

مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 48 . العدد 24

1448 هـ - 2026 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

عضو هيئة التحرير	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

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 الإلكتروني : 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) + word / CD
من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة
على النشر في المجلة.
- إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده
حسب الحال.
- إذا 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.
- إذا 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 25×17.5 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
 - كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي - 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 ورد 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 - الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة - سنة النشر - وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة - دار النشر وتتبعها فاصلة - 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:

— بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة — المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة — 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 (600) ل.س ستمئة ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة حمص.
2. دفع رسم نشر (2000) ل.س الفا 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 (150) ل.س مئة وخمسون ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
28-11	د. محمد إبراهيم أ.د. ياسر حماد د. رامي الشامي د. حسن حسين د. عصام خديجة	دور التلقيح البكتيري بثلاث أنواع من بكتيريا PGPR في تحسين خصوبة التربة وتحفيز نمو نبات البندورة والحد من تأثير فطر العفن الرمادي <i>Botrytis cinerea</i>
58-29	عبد اللطيف عثمان أ.د. أحمد مهنا أ.د. عبد المحسن السيد عمر	تأثير الكثافة النباتية والرش الورقي بالعناصر الصغرى في الغلة الحبية وعناصرها لصنفين من الذرة الصفراء
86-59	عبد اللطيف عثمان أ.د. أحمد مهنا أ.د. عبد المحسن السيد عمر	تأثير الرش الورقي بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في بعض الصفات الشكلية والفيزيولوجية لطرازين من الذرة الصفراء
106-87	عبد الله مثلج أ.د. عصام الخوري	تأثير إضافة معدلات مختلفة من البولي أكريلاميد في الحد من فقد التربة باستخدام المطر المصطنع لترب مختلفة القوام
129-107	أحمد سلمان أ.د. فيصل بكور د. سامي عثمان	دراسة معامل الارتباط و المرور بين بعض الصفات والغلة الحبية في هجينين من القمح القاسي <i>Triticum durum</i> Desf.

دور التلقيح البكتيري بثلاث أنواع من بكتيريا PGPR في تحسين خصوبة التربة وتحفيز نمو نبات البندورة والحد من تأثير فطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea*

د محمد سلمان ابراهيم¹، أ.د. ياسر علي حماد²، د. رامي محمد الشامي³، د. حسن يوسف حسين⁴،
د.عصام محمود عاصم خديجة⁵

الملخص

هدف هذه الدراسة الى تقييم دور التلقيح البكتيري بثلاث أنواع من بكتيريا *Frateriuria* *aurantia* و *Bacillus megaterium* و *Rhizobium leguminosarum* بوجود وغياب العدوى بفطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea* وتأثيرها في تحسين خصوبة التربة وإنتاجية نباتات البندورة وتحفيز المقاومة تجاه الفطر. وذلك من خلال دراسة محتوى التربة من NPK ومحتوى الاوراق من الفينولات الكلية ونشاط أنزيم البروكسيداز وحمض الساليسيليك. نفذ البحث ضمن بيت بلاستيكي في محافظة طرطوس.

أظهرت النتائج أن التلقيح بالأنواع البكتيرية الثلاثة أدى إلى زيادة معنوية في جميع المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد السليم والشاهد والمعدى بالفطر غير الملقح بالبكتيريا، وأظهرت معاملة التلقيح بالأنواع البكتيرية الثلاثة غير المعداة بالفطر (M) زيادة في متوسط محتوى التربة من الازوت والفوسفور والبوتاسيوم (0.243% و 40.11 ppm و 273.30 ppm) على التوالي، في حين حققت المعاملة (BM) أعلى زيادة في معايير تحفيز المقاومة الجهازية ضد فطر العفن الرمادي من خلال زيادة محتوى أوراق نباتات البندورة من الفينولات الكلية (92.49 مغ/100 غ) ومتوسط نشاط أنزيم البيروكسيداز (0.315 ميكرومول/مغ)، ومتوسط تركيز حمض الساليسيليك (56.22 ميكروغرام/غ طازج)، وهذا انعكس ايجابياً على الانتاجية حيث بلغ متوسط انتاج نباتات البندورة عند المعاملة M و BM (3.213 و 2.692 كغ/نبات) على التوالي، مقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر. وتؤكد هذه النتائج الكفاءة العالية للتلقيح البكتيري في تعزيز تغذية النبات وتنشيط

دور التلقيح البكتيري بثلاث أنواع من بكتيريا PGPR في تحسين خصوبة التربة وتحفيز نمو نبات البندورة والحد من تأثير فطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea*

الاستجابات الدفاعية الحيوية، مما يسهم بفاعلية في رفع مقاومة النبات للإصابة بفطر العفن الرمادي وتحسين كفاءة الإنتاج النباتي.

الكلمات المفتاحية: بكتيريا محفزة لنمو النبات (PGPR)، تربة، فطر العفن الرمادي، بندورة.

¹دكتور، مديرية الزراعة والاصلاح الزراعي، طرطوس- سورية

²أستاذ، قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين اللاذقية - سورية.

³مدرس، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق- سورية

⁴دكتور، كليتي طب الأسنان والصيدلة، جامعة طرطوس، سورية.

⁵دكتور، مديرية الزراعة والاصلاح الزراعي، حلب- سورية

1- مقدمة

تعدّ البندورة (*Solanum lycopersicon* L.) من أكثر الخضراوات زراعةً في العالم، وتحظى بشعبية واسعة في أسواق المنتجات الطازجة، كما أنه عنصر أساسي في العديد من الصناعات، ومن أهم الخضراوات على مستوى العالم، إذ لا تتفوق عليها في الإنتاج والاستهلاك سوى البطاطس (Li *et al.*, 2023; Roşca *et al.*, 2023)، تشير بيانات منظمة الأغذية والزراعة (FAOSTAT) لعام 2022 إلى حصاد ما يقارب 186,107,972 طنًا من البندورة على مساحة 4,917,735 هكتارًا حول العالم (FAOSTAT, 2024)، وبلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالبندورة في سورية 12054 هكتارًا لموسم 2023، وكان الإنتاج الإجمالي للموسم نفسه 740699 طنًا (المجموعة الإحصائية السنوية، 2023).

وتُعدّ نباتات البندورة عرضةً باستمرار للعديد من مسببات الأمراض البكتيرية والفيروسية والفطرية، ومن أكثر الأمراض شيوعًا التي تُصيب محاصيل البندورة، وتُسبب خسائر مالية كبيرة، مرض العفن الرمادي، الذي يُسببه فطر *Botrytis cinerea* وتتراوح الخسائر السنوية الناجمة عن هذا الفطر بين 10 و100 مليار دولار أمريكي على مستوى العالم، أكثر من 1400 نوع نباتي، معرضة للإصابة بفطر العفن الرمادي، ونظرًا لأهميته العلمية والاقتصادية، صُنّف كثاني أهم مسببات الأمراض النباتية، يمكن أن يُسبب هذا المرض خسائر فادحة في البيوت المحمية (Alkilayh *et al.*, 2024). حيث يُلحق الفطر الضرر بخلايا النبات عن طريق إفراز مركبات سامة مثل البوتسينوليد،

والبوتريدال، وحمض الأكساليك، وعن طريق تحفيز إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS)، التي تُعيق دفاعات النبات المضيف (Tian et al., 2023; Mazuecos-Aguilera et al., 2025; Van Kan, 2005;)

ولذلك، كان هناك حاجة ماسة إلى أساليب بديلة، أقل اعتماداً على المواد الكيميائية وأكثر ملائمة للبيئة، للسيطرة على العفن الرمادي (Soylu et al., 2010)، ومن هنا كان الاتجاه إلى استخدام البكتريا المحفزة لنمو النبات (Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) في تلقيح نباتات البندورة، حيث يُبشّر تطوير هذه المناهج للمكافحة البيولوجية بآفاق واعدة، ويُمثل نقلة نوعية نحو نظام زراعي أكثر استدامة ومرونة وصديق للبيئة.

حيث يمكن استخدام البكتيريا النافعة غير الممرضة كمضادات لمكافحة الفطريات الممرضة عبر آليات متعددة (Lastochkina et al., 2019)، وتمتلك البكتيريا آليات متعددة لمقاومة العدوى الفطرية، تتراوح بين التنافس على العناصر الغذائية الأساسية والمساحة، وتخليق مجموعة متنوعة من المستقلبات الثانوية ذات الخصائص القوية المضادة للفطريات، أو حتى تنشيط جهاز المناعة لدى المضيف (Morales-Cedeño et al., 2021; Zhu et al., 2022)، تشمل هذه الآليات إنتاج مستقلبات ثانوية متنوعة، مثل المضادات الحيوية، والسيدروفورات، والإنزيمات المحللة، وسيانيد الهيدروجين، والمركبات العضوية المتطايرة، والسكريات الخارجية. يُعتقد أن هذه الجزيئات المعقدة تلعب دوراً حاسماً في تثبيط نمو الفطريات وتطورها، وبالتالي منع حدوث العدوى (Ramakrishna et al., 2020; Karthika et al., 2019). وان التلقيح بـ *Paenibacillus terrae* AY-38 قلل من حدوث الاعراض الفطرية على أوراق وثمار نباتات البندورة وعزز من نمو النبات عن طريق تعديل الاستجابات الدفاعية للهرمونات الداخلية، منها الجاسمونيك والساليسيليك (Kim et al., 2017)، وتشير النتائج أن بكتريا *Bacillus cabrialesii* BH5 تنتج مركب fengycin H وهو مركب شحمي مضاد للفطريات يثبط الفطريات الخيطية ويسبب تلفاً كبيراً في غشاء البلازما في العامل الممرض الفطري *B. cinerea*. مما يؤدي إلى موت الخلايا، وأن كلاً من BH5 و fengycin H يعملان على تحفيز المقاومة الجهازية المستحثة ISR في نباتات البندورة عن طريق تحفيز مسار إشارات الجاسمونيك اسيد JA وهذا ينعكس على تحفيز نمو النباتات (Zhou et al., 2021). في حين أدت سلالة *Araburkholderia* sp. GD17 إلى تحسين نمو نبات البندورة عن

طريق زيادة كفاءة التمثيل الضوئي ومن خلال تعزيز تنظيم التمثيل الغذائي للكربوهيدرات. وحفزت من نمو النباتات عن طريق زيادة المقاومة الجهازية داخل النبات ضد الاعراض التي يسببها *Botrytis cinerea* (Gu et al., 2023)، في حين أدت معاملة جذور وأوراق نباتات البندورة بسلالتين من بكتيريا *Bacillus amyloliquefaciens* إلى انخفاض كبير في شدة العدوى بفطر *B. cinerea* عن طريق افراز مركبات تشبه الببتيدات الدهنية تعمل على تغييرات في هياكل مسليوم الفطر، وحفز التلقيح بالسلالتين نمو نباتات البندورة من خلال إنتاج حمض الإندول أسيتيك (IAA) و 2،3- بوتانيدول، مما يشير إلى وجود تأثير تآزري بين السلالتين ضد فطر *B. cinerea* عن طريق تحريض المقاومة الجهازية في النبات (Salvatierra-Martinez et al., 2018). وعند تلقيح نباتات البندورة بسلالتين من بكتيريا *Pseudomonas Canadensis* و *Azotobacter chroococcum* بوجود غياب العدوى بفطر العفن الرمادي، أدت إلى زيادة في الوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري بنسبة 31% و 46% على التوالي، والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري بنسبة 34% و 97% على التوالي، وزيادة في المجموع الطازج والجاف للمجموع الجذري بزيادة قدرها 58% و 48% على التوالي مقارنةً بالمعاملات المعداة وغير المُلقحة (Mazuecos-Aguilera et al., 2025).

2- أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في المساهمة في تحسين خصوبة التربة الزراعية من خلال استخدام البكتيريا القادرة على تثبيت الأزوت الجوي واذابة الفوسفور والبوتاسيوم، والحد من تأثير الأمراض الفطرية وخاصة العفن الرمادي *Botrytis cinerea* الذي يسبب خسائر اقتصادية كبيرة للمزارعين، وتقليل الاعتماد على المبيدات والأسمدة الكيميائية التي قد تؤدي إلى تلوث التربة والبيئة، وفي دعم مفهوم الزراعة المستدامة وتحسين كفاءة الإنتاج في ظل التحديات البيئية والاقتصادية التي تواجه القطاع الزراعي في سورية.

3- أهداف البحث:

يهدف البحث إلى دور التلقيح البكتيري بثلاث أنواع من بكتيريا المحفزة للنمو (PGPR) في تحسين خصوبة التربة وتحفيز نمو نباتات البندورة ومقاومة الإصابة بفطر العفن الرمادي من خلال تحقيق الأهداف التالية:

- تقييم التلقيح ببكتيريا PGPR في تحسين خصوبة التربة ونمو وانتاجية نباتات البندورة والحد من الاصابة بفطر العفن الرمادي، وتحديد أفضل المعاملات القادرة على تعزيز نمو النبات وتحسين مقاومته، والمساهمة في تطوير استراتيجيات مكافحة حيوية مستدامة.

4- مواد وطرائق البحث:

- مكان تنفيذ البحث: تم إجراء البحث في مخبر الأمراض ومخبر ابحاث علوم التربة والمياه في كلية الهندسة -الزراعية في جامعة تشرين - اللاذقية.
- إنتاج الشتول: زرعت بذور البندورة صنف بلدي (بذور المعرفة) في صواني إنبات من الستريبور ذات 220 حفرة. تمت تعبئة الحفر بالتورب الزراعي المعقم. قدمت للبادرات الخدمات الزراعية المطلوبة كما تمت تغطيتها بشبك ناعم لمنع دخول الحشرات.
- الزراعة وعمليات الخدمة: استخدمت تربة زراعية جيدة الخواص ذات قوام طيني ومحتوى جيد من المادة العضوية، ومحتوى منخفض نسبياً من الأزوت الكلي، ومحتوى جيد من الفوسفور والبوتاسيوم القابلين للإفادة جدول (1)، وهي تربة ملائمة لزراعة البندورة وأضيف لها سماد عضوي متخمّر بنسبة 4/1 حجماً، وغطيت بشريحة من البلاستيك الشفاف للتعقيم الشمسي لمدة ثلاثة اشهر، ثم عبئت ضمن اصص بلاستيكية سعة 5 كغ.

جدول (1): التحليل الكيميائي والميكانيكي للتربة قبل الزراعة

التحليل الميكانيكي			N كلي	P متاح	K متاح	pH
طين	سنت	رمل				
44	20	36	0.119	20.2	212.5	7.5

وزعت الاصص ضمن البيت المحمي حسب المعاملات والمكررات على 6 خطوط منفردة بحيث كان البعد بين النباتات والأخر ضمن الخط نفسه 40 سم وبين الخط والآخر 100سم، كانت المسافة بين

دور التلقيح البكتيري بثلاث أنواع من بكتيريا PGPR في تحسين خصوبة التربة وتحفيز نمو نبات البندورة والحد من تأثير فطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea*

المكرر والآخر 80 سم وذلك لمنع تلامس النباتات بين معاملتين مختلفتين، وبلغ عدد نباتات التجربة 120، وقدم للنباتات كافة العمليات الزراعية اللازمة من ري بالتنقيط، ورش دوري بالمبيدات الحشرية، والمبيدات الفطرية، والأكاروسية.

ربيت النباتات تربية عمودية قصيرة على ساق واحدة ثم أزيلت الفروع الجانبية النامية في آباط الأوراق على الساق الرئيسية بشكل دوري.

- **عزلة الفطر المستخدمة في الدراسة:** استخدمت عزلة من فطر العفن الرمادي (*Botrytis cinerea*) معزولة وموصفة في مخبر أبحاث علوم التربة والمياه - جامعة اللاذقية، تم تنشيط العزلة الفطرية على بيئة PDA، وأجريت الاختبارات عليها بعد أسبوع من نموها على البيئة الغذائية.

- **تحضير المعلق الفطري:** تم تحضير المعلق الفطري من العزلة الفطرية *Botrytis cinerea* بإضافة طبق بتري نمت عليه العزلة الفطرية الممرضة على بيئة أغار البطاطا دكستروز PDA وأضيف الطبق إلى 1 لتر ماء معقم وتمت عملية المزج على هزاز دوراني.

- **الأنواع البكتيرية المستخدمة في الدراسة:**

تم استخدام ثلاث عزلات بكتيرية معزولة وموصوفة في مخبر أبحاث علوم التربة والمياه - جامعة اللاذقية وهي:

- بكتريا *Fratureuria aurantia*: بكتيريا ميسرة للبيوتاس (حماد والشامي، 2017)
- بكتريا *Bacillus megaterium*: بكتيريا ميسرة للفوسفور (حماد والشامي، 2017)
- بكتريا *Rhizobium leguminosarum*: بكتريا مثبتة للأزوت الجوي ومنشطة لنمو النبات (المغربي وآخرون، 2016).

- **تنشيط البكتريا وتحضير اللقاح البكتيري:**

نشطت الأنواع البكتيرية المستخدمة بإعادة زراعتها على بيئات متخصصة للحصول على خلايا حديثة في أوج نشاطها الحيوي (حماد والشامي، 2017)، وتحقق من نقاوتها ومطابقتها للمواصفات المزرعية بتنميتها على بيئات تخصصية .

حُضِرَ المعلق باستخدام بيئة غذائية سائلة (Tryptic Soy Broth (TSB)، وذلك في زجاجات خاصة بتنمية البكتريا (BIOGEN) سعة 2 لتر تسمح بالتحريك وتأمين التهوية الملائمة للنمو، تم استخدام وحدة تنمية لكل نوع بكتيري، وتلقيح البيئة السائلة بالأنواع البكتيرية بعد تنشيطها للحصول على مزارع حديثة، ثم وضعت على هزاز بسرعة 100 - 150 دورة بالدقيقة، ومن ثم إجراء التحضين على درجة حرارة 28 درجة مئوية لمدة 48 ساعة، لحين الوصول إلى التركيز 10^9 خلية/مل، واستخدم شريحة العد Bürker لتقدير كثافة البكتريا ميكروسكوبياً وضبطها في المعلق وفق التركيز المطلوب 10^9 خلية/مل بالتخفيف أو زيادة التركيز حسب الحاجة.

- التلقيح بالبكتريا:

أضيفت اللقاحات البكتيرية المحضرة من الأنواع البكتيرية المختلفة (معلقات بتركيز 10^9 CFU/ml) إلى نباتات التجربة بعد 7 أيام من التشثيل في الأصص، وفق المعاملات المدروسة بإضافة اللقاح البكتيري (معلق بكتيري تركيزه 10^9 خلية/مل) وذلك بريّ الشتول بمعدل 25 مل لكل نبات، وجزئت كمية اللقاح البكتيري عند مزج الأنواع البكتيرية الثلاثة بحيث تبقى الكمية ذاتها 25 مل حسب كل معاملة. وأضيف 25 مل ماء مقطر للشاهد حسب المعاملات.

- الإعداد بالعزلة الفطرية الممرضة:

تم إعداد نباتات البندورة بالمعلق الفطري بمعدل 20 مل من المعلق لكل نبات، حسب المعاملات المدروسة. وأضيف 20 مل ماء مقطر للشاهد الغير معدي بالفطر فقط وللمعاملات الملقحة بالأنواع البكتيرية المدروسة، حسب تصميم التجربة.

5- تصميم البحث والتحليل الإحصائي:

اعتمد في تصميم البحث نظام القطاعات العشوائية الكاملة، بواقع 4 معاملات بخمس مكررات لكل معاملة و6 نباتات لكل مكرر وبلغ عدد النباتات الكلي 120 نباتاً. وكانت المعاملات وفق الاتي:

دور التلقيح البكتيري بثلاث أنواع من بكتيريا PGPR في تحسين خصوبة التربة وتحفيز نمو نبات البندورة والحد من تأثير فطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea*

معاملات البحث: C: نباتات غير معاملة (شاهد سليم)، B: نباتات معداة بفطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea*، M: نباتات ملقحة بالأنواع البكتيرية الثلاثة فقط، MB: نباتات ملقحة بالأنواع البكتيرية الثلاثة المستخدمة ومعداة بفطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea*.

حللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Genstat-12، واختبار One-way ANOVA (no Blocking)، ومقارنة الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي LSD 5% واختبار Duncan's.

6- المؤشرات المدروسة:

تم أثناء الدراسة تسجيل القراءات التالية:

- تحليل التربة قبل الزراعة وبعد قلع المحصول:

- تم تقدير الفوسفور المتاح بطريقة بيكرينونات الصوديوم (Olsen and Sommers, 1982).
- تم تقدير البوتاسيوم المتاح بطريقة خلاص الامونيوم والقياس بجهاز اللهب (Richards, 1954).
- تم تقدير الأزوت الكلي بطريقة كلداهل (Bremner and Mulvaney, 1982).
- تم تحديد قوام التربة (التحليل الميكانيكي) بطريقة الماصة (Day, 1965).

- تقدير المركبات الفينولية الكلية:

قُدرت المركبات الفينولية الكلية باستخدام طريقة كاشف الفولين-سيوكالتو (Singleton and Rossi, 1965)، إذ أُخذ 2 غرام من أوراق نباتات البندورة الطازجة بعد 30 يوماً من العدوى الفيروسية، طحنت في جفنة بورسلان وأضيف 15 مل إيثانول 80% مع رمل نقي، رشح المزيج بورق ترشيح ووضعت الرشاحة ضمن مثقلة على سرعة 10000 دورة/دقيقة ولمدة 15 دقيقة، جمعت المواد الطافية (الرائق) وأعيد الاستخلاص مرتين بالكحول والترشيح، جفف المستخلص الإيثانولي هوائياً عند درجة حرارة الغرفة لقرب الجفاف، أضيف إليه 5 مل ماء مقطر، وحُضِرَ محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 (200 غ/ل)، وكاشف فولين (Merck, Germany)، ومحلول حمض الكاتيكل القياسي (CHEMIE-LOBA, India) الذي حضر بتركيز 1 غ/ل. قيس أولاً بتحضير سلسلة عيارية من حمض الكاتيكل بتركيز تتراوح بين (400-0 مغ/ل). أخذ 20 ميكروليتر من المستخلص المحضر سابقاً أو محاليل السلسلة العيارية (واستبدلت العينة بالميثانول 70% في الشاهد) وأضيف إليها 100

ميكروليتر من كاشف فولين-سيوكالتو و 1.58 مل من الماء المقطر، حُرِّك المزيج بعد ذلك جيداً ومن ثم ترك لمدة 5 دقائق ليضاف بعدها 300 ميكرو ليتر من محلول كربونات الصوديوم 200 غ/ل، ثم تُرك المزيج في الظلام لمدة ساعة ونصف، وقيست بعدها الامتصاصية الضوئية للمحلول الناتج باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer (JASCO-اليابان) عند موجة طولها 650 نانوميتر. حُسب المحتوى الفينولي للعينات بالاستعانة بالمنحني القياسي وبقيمة امتصاصية العينة، حيث تم تعويض قيمة الامتصاصية للعينة في معادلة المنحني القياسي لإيجاد تركيز المركبات الفينولية في العينة مقدرة بعدد الملي غرامات المكافئة من حمض الكاتيكول القياسي.

- تقدير نشاط أنزيم البيروكسيداز:

قُدِّر نشاط أنزيم البيروكسيداز بأخذ 1 غ من أوراق نباتات التجربة بعد 30 يوماً من العدوى الاصطناعية بفطر العفن الرمادي، وأضيف لها 3 مل محلول فوسفاتي منظم Phosphate Buffer pH=7 تركيز 0.1 مول/ل عند درجة حرارة 4 م°، ووضعت ضمن جفنة بورسلان وطحنت بالهاون، ثم وُضع الناتج ضمن أنبوب سعته 1.5 مل، ثم ثقلت لمدة 10 دقائق على سرعة 10000 دورة/دقيقة، واستخدامات المادة الطافية كمصدر للأنزيم وخففت بنسبة 20:1. تم قياس نشاط أنزيم البيروكسيداز بعد إضافة 1.5 مل بيروغالول Pyrogallol 5 مول/ل، و 0.5 مل من الماء الأوكسجيني 1%، و 0.5 مل من المستخلص الأنزيمي المخفف، ضمن مزيج التفاعل عند درجة حرارة (28 م°) لمدة دقيقة واحدة. قيس عند طول موجة 420 نانوميتر وأخذت القراءة كل 30 ثانية لمدة 3 دقائق. قدر نشاط أنزيم البيروكسيداز بعدد ميكرومولات الماء الأوكسجيني التي تتفكك بواسطة 100 مغ من النسيج النباتي الداخل في تشكيل المستخلص الأنزيمي في الدقيقة الواحدة عند درجة حرارة 25 م° (Hammerschmidt et al., 1982 ; Behera et al., 2012).

