حين لم يكن تفوقهما معنوياً على معاملة التركيز 400 ملغ/ل والتي سجلت متوسطاً بلغ (21.10 سم). قد تعود هذه الزيادة في ارتفاع النبات عند استخدام سماد أكسيد الزنك النانوي للدور الكبير الذي يشكله عنصر الزنك في العديد من العمليات الحيوية في النبات كعملية التركيب الضوئي، إضافة إلى أنه يعد عنصر ضروري لتكوين الحمض الأميني التربتوفان Tryptophane الضروري لاستطالة الخلايا وهذا بدوره أثّر إيجاباً على زيادة ارتفاع النبات، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه [11] عام (2012) حيث سجل الارتفاع الأعلى للنبات عند التراكيز الأقل للسماد النانوي، وكذلك مع ما توصل إليه [10].

وبالنسبة لتأثير التداخل بين الأصناف والتراكيز المستخدمة فقد بيّنت النتائج في الجدول (4) أن التداخل بين الصنف سوري1 والتركيز 200 ملغ/ل قد سجل أعلى قيمة لصفة ارتفاع النبات (22.47 سم) متفوقاً بذلك عددياً على بقية التداخلات.

جدول 4 متوسط ارتفاع النبات (سم) تحت تأثير تراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي على الصنفين سوري1 وسوري2.

ارتفاع النبات (سم)					
التراكيز / الأصناف	الشاهد (0 ملغ/ل)	100 ملغ/ل	200 ملغ/ل	400 ملغ/ل	المتوسط
سوري1	19.73^{c}	22.30^{ab}	22.47^{a}	19.93^{bc}	21.10^{a}
سوري2	21.53^{abc}	22.40^{ab}	22.27^{ab}	22.27^{ab}	22.11^{a}

المتوسط	20.63^{b}	22.35^{a}	22.37^{a}	21.10^{ab}	21.60
LSD5%	الأصناف	1.117			
	التراكيز	1.579			
	التفاعل	2.233			

4-1-2-مساحة المسطح الورقي (ألف م^2/هـ):

أظهرت النتائج في الجدول (5) عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين المدروسين سوري1 وسوري2 في صفة مساحة المسطح الورقي واللذين سجلا متوسطاً بلغ (25.85 و24.44 ألف م^2/هـ) على التوالي.

أمّا فيما يتعلق بتأثير التراكيز المستخدمة من أكسيد الزنك النانوي في صفة مساحة المسطح الورقي؛ يتّضح من النتائج في الجدول (5) تفوّق المعاملة بالتركيزين 200 و 400 ملغ/ل واللتين سجلتا متوسطاً بلغ (29.63، 31.19 ألف م^2/هـ) على التوالي معنوياً على كل من التركيز 100 ملغ/ل (93.45 ألف م^2/هـ) والشاهد والذي سجل القيمة الأقل معنوياً لهذه الصفة (14.31 ألف م^2/هـ) ويمكن أن يعزى السبب في ذلك إلى أنّ الأسمدة المصنعة بتقنية النانو تزيد من فعالية العمليات الفيزيولوجية والتمثيل الضوئي في النباتات وكون الزنك يدخل في تركيب الأحماض النووية الضرورية لانقسام الخلايا والذي يؤدي بدوره إلى زيادة عدد الخلايا في الأوراق وبالتالي زيادة المساحة الورقية للنبات وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه العديد من الباحثين [13] [14].

وبالنسبة لتأثير التداخل بين الأصناف والتراكيز المستخدمة؛ فقد بيّنت النتائج في الجدول (5) أن استخدام الصنف سوري2 عند التركيز 400 ملغ/ل قد سجل أعلى قيمة لمساحة المسطح الورقي بمتوسط بلغ (32.54 ألف م^2/هـ) على التوالي متفوقاً بذلك معنوياً على كلا الصنفين سوري1 وسوري2 عند الشاهد حيث سجلا القيم الأقل (15.64، 12.97 ألف م^2/هـ) على التوالي..

جدول 5 متوسط مساحة المسطح الورقي 1000م^2/هـ تحت تأثير تراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي على الصنفين سوري1 وسوري2.