قُدِّر نشاط أنزيم البيروكسيداز وفق المعادلة:

$$\text{نشاط أنزيم البيروكسيداز} = \frac{\text{عامل التمديد} \times \text{كمية الماء الأوكسجيني}}{\text{حجم العينة} \times \text{الزمن}} \times 100$$

دور التلقيح البكتيري بثلاث أنواع من بكتيريا PGPR في تحسين خصوبة التربة وتحفيز نمو نبات البندورة والحد من تأثير فطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea*

كمية الماء الأوكسجيني المتفاعلة بين الزمن الأولي والنهائي مقدرة بالميكرومول/ل = الامتصاصية عند الزمن 3 دقيقة - الامتصاصية عند الزمن 0.5 دقيقة.
عامل التمديد = 20 ، في اختبارات هذه التجربة مددت العينة 20 مرة، لأجل إعطاء القيمة الحقيقية في 3 مل من المستخلص الإنزيمي.
حجم العينة: مقدر بالمليتر.
زمن التفاعل: الوقت النهائي (3دقائق) - الوقت البدائي (0.5 دقيقة). (Sigma-Aldrich, 2014)

تقدير تركيز حمض الساليسيليك في أوراق البندورة:

قيس تركيز حمض الساليسيليك في أنسجة النبات بعد 30 يوم من إجراء العدوى الاصطناعية بفطر العفن الرمادي، وذلك بوزن 1 غ من أوراق القمة النامية لنباتات التجربة لنباتات التجربة كل على حدة، وضعت ضمن جفنة بورسلان وأضيف لها 1 مل من حمض كلور الماء 6 نظامي و 10 مل من الكلوروفورم، طحنت العينة على نحو جيد ورشحت باستخدام قمع الفصل في أنبوب الاختبار، وأضيف لكل عينة 5 مل من محلول كلوريد الحديد $FeCl_3$ (حضر محلول كلوريد الحديد بإضافة 0.5 غ بودرة كلوريد الحديد إلى 100 مل ماء مقطر وحرك جيدا لتمام الذوبان)، يتكون نتيجة التفاعل بين حمض الساليسيليك وشاردة الحديد الثلاثية Fe^{+3} معقد بنفسجي يختلف لونه باختلاف تركيز حمض الساليسيليك في العينة النباتية المختبرة، تم تحديد تركيز حمض الساليسيليك (ppm) وفق قيم الامتصاصية الضوئية للمحلول الناتج باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer عند طول موجة 540 نانومتر تجريبية، وذلك بعد رسم خط بياني باستخدام أربعة تراكيز من حمض الساليسيليك العياري 0 و 25 و 50 و 75 و 100 ppm (Maria and Martínez-Merino, 2007).

7- النتائج والمناقشة:

بينت النتائج الموضحة في الجدول (2)، زيادة في جميع معاملات التجربة بوجود وغياب العدوى بفطر العفن الرمادي بالمقارنة مع معاملتي الشاهد السليم والمعدى بالفطر، حيث تفوقت المعاملة M الملقة بالأنواع البكتيرية الثلاثة وبدون عدوى بالفطر معنوياً في كافة المعايير المدروسة على معاملتي الشاهد السليم والشاهد المعدى بالفطر *Botrytis cinerea* إذ بلغ متوسط محتوى التربة من الآزوت 0.243 % والفوسفور 40.11 ppm والبوتاسيوم 273.30 ppm،

وحققت المعاملة BM أعلى زيادة في تحفيز المقاومة الجهازية تجاه الفطر، حيث وصل متوسط محتوى الأوراق من الفينولات الكلية (92.9 مغ/100غ) ونشاط أنزيم البيروكسيداز (0.315 ميكرومول/مغ) وتركيز حمض الساليسيليك في الأوراق (56.22 ميكروغرام/غ طازج) مقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى، في حققت المعاملة M أعلى زيادة في متوسط إنتاج النبات وبفروق معنوية مع جميع المعاملات، حيث وصل متوسط إنتاج النبات الواحد 2.213 كغ/نبات مقارنة مع الشاهد 0.0601 كغ/نبات.

جدول (2) يوضح متوسط المؤشرات المدروسة وفق المعاملات المستخدمة بوجود وغياب العدوى بفطر *Botrytis cinerea*

المعاملات	الأزوت الكلي %	الفوسفور المتاح ppm	البوتاسيوم المتاح ppm	الفينولات الكلية (مغ/100غ)	أنزيم البروكسيداز (ميكرومول/مغ)	حمض الساليسيليك (ميكروغرام/غ طازج)	إنتاج النبات (كغ/نبات)
B	0.129 _a	23.31 _a	a228.51	38.45 _b	0.063 _a	11.85 _b	0.298 _a
M	0.243 _d	40.11 _c	d273.30	71.35 _c	0.180 _b	34.45 _c	3.213 _d
BM	0.231 _c	38.22 _c	c265.81	92.49 _d	0.315 _c	56.22 _d	2.692 _c
C	0.142 _b	26.15 _b	1b233.1	32.14 _a	0.038 _a	6.25 _a	0.601 _b
LSD5 %	0.007 ₆₅	2.400	4.539	6.101	0.044 ₁₆	2.977	0.1883

(M)=*Rhizobium leguminosarum*+ *Frateruria aurantia* +*Bacillus megaterium*, (C)= control; (B)= *Botrytis cinerea*

تعود الزيادة في محتوى التربة من NPK ومحتوى الأوراق من الفينولات الكلية ونشاط أنزيم البيروكسيداز وتركيز حمض الساليسيليك في نباتات البندورة الملقحة بالبكتيريا المحفزة للنمو (PGPR) لدورها في إنتاج أو تغيير تركيز منظمات النمو مثل الأوكسينات والجبرلينات والساييتوكينينات

والأثيلين، والتي تساعد في إنبات البذور، وزيادة حجم الخلايا وانقسامها وتمايز الأنسجة، ونضج الثمار، وتحفز نمو المجموع الجذري وتطوره، ما ينعكس على زيادة امتصاص المغذيات من التربة وبالتالي زيادة نمو النبات وإنتاجه (Selvakumar et al., 2016; Meena et al., 2018). وتتوافق نتائج دراستنا مع دراسات أخرى مشابهة (Arfaoui et al., 2006; Hmissi et al., 2011; Singh et al., 2004) حيث تعمل البكتيريا المحفزة لنمو النبات على الحد من فعالية الممرضات النباتية، لكونها تملك آليات عديدة تسمح لها بمكافحة الممرضات، وتشمل المنافسة على الحديد والغذاء، وإنتاج مضادات حيوية وزيادة في نمو النبات، وحث آليات الدفاع في النبات. حيث أظهرت معاملة نباتات البندورة الملقحة ببكتيريا *Paenibacillus terrae* AY-38 والمعدة بفطر *B. cinerea* زيادة في نمو النباتات وفي ارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي، عن طريق إنتاج كمية كبيرة من IAA (حمض الإندول -3- أسيتيك) و Siderophores والجلوكاناز، حيث يرتبط Siderophores الذي تنتجه البكتيريا بالحديد وبالتالي يمنع استخدامه من قبل مسببات الأمراض، بينما من المعروف أن الجلوكاناز يرتبط بمسببات الأمراض المقاومة لأنه يؤدي إلى تحلل مكونات جدران الخلايا الفطرية، مما يؤدي إلى الحد من الاصابات الفطرية وبالتالي نمو أفضل للمحاصيل وزيادة في الانتاج (Sayyed et al. 2005; Hong & Meng 2003).

الاستنتاجات والمقترحات:

- الاستنتاجات:

أدى تلقيح نباتات البندورة بالأنواع البكتيرية الثلاثة (*Rhizobium leguminosarum* و *Bacillus megaterium* و *Frateuria aurantia*) بوجود العدوى بالفطر الممرض *Botrytis cinerea* وغياها إلى:

1. تحسن خصوبة التربة بزيادة محتواها من الآزوت الكلي والفوسفور والبوتاسيوم المتاحين للنبات، وتحفيز المقاومة الجهازية داخل النبات تجاه الفطر عن طريق زيادة محتوى الأوراق من الفينولات الكلية ونشاط أنزيم البيروكسيداز وتركيز حمض الساليسيليك، هذا بدوره انعكس ايجابيا على انتاجية نباتات البندورة بالمقارنة مع الشاهد السليم والمعدى بالفطر غير المعاملين بالبكتيريا

- المقترحات:

1- استخدام التلقيح البكتيري بالأنواع الثلاثة (*Bacillus* و *Rhizobium leguminosarum* و *Frateruria aurantia* و *megaterium*) بإضافتها إلى شتول نباتات البندورة لتحسين محتوى التربة من العناصر الغذائية وزيادة نمو وإنتاجية النباتات ومقاومتها لمرض العفن الرمادي.

- المراجع:

1. حماد، ياسر و رامي الشامي. 2017-توصيف بعض أنواع بكتيريا الرايزوسفير المحفزة لنمو النبات من بعض الأسمدة الحيوية والتربة. مجلة جامعة البعث. سورية. المجلد 39. ص25.
2. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية.(2023) - مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.
3. المغربي، صباح وبشرى رزق وياسر حماد.2016- دراسة تأثير بكتيريا *Rhizobium leguminosarum* في نمو الفطر *Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici* مخبرياً. مجلة وقاية النبات العربية، 2016، عدد2. المجلد34، 14- 135 .
2. المراجع الاجنبية:

4. ALKILAYH, O. A., HAMED, K. E., SAYYED, R. Z., ABDELAAL, K., & OMAR, A. F. 2024. Characterization of Botrytis cinerea, the causal agent of tomato grey mould, and its biocontrol using Bacillus subtilis. Physiological and Molecular Plant Pathology, 133, 102376.
5. ARFAOUI,A., B.SIFI, A.BOUDABOUS, I.EL HADRAMI,AND M.CHERIF. 2006. Identification of Rhizobium isolates possessing antagonistic activity against Fusarium oxysporum f.sp. ciceris, the causal agent of Fusarium wilt of chick. Journal of Plant Pathology, 88 (1), 67-75.
6. BEHERA, B., S. GHANTY, F. AHMAD, S. SANTRA, S. BANERJEE.2012 .UV-Visible Spectrophotometric Method Development

- and Validation of Assay of Paracetamol Tablet Formulation. **Analytical & Bioanalytical Techniques**. J Anal Bioanal Techniques, 3(6).
7. BREMNER. JM AND MULVANEY. CS.1982. Methods of soil analysis part2. **Am. Soc. Agron. Madison** WI, USA, 595-624.
 8. DAY. PR. 1965 .Methods of soil analysis, part1. **Am. Soc. Agron. Madison** Wi, QSA, 546-566.
 9. FAOSTAT 2024.Crops and livestock products. Available online at: <https://www.fao.org/faostat/en/data/QCL> (Accessed April, 20, 2024)
 10. GU, A., ZHAO, D., LIU, H., FU, W., LI, G., & HAO, L. 2023. *P araburkholderia* sp. *GD17* improves tomato plant growth and resistance to *Botrytis cinerea*-induced disease. **Plant and Soil**, 486(1), 487-502.
 11. HAMMERSCHMIDT, R., E.M NUCKLES,. And J KUC.1982. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. **Physiological Plant Pathology** , 20: 73-82.
 12. HMISSI,I.,S.GARGOURI.,And B.SIFI. 2011. Attempt of wheat protection against *Fusarium culmorum* using *Rhizobium* isolates. **Tunisian Journal of Plant Protection** 6,2011, 75-86.
 13. HONG TY, MENG M. 2003. Biochemical characterization and antifungalactivity of an endo-1, 3- β -glucanase of *Paenibacillus* sp. Isolated from garden soil. Appl **Microbiol Biotechnol**. 61:472–478
 14. KARTHIKA S. VARGHESE S. JISHA M. S. 2020. Exploring the efficacy of antagonistic rhizobacteria as native biocontrol agents against tomato plant diseases. **Biotech**.10, 320–337. doi: 10.1007/s13205-020-02306-1
 15. KIM, A. Y., SHAHZAD, R., KANG, S. M., KHAN, A. L., LEE, S. M., PARK, Y. G., ... & LEE, I. J. 2017. *Paenibacillus terrae* AY-38 resistance against *Botrytis cinerea* in *Solanum lycopersicum* L. plants through defence hormones regulation. **Journal of plant interactions**, 12(1), 244-253.
 16. LASTOCHKINA O., SEFIKALHOR M., ALINIAEIFARD S., BAYMIEV A., PUSENKOVA L., GARIPOVA S. 2019. *Bacillus* spp.: Efficient biotic strategy to control postharvest diseases of fruits and vegetables. **Plants**8, 1–24. doi: 10.3390/plants8040097
 17. LI T., SUN M., HE Q., ZHANG G., SHI G., DING X., ET AL. 2023. Tomato recognition and location algorithm based on improved YOLOv5.

-
- Comput. Electron Agric.** 208, 107759. doi: 10.1016/j.compag.2023.107759
18. MARIA J. GIL and VÍCTOR MARTÍNEZ-MERINO. 2007. *Determination of The Free Salicylic Acid Concentration in Aspirin Byforming Fe+3 Complexes*. www.iupac.org/publications/cd/medicinal_chemistry, p8.
19. MAZUECOS-AGUILERA, I., ANTA-FERNÁNDEZ, F., CRESPO-BARREIRO, A., MARTÍNEZ-QUESADA, A., LOMBANA-LARREA, L., & GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. 2025. Plant growth-promoting rhizobacteria enhanced induced systemic resistance of tomato against Botrytis cinerea phytopathogen. **Frontiers in Plant Science**, 16, 1570986.
20. MAZUECOS-AGUILERA, I., ANTA-FERNÁNDEZ, F., CRESPO-BARREIRO, A., MARTÍNEZ-QUESADA, A., LOMBANA-LARREA, L., & GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. 2025. Plant growth-promoting rhizobacteria enhanced induced systemic resistance of tomato against Botrytis cinerea phytopathogen. **Frontiers in Plant Science**, 16, 1570986.
21. MEENA, K. N., NAYAN TARA And BALJEET SINGH SAHARAN. 2018. *Review on PGPR: An Alternative for Chemical Fertilizers to Promote Growth in Aloe vera Plants*. International **Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. Volume 7 Number 03. P6.
22. MORALES-CEDENO L. R., OROZCO-MOSQUEDA M., DEL C., LOEZA-LARA P. D., PARRA-COTA F. I., DE LOS SANTOS-VILLALOBOS S. 2021. Plant growth-promoting bacterial endophytes as biocontrol agents of pre- and post-harvest diseases: Fundamentals, methods of application and future perspectives. **Microbiol. Res.** 242, 126612. doi: 10.1016/j.micres.2020.126612
23. OLSEN.SR AND SOMMERS.LE.1982 .Methods of soil analysis, part2, Am. Soc. **Agron. Madison** WI, USA, 403-430.
24. RAMAKRISHNA W., YADAV R., LI K. 2019.Plant growth-promoting bacteria in agriculture: Two sides of a coin. Appl. **Soil Ecol.**138, 10–18. doi:10.1016/j.apsoil..02.019
25. RICHARDS.LA.1954 .Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. USDA **Agric Handbook** 60, Washington DC.
26. ROŞCA M., MIHALACHE G., STOLERU V. 2023. Tomato responses to salinity stress: From morphological traits to genetic changes. **Front. Plant Sci.** 14. doi: 10.3389/fpls..1118383

27. SALVATIERRA-MARTINEZ, R., ARANCIBIA, W., ARAYA, M., AGUILERA, S., OLALDE, V., BRAVO, J., & STOLL, A. 2018. Colonization ability as an indicator of enhanced biocontrol capacity—An example using two *Bacillus amyloliquefaciens* strains and *Botrytis cinerea* infection of tomatoes. **Journal of Phytopathology**, 166(9), 601-612.
28. SAYYED RZ, BADGUJAR MD, SONAWANE HM, MHASKE MM, CHINCHOLKAR BB. 2005. Production of microbial iron chelators (siderophores) by *fluorescent Pseudomonads*. Indian **J Biotechnol.** 4:484–490.
29. SELVAKUMAR G, BINDU GH, BHATT RM, UPRETI KK, PAUL AM, ASHA A, SHWETA K, SHARMA M. 2016. Osmotolerant cytokinin producing microbes enhance tomato growth in deficit irrigation conditions. **Proc Natl Acad Sci, India, Sect B Biol Sci.** doi:10.1007/s40011-016-0766-3.
30. Sigma-Aldrich. Technical Bulletin- Peroxidase Activity Assay Kit, , Catalog Number MAK092, USA, 2014, Pp4.
31. SINGH, D.P.; MOORE, C.A.; GILLILAND, A. AND CARR, J.P.2004 .Activation of multiple antiviral defense mechanisms by salicylic acid. **Molecular Plant Pathology**, 5, 57–63.
32. SINGLETON V L & ROSSI J A JR.1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Amer. **J. Enol. Viticult**, 16:144-58.
33. SOYLU, E. M; KURT, Ş; AND SOYLU, S. 2010. In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. **Int. J. Food Microbiol.** 143, 183–189. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.08.015
34. TIAN S., LIU B., SHEN Y., CAO S., LAI Y., LU G. 2023. Unraveling the Molecular Mechanisms of Tomatoes' Defense against *Botrytis cinerea*: Insights from Transcriptome Analysis of Micro-Tom and Regular Tomato Varieties. **Plants**12, 2965. doi:10.3390/plants12162965.
35. VAN KAN J. A. L. 2005. Infection strategies of *Botrytis cinerea*. Acta Hort. 669, 77–90. doi: 10.17660/ActaHortic.2005.669.9.
36. ZHOU, L; SONG, C; MUÑOZ, C. Y; & KUIPERS, O. P. 2021. *Bacillus cabrialesii* BH5 protects tomato plants against *Botrytis cinerea* by

production of specific antifungal compounds. **Frontiers in Microbiology**, 12, 707609.

37. ZHU L. MHUANG J. LU X., ZHOU C. 2022. Development of plant systemic resistance by beneficial rhizobacteria: Recognition, initiation, elicitation and regulation. **Front. Plant Sci.** 13, 952397. doi: 10.3389/fpls.2022.952397

The role of bacterial inoculation with three types of PGPR bacteria in improving soil fertility, stimulating tomato plant growth, and mitigating the impact of the *Botrytis cinerea*.

Mohammed Salman Ibrahim¹, Prof. Dr. Yasser Ali Hammad², Dr. Ramez Mohamed El-Shami³, Dr. Hassan Youssef Hussein⁴, Dr. Issam Mahmoud Assem Khadija⁵

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the role of bacterial inoculation with three types of bacteria *Frateuria aurantia*, *Bacillus megaterium*, and *Rhizobium leguminosarum* in the presence and absence of infection with *Botrytis cinerea*, and its effect on improving soil fertility, increasing tomato plant productivity, and stimulating resistance to the fungus. This was achieved by studying soil NPK content, leaf total phenol content, peroxidase enzyme activity, and salicylic acid levels. The research was conducted in a greenhouse in Tartous Governorate.

The results showed that inoculation with the three bacterial species led to a significant increase in all studied treatments compared to the healthy control and the control infected with the fungus that was not inoculated with bacteria. The treatment of inoculation with the three bacterial species not infected with the fungus (M) showed an increase in the average soil content of nitrogen, phosphorus and potassium (0.243%, 40.11 ppm and 273.30 ppm) respectively. While treatment (BM) achieved the highest increase in

parameters for stimulating systemic resistance against *Botrytis cinerea* by increasing the total phenol content of tomato leaves (92.49 mg/100 g), average peroxidase enzyme activity (0.315 $\mu\text{mol/mg}$), and average salicylic acid concentration (56.22 $\mu\text{g/g}$ fresh), this was reflected positively in productivity, with the average yield of tomato plants in treatments M and BM reaching (3.213 and 2.692 kg/plant, respectively), compared to the healthy and fungal-infected controls. These results confirm the high efficiency of bacterial inoculation in enhancing plant nutrition and stimulating biological defense responses, which effectively contributes to increasing plant resistance to *Botrytis cinerea* infection and improving plant production efficiency.

Keywords: plant growth promoting bacteria (PGPR), Soil, *Botrytis cinerea*, tomato.

¹PhD, Directorate of Agriculture and Agrarian Reform, Tartous, Syria.

²Professor, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

³Lecturer, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Syria.

⁴PhD, Faculties of Dentistry and Pharmacy, Tartous University, Syria.

⁵PhD, Directorate of Agriculture and Agrarian Reform, Aleppo, Syria.

تأثير الكثافة النباتية والرش الورقي بالعناصر الصغرى في الغلة الحبية وعناصرها لصنفين من الذرة الصفراء

م.عبد اللطيف عثمان أ.د. أحمد مهنا أ.د.عبد المحسن السيد عمر
طالب دكتوراه- كلية الهندسة كلية الهندسة الزراعية-جامعة كلية الهندسة الزراعية-جامعة حلب
الزراعية - جامعة حمص حمص

الملخص :

زرع صنفين من الذرة الصفراء غوطة 82 صنف تركيبي، وباسل 1 هجين فردي، في محطة برج قاعي بالموسم الزراعي 2010، بهدف دراسة استجابة الغلة الحبية وعناصرها للصنفين المدروسين للرش الورقي ببعض العناصر الصغرى Zn, Mn, Fe بشكل فردي ومزدوج وثلاثي عند كثافات نباتية مختلفة. صممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة وفق ترتيب القطع المنشقة وبثلاثة مكررات لكل معاملة. تم تحديد وزن الألف حبة، عدد الحبوب/ صف، عدد الصفوف/ عرنوس، عدد الحبوب/ عرنوس، عدد العرائيس/ نبات والغلة الحبية. واجري تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Genstat.12

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية عالية جداً في كل من الكثافات والأصناف ومعاملات الرش في كل الصفات المدروسة. تراوحت قيم وزن الألف حبة بين (263.7، 242.7) غ لكل من الكثافة الأدنى والكثافة الأعلى، و تراوحت قيم معاملات الرش بين (231.2 ، 258.4) غ لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة Fe، فيما سجلت أعلى قيمة للصنف غوطة 82 (258.6 غ). تراوحت القيم لعدد الحبوب/ صف بين (33.24، 28.62) حبة/صف للكثافة الأدنى و الكثافة الأعلى على الترتيب، بينما تراوحت قيم معاملات الرش بين (28.3، 33.89) حبة/ صف لكل من المعاملتين Zn و Fe، فيما أظهر الصنف غوطة 82 تفوقاً معنوياً على الصنف باسل 1، حيث سجلت القيمة (32.42) حبة/ صف وكذلك سجلت فروق معنوية في الأثر المشترك الكثافات × الأصناف، حيث سجلت أعلى قيمة لتفاعل

الكثافة الأدنى × الصنف غوطة 82 (34.01) حبة/ صف. سجلت أعلى قيمة للكثافة الأدنى في عدد الصفوف/عرنوس (15.2) صف/عرنوس ، تراوحت القيم بين (14.12 - 15.34) صف لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة ZnMnFe على الترتيب، سجلت أعلى قيمة للصنف غوطة 82 (15.2) صف/عرنوس. أما بالنسبة لمتوسط عدد الحبوب/عرنوس فقد تراوحت القيم بين (464، 512.8) حبة/عرنوس لكل من الكثافة الأدنى والكثافة الأعلى على الترتيب، فيما تراوحت القيم بين (418.9 - 508.6) حبة/عرنوس لكل من معاملة الشاهد والمعاملة Fe ، سجل الصنف غوطة 82 أعلى قيمة (499) حبة/عرنوس، كما سجلت أعلى قيمة للأثر المشترك الكثافة الأدنى × المعاملة Fe (469.3) حبة/عرنوس، كما سجلت أعلى قيمة للأثر المشترك الكثافة الأدنى × غوطة 82 (528.3) حبة/عرنوس. سجلت أعلى قيمة للكثافة الأدنى (1.21) عرنوس/نبات، تراوحت القيم بين (1.26، 1.19) عرنوس/نبات لكل من المعاملة ZnMnFe ، Fe ومعاملة الشاهد، فيما سجلت أعلى قيمة للصنف غوطة 82 (1.2) عرنوس/نبات. سجلت أعلى قيمة للغلة الحبية للكثافة الأعلى (8.775) طن/هـ ، تراوحت القيم بين (6.608 ، 8.924) طن/هـ لكل من المعاملة MnFe ومعاملة الشاهد، سجلت أعلى قيمة للصنف غوطة 82 (8.43) طن/هـ، كذلك سجلت فروق معنوية في الأثر المشترك الثنائي للكثافات × المعاملات، الكثافات × الأصناف والمعاملات × الأصناف.

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء، الأصناف، الكثافة النباتية، الرش الورقي بالعناصر الصغرى (Zn, Mn, Fe)

The effect of plant density and foliar spraying with micronutrients on grain yield and its components in two varieties of *Zea mays L.*

**Eng. Abdullateef
Othman**
Faculty of
Agricultural
Engineering-Homs
Univesity

**Prof. Dr. Ahmed
Muhanna**
Faculty of Agricultural
Engineering-Homs
Univesity

**Prof. Dr. Abdulmuhsen
el-seyyed omer**
Faculty of Agricultural
Engineering-Homs
Univesity

Abstract:

Two varieties of yellow corn, Ghouta 82 (a synthetic variety) and Bassel 1 (a single cross hybrid), were planted at the Burj Qaei station during the 2010 agricultural season. The aim was to study the response of grain yield and its components for the two studied varieties to foliar spraying with some micronutrients (Zn, Mn, Fe) individually, in pairs, and in combinations of three, under different plant densities.

The experiment was designed using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications for each treatment. The weight of a thousand grains, number of grains/row, number of rows/ear, number of grains/ear, number of ears/plant, and grain yield were determined. The results were analyzed using the Genstat 12 statistical analysis software.

The results showed highly significant differences in all plant densities, varieties, and spraying treatments across all studied traits. The values for the weight of a thousand grains ranged between (263.7, 242.7) g for the lowest density and highest density, respectively. The values for spraying treatments ranged between (231.2, 258.4) g for the control and Fe treatments, respectively, while the highest value was recorded for the Ghouta 82 variety (258.6 g).

The values for the number of grains/row ranged between (33.24, 28.62) grains/row for the lowest density and the highest density, respectively, whereas the values for spraying treatments ranged between (28.3, 33.89) grains/row for

the Zn and Fe treatments, respectively. The Ghouta 82 variety showed significant superiority over the Bassel 1 variety, recording a value of (32.42) grains/row. Significant differences were also recorded in the interaction effect of Densities $\times$ Varieties, where the highest value was recorded for the interaction of the lowest density $\times$ Ghouta 82 variety at (34.01) grains/row.

The lowest density recorded the highest value for the number of rows/ear at (15.2) rows/ear. The values ranged between (14.12 - 15.34) rows across the control and the ZnMnFe treatments, respectively, while the highest value was recorded for the Ghouta 82 variety at (15.2) rows/ear. As for the average number of grains/ear, the values ranged between (512.8, 464) grains/ear for the lowest density and highest density, respectively, while the values ranged between (418.9 - 508.6) grains/ear for the control and Fe treatments. The Ghouta 82 variety recorded the highest value of (499) grains/ear, and the highest value for the interaction effect of the lowest density $\times$ Fe treatment was recorded at (469.3) grains/ear. Additionally, the highest value for the interaction effect of the lowest density $\times$ Ghouta 82 was recorded at (528.3) grains/ear.

The lowest density recorded the highest value of (1.21) ears/plant. The values ranged between (1.26, 1.19) ears/plant across the ZnMnFe, Fe, and control treatments, while the highest value was recorded for the Ghouta 82 variety at (1.2) ears/plant. The highest value for grain yield was recorded for the highest density at (8.775) ton/ha. The values ranged between (6.608, 8.924) ton/ha across the MnFe treatment and the control treatment, and the highest value was recorded for the Ghouta 82 variety at (8.43) ton/ha. Furthermore, significant differences were recorded in the two-way interaction effects for Densities $\times$ Treatments, Densities $\times$ Varieties, and Treatments $\times$ Varieties.

Keywords: *Zea mays* L. Varieties, Plant density, Foliar spraying with micronutrients (Zn, Mn, Fe).

المقدمة والدراسة المرجعية:

تعد الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) من المحاصيل الحقلية الاستراتيجية ذات الأهمية الاقتصادية والغذائية على مستوى العالم، إذ يُقدَّر إنتاجها العالمي بأكثر من 1.2 مليار طن سنوياً، مما يجعلها المصدر الرئيسي للأعلاف الحيوانية ومادة أولية في العديد من الصناعات الغذائية والطاقة الحيوية (FAO, 2023؛ Rakotoarisoa *et al.*, 2012)، وعلى الرغم من هذا التطور العالمي، فإن العديد من المناطق، خاصة في الدول العربية، ما تزال تعاني من انخفاض الإنتاج مقارنة بالاحتياجات المحلية، مما يستدعي تحسين ممارسات الإنتاج (ACSAD, 2022).

تواجه زراعة الذرة تحديات عديدة تتعلق بضعف خصوبة التربة والتغيرات المناخية، الأمر الذي يُبرز أهمية التسميد بالعناصر الصغرى مثل الزنك (Zn) والحديد (Fe) والمنغنيز (Mn)، والتي تُعد عناصر ضرورية للنمو السليم للنبات وتحقيق إنتاجية عالية (Hafeez *et al.*, 2013).

أوضح (Tahir, *et al.* 2009 and Haghi, *et al.* 2016) عند التسميد الورقي للذرة الصفراء بالزنك زاد وزن 100 حبة مقارنةً بالشاهد .

أشارت دراسة حول تأثير إضافة العناصر الصغرى البورون والزنك والمنغنيز وبثلاثة مستويات في إنتاجية ومكونات هجينين من الذرة الصفراء (أحادي وثلاثي) لموسمين زراعيين إلى أنه تم الحصول على أعلى القيم في وزن 100 حبة والغلة الحبية مقارنةً بالشاهد

(Saleh *et al.*, 2020; Shaaban, 2001)

بينت دراسة حول استجابة الذرة الصفراء المروية للعناصر النادرة بوجود NPK أن إضافة Fe, Mn, Zn مجتمعة زادت و بشكل معنوي من وزن الألف حبة (Himayatullah *et al.*, 1998).

في دراسة لـ Stewart *et al.*, (2021) لتقييم آثار المغذيات الدقيقة في بعض صفات نبات *Zea mays L. cv. Jeta*، باستخدام ستة أنواع من المغذيات الدقيقة (مجموعة الشاهد، $ZnSO_4$ ، $FeSO_4$ ، H_3BO_3 ، $MnSO_4$) وثلاثة طرق للتطبيق (تطبيق التربة، وتغليف البذور، والتطبيق الورقي). أشارت أن وزن 1000 حبة للذرة بلغ 374.6 غرام عند الرش الورقي بـ $ZnSO_4$.

وضحت دراسة لـ Mataei *et al.*, (2014) لتقييم آثار الحديد والزنك والمنغنيز وطرائق تطبيقها في المحصول ومكوناته في الذرة الحلوة، من خلال تجربة على الأسمدة المغذية الدقيقة بأربعة مستويات (الشاهد والحديد والزنك والمنغنيز) وطريقة تطبيق المغذيات الدقيقة بمستويين (التطبيق الورقي والتربة)، أشارت النتائج إلى أن التفاعل بين العوامل التجريبية لصفة وزن 1000 حبة كان معنوياً. وأظهر التطبيق الورقي للحديد والزنك نتائج أفضل من التطبيق الورقي للمنغنيز. وبناءً على النتائج، أظهر التطبيق الورقي للعناصر الغذائية الصغرى نتائج أفضل من تطبيقها في التربة.

أفاد El-Badawy, and Mehasen, (2011) أن رش كبريتات الزنك بنسبة 0.4% أدى إلى زيادة معنوية في عدد الحبوب في الصف (48.1 حبة) في الموسم الأول خلال فصل الصيف في التربة الطينية الطمية بمصر كما تم الحصول على نتائج مماثلة عند رش كبريتات الزنك بمعدل 1.0 كجم/هكتار أقصى عدد حبوب في الصف 31.7 حبة في الذرة الحلوة في التربة الطينية الرملية (Potarzycki, and Grzebisz, 2009).

أجرى Paramasivan, *et al.*, (2012) تجربة على تربة طينية طمية رملية خلال موسم الخريف في الهند، وسجلوا أن أعلى عدد من الحبوب في الصف (36.9 حبة) تم الحصول عليه عند إضافة 250-76-88 و 7.5 كجم/هكتار (نيتروجين، وأكسيد الفوسفور، وأكسيد البوتاسيوم، وزنك) على التوالي، مقارنةً بمجموعة الشاهد.

أجرى Iqbal, *et al.*, (2016) تجربة على تربة طينية خلال موسم الخريف في باكستان، وكشفت التجربة أن أعلى عدد صفوف حبوب/عرنوس (14) قد تحقق عند إضافة الزنك بمعدل 15 كجم هكتار-1. بينما تحقق أقل عدد صفوف حبوب/عرنوس (12) دون إضافة الزنك، وكان عدد صفوف الحبوب/عرنوس (13.21) أعلى بشكل ملحوظ مع إضافة ZnSO₄ بمعدل 5 كجم/هكتار، مقارنةً بالشاهد في تربة رملية طينية (Raskar, *et al.*, 2012).

لاحظ Ghaffari, *et al.*, (2011) أن مقارنة طرائق المعالجة للرش الورقي بالعناصر الغذائية المتعددة للذرة الصفراء، كانت فعالة للغاية من حيث عدد صفوف الحبوب/عرنوس، إذ أظهرت تبايناً كبيراً (17.06 إلى 6.13 صفاً)، وقد تم تحقيق أعلى قيمة في الجرعة الموصى بها من الأسمدة النيتروجينية، وأكسيد الفوسفور، وأكسيد البوتاسيوم (200، 120، 125 كجم هكتار-1) على التوالي + رش 1% من العناصر الغذائية المتعددة.

في دراسة حول استجابة صنفين من الذرة الصفراء لإضافة بعض العناصر الصغرى تبين أن كلاً من المنغنيز والزنك حققا فروقاً معنوية في عدد الصفوف/عرنوس (عماد، 2009) وتم تسجيل الحد الأقصى لعدد الصفوف/عرنوس (15.13 صفا) من الذرة الحلوة في التربة الطينية الرملية عند تطبيق $ZnSO_4$ بمعدل 1.0 كجم هكتار⁻¹ (Potarzycki, and Grzebisz, 2009).

لاحظ Singh *et al.*, (2021) في تجربة حول تأثير النيتروجين والزنك في نمو وإنتاجية الذرة (Zea mays L) خلال موسم الخريف في تربة طينية طمية أن إضافة النيتروجين والزنك في مراحل مختلفة من النمو وفي مرحلة الحصاد أثرت بشكل ملحوظ على عدد الحبوب/عرنوس في جميع المعاملات مقارنة بالشاهد.

في دراسة حول تأثير إضافة الزنك والمنغنيز في زيادة إنتاجية الذرة المزروعة في الخريف (Zea mays L) بإضافة مستويات مختلفة من الزنك والمنغنيز (5 كغ/هـ، 10 كغ/هـ، 15 كغ/هـ)، تم تسجيل أعلى قيمة لعدد الحبوب/عرنوس (415) حبة والغلة الحبية عند إضافة أعلى مستوى من الزنك والمنغنيز (Himayatullah *et al.*, 1998 ; Khan *et al.*, 2014) و (عماد، 2009).

أشار Salem *et al.*, (2014) أن الرش الورقي بالزنك بنسبة 1.5% + المنغنيز بنسبة 1.2% + الحديد بنسبة 1.6% على الذرة أدى إلى زيادة ملحوظة في عدد العرائيس/نبات (1.36) في تربة طينية.

تأثرت نسبة النباتات غير المنتجة للعرائيس بشكل ملحوظ بكثافات النباتات، حيث أدت زيادة كثافة النباتات إلى زيادة تدريجية في نسبة النباتات غير المنتجة للعرائيس، وتم الحصول على أعلى نسبة لهذه النباتات بزراعة 8.33 نبات/م²، بينما تم تسجيل أقل نسبة بزراعة 4.76 نبات/م²، بينما كانت زراعة 6.67 نبات/م² و 5.56 نبات/م² متوسطة في نسبة النباتات غير المنتجة للعرائيس EI- (Metwally *et al.*, 2011)، ونتائج مماثلة حصل عليها Shams El-Deen and El-Habak, (1996)، حيث لاحظنا أن زيادة كثافة النباتات من 4.76 إلى 7.14 نبات/م² قد زادت بشكل ملحوظ من نسبة النباتات غير المنتجة للعرائيس، في حين وجد (Faisal, et al. 1996) أن زيادة كثافة النباتات من 4.76 إلى 5.71 نباتاً/م² أدى إلى زيادة كبيرة في عدد الكوزات/النبات.

أجروا (Chand *et al.*, 2017) تجربة في باكستان، وكشفوا أن عدد العرائيس/نبات كان أعلى بشكل ملحوظ عند تطبيق معاملات تسميد الزنك المختلفة، وسجل تطبيق $ZnSO_4$ على التربة بمعدل 25 كجم/هكتار + رش ورقي من $ZnSO_4$ بنسبة 0.2% عند 25 و 40 يومًا بعد الزراعة عددًا أعلى بكثير من العرائيس/نبات (3.46) مقارنةً بالشاهد، وفي دراسة أخرى حول استجابة الذرة الصفراء المروية للعناصر النادرة بوجود NPK أن إضافة Fe, Mn, Zn، مجتمعة زادت وبشكل معنوي من عدد العرائيس/نبات (Himayatullah *et al.*, 1998).

أظهرت العديد من الدراسات أن كمية صغيرة من العناصر الغذائية، وخاصة الزنك والمنغنيز المطبقة عن طريق الرش الورقي، أدت إلى زيادة كبيرة في غلة المحاصيل

(Mirzapour ; Hebborn *et al.*, 2005 Saleh *et al.*, 2020 ; Sarkar *et al.*, 2007)
(*et al.*, 2006)

أشارت دراسة إلى زيادة الغلة الحبية للذرة بنسبة تقارب 18% على مدى ثلاث سنوات مع تطبيق 1.0 إلى 1.5 كجم من الزنك الورقي/هكتار (Potarzycki and Grzebisz, Lu manji; *et al.*, 1988) (2009 ;).

وذكرت دراسة أخرى أن رش أوراق نباتات الذرة بتركيزات مختلفة من المنغنيز (0، 0.2، 1.5 و 3 جزء في المليون) على الأوراق أدى إلى زيادة ملحوظة في الغلة الحبية (Nozulaidi *et al.*, 2016)، في حين أن عدة دراسات أخرى لم تبلغ عن زيادة كبيرة في المحصول عند الرش بالمنغنيز (Heckman, 2002، 2011، Mueller & Diaz 2011 ، Nelson & Meinhardt 2011)

في دراسة حول تأثير بعض العناصر النادرة على غلة الذرة الصفراء في مصر فقد بنينا أن إضافة العناصر النادرة وخصوصا المنغنيز زاد الغلة ، وبغض النظر عما إذا كانت قد أضيفت منفردة أو مجتمعة فإن الغلة الحبية الأعلى تم الحصول عليها برش مزيج من ثلاثة عناصر نادرة (kabesh *et al.*, 1988)

في دراسة (banzal *et al.*, 1999) حول تأثير تفاعل الحديد والمنغنيز على الغلة ومحتوى كل من الحديد والمنغنيز في الذرة الصفراء، فقد بيث أن أعلى غلة تم الحصول عليها بالإضافة المشتركة من 50 ملغ / 1 كغ Fe و 100 ملغ / 1 كغ تربة Mn في حين أن إضافة أخرى من هذه العناصر النادرة

قللت الغلة بشكل معنوي، وكذلك فإن معدلات عالية من Fe قللت محتوى وامتصاص المنغنيز في النباتات، مما نتج عنه انخفاض معنوي في الغلة.

زادت قيم الخصائص الإنتاجية (عدد القرون /نبات، عدد البذور/قرن، عدد البذور/نبات، الغلة البذرية، غلة التبن، الغلة الحيوية، دليل الحصاد) لنبات فول الصويا عند الرش بشيلات الحديد بتركيز 0.75 غ/لتر وبلغت 91.11 قرن/نبات، 2.96 بذرة/قرن، 272.12 بذرة/نبات، 12.96 غ، 35.40 غ، 3.97 طن/هـ، 7.87 طن/هـ، 11.85 طن/هـ، 33.49 % (السليمان، 2026).

1. هدف البحث

دراسة استجابة الغلة الحبية ومكوناتها لصنفين من الذرة الصفراء لإضافة بعض العناصر الصغرى عند كثافات نباتية مختلفة.

2. مواد البحث وطرقه:

1.2. المادة التجريبية:

الأصناف المدروسة: هجين فردي (باسل1)، غوطة 82 (صنف تركيبي)، وفيما يلي وصف مختصر للصنفين المدروسين:

الصنف غوطة-82: صنف تركيبي مفتوح التلقيح، العرنوس متوسط الحجم يحتوي 14- 16 صفا، يصلح للزراعة بهدف الحصول على الحب وكذلك السيلاج لاحتوائه على مجموع خضري جيد، الحبوب صفراء اللون منغوزة، متوسط التبيكر في النضج 110- 120 يوما من الزراعة ، الغلة الحبية 6- 7 طن/هـ وقد يصل أحيانا إلى 7-9 طنا/هـ. يتحمل درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة ولكنه يتأثر بالصقيع، يصلح للزراعة في العروتين الرئيسيتين والتكثيفية.

الهجين الفردي باسل-1: هجين فردي مكون من سلالتين نقيتين، ارتفاع النبات 160 سم، ارتفاع الكوز الأول 75 سم، طول موسم النمو 100-105 يوما، عدد الكيزان على النبات 1-2 كوز، الغلة الحبية 8- 10 طن/هـ. يصلح للزراعة في العروة التكتيفية المبكرة والمتأخرة حتى 7/20.

تأثير الكثافة النباتية والرشد الورقي بالعناصر الصغرى في الغلة الحبية وعناصرها لصنفين من الذرة الصفراء

الجدول رقم (١) متوسط درجات الحرارة الدنيا والعظمى كل 15 يوما والمسجلة خلال مراحل النمو المختلفة لأصناف الذرة الصفراء المدروسة للموسم الزراعي 2010

التاريخ	متوسط درجة الحرارة الدنيا م	متوسط درجة الحرارة العظمى م
2010/7/11 – 2010/6/27	19.5	33.0
2010/7/26 -2010/7/12	22.1	32.3
2010/10/8 -2010/7/27	23.3	37.4
2010/8/25 -2010/8/11	23.8	37.0
2010/9/9 -2010/8/26	22.7	32.6
2010/9/24 -2010/9/10	20.5	33.0
2010/10/9 –2010/9/25	19.3	30.0
2010/10/16 –2010/10/10	15.7	29.6

سجل أدنى متوسط درجة الحرارة الدنيا 19.5 م خلال الفترة من 2010/6/27 حتى 2010/7/11 وبلغ أعلى قيمة له في الفترة 2010/8/11 حتى 2010/8/25 وبدأ بعدها بالانخفاض التدريجي حتى وصل 15.7 م في شهر تشرين أول، الجدول 1.

سجل أعلى متوسط لدرجة الحرارة العظمى خلال شهري تموز واب وبلغ 37.4 م و 37.0 م على الترتيب.

تم تحليل تربة الموقع قبل الزراعة، وأظهرت النتائج في الجدول (2) أن التربة طينية ذات تفاعل قاعدي خفيف، جيدة المحتوى بالمادة العضوية، وغنية بكل من الفوسفور والبوتاسيوم، وجيدة المحتوى بالازوت.

التحليل الكيميائي								التحليل الميكانيكي		
Fe Pmm	Mn Ppm	Zn Ppm	N المعدني ppm	البوتاس Ppm	الفوسفور Ppm	PH	مادة عضوية %	طين %	سلت %	رمل %
2.655	4.85	2.36	53	494	22.4	7.4	1.4	70	16	14

الأسمدة المضافة : لم يتم إضافة الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية بسبب أن التربة غنية بهما استنادا إلى تحليل التربة، أما الأسمدة الازوتية فأضيفت بمعدل 2.07 كغ N /دونم (4.5 كغ يوريا 46% / دونم) نصف الكمية مع الزراعة والنصف الآخر في مرحلة بدء الإستطالة (تشكل القصبه) حسب توصيات دائرة الأراضي في البحوث الزراعية.

معاملات التجربة: تم دراسة ثلاثة عوامل هي:

1. الأصناف: الصنف غوطة-82 و باسل 1

2. الرش بالعناصر الصغرى وفق الجدول الآتي:

جدول 3: تراكيز العناصر الصغرى المضافة لكل قطعة تجريبية

العناصر الداخلة في تركيب السماد	التركيز
Mn	1.5 غ/لتر
Zn	1.5 غ/لتر
Fe	1.5 غ/لتر
Mn,Zn	3 غ/لتر
Mn,Fe	3 غ/لتر
Zn, Fe	3 غ/لتر
Mn, Zn, Fe	4.5 غ/لتر
شاهد	بدون أية إضافة(ماء مقطر).

بالنسبة للعناصر الصغرى تم رشها على المجموع الخضري للنباتات على دفعتين ،الأولى في مرحلة ال 7 أوراق ، الثانية في مرحلة ما قبل الإزهار على شكل مركبات سلفاتية وفق المجموعات والتراكيز الواردة في الجدول 3

3. الكثافات النباتية: وتم الحصول عليها من خلال الزراعة على الأبعاد الآتية:

الكثافة الأولى (الأدنى): 47.6 ألف نبات/ هـ. تحققت من الأبعاد 30×70 سم

الكثافة الثانية (المتوسطة): كثافة 57 ألف نبات/ هـ. تحققت من الأبعاد 25×70 سم

الكثافة الثالثة (الأعلى): 71.4 ألف نبات/ هـ. تحققت من الأبعاد 20×70 سم

2.2. طرائق البحث:

تمت زراعة صنفين من الذرة الصفراء غوطة 82 و باسل 1 في محطة إكثار البذار - موقع مقر فرع المؤسسة بحمص في العروة التكتيفية بعد محصول القمح بتاريخ 2010/07/10 بواقع 5 خطوط لكل قطعة تجريبية ويطول 6 م وبمسافة 70 سم مابين الخطوط وبين النباتات بثلاثة مستويات من الكثافة النباتية وفق مخطط التجربة وبثلاثة مكررات.

- رش النباتات بالعناصر الصغرى بتراكيب أحادية (بتركيز 1.5 غرام / لتر ماء) وثنائية (بتركيز 3 غرام / لتر ماء) وثلاثية (بتركيز 4.5 غرام / لتر ماء).

- اختيار الموقع: الأرض مستوية والتربة جيدة الصرف.

- إعداد التربة للزراعة: تم فلاحه التربة فلاحتين متعامدتين بالمحراث المطرحي القلاب على عمق 25 سم وأضيفت الأسمدة اللازمة قبل الحراثة الأخيرة (التتعيم) ثم تخطيطها بمسافة 70 سم بين الخط والآخر.

- الري: تم الري بطريقة الرذاذ حسب الحاجة مع تقريب فترات الري في مرحلة الإزهار.

- التعشيب: يدوي كلما دعت الحاجة لذلك.

- مكافحة الآفات: لم تتم عمليات مكافحة بسبب عدم ظهور أي إصابة حشرية أو مرضية.

تصميم التجربة : صممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة وفق ترتيب القطع المنشقة في ثلاثة مكررات.

-المؤشرات المدروسة:

1. متوسط عدد العرائيس/ النبات: تم حسابه بأخذ متوسط عدد العرائيس في القطعة التجريبية.
2. عدد الحبوب / عرنوس: تم حسابه بأخذ متوسط خمسة عرائيس.
3. عدد الحبوب/ الصف: تم حسابه بأخذ متوسط عدد الحبوب في خمسة عرائيس.
4. عدد الصفوف/عرنوس: تم حسابه بأخذ متوسط عدد الصفوف في خمسة عرائيس.
5. وزن الألف حبة: تم بتعداد 500 حبة ثم وزنها على ميزان حساس وضرب الناتج بالرقم 2.
6. غلة الحبوب(طن/هـ): حصدت نباتات القطعة التجريبية جميعها مع تسجيل عددها، ثم وزنت العرائيس الرطبة المحصودة من كل قطعة تجريبية وقيست درجة رطوبتها بوساطة جهاز قياس الرطوبة الحقلي ثم فرطت الحبوب ووزنت وعدلت إلى غلة الحبوب في الهكتار على أساس رطوبة 15% وفق المعادلة التالية:

$$7. A = Y \times X ((100-B) \% / (100 - C))$$

حيث: A: وزن الحبوب عند رطوبة 15 %، Y: وزن الحبوب الحقيقي عند الحصاد، B: رطوبة الحبوب بعد الحصاد %، C: الرطوبة عند 15 %، و تحسب رطوبة الحبوب بعد الحصاد من

$$B = (B_1 - B_2) / B_1 \times 100$$

حيث: B: رطوبة الحبوب بعد الحصاد، B₁: وزن الحبوب قبل التجفيف، B₂: وزن الحبوب بعد التجفيف، B₂ - B₁: وزن رطوبة الحبوب. (Tikhanov,1979)

2-3- التحليل الإحصائي :

تم التحليل الإحصائي باستخدام برنامج Genestat وتحديد الفروق المعنوية على مستوى 0.05

النتائج والمناقشة

1- وزن ال 1000 حبة:

الكثافات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الكثافات المدروسة وتفق الكثافة المنخفضة على باقي الكثافات، حيث سجلت القيمة 263.7 غ تلتها الكثافة المتوسطة التي سجلت القيمة 252 غ ، والتي تفوقت أيضاً بشكل معنوي جداً على الكثافة العالية التي سجلت القيمة 242.7 غ، جدول(4).

المعاملات: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية جداً في المعاملات المدروسة، حيث تراوحت القيم المسجلة بين (231.2 – 258.4) غ لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة Fe على الترتيب وسجل تفوق معنوي جداً لكافة المعاملات على الشاهد، في حين لم تسجل فروق معنوية بين كل المعاملات المدروسة.

الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الأصناف المدروسة وتفق الصنف غوطة 82 الذي سجلت له القيمة 258.6 غ بشكل معنوي جداً على الصنف باسل 1 حيث سجلت القيمة 247 غ. لم تسجل فروق معنوية في الأثر المشترك الثنائي والثلاثي جدول(4).

يمكن تفسير تحسن قيم وزن الألف حبة عند الرش الرش الورقي بالعناصر الصغرى إلى تحسين نمو وتطور الحبوب، ما انعكس إيجاباً على وزن الألف حبة، وهذا يتوافق مع ما ذكره كل

(Saleh, Heba *et al.*, 2020 ; Faisal., *et al.*, 1996). كذلك زاد من امتصاص

العناصر الغذائية ما انعكس بشكل إيجابي على وزن الألف حبة وهذا يتوافق مع ما ذكره Mataei *et al.* (2014) ، وبالتالي ساهم في تحسين صفات النمو والإنتاجية للذرة الصفراء مع وجود تأثير متفاوت بين الأصناف، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Saleh *et al.*, 2020) .