مساحة المسطح الورقي ألف م^2/هـ					
التراكيز / الأصناف	الشاهد (0 ملغ/ل)	100 ملغ/ل	200 ملغ/ل	400 ملغ/ل	المتوسط
سوري1	15.64^{d}	27.34^{b}	30.57^{ab}	29.84^{ab}	25.85^{a}
سوري2	12.97^{d}	23.57^{c}	28.69^{b}	32.54^{a}	24.44^{a}
المتوسط	14.30^{c}	25.45^{b}	29.63^{a}	31.19^{a}	25.14
LSD5%	الأصناف	1.693			
	التراكيز	2.395			
	التفاعل	3.386			

4-1-3-دليل المساحة الورقية:

أظهرت النتائج في الجدول (6) عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين المدروسين في صفة دليل المساحة الورقية.

أمّا بالنسبة لتأثير أكسيد الزنك النانوي في متوسط دليل المساحة الورقية؛ فقد لوحظ تفوّق دليل المساحة الورقية عند التركيزين 400 و200 ملغ/ل معنوياً على التركيز 100 ملغ/ل وبنسبة زيادة بلغت (118.04، 107.13، 78.04 %) مقارنة مع الشاهد الذي بلغ عنده دليل المساحة الورقية (7.15) (جدول 6)، وهذا منطقي، حيث تم ملاحظة نفس الاتجاه فيما يتعلق بالمسطح الورقي (جدول 5). تتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه السماعيل وآخرون على فول الصويا (2022).

وفيما يتعلق بتأثير التداخل بين الأصناف المدروسة والتراكيز المستخدمة من أكسيد الزنك النانوي؛ فقد أوضحت النتائج في الجدول (6) أن التداخل بين الصنف سوري2 والتركيز 400 ملغ/ل قد سجل القيمة الأعلى لدليل المساحة الورقية (16.27).

جدول 6 متوسط دليل المساحة الورقية تحت تأثير تراكيز محتلفة من أكسيد الزنك النانوي على الصنفين سوري1 وسوري2.

دليل المساحة الورقية					
التراكيز / الاصناف	الشاهد (0 ملغ/ل)	100 ملغ/ل	200 ملغ/ل	400 ملغ/ل	المتوسط
سوري1	7.82^{d}	13.67^{b}	15.28^{ab}	14.92^{ab}	12.92^{a}
سوري2	6.49^{d}	11.79^{c}	14.35^{b}	16.27^{a}	12.22^{a}
المتوسط	7.15^{c}	12.73^{b}	14.81^{a}	15.59^{a}	12.57
LSD5%	الأصناف	0.847			
	التراكيز	1.197			
	التفاعل	1.693			

4-2-الإنتاجية ومكوناتها:

4-2-1-وزن القرون الكلي/نبات (غ):

لم تلاحظ عدم وجود فروق معنوية بين صنفي الفول السوداني سوري1 وسوري2 في صفة وزن القرون الكلي والذي بلغت قيمته (368.10، 388.60 غ) على التوالي.

أمّا بالنسبة لتأثير سماد أكسيد الزنك النانوي في متوسط وزن القرون الكلي على النبات، يتبيّن من الجدول (7) تفوق وزن القرون الكلي/نبات عند التركيز 400 ملغ/ل والذي سجل متوسط بلغ (415.70 غ) معنوياً على معاملة الشاهد (352.70 غ) وبنسبة زيادة بلغت (17.86%)، في حين كان تفوقه عددياً على كل من التركيزين 100 و200 ملغ/ل (378.2، 366.85 غ) على التوالي بالنسبة لهذه الصفة.

وفيما يتعلق بتأثير التداخل بين الأصناف والتراكيز المستخدمة، فقد بيّنت النتائج في الجدول (7) أن التداخل بين الصنف سوري2 والتركيز 400 ملغ/ل قد سجل أعلى قيمة لصفة وزن القرون الكلي/نبات حيث بلغت قيمته بالمتوسط (444.70 غرام) متفوّقا بذلك معنوياً على التداخلات بين الصنف سوري1 وكل من الشاهد والتركيز 100 ملغ/ل وكذلك على التداخل بين الصنف سوري2 والتركيز 200 ملغ/ل، والتي سجلت القيم الأقل لهذه الصفة (332.30، 366.70، 347 غ) على التوالي.