جدول 4: متوسط وزن الألف حبة (غ) للكثافات والمعاملات والأصناف وتفاعلاتها

المعاملات	غوبة82			باسل1			الأصناف		الكثافات			المعاملات	
	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	غوبة82	باسل1	الأعلى	المتوسطة	الأدنى		
231.2 b (1)	224.4	231.9	246.8	221.2	226.9	236.2	234.4	228.1	222.8	229.4	241.5	الشاهد	
254.2 a	251.6	262.8	271.5	236.9	245.8	256.3	262.0	246.4	244.3	254.3	263.9	zn	
254.3 a	253.3	261.3	267.3	236.2	245.9	261.8	260.6	248.0	244.8	253.6	264.6	Mn	
258.4 a	257.9	265.6	276.0	239.0	242.9	269.1	266.5	250.3	248.4	254.3	272.5	Fe	
256.7 a	253.6	262.8	272.8	237.4	251.8	261.7	263.1	250.3	245.5	257.3	267.2	ZnMn	
253.8 a	248.1	258.5	270.6	235.6	247.6	262.1	259.0	248.5	241.8	253.1	266.4	ZnFe	
258.0 a	256.3	261.4	274.7	239.1	250.8	265.6	264.1	251.8	247.7	256.1	270.1	MnFe	
256.1 a	254.6	264.9	258.8	238.5	251.4	268.3	259.4	252.7	246.5	258.2	263.6	ZnMnFe	
252.8	250.0	258.7	267.3	235.5	245.4	260.1	258.6 a	247.0 b (3)	242.7 c	252.0 b	263.7 a (2)	المتوسط	
الكثافات * المعاملات * الأصناف			المعاملات * الأصناف			الكثافات * الأصناف		الكثافات * المعاملات		الأصناف	المعاملات	الكثافات	
1.000			0.997			0.686		1.000		0.002	0.008	<.001	Fbr.
35.79			20.66			12.65		25.31		7.31	14.61	8.95	L.S.D.
8.7													CV.%

1 القيم المتوقعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

2، 3 القيم المتوقعة بأحرف متشابهة أفقياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

2- متوسط عدد الحبوب /الصف:

الكثافات: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الكثافات المدروسة وتفاوت الكثافة الأدنى على باقي

الكثافات، حيث سجلت القيمة 33.24 حبة/ الصف تلتها الكثافة المتوسطة التي سجلت القيمة

31.19 حبة / الصف والتي تفوقت أيضاً بشكل معنوي جداً على الكثافة العالية التي سجلت القيمة

28.62 حبة /الصف

المعاملات: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في المعاملات المدروسة، حيث تراوحت القيم

المسجلة بين (28.3 – 33.89) حبة / الصف لكل من المعاملتين Zn والمعاملة Fe على الترتيب

وسجلت كل من المعاملات Fe، MnFe، ZnFe تفوقاً على كافة المعاملات وعلى الشاهد. كما

تفوقت المعاملات ZnMnFe، Mn، ZnMn التي لم تسجل فروقاً معنوية فيما بينها على المعاملتين

Zn والشاهد، في حين لم تسجل فروق معنوية بين كل من المعاملتين Zn والشاهد.

الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الأصناف المدروسة وتفاوت الصف 82 الذي سجل القيمة 32.42 حبة / الصف بشكل معنوي جداً على الصف 1 الذي سجل القيمة 29.62 حبة / الصف، ويعزى السبب في ذلك إلى أن الصف 82 غوطاً بمسطح ورقي أكبر مقارنة بالمسطح الورقي للصف 1 الذي انعكس بشكل إيجابي على تراكم المادة الجافة.

الكثافات × الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في التفاعل بين الكثافات والأصناف، وأظهرت كل من الكثافتين المنخفضة والمتوسطة للصف 82 تفاوتاً على باقي الكثافات، حيث سجلت القيم 34.01 ، 33.06 حبة / الصف على الترتيب. كما سجلت الكثافة المنخفضة للصف 1 التي سجلت القيمة 32.47 حبة / الصف تفاوتاً على الكثافة المتوسطة للصف ذاته والكثافة العالية لكلا الصنفين. لم تسجل فروق معنوية بين الكثافة المتوسطة للصف 1 والكثافة العالية للصف 82 اللتان أظهرتا تفاوتاً على الكثافة العالية للصف 1. وقد يعزى السبب في ذلك إلى تأخر الكفاءة الأعلى للعمليات الحيوية، مثل التمثيل الضوئي وتخليق البروتينات، ما يدعم نمو وتطور الحبوب بشكل فعال في الكثافات النباتية الأقل والمسطح الورقي الأكبر للصف 82 الذي انعكس بشكل إيجابي على تراكم المادة الجافة.

لم تسجل فروق معنوية في الأثر المشترك بين الكثافات × المعاملات والمعاملات × الأصناف و الكثافات × المعاملات × الأصناف، جدول (5).

يمكن تفسير تحسن قيم عدد الحبوب/صف عند الرش الورقي بالعناصر الصغرى إلى الكفاءة الأعلى للعمليات الحيوية، مثل التمثيل الضوئي وتخليق البروتينات، مما يدعم نمو وتطور الحبوب بشكل فعال في الكثافات النباتية الأقل، وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من (Mirzapour and Khoshgoftar, 2006; ; Faisal., *et al.*, 1996; Paramasiva, Malarvizhi, and Thiyageswari, 2012)

كما يعزى ذلك إلى أن الرش الورقي بالعناصر الصغرى الزنك والمنغنيز والحديد قد ساهم في دعم العمليات الفسيولوجية التي تعزز نمو الحبوب وتطورها، مثل التمثيل الضوئي وتكوين البروتينات. وساعد أيضاً على تحسين امتصاص النبات لهذه العناصر بشكل مباشر، ما أدى إلى تحفيز تكوين الحبوب وزيادة وزنها في الصف الواحد للعنوس، وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من and

(El-Badawy, Mehasen, 2011) وإلى امتلاك الصنف غوطة 82 مسطح ورقي أكبر مقارنة

بالمسطح الورقي للصنف باسل 1 الذي انعكس بشكل إيجابي على تراكم المادة الجافة.

جدول 5: متوسط عدد الحبوب / الصف للكثافات والمعاملات والأصناف وتفاعلاتها

المعاملات	الكثافات			الأصناف			باسل 1			غوطة 82		
	اللائي	المتوسطة	الاعلى	باسل 1	غوطة 82	اللائي	المتوسطة	الاعلى	اللائي	المتوسطة	الاعلى	المعاملات
الشاهد	29.95	28.57	27.12	27.39	29.70	29.60	27.27	25.30	30.30	29.87	28.93	28.54 d (1)
zn	30.38	28.03	26.48	26.08	30.52	28.27	25.30	24.67	32.50	30.77	28.30	28.30 d
Mn	33.57	30.25	27.92	29.04	32.11	33.27	28.23	25.63	33.87	32.27	30.20	30.58 c
Fe	36.33	33.60	31.73	32.41	35.37	35.70	30.90	30.63	36.97	36.30	32.83	33.89 a
ZnMn	32.33	31.38	27.97	29.93	31.19	32.97	30.50	26.33	31.70	32.27	29.60	30.56 c
ZnFe	34.10	33.02	29.55	31.12	33.32	33.77	31.57	28.03	34.43	34.47	31.07	32.22 b
MnFe	36.30	33.77	29.68	32.10	34.40	35.03	31.63	29.63	37.57	35.90	29.73	33.25 ab
ZnMnFe	32.95	30.93	28.55	28.91	32.71	31.13	29.20	26.40	34.77	32.67	30.70	30.81 c
المتوسط	33.24	31.19	28.62 c	29.62	32.42	32.47	29.32	27.08	34.01	33.06	30.17	31.02 c
	a (2)	b		b (3)	a	b (4)	c	d	a	ab	c	
	الكثافات	المعاملات	الأصناف	الكثافات * المعاملات	الكثافات * الأصناف	المعاملات * الأصناف	الكثافات * المعاملات	الكثافات * الأصناف	المعاملات * الأصناف	الكثافات * المعاملات	الأصناف	
Fbr.	<.001	<.001	<.001	0.613	0.015	0.254	0.596					
L.S.D.	0.753	1.229	0.615	2.129	1.064	1.738	3.011					
CV.%	6.0											

1 القيم المتوقعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

2، 3، 4 القيم المتوقعة بأحرف متشابهة أفقياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

3- متوسط عدد الصفوف/عرنوس:

الكثافات: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الكثافات المدروسة، وتوقع الكثافة المنخفضة على باقي الكثافات، حيث سجلت القيمة 15.2 صف/عرنوس تلتها الكثافة المتوسطة التي سجلت القيمة 14.98 صف/عرنوس والتي تفوقت أيضاً بشكل معنوي جداً على الكثافة العالية، التي سجلت القيمة 14.58 صف/عرنوس.

المعاملات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في المعاملات المدروسة، حيث تراوحت القيم المسجلة بين (14.12 – 15.34) صف/عرنوس لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة ZnMnFe على الترتيب، وسجل تفوق معنوي جداً لكافة المعاملات على الشاهد، باستثناء المعاملة Zn في حين لم تسجل فروق معنوية بين المعاملات التي أظهرت تفوقاً معنوياً على الشاهد.

الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الأصناف المدروسة، وتفوق الصنف غوطة82 الذي سجلت له القيمة 15.196 صف/عرنوس بشكل معنوي جداً على الصنف باسل1 حيث سجلت القيمة 14.65 صف/عرنوس. لم تسجل فروق معنوية في الأثر المشترك الثنائي والثلاثي جدول(6). وقد يعزى السبب في زيادة متوسط عدد الصفوف/عرنوس إلى أن الرش الورقي ساهم في تعزيز امتصاص العناصر الغذائية بشكل أفضل مقارنة مع الكثافات العالية التي استفادت أيضاً من الرش الورقي لهذه العناصر. وإلى المساهمة في تحسين التمثيل الضوئي وتكوين الكلوروفيل، ما يعزز من نمو وتطور العرنوس بشكل متوازن، كما ساهم في تعزيز النشاط الإنزيمي المسؤول عن انقسام الخلايا ونمو الأنسجة في العرنوس، وهذا يتوافق مع ما ذكره Raskar, *et al.* (2012). إضافة إلى أن الرش الورقي بهذه العناصر ساعد في تحسين امتصاص العناصر المعدنية واستفادة النبات منها بشكل فعال، ما يُعزز من تطور العرنوس وزيادة عدد صفوفه، والذي عزز ذلك أن الصنف غوطة82 امتلك مجموع خضري كبير مقارنة بالمجموع الخضري للصنف باسل1 وهذا يتوافق مع ما ذكره (عماد، 2009).

جدول6: متوسط عدد الصفوف / عرنوس للكثافات والمعاملات والأصناف وتفاعلاتها

المعاملات	غوطة82			باسل1			الأصناف		الكثافات			المعاملات
	الاعلى	المتوسط	الادنى	الاعلى	المتوسط	الادنى	غوطة82	باسل1	الاعلى	المتوسط	الادنى	
14.122 b	14.23	14.3	14.3	13.5	13.7	14.1	14.41	13.8	13.90	14.0	14.4	الشاهد
(1)	3	67	3	67	67	67	1	33	0	67	00	
14.744	14.86	5.23	15.3	14.0	14.3	14.6	15.14	14.3	14.46	14.7	14.9	zn
ab	7	3	33	67	33	33	4	44	7	83	83	
14.850 a	14.90	5.30	15.6	14.0	14.5	14.7	15.26	14.4	14.46	14.9	15.1	Mn
	0	0	00	33	00	67	7	33	7	00	83	
15.278 a	15.23	5.50	15.6	14.6	15.3	15.4	15.45	15.1	14.91	15.4	15.5	Fe
	3	0	33	00	00	00	6	00	7	00	17	
14.850 a	14.93	15.2	15.4	14.1	14.4	14.9	15.18	14.5	14.51	14.8	15.2	ZnMn
	3	00	33	00	67	67	9	11	7	33	00	
14.872 a	14.83	15.1	15.5	14.1	4.70	14.8	15.18	14.5	14.48	14.9	15.2	ZnFe
	3	67	67	33	0	33	9	56	3	33	00	
15.306 a	15.30	15.5	5.53	14.6	15.3	15.5	15.44	15.1	14.95	15.4	15.5	MnFe
	0	00	3	00	33	67	4	67	0	17	50	
15.344 a	15.30	15.5	15.5	14.6	15.4	15.6	5.467	15.2	14.95	15.5	15.5	ZnMnFe
	0	33	67	00	67	00	1	22	0	00	83	
14.921	14.95	15.2	15.4	14.2	14.7	14.9	15.19	14.6	14.58	14.9	15.2	المتوسط
	0	25	12	12	33	92	a6	46 b	1 b	79 ab	02 a	

الكثافات * الأصناف	المعاملات * الأصناف	الكثافات * الأصناف	الكثافات * المعاملات	الأصناف	المعاملات	الكثافات	
0.992	0.761	0.371	1.000	اف	0.008	<.001	Fbr.
1.6881	0.9746	0.5968	1.1937	0.3446	0.6892	0.4220	L.S.D.
7.0							CV. %

1 القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

2، 3 القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

4- متوسط عدد الحبوب/عرنوس:

الكثافات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الكثافات المدروسة، وتفق الكثافة الأدنى على باقي الكثافات، حيث سجلت القيمة 512.8 حبة/عرنوس، تلتها الكثافة المتوسطة التي سجلت القيمة 493 حبة/عرنوس والتي تفوقت أيضاً بشكل معنوي جداً على الكثافة العالية، التي سجلت القيمة 464 حبة/عرنوس جدول (7). ويعزى السبب في ذلك إلى أن العناصر الصغرى مثل الحديد والمنغنيز والزنك تؤدي دوراً حيوياً في تحسين العمليات الفسيولوجية مثل التمثيل الضوئي وتكوين البروتينات، ما يساهم في تعزيز نمو الحبوب. يساعد الرش الورقي بهذه العناصر على تحسين امتصاصها بشكل فعال، ما يعزز من تكوين الحبوب ويزيد عددها في العرنوس.

المعاملات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في المعاملات المدروسة، حيث تراوحت القيم المسجلة بين (418.9 – 508.6) حبة/عرنوس لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة Fe على الترتيب، وسجل تفوق معنوي جداً لكافة المعاملات على المعاملة Zn والشاهد، كما أظهرت المعاملتان Fe و MnFe تفوقاً معنوياً على كل المعاملات المدروسة، وقد يعزى السبب في ذلك إلى أن الرش الورقي للعناصر الصغرى مثل الحديد والمنغنيز والزنك تلعب دوراً حيوياً في تحسين العمليات الفسيولوجية مثل التمثيل الضوئي وتكوين البروتينات، ما يساهم في تعزيز نمو الحبوب. يساعد الرش الورقي بهذه العناصر على تحسين امتصاصها بشكل فعال، ما يعزز من تكوين الحبوب ويزيد عددها في العرنوس. وقد أظهرت الدراسات أن توفير العناصر الصغرى عبر الرش الورقي يعزز نمو العرنوس مما يؤدي إلى زيادة عدد الحبوب، وهذا يتوافق مع ما ذكره Khan et al., (2014).

الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الأصناف المدروسة وتفاوت الصفات غوطة 82 الذي سجلت له القيمة 499 حبة بشكل معنوي جداً على الصنف باسل 1 حيث سجلت القيمة 480.9 حبة، وقد يعزى السبب في ذلك إلى أن الرش الورقي للعناصر الصغرى أدى إلى تحسين عملية التمثيل الضوئي، مما أسهم في تحسين إنتاجية المحصول في جميع الأصناف المدروسة مع تأثير متفاوت بين الأصناف وهذا يتوافق مع ما ذكره (Himayatullah *et al.*, 1998)

الكثافات × المعاملات: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في التفاعل بين الكثافات والمعاملات، تراوحت القيم المسجلة بين (418.4 – 469.3) حبة / عرنوس لكل من الكثافة العالية للمعاملة Zn والكثافة المنخفضة للمعاملة Fe والكثافة المنخفضة للمعاملة MnFe التي أظهرت تفوقاً على باقي المعاملات وللكثافات الثلاثة كما أظهرت كل المعاملات تفوقاً على الكثافة العالية لمعاملتي الشاهد و Zn ، جدول (7). وقد يعزى السبب في ذلك إلى التأزر للأثر المشترك الثنائي للكثافات والمعاملات حيث أن العناصر الصغرى مثل الحديد والمنغنيز والزنك تلعب دوراً حيوياً في تحسين العمليات الفسيولوجية مثل التمثيل الضوئي وتكوين البروتينات، مما يساهم في تعزيز نمو الحبوب. يساعد الرش الورقي لهذه العناصر على تحسين امتصاصها بشكل فعال، ما يعزز من تكوين الحبوب ويزيد عددها في العرنوس.

الكثافات × الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في التفاعل بين الكثافات والأصناف، تراوحت القيم المسجلة بين (460 – 528.3) حبة / عرنوس لكل من الكثافة العالية للصنف غوطة 82 والكثافة المنخفضة للصنف نفسه، أظهرت الكثافة العالية للصنف غوطة 82 تفوقاً على باقي الكثافات، في حين لم تسجل فروق معنوية للكثافة العالية للصنفين المدروسين جدول (7).

لم تسجل فروق معنوية في الأثر المشترك المعاملات × الأصناف و الكثافات × المعاملات × الأصناف، جدول (7).

جدول 7: متوسط عدد الحبوب/ عرنوس للكثافات والمعاملات والأصناف وتفاعلاتها

المعاملات	غوة82			باسل1			الأصناف		الكثافات			المعاملات ت	
	الأعلى	المتوسط ة	الأدنى	الأعلى	المتوسط ة	الأدنى	غوة82	باسل1	الأعلى	المتوسط ة	الأدنى		
418.9 d (2)	424.6	450.4	467.1	352.6	387.3	431.3	447.4	390.4	425.0 f	451.1 e	460.7 e (1)	الشاهد	
420.3 d	418.6	467.7	05.2	342.9	365.2	422.4	463.8	376.9	418.4 f	448.3 e	457.4 e	zn	
456.5 c	449.9	490.3	533.9	359.8	409.4	496.0	491.4	421.7	468.5 e	491.6 d	518.7 c	Mn	
508.6 a	499.0	559.3	591.5	428.7	443.9	529.5	449.9	467.3	506.6 cd	543.1 b	569.3 a	Fe	
454.1 c	442.2	486.0	99.6	366.8	442.1	488.0	475.9	432.3	462.3 e	475.7 de	483.6 d	ZnMn	
474.8 b	460.8	520.0	537.1	388.9	450.9	490.8	506.0	443.6	480.5 de	506.8 cd	536.8 bc	ZnFe	
499.6 a	452.7	552.7	593.5	416.1	460.7	522.0	532.9	466.3	476.2 de	535.9 bc	567.1 a	MnFe	
464.3 bc	470.4	505.2	550.4	370.2	421.4	468.4	508.7	420.0	474.7 de	491.7 d	508.9 cd	ZnMn Fe	
490.0	460.0 e	508.7b	528.3 a	468.0d e	477.3 d	497.3 c(5)	499.0 a	480.9 b (4)	464.0 c	493.0 b	512.8 a (3)	المتوس ط	
الكثافات * المعاملات * الأصناف			المعاملات * الأصناف			الكثافات * الأصناف		الكثافات * المعاملات		الأصن اف	المعامل ت	الكثافات	
0.476			0.627			<.001		0.009		<.001	<.001	<.001	Fbr.
29.54			17.06			10.45		20.89		6.03	12.06	7.39	L.S.D
3.7												CV. %	

كما تدعم هذه العناصر النشاط الإنزيمي الذي يحسن من تخصيب الأزهار وتكوين العرانييس، و هذا يتوافق مع ما ذكره. (El-Metwally *et al.* (2011).

المعاملات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في المعاملات المدروسة، سجلت فروق معنوية ومعنوية جداً بين المعاملات المدروسة، أظهرت المعاملات $MnFe$ ، $ZnMnFe$ ، Fe ، التي سجلت القيم (1.26، 1.26، 1.24) تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات باستثناء المعاملة $ZnMn$ التي سجلت القيمة 1.19 عرنوس / نبات، جدول(8). يعزى السبب في ذلك إلى أن الرش الورقي بالعناصر الصغرى يساهم في تعزيز التمثيل الضوئي، مما يزيد من إنتاجية النبات ويعزز من نمو الأعضاء التكاسمية كما تدعم هذه العناصر النشاط الإنزيمي الذي يحسن من تخصيب الأزهار وتكوين العرانييس وتعمل على تعزيز تكوين الأزهار وبالتالي زيادة عدد العرانييس في النبات، وهذا يتوافق مع ما ذكره. (Salem, *et al.* (2014).

الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الأصناف المدروسة وتوقع الصنف غوطة 82 الذي سجلت له القيمة 1.2 عرنوس / نبات بشكل معنوي جداً على الصنف باسل 1 حيث سجلت القيمة 1.14 عرنوس / نبات، جدول(8). ويعزى السبب في ذلك إلى امتلاك الصنف غوطة 82 لمجموع خضري كبير مقارنة بالمجموع الخضري للصنف باسل 1 مما أتاح للصنف الاستفادة الجيدة من هذا المجموع الخضري في العمليات الحيوية وخاصة التركيب الضوئي. لم تسجل فروق معنوية في الأثر المشترك الثنائي والثلاثي جدول(8).

جدول 8: متوسط عدد العرانييس / نبات للكثافات والمعاملات والأصناف وتفاعلاتها

المعاملات	الكثافات			الأصناف			باسل 1			غوطة 82		
	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى
1.04 d(1)	1.03	1.05	1.05	1.04	1.04	1.06	1.02	1.03	1.03	1.07	1.07	1.04
1.13 bc	1.11	1.12	1.17	1.12	1.14	1.21	1.09	1.07	1.14	1.17	1.12	1.12

1.14	b	1.13	1.21	1.18	1.10	1.13	1.09	1.17	1.11	1.11	1.17	1.13	Mn
1.26	a	1.26	1.31	1.36	1.10	1.23	1.32	1.31	1.21	1.18	1.27	1.34	Fe
1.19	ab	1.18	1.17	1.26	1.07	1.29	1.17	1.20	1.18	1.12	1.23	1.21	ZnMn
1.11	cd	1.11	1.15	1.17	1.03	1.10	1.08	1.14	1.07	1.07	1.13	1.12	ZnFe
1.24	a	1.24	1.28	1.36	1.18	1.16	1.23	1.29	1.19	1.21	1.22	1.30	MnFe
1.26	a	1.19	1.31	1.41	1.17	1.19	1.27	1.30	1.21	1.18	1.25	1.34	ZnMnFe
1.17	1.16	1.21	1.24	1.10	1.15	1.18	1.20 a	1.14 b(3)	1.13 b	1.18 a	1.21 a(2)		المتوسط
الكثافات * المعاملات * الأصناف				المعاملات الأصناف		الكثافات * الأصناف		الكثافات * المعاملات		الأصناف	المعاملات	الكثافات	
0.825				0.780		0.997		0.890		<.001	<.001	0.002	Fbr.
0.175				0.101		0.062		0.124		.036	0.072	0.044	L.S.D.
9.2													CV.%

1، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

2، 3، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

6- الغلة الحبية:

الكثافات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الكثافات المدروسة، وتفاوت الكثافة الثالثة على باقي الكثافات، حيث سجلت القيمة 8.775 طن/هـ ثلثها الكثافة الثانية، التي سجلت القيمة 7.873 طن/هـ والتي تفوقت أيضاً بشكل معنوي جداً على الكثافة الثالثة، التي سجلت القيمة 6.793 طن/هـ. يعزى السبب في ذلك إلى أن الرش الورقي بالعناصر الصغرى ساعد على تحسين أداء النباتات عند الكثافات الزراعية العالية، حيث كانت النباتات أكثر قدرة على تحمل التنافس على الضوء والمغذيات مما انعكس بشكل إيجابي على الغلة الحبية من خلال تحسين تطور الحبوب، جدول(9).

المعاملات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في المعاملات المدروسة، حيث تراوحت القيم المسجلة بين (6.608 – 8.924) طن/هـ لكل من المعاملتين: الشاهد والمعاملة MnFe على الترتيب. أظهرت كافة المعاملات تفوقاً معنوياً جداً على الشاهد، كما سجلت المعاملة MnFe تفوقاً معنوياً جداً على كافة المعاملات المدروسة، جدول (9). يعزى السبب في ذلك إلى أن الرش الورقي بالعناصر الصغرى، تساهم في تعزيز عملية التمثيل الضوئي وتكوين الكلوروفيل، ما يزيد

من قدرة النبات على إنتاج المواد الغذائية اللازمة لنمو الحبوب. كما تدعم هذه العناصر نشاط الإنزيمات المسؤولة عن تكوين البروتينات والكربوهيدرات داخل الحبوب، مما يحسن من حجمها ووزنها وهذا يتوافق مع ما ذكره (Himayatullah *et al.*, 1998؛ Raihan 2000).

الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الأصناف المدروسة، وتقوى الصنف غوطة 82 الذي سجلت له القيمة 8.432 طن/هـ بشكل معنوي جداً على الصنف باسل 1، حيث سجلت القيمة 7.195 طن/هـ. يعزى السبب في ذلك إلى أن الرشد الورقي بالعناصر الصغرى ساهم في رفع الكفاءة التمثيلية للنباتات بالإضافة إلى امتلاك الصنف غوطة 82 لمجموع ورقي كبير مقارنة بـ الصنف باسل 1 وهذا يتوافق مع ما ذكره (Saleh *et al.* (2000).