جدول 7 متوسط وزن النبات الكلي/النبات (غ) تحت تأثير تراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي على الصنفين سوري1 وسوري2.

وزن القرون الكلي/نبات (غ)					
التراكيز / الأصناف	الشاهد (0 ملغ/ل)	100 ملغ/ل	200 ملغ/ل	400 ملغ/ل	المتوسط
سوري1	332.30^{b}	366.70^{b}	386.70^{ab}	386.70^{ab}	368.10^{a}
سوري2	373.00^{ab}	389.70^{ab}	347.00^{b}	444.70^{a}	388.60^{a}
المتوسط	352.65^{b}	378.20^{ab}	366.85^{ab}	415.70^{a}	378.35
LSD5%	الأصناف	34.97			
	التراكيز	49.45			
	التفاعل	69.94			

4-2-2-وزن 100 بذرة (غ):

سجّل الصنف سوري2 تفوقاً معنوياً في متوسط وزن 100 بذرة على الصنف سوري1 بمتوسط بلغ (94.33، 93.33 غ) على التوالي الجدول (8). وهذا يخالف ما توصل إليه [8].

أمّا بالنسبة إلى تأثير التراكيز المستخدمة من أكسيد الزنك النانوي في صفة وزن 100 بذرة، فقد بيّنت النتائج في الجدول (8) أن المتوسط الأعلى لوزن الـ 100 بذرة سجل عند استخدام السماد النانوي بالتركيز 400 ملغ/ل بمتوسط بلغ (99.50 غرام) متفوقاً بذلك معنويا على كل من التركيزين 200 و100 ملغ/ل واللذين بدورهما تفوقا على معاملة الشاهد وبلغت نسبة الزيادة في كل من التراكيز المذكورة (19.16، 15.76، 14.56%) على التوالي مقارنة مع الشاهد، قد يكون هذا بسبب أن جزيئات أكسيد الزنك النانوية تزيد من امتصاص الزنك عبر نباتات الفول السوداني وبالتالي تزيد من عملية التمثيل الضوئي وتنشيط حركة انتقال العناصر الغذائية وتنظيم سريان تدفقها من أماكن تصنيعها في الأوراق إلى البذور. جاءت هذه النتائج موافقة لما توصل إليه كل من [8] [10] [12].

أمّا فيما يتعلق بتأثير التداخل بين الأصناف والتراكيز المستخدمة في صفة وزن 100 بذرة؛ فقد تبيّن من الجدول (8) أن كل من الصنفين سوري1 وسوري2 عند التركيز 400 ملغ/ل قد سجلا القيم الأعلى لهذه الصفة (99.33، 99.67 غ) على التوالي، متفوقين معنوياً على الصنف سوري1 عند الشاهد والذي سجل أقل قيمة لهذه الصفة (81.00 غ).

جدول 8 متوسط وزن 100 بذرة (غ) تحت تأثير تراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي على الصنفين سوري1 وسوري2.

وزن 100 بذرة (غ)					
التراكيز / الأصناف	الشاهد (0 ملغ/ل)	100 ملغ/ل	200 ملغ/ل	400 ملغ/ل	المتوسط
سوري1	81.00^{e}	96.00^{bc}	97.00^{b}	99.33^{a}	93.33^{b}
سوري2	86.00^{d}	95.33^{c}	96.33^{bc}	99.67^{a}	94.33^{a}
المتوسط	83.50^{c}	95.66^{b}	96.66^{b}	99.50^{a}	93.83
LSD5%	الأصناف	0.743			
	التراكيز	1.051			
	التفاعل	1.486			

4-2-3-الغلة البذرية للنبات الواحد (غ):

أظهرت النتائج في الجدول (9) عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين سوري1 وسوري2 في صفة الغلة البذرية للنبات الواحد والتي بلغت (219.67، 238.92 غ) على التوالي. وهذا يختلف عما توصل إليه [8].

يتبيّن من الجدول (9) وجود تأثير معنوي للتراكيز المستخدمة من السماد النانوي في الغلة البذرية للنبات الواحد؛ إذ تفوق التركيز 400 ملغ/ل على الشاهد بنسبة زيادة بلغت (19.16%) في حين كان تفوقه عددياً على التركيزين 200 و100 ملغ/ل حيث سجلا غلة بذرية بلغت (224.35، 222.15 غ) على التوالي. تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [8]. وقد يعود هذا إلى أن الزنك يؤدي إلى زيادة الكتلة الحيوية للنبات وبالتالي زيادة الغلة البذرية، كما يمكن أن يكون السبب المحتمل لهذا الدور الإيجابي هو تعزيز نشاط المواد الحيوية أو نشاط نظام التمثيل الضوئي أو قد يكون بسبب الدور النشط للزنك في عمليات التمثيل الغذائي للنباتات. وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها [10] [15] [12].

كما بيّنت النتائج في الجدول (9) أن استخدام أكسيد الزنك النانوي بالتركيز 400 ملغ/ل عند الصنف سوري2 قد سجل القيمة الأعلى لصفة الغلة البذرية للنبات الواحد والتي بلغت بالمتوسط (278.70 غ) متفوقاً بذلك معنوياً على بقية التداخلات. تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [8]، وهذا قد يعود إلى الزيادة في عدد القرون.

جدول 9 متوسط إنتاجية النبات من البذور (غ) تحت تأثير تراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي على الصنفين سوري1 وسوري2.

الغلة البذرية للنبات الواحد (غ)					
التراكيز / الأصناف	الشاهد (0 ملغ/ل)	100 ملغ/ل	200 ملغ/ل	400 ملغ/ل	المتوسط
سوري1	209.70^{b}	207.00^{b}	234.70^{ab}	227.30^{b}	219.67^{a}
سوري2	225.70^{b}	237.30^{ab}	214.00^{b}	278.70^{a}	238.92^{a}
المتوسط	217.70^{b}	222.15^{ab}	224.35^{ab}	253.00^{a}	229.3
LSD5%	الأصناف	21.38			
	التراكيز	30.23			
	التفاعل	42.75			

4-2-4-الغلة البذرية لوحدة المساحة (كغ/هـ):

أظهرت النتائج في الجدول (10) عدم وجود فروق معنوية بين الصنفين سوري1 وسوري2 في صفة الغلة البذرية لوحدة المساحة والتي بلغت (8054.50، 8760.25 كغ/هـ) على التوالي. يخالف ما توصل إليه [8].

كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لأكسيد الزنك النانوي في صفة الغلة البذرية لوحدة المساحة، إذ أدى رش السماد النانوي بالتركيز 400 ملغ/ل إلى زيادة معنوية في الغلة البذرية لوحدة المساحة والتي بلغت (9277 كغ/هـ) مقارنة مع التركيز 100 ملغ/ل ومعاملة الشاهد (8146، 7981 كغ/هـ) وبنسبة زيادة بلغت (13.88، 16.23%) على التوالي، في حين لم تسجل فروق معنوية بين بقية التراكيز المدروسة. توافقت هذه النتائج مع نتائج [8].

إن زيادة الغلة البذرية لوحدة المساحة يوضح أن هناك استجابة واضحة لنبات الفول السوداني للتسميد بأكسيد الزنك النانوي ويمكن أن يعزى السبب في ذلك إلى ما تمتلكه الجسيمات النانوي من سلوك وخصائص مميزة وفريدة كصغر حجم ذراتها ومساحتها السطحية الفعالة العالية التي مكنتها من زيادة سرعة امتصاصها وتنشيط الإنزيمات المسؤولة عن التفاعلات الحيوية التي يقوم بها النبات ومنها أنزيم الكربونيك انهيدراز Carbonic anhydrase الذي يلعب دوراً رئيسياً في عملية البناء الضوئي والتي بدورها تؤدي إلى تحسين مؤشرات النمو مثل زيادة المساحة الورقية والتي لها دور مهم في زيادة المواد الغذائية المصنعة في الورقة ونقل هذه المواد وخزنها في البذور مما يؤدي إلى زيادة وزن البذور ووزن 100 بذرة ومن ثم زيادة الغلة. تتفق هذه النتائج ما توصل إليه [16] [17] [12].