الكثافات × المعاملات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في التفاعل بين الكثافات والمعاملات، سجلت فروق معنوية بين مختلف المعاملات × الكثافات. تراوحت القيم المسجلة بين (5.837 – 9.547) طن/هـ لكل من معاملة الشاهد × الكثافة الأولى ومعاملة MnFe × الكثافة الثالثة على الترتيب. أظهرت المعاملة MnFe × الكثافة الثالثة تفوقاً معنوياً جداً على جميع الكثافات × المعاملات تلتها المعاملات ZnMnFe × الكثافة الثالثة، ZnM × الكثافة الثالثة، MnFe × الكثافة الثانية، حيث سجلت القيم (9.288، 9.266، 9.195) طن/هـ على الترتيب، جدول (9). يعزى السبب في ذلك إلى أن الرشد الورقي بالعناصر الصغرى ساعد على تحسين أداء النباتات عند الكثافات الزراعية العالية، حيث كانت النباتات أكثر قدرة على تحمل التنافس على الضوء والمغذيات، حيث ساهمت في تعزيز عملية التمثيل الضوئي وتكوين الكلوروفيل، ما يزيد من قدرة النبات على إنتاج المواد الغذائية اللازمة لنمو الحبوب. كما تدعم هذه العناصر نشاط الإنزيمات المسؤولة عن تكوين البروتينات والكربوهيدرات داخل الحبوب، مما يحسن من حجمها ووزنها ما انعكس بشكل إيجابي على الغلة الحبية من خلال تحسين تطور الحبوب.

الكثافات × الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في التفاعل بين الكثافات والأصناف وأظهرت الكثافة الثالثة × غوطة 82 تفوقاً على باقي الكثافات، حيث سجلت القيمة 9.268 طن/هـ تلتها القيمة 8.719 طن/هـ المسجلة للكثافة الثانية × غوطة 82 جدول (9).

المعاملات × الأصناف: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في التفاعل بين المعاملات والأصناف، تراوحت القيم المسجلة بين (6 – 9.630) طن/هـ لكل من الشاهد × باسل 1 والمعاملة MnFe × غوطة 82. أظهرت كافة المعاملات تفوقاً معنوياً على المعاملة الشاهد × باسل 1 كما أظهرت المعاملة MnFe × غوطة 82 تفوقاً معنوياً على جميع المعاملات تلتها المعاملة Mn × غوطة 82 التي سجلت القيمة 9.293 طن/هـ، جدول (9) .

الكثافات × المعاملات × الأصناف: أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية في التفاعل بين الكثافات والمعاملات والأصناف، جدول (9). عموماً يعزى السبب في زيادة الغلة الحبية للذرة الصفراء من جراء تطبيق المعاملات المدروسة (كثافة نباتية، الرش بالعناصر الصغرى، الأصناف) إلى زيادة عناصر الغلة الحبية: وزن 1000 حبة الجدول (4)، ومتوسط عدد الحبوب/الصف الجدول (5)، ومتوسط عدد الصفوف/عرنوس الجدول (6)، ومتوسط عدد الحبوب/عرنوس، الجدول (7)، ومتوسط عدد العرانييس/نبات الجدول (8).

جدول 9: الغلة الحبية طن/هـ للكثافات والمعاملات والأصناف وتفاعلاتها

المعاملات	غوطة 82			باسل 1			الأصناف		الكثافات			المعاملات
	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	غوطة 82	باسل 1	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	
6.608 f (3)	7.859	7.500	6.291	7.217	5.399	5.384	7.217 j	6.000 l (2)	7.538 fg	6.449 j	5.837 k (1)	الشاهد
6.747 e	7.730	7.753	6.167	7.317	5.792	5.724	7.217 j	6.278 k	7.523 fg	6.773 i	5.945 k	zn
8.381 b	10.128	9.842	7.909	8.100	7.533	6.773	9.293 b	7.468 fi	9.114 bc	8.687 d	7.341 g	Mn
7.967 d	9.390	8.903	7.243	8.507	7.470	6.288	8.512 cd	7.422 fi	8.948 c	8.187 e	6.765 l	Fe
7.922 d	9.838	8.648	7.132	8.694	7.383	5.837	8.539cd	7.305 ij	9.266 b	8.016 e	6.484 J	ZnMn
7.852 d	9.434	8.353	7.446	8.523	6.967	6.386	8.411 d	7.292 ij	8.978 c	7.660 f	6.916 hi	ZnFe
8.924 a	10.232	10.064	8.595	8.863	8.327	7.463	9.630 a	8.218 e	9.547 a	9.195 b	8.029 e	MnFe

تأثير الكثافة النباتية والرشد الورقي بالعناصر الصغرى في الغلة الحبية وعناصرها لصنفين من الذرة الصفراء

8.110 c	9.531	8.686	7.700	9.044	7.343	6.354	8.639 c	7.580 f	9.288 b	8.014 e	7.027 h	ZnMnFe
7.814	9.268 a	8.719 b	7.310 d	8.283 c	7.027 e	6.276 F (6)	8.432 a	7.195 b (5)	8.775a	7.873 b	6.793 c (4)	المتوسط
الكثافات * المعاملات * الأصناف			المعاملات * الأصناف		الكثافات * الأصناف		الكثافات * المعاملات		الأصناف	المعاملات	الكثافات	
0.081			0.017		<.001		<.001		<.001	<.001	<.001	Fbr.
0.2961			0.1710		0.1047		0.2094		0.0604	0.1209	0.0740	L.S.D.
4.6												CV. %

1، 2، 3 القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

4، 5، 6 القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

الاستنتاجات:

- 1- تم الحصول على أعلى القيم لعناصر الغلة الحبية للذرة الصفراء (وزن الألف حبة، عدد الحبوب/صف، عدد الحبوب/عرنوس) عند الصنف غوطة 82 والكثافة النباتية الأدنى 47.6 ألف نبات/هـ والرشد بالحديد وبلغت (غ263.7، 33.24، حبة/صف، 512.8 حبة/عرنوس) على الترتيب، في حين سجلت أعلى القيم لعدد الصفوف/عرنوس و عدد العرائيس/نبات عند الكثافة النباتية الأدنى والرشد بـ ZnMnFe وبلغت (14.34 صف/عرنوس و 1.26 عرنوس /نبات) على الترتيب.
- 2- أدى الرشد الورقي بالعناصر الصغرى إلى زيادة معنوية في الغلة الحبية وعناصرها للذرة الصفراء بالمقارن مع الشاهد (بدون رش).
- 3- سجلت أعلى قيمة حبية للذرة الصفراء عند المعاملة غوطة 82 × الكثافة النباتية (47.6 ألف نبات/هـ) × الرشد بـ MnFe وبلغت 10.23 طن/هـ.
- 4- تفوق الصنف غوطة 82 بالمتوسط لكافة المعاملات بالغلة الحبية (8.432 طن/هـ) على الهجين الفردي باسل 1 (7.195) طن/هـ.

المقترحات:

1. استخدام الرشد الورقي على نبات الذرة الصفراء بالعناصر الصغرى الزنك والمنغنيز والحديد بشكل منفرد أو بتوليفات ثنائية أو ثلاثية، إذ أدت إلى تحسين الغلة الحبية وعناصرها.
2. زراعة صنف الذرة الصفراء غوطة 82 بالكثافة النباتية (71.4 ألف نبات/هـ) والرشد الورقي بالعناصر الصغرى في ظروف منطقة برج قاعي بحمص حيث أعطى أعلى غلة حبية.

المراجع:

1. ACSAD (2022). تقرير الزراعة العربية. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.
2. عماد، عبد الحميد (2009). استجابة بعض أصناف الذرة الصفراء لإضافة بعض العناصر الصغرى. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية - المجلد (25) - العدد (2) - الصفحات: 27-43.
3. السليمان، ريتا (2026). تأثير الرش بالبورون والحديد في بعض الصفات المورفوفيزيولوجية والإنتاجية لصنفين من فول الصويا تحت ظروف حمص، رسالة ماجستير، جامعة حمص، كلية الهندسة الزراعية. 133 ص
1. Banzal, R. L.; Chahal, D. S.; Nayyar, v. k. 1999. effect of iron, manganese intraction on the yield and content of FE and MN in maize (zea mays L.). actaagronomicahungaricahungary. V.471p.19-25.
2. Chand, S. W., Sucheela, R., Sreelatha, D., Shanti, M and Hussain S. A. 2017. Effect of zinc fertilization on yield and economic of baby corn (Zea mays L.). Journal of Phamacognosy and Phytochemistry. 6 (5): 989 – 992.
3. El-Badawy, M. El. M and Mehasen, S. A. S. 2011. Multivariate analysis for yield and its components in maize under zinc and nitrogen fertilization levels. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5 (12): 3008 – 3015.
4. El-Metwally, E. A.; A. A. El-Deeb; S. A. Safina and B.G. Rabbani (2011). Behavior of some Maize hybrids cultivated with different plant desities . J. Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 2 (3): 479 – 490.
5. Faisal, R. I. I.; Graish, M. H. M. and Sutan, M. A. (1996). Effect of plant population density and nitrogen fertilization on yield and yield components of some yellow maize hybrids. J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 21(12):4299 - 4306.
6. FAO. (food and agriculture organization) 2023 Quarterly Bulletin of statics. Vol. 12.
7. Ghaffari, A., Ali, A., Tahir, M., Waseem, M., Ayub, M., Iqbal, A and Mohsin, A. U. 2011. Influence of integrated nutrients on growth, yield and

- quality of maize (*Zea mays* L.). American Journal of Plant Sciences. 2: 63 - 69.
8. Hafeez BMKY, Khaneef YM, Saleem M. (2013). Role of zinc in plant nutrition: A review. American Journal of Experimental Agriculture. 3(3): 374-391.
 9. Haghi, S.O.; E.Kh. Behrouzyar and A. Eivazi (2016). Effects of N, B, Mn and Zn nutrients foliar application on some physiological characteristics of maize (*Zea Mays* L.) in different growth stages. ARPN J. of Agric. and Bio. Sci., 11 (12): 454 457.
 10. Hebborn, C.A., P. Pedas, J.K. Schjoerring, L. Knudsen, S. Husted, 2005. Genotypic differences in manganese efficiency: field experiments with winter barley (*Hordeumvulgare* L.). Plant Soil, 272: 233 244.
 11. Heckman, J.R. 2002 Foliar applied boron for high yield corn: Research update. Mid Atl. Grain Forage J. 8, 24-25.
 12. Himayatullah; Khan,M.Q. 1998. response of irrigated maize to trace elements in the presence of npk. Sarhad journal of agriculture (Pakistan). V.14(2)p.117-120.
 13. Iqbal, J., Khan, R., Wahid, A., Sardar, K., Khan, N., Ali, M., Hussain, M., Ali, W., Ali, M and Ahmad, R. 2016. Effect of nitrogen and zinc on maize (*Zea mays* L.) yield components and plant concentration. Advances in Environmental Biology. 10 (10): 203 – 208.
 14. Kabesh, M. O.; Behairy, T. G. 1988. effect of certain micro nutrients on Growth and yield of maize. (Egypt). Annuals of agricultural science, Ain shams univ. (Egypt). V. 33 2 p. 1045-1056.
 15. Khan, H.Z., Abdullah, M. Amin, N. Akbar, M.F. Saleem, A. Iqbal. 2014. "Impact of zinc and manganese application to increase productivity of autumn planted maize (*Zea mays* L.) CercetăriAgronomiceîn Moldova 47 (4): 65-70.
 16. Lu manji; Qiguoyuan; Lumubiao.1988. the effect of ZN fetiizers on the yield increase in maize and its application methods. Scientiaagriculturasinica(china) v.21(6)p. 81-87.
 17. Mataei, S. R. Amirnia, M. Tajbakhsh, B. Abdol-LahiMandulakani, (2014). Effects of Iron, Zinc and Manganese and Method of Their Application on Phonology, Yield and Grain Quality of Sweet Corn Journal of Crop

- Production and Processing Isfahan University of Technology. 4(11): 231-240.
18. Mirzapour, M.H., A.H. Khoshgoftar, 2006. Zinc application effects on yield and seed oil content of sunflower grown on a saline calcareous soil. J. Plant Nutr., 29: 1719-1727.
 19. Mueller, N.D.; Diaz, D.A.R. 2011 Improving corn and soybean yields with starter and foliar fluid fertilizers. Proc. Fluid Forum 2011, 28, 108.
 20. Nelson, K.A.; Meinhardt, C. 2011 Foliar boron and pyraclostrobin effects on corn yield. Agron. J. 103, 1352–1358.
 21. Nozulaidi M, NurInani M, Khairi M and Jahan S MD (2016) Production of Corn; Effects of Manganese Application on Plant Parameters, J Agri Res, 1(2): 000109.
 22. Paramasivan, M., Malarvizhi, P and Thiyageswari, S. 2012. Balanced use on inorganic fertilizers on maize (*Zea mays* L.) yield, nutrient uptake and soil fertility in alfisols. Karnataka Journal of Agricultural Science. 25 (4): 423 – 426.
 23. Potarzycki, J and Grzebisz, W. 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize (*Zea mays* L.) and its yield components. Plant Soil Environment. 55 (12): 519 – 527.
 24. Rakotoarisoa, M., Iafrate, M., & Paschali, M. (2012). Why has Africa become a net food importer? FAO Commodity and Trade Policy Research Working Paper.
 25. Raskar, S. S., Sonani, V. V and Shelke, A. V. 2012. Effects of different levels of nitrogen, phosphorus and zinc on yield and yield attributes of maize (*Zea mays* L.). Advance Research Journal of Crop Improvement. 3 (2): 126 – 128.
 26. Saleh, Heba S.; R.A. Dawood; I.A. El-Far and G.R. El-Nagar (2020) Impact of some Micro-Nutrients Foliar Application on Two Maize Hybrids Productivity, J. Agric. Sci., 51 (3) (14-26).
 27. Salem, M., Nasser, K. H. and El Gizawy, B. 2014 Importance of micronutrients and its application methods for improving maize (*Zea mays* L.) yield grown in clayey soil. American Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science. 12 (7): 954-959.

28. Sarkar, D., B. Mandal and M.C. Kundu, 2007. Increasing use efficiency of boron fertilizers by rescheduling the time and methods of application for crops in India. *Plant Soil*, 301: 77-85.
29. Shaaban, M. M. (2001). Effect of trace-nutrient foliar fertilizer on nutrient balance, growth, yield and yield components of two cereal crops. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(7), 770 – 774
30. Shams El-Deen, G. M. and El-Habak, K. E. (1996). Use of nitrogen and potassium fertilization levels by maize growth under three plant densities for grain yield. *Annals Agric. Sci., Moshtohor*, 34(2):513 – 528.
31. Singh, Jagdeep; Partap, Ram; Singh, Amritpal; Kumar, Naresh; Kritry (2021) Effect of Nitrogen and Zinc on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Bio-Resource & Stress Management*, Vol 12, Issue 3, p179.
32. Stewart, Z. P., Peterson, E. T., Wilson, C. S. W., et al. (2021). Effect of foliar micronutrients (B, Mn, Fe, Zn) on maize grain yield, micronutrient recovery, uptake and partitioning. *Plants*, 10(3), 528.
33. Tahir, M.; N. Fiaz; M.A. Nadeem; F. Khalid and M. Ali (2009). Effect of different chelated zinc sources on the growth and yield of maize (*Zea mays*, L.). *Soil Environ.*, 28: 179-183.
34. Tikhanov, A. B.,(1979). *Klalasbere Kaioshe Abrabotha Botshfe Odesskeoblate, Oateesa, Maiak*, 168 p.

تأثير الرش الورقي بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في بعض الصفات

الشكلية والفيزيولوجية لطرازين من الذرة الصفراء

م.عبد اللطيف عثمان أ.د. أحمد مهنا أ.د. عبد المحسن السيد عمر
طالب دكتوراه - كلية الهندسة كلية الهندسة الزراعية - جامعة كلية الهندسة الزراعية - جامعة حلب
الزراعية - جامعة حمص حمص

الملخص:

تمت زراعة طرازين من الذرة الصفراء غوطة 82 و باسل 1 في محطة برج قاعي - موقع فرع المؤسسة العامة لإكثار البذار في حمص خلال الموسم الزراعي 2010 بثلاثة مستويات من الكثافة النباتية (47.6، 57، 71.4 ألف نبات/هـ) رمز الهكتار والرش الورقي بالعناصر الصغرى: الحديد، والمنغنيز والزنك بشكل منفرد والمشارك التثائي والمشارك الثلاثي بهدف دراسة تأثير ذلك في بعض الصفات الشكلية والفيزيولوجية لنبات الذرة الصفراء (ارتفاع النبات، المسطح الورقي، تراكم المادة الجافة، صافي إنتاجية التمثيل الضوئي).

صممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات، تم قياس متوسط ارتفاع النبات، متوسط المسطح الورقي في مرحلة الإزهار، متوسط صافي إنتاجية التمثيل الضوئي ومتوسط إجمالي تراكم المادة الجافة.

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في كل من الكثافات والأصناف والمعاملات لكافة الصفات المدروسة. سجلت أعلى قيمة في ارتفاع النبات 199.74 سم للكثافة الأعلى، 200.29 سم لمعاملة الرش ZnMnFe و 213.63 للطراز غوطة 82. كما سجلت القيم التالية للمسطح الورقي 33.68 ألف م²/هـ للكثافة الأعلى، 30.36 ألف م²/هـ للمعاملة Fe و 30.96 ألف م²/هـ للطراز غوطة 82. أما بالنسبة لمتوسط صافي إنتاجية التمثيل الضوئي فقد سجلت القيم 11.34 غ/م²/يوم للكثافة الأدنى، 11.5 غ/م²/يوم للمعاملة ZnMnFe و 11.34 غ/م²/يوم للطراز باسل 1، سجلت القيم التالية في متوسط إجمالي تراكم المادة الجافة 1420.5 غ/م² للكثافة الأعلى، 1340.9 غ/م² للمعاملة MnFe، 1284.6 للصف 82 و 1486.3 غ/م² للآثر المشترك للكثافة الأعلى × غوطة 82.

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء، الرش الورقي بالعناصر الصغرى Zn, Mn, Fe، الصفات الشكلية و الفيزيولوجية، الكثافة النباتية.

Effect of Foliar Spraying with Micronutrients and Plant Density on Some Morphological and physiological Traits of Two Genotypes of *Zea mays L.*

Abstract: Two Genotypes of *Zea mays L.*, Ghouta 82 and Bassel 1, were planted at the Burj Qaei station - site of the General Organization for Seed Multiplication branch in Homs, during the 2010 agricultural season at three levels of plant density (47.6, 57, 71.4 thousand plants/ha) and foliar spraying with micronutrients: iron, manganese, and zinc individually, in binary combinations, and in a ternary combination. The aim was to study the effect of this on some morphological and physiological traits of the *Zea mays L.* (plant height, leaf area, dry matter accumulation, and net photosynthetic productivity).

The experiment was designed using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The average plant height, average leaf area at the flowering stage, average net photosynthetic productivity, and average total dry matter accumulation were measured.

The results showed highly significant differences in all densities, varieties, and treatments for all the studied traits. The highest value for plant height was recorded at 199.74 cm for the highest density, 200.29 cm for the Zn, Mn, Fe spraying treatment, and 213.63 for the Ghouta 82. The following values were also recorded for leaf area: 33.68 thousand m²/ha for the highest density, 30.36 thousand m²/ha for the Fe treatment, and 30.96 thousand m²/ha for the Ghouta 82. As for the average net photosynthetic productivity, the recorded values were 11.34 g/m²/day for the lowest density, 11.5 g/m²/day for the Zn, Mn, Fe treatment, and 11.34 g/m²/day for the Bassel 1 variety. The following values were recorded for average total dry matter accumulation: 1420.5 g/m² for the highest density, 1340.9 g/m² for the MnFe treatment, 1284.6 for the Ghouta 82, and 1486.3 g/m² for the interaction effect of highest density × Ghouta 82.

Keywords: *Zea mays L.*, Foliar spraying with micronutrients Fe, Mn, Zn, Morphological and physiological traits, Plant densities.

المقدمة والدراسة المرجعية:

تعد الذرة الصفراء من محاصيل الحبوب المهمة في معظم بلدان العالم، وترجع أهميتها استعمالاتها العديدة، حيث تستخدم في غذاء الإنسان وكعلف للحيوانات وفي بعض الأغراض التصنيعية (حاج سليمان، 2001).

يعد التسميد بالعناصر الصغرى من الوسائل الزراعية الحديثة التي أظهرت نتائج واعدة في تحسين نمو المحاصيل هي التسميد بالعناصر الصغرى، خاصة عند استخدامها رشاً على الأوراق، إذ أثبتت الدراسات أن العناصر مثل الزنك (Zn)، والحديد (Fe)، والمنغنيز (Mn) تؤدي دوراً جوهرياً في العمليات الفسيولوجية للنبات، كعملية التمثيل الضوئي، وتكوين البروتينات، وتنشيط الأنزيمات، مما ينعكس مباشرة على النمو الخضري والتكوين البنيوي (Hafeez et al., 2013).

دراسة أخرى لتأثير الرش الورقي بالعناصر الصغرى (Zn, Mn, Fe) على بعض مؤشرات النمو في الذرة الصفراء، وذلك لتقييم مدى فعالية هذه العناصر في تحسين الأداء الفسيولوجي للنبات، ورفع كفاءته الإنتاجية في مراحل النمو المختلفة، وتقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق تساهم في تطوير إدارة التغذية المعدنية لمحصول الذرة، خصوصاً في البيئات التي تعاني تربة من نقص في العناصر الصغرى (صهيوني، 2004).

إن استخدام إستراتيجيات تغذية دقيقة وفعالة يمكن أن تساهم في تحسين الإنتاج الزراعي، وتدعم جهود تحقيق الأمن الغذائي في ظل الطلب العالمي المتزايد على محاصيل الحبوب، وعلى رأسها الذرة الصفراء. (FAO, 2023).

أجريت دراسة لتقييم فعالية معاملات التسميد المختلفة على محصول الذرة الصفراء ومكوناته شملت الرش الورقي والتسميد بالتربة، فتبين أن ارتفاع النبات، تأثر بمعاملات التسميد المختلفة (Amanullah et al., 2016; Nozulaidi et al., 2016).

بينت دراسة على أن رش أوراق نباتات الذرة بتركيزات مختلفة من المنغنيز (0، 0.2، 1.5 و 3 جزء في المليون) أدت إلى زيادة ملحوظة في ارتفاع النبات (Nozulaidi *et al.*, 2016) في دراسة حول تأثير إضافة الزنك والمنغنيز في زيادة إنتاجية الذرة المزروعة في الخريف بإضافة مستويات مختلفة من الزنك والمنغنيز (5 كغ/هـ، 10 كغ/هـ، 15 كغ/هـ)، تم تسجيل أعلى ارتفاع للنبات في مرحلة النضج (225) سم عند إضافة أعلى مستوى من الزنك والمنغنيز. (Khan *et al.*, 2014) أجريت دراسة حول تأثير إضافة العناصر الصغرى في نمو وغلة هجينين من الذرة الصفراء، إذ تم الحصول على أعلى قيم لارتفاع النبات في كلا الموسمين بمعاملة الزنك مقارنة بالشاهد، وأعطى الهجين الفردي أعلى قيم لارتفاع النبات في كلا الموسمين، وحقق تفاعل الهجين الفردي * الزنك أفضل القيم بهذه الصفة في الموسمين المدروسين (Saleh *et al.*, 2020).

بين Mohsin, *et al.*, (2014) أنه تم تسجيل أقصى ارتفاع للنبات (212 سم) في هجين الذرة pioneer 30-Y-87 عند التطبيق المشترك للزنك (2%) نقعا للبذور والرش الورقي خلال موسم الخريف على التربة الرملية الطينية في فيصل آباد، باكستان.

تم التوصل إلى نتائج مشابهة عند رش نباتات الذرة الصفراء بكبريتات الزنك بنسبة 0.4% في مصر حيث بلغ ارتفاع النبات (292.4 سم) في التربة الطينية الطميية (El-Badawy and Mehasen. 2011)

في دراسة لـ Raihan (2000) حول إضافة العناصر النادرة لزيادة الغلة في الذرة الصفراء وقول الصويا في أراضي كمبوديا بينت أن إضافة 5 كغ /هـ Mn ، 2.5 كغ/هـ Zn أعطت أعلى ارتفاع للنبات لكن بدون فروق معنوية مع النتائج التي تم الحصول عليها بإضافة 2.5 كغ /هـ Fe، 2.5 كغ /هـ Mn.

للكثافة النباتية تأثير كبير في نمو نبات الذرة الصفراء وغلته الحبية نتيجة لإختلاف القدرة التنافسية للنباتات عند الكثافات المتباينة ويتمكن النبات عند الكثافة المثلى من الإستفادة من الماء والضوء والغذاء المتاح في منطقة الجذور بشكل أكفأ (Gobeze *et al* ; 2012).