كما بيّنت النتائج في الجدول (10) وجود تأثير معنوي للتداخل بين الأصناف المدروسة والتراكيز المستخدمة من أكسيد الزنك النانوي وقد تم الحصول على القيمة الأعلى للغلة البذرية لوحدة المساحة عند الصنف سوري2 والتركيز 400 ملغ/ل والتي بلغت بالمتوسط (10218 كغ/هـ).

جدول 10 متوسط إنتاجية الهكتار من البذور (كغ/هـ) تحت تأثير تراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي على الصنفين سوري1 وسوري2.

الغلة البذرية لوحدة المساحة (كغ/هـ)					
التراكيز / الأصناف	الشاهد (0 ملغ/ل)	100 ملغ/ل	200 ملغ/ل	400 ملغ/ل	المتوسط
سوري1	7688.00^{b}	7590.00^{b}	8604.00^{ab}	8336.00^{b}	8054.50^{a}
سوري2	8274.00^{b}	8702.00^{ab}	7847.00^{b}	10218.00^{a}	8760.25^{a}
المتوسط	7981.00^{b}	8146.00^{b}	8225.50^{ab}	9277.00^{a}	8407.37
LSD5%	الأصناف	783.8			
	التراكيز	1108.5			
	التفاعل	1567.7			

الاستنتاجات:

تفوق الصنف سوري2 في صفة وزن ال 100 بذرة على الصنف سوري1، مع عدم وجود فروق معنوية في معظم الصفات المدروسة بين الصنفين المدروسين.

أثّر الرّش الورقي بأكسيد الزنك النانوي بالتراكيز المستخدمة معنوياً في معظم الصفات المدروسة، وخاصة التركيز 400 ملغ/ل الذي أعطى القيم العليا في كل من مساحة ودليل المسطح الورقي، وكذلك مكونات الإنتاجية (وزن القرون/نبات، وزن البذور/نبات، وزن 100 بذرة والإنتاجية الكلية من البذور كغ/هـ) مقارنة مع الشاهد.

أدّى الرّش الورقي بأكسيد الزنك النانوي بالتركيزين 200 و400 ملغ/ل إلى زيادة معنوية واضحة في كل من مساحة ودليل المسطح الورقي وإنتاجية وحدة المساحة من البذور لمتوسط الصنفين المدروسين مقارنة مع الشاهد وبلغت هذه الزيادة (107.13، 118%)، (16.23%) على التوالي.

حقق التداخل بين الصنف سوري2 والتركيز 400 ملغ/ل من أكسيد الزنك النانوي الإنتاجية الأعلى من البذور والتي بلغت (10218 كغ/هـ).

المقترحات:

الرّش الورقي بأكسيد الزنك النانوي بتركيز 100 ملغ/ل على صنفي الفول السوداني سوري1 وسوري2 في منطقة الدراسة من أجل تحسين النمو النباتي بما ينعكس على زيادة الإنتاجية.

زيادة عدد رشات السماد النانوي على النبات وزيادة الفترة الزمنية بين الرشة والأخرى لتغطية مختلف مراحل نمو النبات.

المراجع العربية:

[1] الحسن، ميلاد (2022). دور الحراثة الأساسية ومنظمات النمو في بعض الصفات الإنتاجية كماً ونوعاً لمحصول الفول السوداني في منطقة حمص. منشورات جامعة حمص، كلية الهندسة الزراعية. ص: 2.

[2] المجموعة الإحصائية الزراعية السورية (2022). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.

[4] الشمري، دعاء (2021) تأثير تجزئة السماد الفوسفاتي التقليدي والنانوي في جاهزية وامتصاص الفوسفور ونمو وحاصل الحنطة. منشورات جامعة المثنى، كلية الزراعة. ص: 10.

[5] الفتلاوي، مرتضى (2018). استعمال التجارب العاملية في دراسة تأثير التفاعل ما بين الماء الممغنط والمركبات النانوية في أحد مؤشرات النمو لنبات الفلفل. منشورات جامعة كربلاء، كلية الإدارة والاقتصاد.

[8] علي، السعدي؛ سعيد، محمد؛ سيد، محمد عبد العزيز؛ وسنوسي، محمد (2020). تأثير الرش الورقي بأكسيد الزنك النانوي على إنتاج الفول السوداني تحت ظروف الوادي الجديد. مجلة أسيوط للعلوم الزراعية، المجلد: 51. العدد (4)، ص: 31-16.

[13] غندور، جورج (2020). أساسيات الفيزيولوجيا النباتية. منشورات جامعة البث، كلية العلوم، قسم علم الحياة.

المراجع الأجنبية:

[3] Moradi, S; Khaledian, S; Abdoli, M; Shahlaei, M; Kahrizi, D 2018- Nano- biosensoes in cellular and molecular biology. Cellular and molecular biology. 64 (5), 85-90.

[6] Manjunatha, S.B; Biradar, D.P; Aladakatti, Y.R 2016- Nanotechnology and its applications in agriculture. A review. Journal of Farm Science, 29(1), 1-13.

[7] Ahmed, Rasu; Kamaluddin, Md; Abdul Quddus, Md; Abd Samad, M; Hossain, M; Ashfaqul Haque, A 2022- Impact of Foliar Application of Zinc and Zinc Oxide Nanoparticles on Growth, Yield, Nutrient Uptake and Quality of Tomato. Horticulturae, Vol: 9, P: 162.

[9] Ramana, p; Prasad, T; Naik, S; Naidu, G 2022- Impact of nanoscale Zinc oxide particle on the Growth, Yield and soil properties under Agency Area of Andhra Pradesh. International Journal of plant & soil science, Vol: 34, Iss:23, P: 1041-1049.

[10] El-Metwally, M; Abo-Basha, Doaa; Abd El-Aziz, M 2018- Response of peanut plants to different foliar applications of nano- iron,

manganese and zinc under sandy soil conditions. Middle East Journal of Applied Sciences, Vol: 8, Iss:2, P: 474-482.

[11] Prasad, T; Sudhakar, P; sreenivasulu, Y; Latha, P; Munaswamy, V; Raja Reddy, K; Sreeprasad, T; Sajanlal, P; Pradeep, T 2012- EFFECT OF NANOSCALE ZINC OXIDE PARTICLES ON THE GERMINATION, GROWTH AND YIELD OF PEANUT. Journal of Plant Nutrition, Vol: 35, P:905-927.

[12] Ewais, Emad; Ismail, Mohamed; Badawy, Ali 2017- VEGETATIVE GROWTH, PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND YIELD OF *PHASEOLUS VULGARIS* (L.) PLANTS IN RESPONSE TO THE APPLICATION OF BIOLOGICALLY-SYNTHESIZED ZINC OXIDE NANOPARTICLES AND ZINC SULFATE. Al Azhar Bulletin of Science, Vol: 9, p: 33-46.

[14] AL-Zuhairi, O; AL-Mahdawi, MML; Hammadi, M 2020- Study the effect of addition nano Zinc oxide on the Vegetative, flowering and fruiting characteristics of growing capsicum frutescens plant in closed hydroponics system. Dyala greculticure since journal. 12.

[15] El-Habbasha, S.F 2015- Impact of nitrogen fertilizer and zinc foliar application on growth, yield, yield attributes and some chemical

constituents of groundnut. International journal of plant & soil science, 4(3): 259-264.

[16] Afshar, I; Rahimi, H.A. and Shirazi, M 2014- Comparison the effects of spraying different amounts of nano zinc oxide and zinc oxide on wheat. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 4(3): 688- 693.

[17] Pour, E.S; Asghari, J; Zade, M.N. and Samizade, H.A 2010- Effect of sulphur and zinc on yield characters of peanut in Guilan region. 11th Iranian Crop Science Congress, pp: 3872-3874.