أدت زيادة الكثافة النباتية للذرة الصفراء من 4.76 نبات/م² إلى 5.56 نبات/م² ، ومن 5.56 نبات/م² إلى 6.67 نبات/م² ، وكذلك من 6.67 نبات/م² إلى 8.33 نبات/م² إلى زيادة معنوية في إرتفاع النبات بنسبة 0.86%، و 1.54%، و 2.28% على الترتيب (Dahmardeh; 2011).

أشارت تجربة أجريت على الذرة الصفراء إلى انخفاض إرتفاع النبات مع زيادة المسافة الزراعية بين النباتات ضمن الخط من 20 سم إلى 40 سم في حين أدت إلى زيادة وزن الحبوب في العرنوس ونسبة التصافي وعدد الحبوب في العرنوس ووزن المائة حبة (نمر والحصري، 2015).

تتباين الطرز الوراثية للذرة الصفراء في استجابتها للكثافات العالية (Nik et al ; 2011)، حيث تستجيب الهجن الحديثة للكثافة العالية بشكل أكبر من الهجن القديمة (Zamir et al., 2011) أجريت دراسة في العراق (محافظة الأنبار) على ثلاث كثافات نباتية للذرة الصفراء (67، 88، 133) ألف نبات/هـ و تبين تفوق الكثافة الأعلى في دليل المسطح الورقي (5.28) والغلة الحبية (6.15) طن/هـ (الجميل، 2016).

بينت دراسة في جامعة المثنى على أربع كثافات نباتية للذرة الصفراء (88.8 ، 66.6 ، 53.3 ، 44.4) ألف نبات/هـ للذرة الصفراء، تفوقت الكثافة الأدنى (44.4) ألف نبات/هـ على باقي الكثافات وأعطت أعلى مساحة ورقية 5441 سم²/نبات، وطول العرنوس 19.01 سم، وعدد الحبوب/عرنوس 454.9 حبة، ودليل الحصاد 40.24، والنسبة المئوية للبروتين 16.60% (البديري، 2019).

من ناحية أخرى تعزز الكثافات النباتية العالية للذرة الصفراء التنافس بين النباتات على العناصر الممتصة والماء والمغذيات (Edmeades et al ; 2000).

نفذ بحث في موسم 2009 في مزرعة كلية الزراعة في جامعة دمشق على ثلاثة طرز من الذرة الصفراء وبثلاثة مواعيد للزراعة وبثلاثة مسافات زراعية بين النباتات على الخط نفسه (20، 30، 40) سم بهدف دراسة تأثير هذه العوامل في نمو وغلة الذرة الصفراء وتبين أن اختلاف قيم جميع مؤشرات النمو المدروسة تبعاً للعوامل المدروسة لكنها كانت غير معنوية بالنسبة للكثافات لصفات طول العرنوس، عدد الصفوف في العرنوس وعدد الحبوب في الصف، وكانت أفضل أبعاد زراعة للصنف غوطة 82 هي (20 x 70) سم لتفوقه معنوياً بالغلة الحبية والوزن الجاف ومعظم المؤشرات المدروسة (الحصري، 2011).

أجريت تجربة في مركز البحوث الزراعية بحمص خلال الموسمين الزراعيين 2020 و 2021 بزراعة الذرة الصفراء بأبعاد (30 x 50) سم و (40 x 50) سم ما يحقق كثافة نباتية (67 و 50)

ألف نبات/هـ على الترتيب، وتبين تفوق الكثافة الأعلى معنوياً في كل من صفات إرتفاع النبات، إرتفاع العرنوس، دليل المسطح الورقي، طول العرنوس، عدد الصفوف/عرنوس، عدد الحبوب/صف، عدد الحبوب/عرنوس، نسبة التصافي، وزن الحبوب/عرنوس على الكثافة النباتية الأدنى، أما بالنسبة لمحتوى البروتين في الحبوب فقد تفوقت الكثافة النباتية الأدنى على الكثافة النباتية الأعلى (حمدان، 2023).

أشار Ali, et al., (1994) إلى أن زيادة الكثافة النباتية للذرة الصفراء من 4.76 نبات/م² إلى 5.56 نبات/م²، ومن 5.56 نبات/م² إلى 6.67 نبات/م²، وكذلك من 6.67 نبات/م² إلى 8.33 نبات/م² أدت إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات بنسبة 0.86%، و1.54%، و2.28% على الترتيب، بينما أشار Bangarwa, et al. (1993) أن ارتفاع نبات الذرة الصفراء لم يتأثر بمعاملات كثافة النباتات.

لاحظوا Nozulaidi et al., (2016) أن رش أوراق نباتات الذرة الصفراء بتركيزات مختلفة من المنغنيز (0، 0.2، 1.5 و 3 جزء في المليون) أدى إلى زيادة في عدد أوراق النبات. في حين أشار kabesh et al (1988) في مصر إلى أن رش الذرة الصفراء بالعناصر الصغرى وخصوصاً المنغنيز زاد من مساحة المسطح الورقي.

في دراسة لـ Adarsha et al., (2019) حول تأثير الرش الورقي لمزيج من العناصر الصغرى في نمو وغلة الذرة الصفراء أظهرت تأثيراً معنوياً في صفة ارتفاع النبات وفي مساحة المسطح الورقي. وتم الحصول على نتائج مماثلة على الذرة الصفراء عند (Potarzycki, and Marschner et al., 2011)

أظهرت دراسة أن الصنف بحوث 106 سجل زيادة في المساحة الورقية قياساً بالأصناف الأخرى المدروسة بسبب الرش بالعناصر الصغرى دون أن يكون له تأثير في متوسط عدد الأوراق/نبات، كما حقق التداخل بين الصنف بحوث 106 والعناصر الصغرى أعلى زيادة في المساحة الورقية (بدر، 2016). في حين حقق الرش بالمنغنيز والزنك فروقاً معنوية في عدد الأوراق (عماد، 2009)

تعد العناصر الصغرى، مثل الحديد والزنك والنحاس، من العوامل الأساسية لتحسين كفاءة التمثيل الضوئي للنبات، مما ينعكس إيجاباً على صافي إنتاجيته، وتسهم هذه العناصر في تكوين الكلوروفيل والأنزيمات الضرورية لتفاعلات البناء الضوئي، والتي تزيد من قدرة النبات على إنتاج المواد العضوية اللازمة للنمو، ويؤدي نقص هذه العناصر إلى ضعف في عملية التمثيل الضوئي وانخفاض في صافي

الإنتاجية، ما ينعكس سلباً على كمية وجودة المحصول النهائي. من هنا، فإن التزويد المتوازن بالعناصر الصغرى يعد ضرورياً لدعم إنتاجية الذرة الصفراء بشكل مستدام وفعال، حيث بينت دراسة على تأثير إضافة ستة أنواع من المغذيات الدقيقة (مجموعة الشاهد، ZnSO_4 ، MnSO_4 ، H_3BO_3 ، FeSO_4 والمغذيات الدقيقة الكاملة) وثلاث طرائق للإضافة (إضافة إلى التربة، تغليف البذور، الرش الورقي) في بعض صفات نبات الذرة الصفراء انه كان هناك زيادة في متوسط صافي إنتاجية التمثيل الضوئي (NAR) للذرة عند تطبيق الطرائق الثلاثة للإضافة، وأدى الرش الورقي بالعناصر الصغرى إلى تحقيق أفضل تأثير في معدل صافي إنتاجية التمثيل الضوئي (NAR)، (Tabrizi et al., 2009). يُعدّ الزنك ضرورياً لتكوين الكلوروفيل، ويمكن أن يزيد رَشّه موضعياً من كمية الكلوروفيل في النبات، وهذا ينشط عملية التمثيل الضوئي (Ali et al., 2013)، ونتائج مشابهة حصل عليها Hafeez, et al., (2013) عند الرش الورقي للذرة الصفراء بكبريتات الزنك بتركيز 0.5% في مرحلتين تكوين الأزهار المذكورة وتكوين الشرايات.

بين بحث حول تأثير رش الزنك على محصول الذرة ومكوناته أن الرش الورقي للزنك يعمل على زيادة تحسين محتوى الكلوروفيل مما يعزز كفاءة التمثيل الضوئي وإنتاج الكتلة الحيوية Marschner ; (Potarzycki, and Grzebisz, 2009; et al., 2011).

أدى الرش الورقي لنباتات الذرة الصفراء بمزيج من العناصر الصغرى إلى زيادة في مؤشرات نمو الذرة الصفراء وتراكم المادة الجافة (kabesh et al., 1988; Adarsha, et al., 2019) أجريت تجربة في تربة رملية طينية خلال موسم الصيف، ولوحظ زيادة في إنتاج المادة الجافة عند إضافة الزنك بمعدل 20 كجم/هكتار، والذي كان أعلى بنسبة 39.89% مقارنةً بالشاهد (Chaudhary, et al., 2017).

أشار Parasuraman et al., (2008) إلى أنّ تراكم أعلى للمادة الجافة كانت مع إضافة الجرعة الموصى بها من الأسمدة (N , P_2O_5 , K_2O) بالكميات (50-62.5-135 كغ/هـ) على الترتيب بالإضافة إلى الرش الورقي بنسبة 1% من ثنائي فوسفات الامونيوم (DAP) ومن كلوريد البوتاس (MOP) بنسبة 0.5% من FeSO_4 ونسبة 0.2% من ZnSO_4 ولمرتتين، الأولى في مرحلة بدء استطالة الساق والثانية في مرحلة الطور اللبني لحبوب الذرة في تربة رملية طينية طمية.

سجل Naidu, and Venkateswarlu (2006) زيادة في تراكم المادة الجافة في الذرة عند تطبيق 100% من الجرعة الموصى بها من النيتروجين + أزوتوباكتر + 0.5% كبريتات الزنك، رشاً ورقياً، بعد 30 يوماً من الزراعة.

في تجربة حول تأثير النيتروجين والزنك على نمو وإنتاجية الذرة (*Zea mays L.*) خلال موسم الخريف في تربة طينية طميية أظهرت النتائج أن إضافة النيتروجين والزنك في مراحل مختلفة من النمو وفي مرحلة الحصاد زادت من تراكم المادة الجافة بشكل ملحوظ في جميع المعاملات مقارنةً بالشاهد (Singh, et al., 2021).

إن إنتاج أعلى للمادة الجافة (23.10 غرام) تم تسجيله عند إضافة 150 كجم/هكتار من النيتروجين + 15 كجم/هكتار من كبريتات الزنك ($ZnSO_4$) إلى البذور الملقحة بفطر آزوسبيريليوم بمعدل 20 جم/كجم خلال موسم الخريف في تربة رملية طينية بمدينة الله أباد، الهند (Marngar, and Dawson, 2017).

سجل تطبيق 7.5 كجم من الزنك مع 120 كجم من النيتروجين للهكتار إنتاجاً أعلى بكثير من المادة الجافة في الذرة، ولكنه كان مماثلاً لتطبيق 5 كجم من الزنك مع 100 كجم من النيتروجين للهكتار في تربة طينية طينية خلال موسم الخريف في أودايبور، راجستان (Meena, et al., 2013).

زادت مؤشرات النمو لنبات فول الصويا عند الرش بشيلات الحديد بتركيز 0.75 غ/لتر والرش بالبورون بتركيز 1.5 غ/لتر وبلغت قيم ارتفاع النبات وارتفاع أول قرن وعدد الأوراق/نبات ومساحة المسطح الورقي والوزن الرطب والجاف للنبات 88.03 سم، 10.17 سم، 36.03 ورقة/نبات، 763.88 سم²/نبات، 126.58 غ/نبات، 23.00 غ/نبات عند الرش بشيلات الحديد على الترتيب، 88.33 سم، 9.86 غ/نبات و 33.91 ورقة/نبات، 727.36 سم²/نبات و 119.17 غ/نبات، 21.67 غ/نبات عند الرش بالبورون على الترتيب (السليمان، 2025 و 2026).

نفذت دراسة لتأثير التسميد بالفوسفور والزنك في الغلة الحيوية لثلاثة اصناف من الذرة الصفراء (Os 86-39، Os 89-35، Os 87-24) بـ بتسعة مستويات تسميد بـ P، Zn أظهرت أن تأثيرات التسميد بـ p و Zn على غلة المادة الجافة فروقا معنوية بين الأصناف في كل المعاملات المدروسة (bukvic et al., 2003)

هدف البحث

دراسة تأثير الرش الورقي بكبريتات الحديد، وكبريتات المنغنيز وكبريتات الزنك في بعض الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية (ارتفاع النبات، المسطح الورقي، تراكم المادة الجافة، صافي إنتاجية التمثيل الضوئي) لطرارين من الذرة الصفراء عند ثلاثة مستويات من الكثافة النباتية

مواد وطرائق البحث:

نفذ البحث في محطة إكثار البذار في برج قاعي - موقع مقر الفرع - خلال الموسم الزراعي 2010

1. المادة النباتية:

الطرار غوطة-82: صنف تركيبى مفتوح التلقيح، العرنوس متوسط الحجم يحتوي 14-16 صفا، يصلح للزراعة بهدف الحصول على الحب وكذلك السيلاج لاحتوائه على مجموع خضري جيد، الحبوب صفراء اللون منغوزة، متوسط التبيكير في النضج 110-120 يوما من الزراعة، الغلة الحبية 6-7 طن/هـ وقد يصل أحيانا إلى 7-9 طن/هـ. يتحمل درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة ولكنه يتأثر بالصقيع، يصلح للزراعة في العروتين الرئيسة.

الطرار باسل-1: هجين فردي مكون من سلالتين نقيتين، ارتفاع النبات 160 سم، ارتفاع الكوز الأول 75 سم، طول موسم النمو 100-105 يوما، عدد الكيزان على النبات 1-2 كوز، الغلة الحبية 8-10 طن/هـ. يصلح للزراعة في العروة التكتيفية المبكرة والمتأخرة حتى 7/20.

جدول رقم (ا): متوسط درجات الحرارة الدنيا والعظمى المسجلة خلال مراحل النمو المختلفة للموسم الزراعي 2010

التاريخ	متوسط درجة الحرارة الدنيا م	متوسط درجة الحرارة العظمى م
2010/6/27 - 2010/7/11	19.5	33.0
2010/7/12 - 2010/7/26	22.1	32.3
2010/7/27 - 2010/10/8	23.3	37.4
2010/8/11 - 2010/8/25	23.8	37.0
2010/8/26 - 2010/9/9	22.7	32.6
2010/9/10 - 2010/9/24	20.5	33.0
2010/9/25 - 2010/10/9	19.3	30.0
2010/10/10 - 2010/10/16	15.7	29.6

سجل أدنى متوسط درجة الحرارة الدنيا 19.5 م خلال الفترة من 2010/6/27 حتى 2010/7/11 وبلغ أعلى قيمة له في الفترة 2010/8/11 حتى 2010/8/25 وبدأ بعدها بالانخفاض التدريجي حتى وصل 15.7 م في شهر تشرين أول، الجدول 1.

سجل أعلى متوسط لدرجة الحرارة العظمى خلال شهري تموز واب وبلغ 37.4 م و 37.0 م على الترتيب، تم تحليل تربة الموقع قبل الزراعة، وأظهرت النتائج في الجدول (2) أن التربة طينية ذات تفاعل قاعدي خفيف ، جيدة المحتوى بالمادة العضوية، وغنية بكل من الفوسفور والبوتاسيوم، وجيدة المحتوى بالازوت.

جدول (2): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في موقع التجربة على عمق 0-30 سم للعام 2010

التحليل الكيميائي								التحليل الميكانيكي		
Fe	Mn	Zn	N المعدني	البوتاس	الفوسفور	PH	مادة عضوية %	طين	سلت	رمل
pmm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm			%	%	%
2.65	4.85	2.36	53	494	22.4	7.4	1.4	70	16	14

تمت إضافة الأسمدة المعدنية اعتماداً على نتائج تحليل التربة، إذ تم إضافة 4.5 كغ / دونم يوريا N46% في حين لم يتم إضافة الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية.

2. معاملات التجربة: تم دراسة ثلاثة عوامل هي: 1- الطرز: غوطة-82 و باسل 1

2- الرش بالعناصر الصغرى وفق الجدول الآتي:

جدول (3): يبين تراكيز الرش الورقي لكل قطعة تجريبية

العناصر الداخلة في تركيب السماد	التركيز
Mn	1.5 غ/ليتر
Zn	1.5 غ/ليتر
Fe	1.5 غ/ليتر
Mn,Zn	3 غ/ليتر
Mn,Fe	3 غ/ليتر
Zn, Fe	3 غ/ليتر
Mn, Zn, Fe	4.5 غ/ليتر
شاهد	بدون أية إضافة (ماء مقطر).

- تم رش العناصر الصغرى على المجموع الخضري للنباتات على دفعتين ،الأولى في مرحلة الـ 7 أوراق والثانية في مرحلة ما قبل الإزهار على شكل مركبات سلفاتية.

3- الكثافات النباتية: وتم الحصول عليها من خلال الزراعة على الأبعاد الآتية:

الكثافة الأولى (الأدنى): المسافة بين الخطوط 70سم وبين النباتات 30 سم، ما يحقق كثافة 47.6 ألف نبات/هـ.

الكثافة الثانية (المتوسطة): المسافة بين الخطوط 70سم وبين النباتات 25 سم، ما يحقق كثافة 57 ألف نبات/ هـ.

الكثافة الثالثة (الأعلى):المسافة بين الخطوط 70سم وبين النباتات 20سم ما يحقق كثافة 71.4 ألف نبات/هـ.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة في ثلاثة مكررات، وأجريت عمليات التحايل الإحصائي لكافة الصفات المدروسة باستخدام برنامج GenStat 12 وتقدير قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D.) عند مستوى احتمالية 5%.

تم حراثة التجربة باستخدام المحراث القلاب المطرحي على عمق 30 سم وتعيمها باستخدام المحراث القرصي ومن ثم تسوية التربة أليا وتقسيمها إلى قطع تجريبية بأبعاد (3.5×6 م) ضمت كل قطعة تجريبية خمسة خطوط بطول 6 م بمسافة بين الخط والآخر 70 سم، وزرعت الحبوب في حفر بثلاث كثافات نباتية (ثلاث مسافات بين الحفرة والأخرى) حسب مخطط التجربة وبمعدل حبتان في كل حفرة، كمية البذار 2-3.5 كغ/دوم وتركزت مسافة 1م بين كل قطعة تجريبية وأخرى وبين كل مكرر وآخر كممرات خدمة. تمت الزراعة بالعروة التكتيفية بتاريخ 01/07/2010، وتمت عمليات التعشيب والري والمكافحة بشكل متساوي بين القطع التجريبية.

المؤشرات المدروسة:

1. ارتفاع النبات (سم): تم قياس ارتفاع النبات من سطح التربة حتى بداية قاعدة النورة المذكورة في مرحلة الإزهار لمتوسط خمسة نباتات من كل قطعة تجريبية.

2. قياس المسطح الورقي: تم قياس المسطح الورقي في مرحلة الإزهار لخمس نباتات من كل قطعة تجريبية من الخطوط الوسطية وذلك بقياس الطول والعرض الأعظمي للورقة من الساق حتى قمة الورقة وبحسب من المعادلة:

المسطح الورقي ألف م² / هـ = (طول الورقة × عرض الورقة × عدد الأوراق / نبات × 0.75 × عدد النباتات في الهكتار). حيث أن 0.75: ثابت تحويل ورقة الذرة الصفراء (بلة، 1996).

3. تراكم المادة الجافة: تم تقدير المادة الجافة في مرحلة النضج التام لخمس نباتات من كل قطعة تجريبية من الخطوط الوسطية بطريقة التجفيف في فرن على درجة حرارة 105م° حتى ثبات الوزن.

4. صافي إنتاجية التمثيل الضوئي: حسب المعادلة التالية:
$$NAR = (B2-B1)/(L1+L2)/2 \times T$$
 وتقدر بـ غ/م². يوم

حيث : B2-B1 تركم المادة الجافة في نهاية وبداية فترة القياس غ/م²

L1+L2 مساحة المسطح الورقي ألف م²/هـ في بداية ونهاية فترة القياس

T مدة فترة القياس، يوم

النتائج والمناقشة

1- تأثير الرش بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في ارتفاع النبات لطرزين من الذرة الصفراء.

الكثافات: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية عالية جداً بين الكثافات المدروسة في صفة ارتفاع النبات، إذ تفوقت الكثافة العالية (71.4 ألف نبات/ هـ) على باقي الكثافات وسجلت القيمة 199.74 سم تلتها الكثافة المتوسطة (57 ألف نبات/ هـ) التي سجلت القيمة 195.23 سم والتي تفوقت أيضاً بشكل عالي المعنوية على الكثافة المنخفضة (47.6 ألف نبات/ هـ) التي سجلت القيمة 187.61 سم، قد يعود السبب في ذلك زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة ما أدى إلى زيادة المنافسة على العناصر البيئية ولاسيما الضوء، وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من Ali, et al. (1994) في حين لم يتوافق مع ما ذكره (Bangarwa, et al. 1993) بأن ارتفاع النبات لم يتأثر بمعاملات الكثافة.

الرش بالعناصر الصغرى: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية عالية جداً بين معاملات الرش بالعناصر الصغرى، حيث تراوحت القيم المسجلة بين (180.75 – 200.29) سم لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة (Zn Mn Fe) على الترتيب وسجل تفوق معنوي جداً لكافة المعاملات على الشاهد، في حين لم تسجل فروق معنوية بين كل المعاملات المسمدة المدروسة، قد يعود السبب في ذلك إلى نمو أسرع وقدرة أكبر في الكفاءة التمثيلية للنباتات، وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من Khan (2020); Saleh et al. (2014); et al. وغيرهم بأن إضافة العناصر النادرة أعطت أعلى ارتفاع للنبات وبأن إضافة العناصر النادرة أدت إلى زيادة مهمة في ارتفاع النبات.

الطرز: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية جداً بين الطرز المدروسة وتفق الطراز غوطة 82 الذي سجلت له القيمة 213.63 سم بشكل معنوي جداً على الطراز باسل 1 حيث سجلت القيمة 174.76 سم ، وقد يعود السبب في ذلك إلى تحسين نمو النبات وتحسين عملية التمثيل الضوئي للنباتات وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من

(Mohsin, et al., 2014؛ bukvic et al., 2003).

لم تسجل فروق معنوية للأثر المشترك الثنائي والثلاثي .

جدول (4): تأثير الرش بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في ارتفاع النبات (سم) لطرازين من الذرة الصفراء.

الرش بالعناصر الصغرى	غوطة82			باسل1			الأصناف		الكثافات			الرش بالعناصر الصغرى
	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	(الأعلى)	المتوسطة	الأدنى	غوطة82	باسل1	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	
الشاهد	180.75(1)C	189.40	197.83	201.20	159.30	166.20	170.57	196.14	165.36	174.35	182.02	185.88
Zn	193.34ab	207.90	214.53	218.97	169.13	175.60	173.90	213.80	172.88	188.52	195.07	196.43
Mn	193.58ab	205.10	216.63	220.53	167.60	176.80	174.80	214.09	173.07	186.35	196.72	197.67
Fe	198.13ab	211.63	218.97	222.37	168.73	178.90	188.20	217.66	178.61	190.18	198.93	205.28
ZnMn	192.99 b	204.40	213.00	220.70	168.47	173.73	177.63	212.70	173.28	186.43	193.37	199.17
ZnFe	195.52ab	210.87	213.00	221.77	168.43	173.73	181.73	215.99	175.04	189.65	195.15	201.75
MnFe	198.96ab	213.77	217.83	225.00	173.93	180.77	182.43	218.87	179.04	168.40	176.00	203.72
ZnMnFe	200.29a	211.47	221.50	226.37	171.63	181.03	189.73	219.78	180.80	206.82	214.45	208.05
المتوسط	194.19	206.82 a	214.45 a	219.61 a	168.40 a	176.00 a	179.87 a(4)	213.63 a	174.76 (3)b	187.61 c	195.23b	199.74 (2)a
الكثافات * المعاملات * الأصناف			المعاملات * الأصناف			الكثافات * الأصناف			الكثافات * المعاملات			الأصناف
1.000			0.884			0.945			1.000			<.001
17.794			10.274			6.291			12.583			3.632
5.7												CV.%

حال الكثافة النباتية العالية للنباتات وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من (Adarsha و البديري (2019)

الرش بالعناصر الصغرى: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية جداً في المعاملات المدروسة، حيث تراوحت القيم المسجلة بين (25.76 – 30.43) ألف م²/هـ لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة (Mn Fe) على الترتيب وسجل تفوق معنوي جداً لكافة المعاملات على الشاهد، في حين لم تسجل فروق معنوية بين كل المعاملات المدروسة، وقد يعود السبب في ذلك إلى أن إضافة العناصر الصغرى ساهمت في تحسين النمو وزيادة المسطح الورقي في كل المعاملات مقارنة مع الشاهد وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من

(Nozulaidi et al., 2016; kabesh et al., 1988; Potarzycki, and Grzebisz, 2009)

الطرز: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الطرز المدروسة وتفق الطراز غوطة 82 الذي سجلت له القيمة 30.96 ألف م²/هـ بشكل معنوي جداً على الطراز باسل 1 حيث سجلت القيمة 27.74 ألف م²/هـ ، ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف الأصناف في الاستجابة لإضافة العناصر التي تساهم في تحسين صفاتها الإنتاجية وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من عماد (2009) وبدر (2016).

الكثافات × الطرز: أظهرت النتائج وجود فروق معنوية جداً في التفاعل بين الكثافات والطرز و أظهرت الكثافة الثالثة للطراز غوطة 82 تفوقاً على باقي الكثافات حيث سجلت القيمة 35.59 ألف م²/هـ تلتها القيمة 31.74 المسجلة للكثافة الثانية للطراز غوطة 82، وقد يعود السبب في ذلك التفاعل الإيجابي للكثافات مع الطرز وإلى نمو النباتات وقدرتها على التمثيل الضوئي بشكل جيد للطراز غوطة 82 رغم ارتفاع عدد النباتات في وحدة المساحة وإلى اختلاف الطرز في استجابتها لإضافة العناصر عند زراعتها في كثافات مختلفة.

لم تسجل فروق معنوية للأثر المشترك الثنائي الكثافات × الرش بالعناصر الصغرى والرش بالعناصر الصغرى × الطرز والثلاثي الكثافات × الرش بالعناصر الصغرى × الطراز.

تأثير الرش الورقي بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في بعض الصفات الشكلية والفيزيولوجية لطرازين من الذرة الصفراء

جدول (5) تأثير الرش بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في مساحة المسطح الورقي في مرحلة الإزهار (ألف م²/هـ) لطرازين من الذرة الصفراء.

الرش بالمعاصر الصغرى	غوبة 82			باسل 1			الأصناف		الكثافات			الرش بالمعاصر الصغرى		
	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	غوبة 82	باسل 1	الأعلى	المتوسطة	الأدنى			
25.76b (1)	30.43	26.77	24.03	26.80	23.63	22.87	27.08	24.43	28.62	25.20	23.45	الشاهد		
29.70 a	36.33	31.73	25.90	32.07	27.17	25.00	31.32	28.08	34.20	29.45	25.45	Zn		
29.43 a	35.87	31.83	25.23	32.03	26.93	24.70	30.98	27.89	33.95	29.38	24.97	Mn		
30.36 a	36.77	34.07	25.93	32.67	27.10	25.60	32.26	28.46	34.72	30.58	25.77	Fe		
29.34 a	35.53	31.50	25.47	32.43	26.70	24.40	30.83	27.84	33.98	29.10	24.93	ZnMn		
29.42 a	35.70	31.77	25.93	32.33	26.43	24.33	31.13	27.70	34.02	29.10	25.13	ZnFe		
30.43 a	37.37	33.50	25.73	33.00	27.70	25.30	32.20	28.67	35.18	30.60	25.52	MnFe		
30.39 a	36.70	32.77	26.27	32.87	27.17	26.60	31.91	28.88	34.78	29.97	26.43	ZnMnFe		
29.35	35.59 a	31.74 b	25.56 cd	31.77 b	26.60 c	24.85 d (4)	30.96 a	27.74 b(3)	33.68 a	29.17 b	25.21 c(2)	المتوسط		
الكثافات * المعاملات * الأصناف			المعاملات * الأصناف			الكثافات * الأصناف		الكثافات * المعاملات		المعاملات * الأصناف		الكثافات		
1.000			0.999			<.001		0.968		<.001		<.001	Fbr.	
4.535			2.618			1.603		3.207		0.926		1.851	1.134	L.S.D.
9.5												CV.%		

1 القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%
2، 3، 4 القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

3. تأثير الرش بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في تراكم المادة الجافة لطرازين من الذرة الصفراء.

الكثافات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الكثافات المدروسة وتفق الكثافة المنخفضة على باقي الكثافات، حيث سجلت القيمة 1420.5 غ/م² ثلثها الكثافة الثانية التي سجلت القيمة 1253 غ/م² والتي تفوقت أيضاً بشكل معنوي جداً على الكثافة العالية التي سجلت القيمة 1104.5 غ/م²، وقد يعود السبب في ذلك أن الرش الورقي للعناصر الصغرى Fe،Mn،Zn ساهم في دعم عمليات التمثيل الغذائي داخل النبات، بما في ذلك التمثيل الضوئي وتكوين البروتينات وهذا يتوافق مع ما ذكره (Gobeze et al ; 2012).

الرش بالعناصر الصغرى: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في المعاملات المدروسة، حيث تراوحت القيم المسجلة بين (1077.4 – 1340.9) غ/م² لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة MnFe على الترتيب حيث سجلت كافة المعاملات تفوقاً على الشاهد كما سجلت المعاملات MnFe،

Fe، ZnMnFe تفوقاً على بقية المعاملات، قد يعود السبب في ذلك إلى تحسين كفاءة التمثيل الضوئي والنشاط الإنزيمي الضروري لنمو الخلايا حيث تساعد إضافة هذه العناصر إلى النباتات عن طريق الأوراق على إنتاج وتخزين المركبات العضوية، مثل الكربوهيدرات والبروتينات، التي تساهم في زيادة الكتلة الحيوية والمادة الجافة، لذا فإن توفير العناصر الصغرى بكميات مناسبة يساهم في دعم إنتاجية الذرة الصفراء وأنّ الرش الورقي قد يحسّن من الكفاءة الفسيولوجية للنبات وأدى إلى زيادة كبيرة في تراكم المادة الجافة، خاصة في مرحلة النمو المتأخر، وهذا يتوافق مع ما ذكره كل من (Parasuraman et al., 2008) و (Naidu and Venkateswarlu, 2006)

الطرز: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الطرز المدروسة وتفوق الطراز غوطة82 الذي سجلت له القيمة 1284.6 غ/م² على الطراز باسل1 حيث سجلت القيمة 1234.1 غ / م²، قد يعزى السبب في ذلك أنّ التطبيق الورقي لهذه العناصر ساهم في زيادة نمو النبات وتحسين استجابته الغذائية، مما أدى إلى زيادة ملحوظة في صافي تراكم المادة الجافة مقارنة بالنباتات التي لم تتلقّ العناصر. وأنّ الرش الورقي قد يحسّن من الكفاءة الفسيولوجية للنبات مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في تراكم المادة الجافة، خاصة في مرحلة النمو المتأخر، وكذلك يؤدي إلى تحسين نمو النبات وجودة المحصول، مع تأثير متفاوت بين الطرز و هذا يتوافق مع ما ذكره (bukvic et al., 2003)

الكثافات × الطرز: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في التفاعل بين الكثافات والطرز، تراوحت القيم المسجلة بين (1098.7 – 1486.3) غ/م² للكثافة الأولى للطراز باسل1 والكثافة الثالثة للطراز غوطة82 على الترتيب، سجلت فروق معنوية ما بين الكثافات ضمن الطراز الواحد بينما لم تسجل فروق معنوية للكثافة العالية بين الطرازين غوطة82 وباسل1 وكذلك بالنسبة للكثافة المتوسطة، لقد أظهرت الكثافة المنخفضة للطراز غوطة82 تفوقاً على باقي الكثافات تلتها الكثافة المنخفضة للطراز باسل1 بقيمة 1354.7 غ/م²، قد يعود السبب في ذلك إلى التأخر في التفاعل بين الكثافات والطرز، حيث حافظت النباتات على معدل نمو جيد مع زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة مع وجود تفاوت بين الطرازين في الاستجابة في معدل النمو مع زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة.

لم تسجل فروق معنوية في الأثر المشترك الثنائي: الكثافات × المعاملات، المعاملات × الطرز و الأثر المشترك الثلاثي: الكثافات × المعاملات × الطرز.

جدول (6) تأثير الرش بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في تراكم المادة الجافة (غ/م²) لطرازين من الذرة الصفراء.

الرش بالعناصر الصغرى	غوطة82			باسل1			الطرز		الكثافات			الرش بالعناصر الصغرى
	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	غوطة82	باسل1	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	
الشاهد	1077.4c	1249.8	1077.4	1002.0	1093.9	1068.9	972.4	1109.7	1045.0	1171.8	1073.1	987.2
zn	1232.3b	1574.8	1237.7	1053.9	1252.6	1228.0	1046.9	1288.8	1175.8	1413.7	1232.8	1050.4
Mn	1246.4b	1536.5	1268.0	1118.8	1307.4	1217.8	1030.2	1307.7	1185.1	1421.9	1242.9	1074.5
Fe	1338.1a	1564.9	1328.9	1162.9	1423.9	1322.3	1225.7	1352.2	1324.0	1494.4	1325.6	1194.3
ZnMn	1240.5b	1460.3	1240.2	1117.4	1387.8	1221.7	1015.4	1272.6	1208.3	1424.0	1231.0	1066.4
ZnFe	1250.2b	1481.7	1251.5	1104.4	1363.6	1262.8	1037.1	1279.2	1221.2	1422.7	1257.1	1070.7
MnFe	1340.9a	1550.0	1353.2	1125.0	1491.6	1328.1	1222.3	1342.7	1347.3	1520.8	1340.7	1173.7
ZnMnFe	1339.2a	1472.7	1300.9	1197.5	1517.0	1341.1	1239.6	1323.7	1365.9	1494.8	1321.0	1218.6
المتوسط	1259.3	1486.3 a	1257.2 c	1110.2 d	1354.7 b	1248.8 c	1098.7 d (4)	1284.6 a	1234.1 b (3)	1420.5 a	1253.0 b	1104.5 c (2)
	الكثافات * المعاملات * الأصناف			المعاملات * الأصناف			الكثافات * المعاملات			الأصناف		
Fbr.	0.935			0.445			0.018			0.963		
L.S.D.	192.58			111.19			68.09			136.18		
CV.%	9.4											

1 القيم المتوقعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%
2، 3، 4 القيم المتوقعة بأحرف متشابهة أفقياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

4. تأثير الرش بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في صافي إنتاجية التمثيل الضوئي (غ / م²/ يوم) لطرازين من الذرة الصفراء.

الكثافات: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الكثافات المدروسة وتفاوت الكثافة المنخفضة على باقي الكثافات، حيث سجلت القيمة 11.34 غ/م²/يوم تلتها الكثافة المتوسطة التي سجلت القيمة 11.09 غ/م²/يوم و التي تفوقت أيضاً بشكل معنوي جداً على الكثافة العالية التي سجلت القيمة 10.83 غ/م²/يوم ، و قد يعود السبب في ذلك إلى تعزيز كفاءة التمثيل الضوئي للذرة الصفراء، وأيضاً فإن الرش الورقي لكل من الزنك والمنغنيز والحديد ساعد في تحسين القدرة التنافسية للنباتات عند الكثافات العالية، حيث ازدادت خصائص النمو وكذلك إلى تحسين كفاءة التمثيل الضوئي من خلال رفع مستويات الكلوروفيل وتحسين نشاط الإنزيمات المرتبطة بالتمثيل الضوئي وهذا يتوافق مع ماذكره (Gobeze et al ; 2012).

الرش بالعناصر الصغرى: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية في المعاملات المدروسة حيث تراوحت القيم المسجلة بين (10.69 – 11.50) غ/م²/يوم لكل من المعاملتين الشاهد والمعاملة

(ZnMnFe) على الترتيب وسجلت كل من المعاملتين (ZnMnFe) و (MnFe) تفوقاً معنوي جداً على كافة المعاملات باستثناء المعاملة Fe والتي أظهرت تفوقاً على بقية المعاملات باستثناء المعاملة ZnFe التي لم تسجل فروق معنوية مع المعاملات Mn، ZnMn، Zn، الشاهد، ويعود السبب في ذلك إلى أن الرش الورقي بالعناصر Fe، Mn، Zn أدى إلى تحسين كفاءة التمثيل الضوئي، مما انعكس إيجاباً على صافي إنتاجية النبات، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Marschner et al. 2011).

الطرز: أظهرت النتائج وجود فروق عالية المعنوية بين الطرز المدروسة وتفاوت الطراز باسل 1 الذي سجلت له القيمة 11.34 غ/م²/يوم على الطراز غوطة 82 حيث سجلت القيمة 10.84 غ/م²/يوم، ويعود السبب في ذلك إلى أن الرش الورقي للعناصر Fe، Mn، Zn قد أدى إلى تحسين عملية التمثيل الضوئي مما انعكس بشكل إيجابي على نمو النباتات والإنتاجية.

لم تسجل فروق معنوية في الأثر المشترك الثنائي والثلاثي.

جدول (7) تأثير الرش بالعناصر الصغرى والكثافة النباتية في صافي إنتاجية التمثيل الضوئي

(غ/م²) لطرزين من الذرة الصفراء.

الرش بالخصر الصغرى	الكثافات			الطرز			باسل 1			غوطة 82			الرش بالعناصر الصغرى
	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	الأعلى	المتوسطة	الأدنى	
الشاهد	10.92	10.86	10.69	10.47	10.56	11.09	10.88	10.51	10.62	11.19	11.12	10.85	10.69 c (1)
zn	11.15	10.86	10.69	10.56	11.09	10.62	11.09	10.88	10.51	11.19	11.12	10.85	10.86 c
Mn	11.16	10.95	10.78	11.17	10.76	11.03	11.68	10.99	11.29	11.30	11.19	11.00	10.96 b
Fe	11.78	11.29	10.99	11.29	11.03	11.68	10.99	11.29	11.03	11.68	10.99	11.29	11.35 ab
ZnMn	11.03	10.97	10.79	11.14	10.71	11.16	11.16	11.05	11.21	11.09	11.04	11.00	10.93 c
ZnFe	11.21	11.05	10.75	11.22	10.79	11.39	11.26	11.00	11.04	11.09	11.11	11.07	11.00 bc
MnFe	11.69	11.44	11.44	11.71	11.11	12.04	11.67	11.41	11.34	11.17	11.17	11.15	11.41 a
ZnMnFe	11.82	11.47	11.47	11.83	11.17	12.15	11.76	11.59	11.49	11.17	11.17	11.15	11.50 a
المتوسط	11.34 a (2)	11.09 b	10.83 c	11.34 a (3)	10.84 b	11.57 a (4)	11.35 a	11.09 a	11.11 a	10.83 a	10.84 a	11.09 a	11.09
	الكثافات	المعاملات	الأصناف	الكثافات	المعاملات	الأصناف	الكثافات	المعاملات	الأصناف	الكثافات	المعاملات	الأصناف	
Fbr.	<.001	<.001	<.001	0.999	0.935	0.940	1.000	0.988	0.570	0.999	0.935	0.940	
L.S.D.	0.247	0.403	0.202	0.699	0.349	0.570	0.988	0.570	0.988	0.699	0.349	0.570	
CV.%	5.5												

1 القيم المتوقعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%
2، 3، 4 القيم المتوقعة بأحرف متشابهة أفقياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

الاستنتاجات:

1. أدى رش نباتات طرازين من الذرة الصفراء غوطة 82 وباسل 1 المزروعين بثلاث كثافات زراعية (47.6، 57.00، 71.4 ألف نبات/هـ) بالعناصر الصغرى: حديد ومنغنيز وزنك بشكل منفرد وبتركيز 1.5 غ/ل أو بالمزج الثنائي بتركيز 3 غ/ل أو بالمزج الثلاثي بتركيز 4.5 غ/ل، إلى تحسين مؤشرات النمو: ارتفاع النبات، المسطح الورقي، تراكم المادة الجافة، الكفاءة التمثيلية.
2. تفوق طراز الذرة الصفراء غوطة 82 على الطراز باسل 1 في جميع الصفات المدروسة المذكورة أعلاه.
3. تم الحصول على أعلى وزن جاف للنبات عند زراعة الطراز غوطة 82 بكثافة نباتية 71.4 ألف نبات/هـ. عند رشه بالزنك بتركيز 1.5 غ/ل.

المقترحات:

ينصح في منطقة الدراسة (محطة برج قاعي) والمناطق المشابهة لها: زراعة طراز الذرة الصفراء غوطة 82 بكثافة نباتية 71.4 ألف نبات/هـ والرش بالعناصر الصغرى الحديد والمنغنيز والزنك بشكل منفرد وبتركيز 1.5 غ/ل أو بالمزج الثلاثي بينهم بتركيز 4.5 غ/ل، على أن يتم الرش مرتين الأولى في مرحلة تشكل 7 أوراق والثانية في مرحلة قبل بدء الإزهار.

المراجع

1. بلة، عدنان-1996. فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية- النظري- مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية- جامعة تشرين.
2. بدر، باسم رحيم 2016 تأثير رش الحديد والنحاس على أصناف من الذرة الصفراء على بعض الصفات الخضرية وتراكيز الـ NPK في الأوراق. الجامعة التقنية الجنوبية وقائع المؤتمر العلمي الدولي الأول للفترة من 3-17-2016.
3. حاج سليمان، أحمد - 2001: تحسين نسبتي الزيت و البروتين الحبية لعشيرة الذرة الصفراء G - 1-بإتباع طريقتي الانتخاب الأخوي الكامل وعرنوس / خط المعدلة- أطروحة - كلية الزراعة - جامعة حلب.
4. الحصري، يمامة (2011). تأثير موعد الزراعة والكثافة النباتية على إنتاجية أصناف وهجن الذرة الصفراء، رسالة ماجستير، جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية، 111 ص.
5. حمدان، فرحان (2023). إستجابة بعض الصفات المورفوفيزيولوجية والإنتاجية والنوعية لصنف الذرة الصفراء (Zea mays L). غوطة 82 للمسافة الغذائية والمعاملة بالأحماض الأمينية تحت ظروف الإجهاد المائي، رسالة دكتوراه، جامعة حمص، كلية الهندسة الزراعية، 198 ص.

6. البدري، علي خفيف لفتة (2019). تأثير الكثافة النباتية وموعد الزراعة في قوة وحيوية البذور والحاصل ومكوناته في الذرة الصفراء Zea mays L. ، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة المثنى.
7. الجميلي، إسماعيل أحمد سرحان (2016). تأثير مسافات الزراعة والتغذية الورقية بالحديد في صفات النمو والحاصل للذرة الصفراء تحت كثافات نباتية، مجلة العلوم الزراعية، مجلد 14، العدد (2): 214 - 225
8. السليمان، ريتا (2026). تأثير الرش بالبورون والحديد في بعض الصفات المورفوفيزيولوجية والإنتاجية لصنفين من فول الصويا تحت ظروف حمص، رسالة ماجستير، جامعة حمص، كلية الهندسة الزراعية. 133 ص
9. السليمان، ريتا؛ مهنا، احمد؛ عباس، فادي (2025). تأثير الرش بالبورون والحديد في بعض صفات النمو الخضري لصنفين من فول الصويا تحت ظروف منطقة حمص، المجلد 47، العدد 2
10. عماد، عبد الحميد (2009). استجابة بعض أصناف الذرة الصفراء لإضافة بعض العناصر الصغرى. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية - المجلد (25) - العدد (2) - الصفحات: 27-43.
11. صهيوني، فهد، 2003-2004. أساسيات فيزيولوجيا النبات (الجزء النظري) - مديرية الكتب والمطبوعات - جامعة البعث.

12. نمر، يوسف والحصري، يمامة (2015). تأثير الكثافة النباتية في بعض الصفات الإنتاجية والنوعية لصنف الذرة الصفراء غوطة 1، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 31 (2): 83-

.92

13. Adarsha, G. S. Veeresh, H. Narayana Rao, K. Ashok Kumar Gaddiand Basavanneppa, M. A. (2019). Effect of foliar application of micronutrient mixture on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). J. Farm Sci., 32(2): 162-166.
14. Ali S, Farooq MA, Yasmeen T, Hussain S, Arif MS, Abbas F, (2013). The influence of silicon on barley growth, photosynthesis, and ultra-structure under chromium stress. Ecotoxicology and Environmental Safety. 89:66-72.
15. Ali, A. A.; Mahgoub, G. M. A. and Awad, A. H. (1994). Response of with maize hybrid (S.C. 10) to nitrogen at different plant population density. J. Agric. Sci., Mansoura Univ., 19 (11):3597 - 3605.
16. Amanullah., Saleem, A., Iqbal, A and Fahad, S. (2016). Foliar phosphorus and zinc application improve growth and productivity of maize (*Zea mays* L.) under moisture stress condition in semi – arid climates. Journal of Microbial and Biochemical Technology. 8 (5): 433 – 439.
17. Bangarwa, A. S; Kairon, M. S. and Singh, S. P. (1993). Effect of plant density and level and proportion of nitrogen fertilization on growth and yield components of winter maize (*Zea mays* L.). Indian J. Agron. Sci., 58 (11): 854 - 856.

18. Bukvic, G.; Antonovic, M.; Rastija, M. (2003). effect of P. and ZN fertilization on biomass yield and its uptake by maize lines (Zea mays). Plant, soil and environment UZPI (Czech republic). V. 49 11 P. 505-510.
19. Chaudhary, D. G., Parmar, J. K., Chaudhary, S. R and Shinde, R. D. (2017). Influence of potassium, zinc and FYM on growth, yield, nutrient contents and uptake by forage maize (Zea mays L.) grown in loamy sand soil. International Journal of Chemical Studies. 5 (2): 39 – 42.
20. Dahmardeh, M. (2011). Effect of plant density and nitrogen rate on photosynthesis active radiation absorption and maize yield. Iran. American J. Pl. Phys., 6 (1): 44 – 49.
21. Edmeades, G. O., Bolanose, J., A. Elings, A., J. M. Ribaut, j. M & Banziger, M., 2000. The role and regulation of the anthesis-silking interval in maize. In: westgate, M. E., K. J. Boote (Eds.), physiology and modeling kernel set in maize. CSSA, Madison, WI. pp. 43-73.
22. El-Badawy, M. El. M and Mehasen, S. A. S. (2011). Multivariate analysis for yield and its components in maize under zinc and nitrogen fertilization levels. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5 (12): 3008 – 3015.
23. Farajzadeh Memari Tabrizi, E. M. Yarnia, M. B. Khorshidi and V. Ahmadzadeh (2009) Effects of micronutrients and their application method on yield, crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) of corn cv. Jeta. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7 (2): 6 1 1 - 6 1 5
24. FAO, 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

25. Gobeze, Y.L., G.M. Ceronio and Rensburg (2012). Effect of row spacing and plant density on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) under irrigation. *Journal of Agricultural science and technology*. B2: 263-271.
26. Hafeez BMKY, Khanif YM, Saleem M. (2013). Role of zinc in plant nutrition: A review. *American Journal of Experimental Agriculture*. 3(2):374-391.
27. Kabesh, M. O.; Behairy, T. G. (1988). effect of certain micro nutrients on Growth and yield of maize. (Egypt). *Annals of agricultural science, Ain shams univ. (Egypt)*. V. 33 2 p. 1045-1056.
28. Khan, H.Z., Abdullah, M. Amin, N. Akbar, M.F. Saleem, A. Iqbal. (2014).” Impact of zinc and manganese application to increase productivity of autumn planted maize (*Zea mays* L.) *Cercetări Agronomice in Moldova* 47 (4): 65-70.
29. Marngar, E and Dawson, J. (2017). Effect of bio – fertilizers, levels of nitrogen and zinc on growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.). *International Journal of current Microbiology and applied Sciences*. 6 (9): 3614 – 3622.
30. Marschner H. Marschner's c (2011). mineral nutrition of higher plants. Academic Press.
31. Meena, S. K., Mundra, S. L and Singh, P. (2013). Response of maize (*Zea mays* L.) to nitrogen and zinc fertilization. *Indian Journal of Agronomy*. 58 (1): 127 – 128.
32. Mohsin, A.U., Ahmad, H., Farooq, M. and Ullah, S., (2014), Influence of zinc application through seed treatment and foliar spray on growth,

- productivity and grain quality of hybrid maize. J. Animal Plant Sci., 24(5): 1494-1503.
33. Naidu, G. S and Venkateswarlu, B. (2006). Growth, yield and quality of fodder maize as affected by nitrogen, azotobacter and zinc. Journal of Indian Society of Coastal Agriculture Research. 24 (1): 156-158.
34. Nik, M. M., Bbaeian, A. Tavassoli and A. Ashgarzade (2011). Effect of plant density on yield and yield components of corn hybrides (*Zea mays* L.) Scientific research and Essays, 6(22): 4821-4825.
35. Nozulaidi M, NurInani M, Khairi M and Jahan S MD (2016) Production of Corn; Effects of Manganese Application on Plant Parameters, J Agri Res, 1(2): 000109.
36. Parasuraman, P., Prakash, R and Chandrasekaran, B. (2008). Response of hybrid maize (*Zea mays* L.) to soil and foliar application of nutrients. Madras Agricultural Journal. 95 (1-6): 202 – 204.
37. Potarzycki, J and Grzebisz, W. (2009). Effect of zinc foliar application on grain yield of maize (*Zea mays* L.) and its yield components. Plant Soil Environment. 55 (12): 519 – 527.
38. Potarzycki, J., (2011). Effect of magnesium or zinc supplementation at the background of nitrogen rate on nitrogen management by maize canopy cultivated in monoculture. Plant Soil Environment. 5 (7): 19-25.
39. Raihan, S(2000), Aplication of micro elements to increase the yield of maize and soy bean in gambut land. Boyor (idonesia).
40. Saleh, Heba S.; R.A. Dawood; I.A. El-Far and G.R. El-Nagar (2020) Impact of some Micro-Nutrients Foliar Application on Two Maize Hybrids Productivity, J. Agric. Sci., 51 (3) (14-26).

-
41. Singh, Jagdeep; Partap, Ram; Singh, Amritpal; Kumar, Naresh; Kirty (2021) Effect of Nitrogen and Zinc on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.). International Journal of Bio-Resource & Stress Management, Vol 12, Issue 3, p179.
42. Zamir, M. S. I., A. H. Ahmad, H. M. R. Javeed and t. latif (2011). Growth and yield behavior of two maize hybrides (*Zea mays* L.) towards deffirent plant spacing cercetary Agronomic in Moldova, 2(146): 33-40.

تأثير إضافة معدلات مختلفة من البولي أكريلاميد في الحد من فقد التربة باستخدام المطر المصطنع لترب مختلفة القوام

*عصام الخوري **عبد الله مثلج

*أستاذ مساعد في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص
**طالب دراسات عليا (دكتوراه)، قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة
حمص

الملخص

نفذ البحث في منطقة مصيف حيث معدل الامطار السنوية 1200 مم/سنة من خلال تنفيذ تجربة حقلية استخدم فيها البولي أكريلاميد (polyacrylamide -PAM) بأربع معدلات مختلفة (0 - 1.2 - 2.5 - 5) غ/م² على ترب مختلفة القوام (طيني - رملي طيني - سلتني لومي) بهدف دراسة تأثير إضافة (PAM) في الحد من فقد التربة مع ماء الانسيال السطحي، وتم التوصل للنتائج البية: حقق معدل الإضافة 1.2 غ/م² من البولي أكريلاميد أفضل النتائج في تخفيض فقد التربة بنسبة 21% مقارنة مع الشاهد وذلك في الترب السلتنية اللومية ومعدل الإضافة 2.5 غ/م² كان الأنسب للترب الطينية والرملية الطينية، من حيث تخفيض فقد التربة مع ماء الانسيال السطحي بنسبة 18 و 38 % على التوالي مقارنة مع الشاهد. لوحظ كفاءة التراكيز المرتفعة في خفض معدلات فقد التربة، بنسبة 39% خلال العاصفة المطرية الثانية (60) مم/سا.

الكلمات المفتاحية: البولي أكريلاميد - المطر المصطنع - فقد التربة

Effect of Different Polyacrylamide Application Rates on Reducing Soil Loss for Various Soil Textures Under Simulated Rainfall

Essam Al-Khoury*, Abdullah Methlej**

* Assistant Professor, Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agricultural Engineering, Homs University, Syria.

** Ph.D. Student, Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agricultural Engineering, Homs University, Syria.

Abstract

The research was conducted in the Masyaf region (annual rainfall: 1200 mm/year) through a field experiment utilizing polyacrylamide (PAM) at four different application rates (0, 1.2, 2.5, and 5 g/m²) across soils with distinct textures (clay, sandy clay and silty loam) to investigate the impact of PAM amendments on mitigating runoff-induced soil loss. The findings revealed the following results: The 1.2 g/m² PAM application rate achieved the highest efficiency in reducing soil loss by 21% compared to the control in the silty loam soils. Meanwhile, the 2.5 g/m² rate was found to be the most optimal for the clay and sandy clay soils, decreasing runoff-induced soil loss by 18% and 38%, respectively, compared to the control. Furthermore, high concentrations demonstrated significant efficiency in lowering soil loss rates by 39% during the second rainfall event (60 mm/h).

Keywords: Polyacrylamide (PAM), Simulated rainfall, Soil loss.

1- المقدمة

نتناول في هذا البحث مشكلة الانجراف المائي Water Erosion وهي ظاهرة معقدة جوهرها ماء وتربة لكل منهما خصائصه، ظاهرها بسيط ولكن تفسيرها معقد. وتحصل نتيجة الفعل المشتت لقطرات المطر على حبيبات التربة، ونقلها [1]

يوصف البولي أكريلاميد (polyacrylamide- PAM) بأنه مركب عضوي ذو وزن جزيئي مرتفع، يضم عدة مجموعات حسب الشحنة الأيونية وكثافتها، وتتكون الشحنة الأيونية نتيجة تبادل (NH₂) لمونومير أكريلاميد لتعطي شحنة كاتيونية أو أنيونية، يعد (PAM) من أفضل مواد التغطية التي لها دور فعال في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة. حيث درس [2] في منطقة المضائق الثلاثة في الصين تأثير الشدة المطرية ودرجة الانحدار ومعدل الإضافة من البوليمير على فقد التربة وبيئت التجارب ازدياد فقد التربة بارتفاع طاقة الانسيال السطحي، وإمكانية السيطرة على تدهور التربة بالحدود المقبولة باستخدام معدلات إضافة منخفضة من PAM عند 8 كغ/هكتار. كما أجرى [3] إحدى وعشرين حادثة مطرية لاختبار فعالية PAM حيث ارتفعت نسبة المجمعات الثابتة مائيا من 32.3% إلى 59.1% وزادت المسامية الكلية بنسبة من 11.3% إلى 49.0%، وزاد معدل الرش من 41.3% إلى 72.5%، وانخفضت كمية التربة المفقودة من 18.9% إلى 39.8% مقارنة بالشاهد. من ناحية أخرى استخدم [4] البولي أكريلاميد بمعدل 15 كغ/هكتار مع الجبس 2.5 طن /هكتار على ترب حامضية في مقاطعة أوكيناوا - اليابان وبتطبيق هطول مطري مصطنع بشدة 40 مم/سا تم تسجيل انخفاض في كمية التربة المفقودة في معاملة البوليمير حتى 50% مقارنة مع الاستخدام المفرد للجبس من ناحية أخرى توصل [5] إلى أن استخدام البولي أكريلاميد بمعدل (40 كغ/هكتار في حوض أبا جريما في حوض النيل الأزرق العلوي، شمال غرب إثيوبيا وبعد جمع بيانات الانسيال السطحي والرواسب على مدى 79 يوماً من ثمانية مواقع للجريان السطحي في مساكب (4 × 1.3) م أدى انخفاض معدل الانسيال السطحي الموسمي بنسبة وصلت حتى 39% وقللت فقد التربة بنسبة 53% بشكل عام تتعرض التربة الزراعية لفترات من الترتيب والتجفيف طوال موسم النمو ويُعتقد أن هذه الفترات من الترتيب والتجفيف تؤثر على بناء التربة وقد تؤثر على معدل فقد التربة. وقد بين [6]

تأثير إضافة معدلات مختلفة من البولي أكريلاميد في الحد من فقد التربة باستخدام المطر المصطنع لترب مختلفة القوام

تأثير دورات ترطيب وتجفيف تتراوح من 0 إلى 6 دورات على كثافة التربة الظاهرية ومقاومة انفصال التربة مع الجريان السطحي وأظهرت نتائج أن كثافة التربة الظاهرية زادت مع زيادة عدد دورات الترطيب والتجفيف وكانت معدلات انفصال التربة (التي تحدث بمجرد بدء الانسيال السطحي) مرتفعة لدورات الترطيب والتجفيف من الأولى حتى الثالثة، بينما انخفض معدل الانفصال الأولي بعد الدورة الثالثة.

2- أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير إضافة معدلات مختلفة من البولي أكريلاميد على كمية التربة المفقودة لترب مختلفة القوام عند استخدام شدة مطرية مصطنعة 60 مم/سا

3- مواد وطرائق البحث:

1-3 مواقع التجربة والتربة المدروسة

أُجريت التجارب الحقلية في ثلاثة مواقع ضمن الأراضي الزراعية التابعة لقرى (الكفير، ربعو، السويدية) في ريف مصياف. حُددت المواقع بدقة باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وثُبتت الإحداثيات لكل موقع في الشكل (1) وتتميز منطقة الدراسة بمناخ متوسطي، بمعدل هطل مطري سنوي يصل إلى 1200 ملم، مما يضيف عليها خصوصية بيئية وهيدرولوجية فريدة [7]



الشكل رقم (1) مواقع التجارب الحقلية

تباينت الترب المدروسة في خصائصها الفيزيائية والكيميائية الجدول (1) حيث تميزت التربة الطينية بمحتوى جيد من المادة العضوية عند 2.2%، بينما أظهرت النتائج انخفاض محتوى التربة السلتية اللومية من المادة العضوية 0.7% نتيجة لغياب التسميد العضوي وزراعة المحاصيل المجهدة (القمح) دون تطبيق دورة زراعية

الجدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للترب المدروسة

التربة	% الرمل	% السلت	الطين %	% المادة العضوية	Ca ²⁺ الذائب م.م / لتر
طينية	38	14	48	2.2	13.5
رملية طينية	48	15	37	1.35	9.2

تأثير إضافة معدلات مختلفة من البولي أكريلاميد في الحد من فقد التربة باستخدام المطر المصطنع لترىب مختلفة القوام

سلتية لومية	30	44	26	0.7	5.4
----------------	----	----	----	-----	-----

2-3 توصيف المواد المستخدمة

البوليمير: يعد (PAM) أحد مواد التغطية الفعالة لحفظ التربة، وهو ضمن البوليميرات ذات السلاسل الكربونية الحاوية على الازوت، ويعتبر آمن بيئياً وغير سام للمنظومة الحيوية في التربة والمياه الجوفية وفقاً للمواصفات والمعايير البيئية الصارمة المعمول بها في الاتحاد الأوروبي [8] كما يظهر في الجدول (2)

الطبيعة الفيزيائية	خطي ذائب بالماء
الشركة المصنعة	شركة SNF UK Ltd (انكلترا)
الوزن الجزيئي	مرتفع جداً 12 مليون غرام/ مول
كثافة الشحنة	30% (تضمن الذوبان)
درجة النقاء	المونومير الحر (< 0.05%)

الجدول (2) خصائص البولي أكريل أميد

3-3 تصميم التجربة والأحواض الحقلية

صُممت 36 وحدة تجريبية (أحواض) من الخشب المضغوط المكسو بمادة (PVC) بسمكة 8 مم، وبأبعاد (200 × 50 × 30) سم. غُرس الحوض في التربة بعمق 10 سم لمنع الجريان الجانبي،

وُجِّهَ بميزابية مائلة لتجميع مياه الجريان السطحي، تمت إضافة البوليمير بالرش السطحي بعد إذابته في حجم ثابت من الماء المقطر لضمان التجانس تضمنت المعاملات أربعة مستويات من (PAM) (1.2، 2.5، 5) غ/م² موزعة على ثلاثة أنواع من التربة (طيني، رملي طيني، سلتني لومي) مع ثلاث مكررات لكل معاملة ضمت التجارب 36 وحدة تجريبية.

4-3 جهاز المطر المصطنع ومبدأ العمل

صُمم جهاز المطر المصطنع محلياً بناءً على المواصفات المرجعية [9] لضمان سهولة النقل وتوفير شدات مطرية متجانسة الشكل (2) يتكون الجهاز من خزان، مضخة أنبوب رئيسي فوهة مطرية طراز HH-SS50WSQ 1/2، هيكل حامل، ومولدة كهربائية ويتم التحكم بالشدة المطرية (المثبتة عند 60 مم/سا بتجانس 85%) عبر ضبط ضغط الماء الواصل للفوهة، ويتم التحقق من تجانس الهطل باستخدام أنابيب قياس موزعة بشكل شبكي داخل الحوض. يوضح الجدول (3) الخصائص الهيدروليكية للهطل المطبق.

الجدول (3) خصائص الهطل المطري

الشدّة المطرية مم /سا	الطاقة الحركية جول / م ² /مم	قطر القطرات مم
60 مم / سا	27.39	2.59

تأثير إضافة معدلات مختلفة من البولي أكريلاميد في الحد من فقد التربة باستخدام المطر المصطنع لترب مختلفة القوام



الشكل (2) جهاز المطر المصطنع

3-5 مراحل تنفيذ التجربة

نُفذت التجربة وفق مرحلتين زمنيتين:

المرحلة الأولى: تعريض التربة المعاملة وغير المعاملة لشدة مطرية (60) مم/سا على انحدار 8%

المرحلة الثانية: تكرار الهطل بنفس الشدة بعد 72 ساعة من العاصفة الأولى (مع الحفاظ على ظروف الجفاف الهوائي) لقياس مدى ثبات استجابة التربة للمعاملة.

3-6 التحاليل المخبرية والدراسة الإحصائية

التحليل المخبرية: أخذت العينات من الطبقة السطحية للتربة (0-30) سم من ثلاثة مواقع حقلية مختلفة من كل حوض شكلت بمجملها عينة مركبة، ونخلت بمنخل قطر فتحاته (2 مم) لإجراء التحاليل المخبرية، وفق ما ورد [10] في مخابر كلية الهندسة الزراعة جامعة حمص - التحليل الميكانيكي بطريقة الهيدروميتر ثم تحديد القوام بمثلث القوام الأمريكي [11] - تقدير المادة العضوية بطريقة الهضم الرطب - تقدير الكالسيوم تم بالمعايرة بالفرسينات (N 0.01)

- التحليل الإحصائي: عولجت البيانات باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) لكل موقع على حدة، وفُورنت المتوسطات باستخدام اختبار دانكن (Duncan's Multiple Range Test) عند مستوى معنوية $(P \leq 0.05)$.

4-النتائج والمناقشة:

4-1 تأثير معاملات PAM في فقد التربة خلال العاصفة المطرية الأولى

4-1-1- التربة السلتية اللومية

أظهرت نتائج الجدول (4) أن معاملة (1.2) غ/م² PAM سجلت أفضل النتائج حيث انخفض فقد التربة بمقدار (21%) وبلغت كمية التربة المفقودة (670) غ/م² مقارنة مع الشاهد 850 غ/م² وهذا يتفق مع نتائج [12] الذي سجل انخفاض كمية التربة المفقودة حتى 38% عند استخدام معدلات إضافة منخفضة من PAM مقارنة مع الشاهد وكذلك نتائج [13] التي أظهرت أن استخدام معدلات منخفضة من البوليمر المشترك متعدد الأكريل أميد (PAM) يقلل من كمية التربة المفقودة بنسبة تراوحت بين 18.5% إلى 23% خلال العاصفة المطرية الأولى

لم تسجل فروق معنوية بين الشاهد (850) غ/م² ومعاملة إضافة البولي أكريل أميد (2.5) غ/م² التي سجلت (790) غ/م² حيث انخفض مقدار التربة المفقودة 7%، وهذه النتيجة متفقة مع ما توصل إليه [14] من ناحية أخرى سجلت معاملة إضافة البولي أكريل أميد (5) غ/م² قيمة أقل من التربة المفقودة

عند 750 غ/م² عن الشاهد. ولقد أثبتت دراسات [15] أن المعدلات العالية من الـ PAM تقلل من معدل الرش بنسبة تصل إلى 30% مع تسجيل انخفاض في كمية الرواسب المنقولة بالرغم من ازدياد كمية الماء المنسال. وهذا يرجع إلى اللزوجة العالية لسلاسل البوليمير الذي سببه التركيز المرتفع مما زاد من كمية الماء المنسال ولكنه قلل القدرة الجرفية لماء الانسيال، حيث سببت اللزوجة العالية تماسك لحبيبات التربة ضد قوى الفصل ويعرف بالتناقض الهيدروليكي للبوليمرات ذات التركيز المرتفع (Hydraulic Paradox of High-Rate PAM)

4-1-2- التربة الرملية الطينية

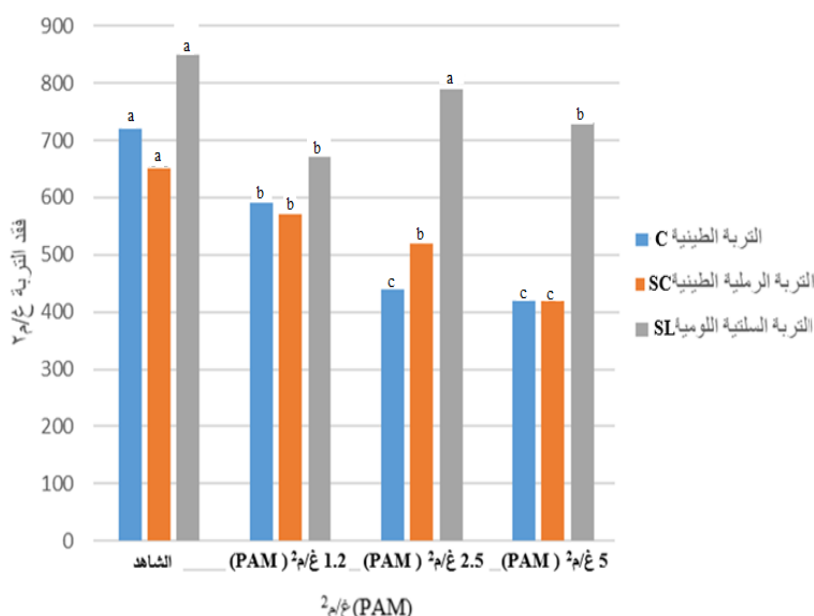
انخفضت كمية التربة المفقودة حتى (35%) في معاملة إضافة البولي أكريل أميد (5) غ/م² الجدول (4) والتي سجلت (420) غ/م² مقارنة مع (650) غ/م² للشاهد كما سجلت المعاملة (2.5) غ/م² PAM (520) غ/م² بانخفاض (20%) مقارنة بالشاهد كذلك سجلت المعاملة (1.2) غ/م² PAM 570 غ/م² بانخفاض 13% عن الشاهد الشكل (3).

وهذا موافق لما وجدته [5] لاحظ انخفاض كمية التربة المفقودة بنسب تتراوح بين (13% إلى 41%) مع الارتفاع التدريجي في معدلات الإضافة من البوليمير وربط هذا السلوك في التربة الرملية الطينية بطبيعة قوامها الخشن التي تحتاج إلى تراكيز أعلى من (5) غ/م² لتتمكن من ربط الحبيبات الرملية مع حبيبات الطين مكونة شبكة مجمعات ترابية ثابتة، من ناحية أخرى لا تكون التراكيز المنخفضة (1.2) غ/م² كافية لتغطية المساحة السطحية المعرضة لارتطام قطرات المطر.

4-1-3- التربة الطينية

بينت نتائج الجدول (4) وجود فروق معنوية للمعاملات المدروسة مقارنة مع الشاهد (720) غ/م² ويُعزى هذا السلوك بحسب [16] إلى الخصائص المميزة للتربة الطينية حيث تمتلك جزيئات الطين مساحة سطحية نوعية كبيرة وشحنات سالبة بكثافة عالية مما يتيح لمعدل (1.2) غ/م² PAM الارتباط السريع وتشكيل مجمعات ثابتة ومقاومة للماء. ومع زيادة التركيز إلى (2.5) غ/م² PAM تزداد فرصة تشابك السلاسل البوليميرية مع زيادة عدد المواقع الأيونية النشطة للطين عبر الجسور الكانيونية مما يعزز من استقرار البناء السطحي للتربة وحققت المعاملة (1.2) غ/م² PAM فقد للتربة عند (590) غ/م² بانخفاض قدره 18% عن الشاهد. كما تفوقت المعاملتين (2.5) غ/م² PAM و (5) غ/م²

PAM معنوياً على الشاهد حيث سجلنا (440) غ/م² و (420) غ/م² بانخفاض قدره (38% و 41%) على التوالي الشكل (3) وهذا موافق لما توصل اليه [17] الذين أكدوا أن الترب الطينية تظهر سلوكاً إحصائياً يُعرف بـ مستوى الثبات الاستقرائي (Effect Plateau) يتضح مع زيادة تركيز الـ PAM من مستويات متوسطة إلى مستويات عالية حيث لا تظهر نتائجها أي دلالة إحصائية في زيادة كفاءة خفض معدل فقد التربة.



الشكل (3) تأثير المعاملات من PAM في كمية التربة المفقودة /العاصفة المطرية الأولى/

تأثير إضافة معدلات مختلفة من البولي أكريلاميد في الحد من فقد التربة باستخدام المطر المصطنع لترىب مختلفة القوام

الجدول (4) تأثير المعاملات في كمية التربة المفقودة غ/م²

التربة	الشاهد	1.2 غ/م ² PAM	2.5 غ/م ² PAM	5 غ/م ² PAM
الطينية	24.5±720 ^a	19.8±590 ^b	16.2±440 ^c	15.5±420 ^c
الرمليّة الطينية	22.5±650 ^a	18.5±570 ^b	17.6±520 ^b	15.2±395 ^c
السلتية اللومية	28.5±850 ^a	22.1±670 ^b	26.4±790 ^a	24.0±730 ^b

* المتوسطات التي تحمل أحرافاً مختلفة داخل نفس الصف تختلف فيما بينها معنوياً عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$)

حسب اختبار دانكان متعدد المدى. والقيم بعد علامة ($\pm$) تمثل الخطأ القياسي للمتوسط (SE)

2-4- تأثير معاملات PAM في معدلات فقد التربة خلال العاصفة المطرية الثانية

1-2-4- التربة السلتية اللومية

يلاحظ من الجدول (5) أن معاملة الشاهد سجلت فقداً للتربة عند 700 غ/م² حيث انخفضت كمية التربة المفقودة لمعاملة الشاهد عن العاصفة المطرية الأولى، وهذا يتفق مع [18] الذين اختبروا تعريض التربة السلتية اللومية لعواصف مطرية متتالية وسجل انخفاض فقد التربة 16.2% عن العاصفة المطرية الأولى، وفسروا ذلك بأن العناصر الأكثر قابلية للانفصال قد فقدت مع ماء الانسيال في العاصفة المطرية الأولى وبقيت العناصر الأكثر مقاومة للانجراف كما أن الترطيب والتجفيف يسبب مقاومة أعلى لسطح التربة لعمليات الفصل والنقل.

كما انخفضت كمية التربة المفقودة لدى [19] في بعض المعاملات حتى 61% مع الحوادث المطرية وفسر ذلك بتشكيل قشرة سطحية صلبة، تشكل ما يمثل حاجز حماية فيزيائية تخفف تأثير اصطدام قطرات المطر، كما قللت انفصال جزيئات التربة وانتقالها مع حركة ماء الانسيال في المسكبة. وتتطابق

هذه النتيجة مع ما توصل إليه [20] إذ أدى تفتيت القشرة السطحية المتشكلة بفعل المطر الاصطناعي إلى تضاعف كمية الرواسب بأكثر من 19.28 ضعفاً مقارنة بحالة القشرة السليمة. ويعود هذا الارتفاع الحاد إلى أن أي تفكيك ميكانيكي لبنية القشرة يسهم في تحرير حبيبات السلت التي تفتقر بطبيعتها إلى الترابط، مما يتسبب في مضاعفة معدلات الانجراف. سجلت المعاملة (1.2) غ/م² PAM فقد للتربة عند 620 غ/م² بينما سجلت المعاملتان (2.5) غ/م² PAM و (5) غ/م² PAM فقد للتربة عند 600 غ/م² و 680 غ/م² على التوالي الشكل (4)، مع تسجيل اختلاف كبير، مقارنة مع 790 غ/م² للعاصفة المطرية الأولى للمعاملة (2.5) غ/م² PAM و 750 غ/م² ويعود هذا التحسن لزيادة قدرة المجموعات الوظيفية لسلاسل البوليمير في تشكيل بناء أكثر تماسكاً واستقراراً مع ازدياد ذوبانية PAM

وهذا يتفق مع [21] الذين لاحظوا ازدياد فعالية البولي اكريل اميد مع توفر الكمية الكافية من الهطل المطري مما يزيد من ذوبانيته وقدرته على ربط الحبيبات الترابية حيث تلعب مرحلة التجفيف دوراً إيجابياً فالبوليمير يستطيع الادمصاص بشكل مباشر على السطوح الغروية الموجبة مثل هيدروكسيدات الحديد والالمنيوم وفي مرحلة التجفيف، يتبخر الماء الموجود بين الجزيئات العضوية والسطوح المعدنية، مما يزيد من قوى الالتصاق والتماسك. سجلت المعاملة (5) غ/م² PAM فقد للتربة عند 680 غ/م² مقارنة مع 750 غ/م² للعاصفة المطرية الأولى للمعاملة ذاتها وأيضاً تتوافق النتائج مع المنحنى البياني لدراسة [22] الذين أكدوا أن التراكيز المرتفعة تعزز من الحماية الفيزيائية لسطح التربة ويزداد ثباتاً في الهطولات المتعاقبة بفضل لزوجة البوليميرات

تأثير إضافة معدلات مختلفة من البولوي أكريلاميد في الحد من فقد التربة باستخدام المطر المصطنع لترب مختلفة القوام

الجدول (5) تأثير المعاملات في كمية التربة المفقودة غ/م² في العاصفة المطرية الثانية

التربة	الشاهد	1.2 غ/م ² PAM	2.5 غ/م ² PAM	5 غ/م ² PAM
الطينية	22.5±657 ^a	25.2±715 ^a	14.8±390 ^b	14.2±380 ^b
الرملية الطينية	26.0±725 ^a	21.5±630 ^b	18.2±495 ^c	15.5±410 ^d
السلتية اللومية	24.2±700 ^a	21.0 ^c ±620 ^{bc}	19.5±600 ^b	23.8±680 ^a

المتوسطات التي تحمل أحرفاً مختلفة داخل نفس الصف تختلف فيما بينها معنوياً عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$) حسب اختبار دانكان متعدد المدى. والقيم بعد علامة ($\pm$) تمثل الخطأ القياسي للمتوسط (SE)

4-2-2- التربة الطينية

سجلت معاملة الشاهد الموضحة بالجدول (5) فقد للتربة عند (657) غ/م² للعاصفة المطرية الثانية بانخفاض قدره (7%) عن العاصفة المطرية الأولى وهذا يتفق مع نتائج [23] حيث ذكر بأن أثر دورات الترطيب والتجفيف للترب ناعمة القوام ذات البناء الثابت يظهر بعد تكرار طويل للدورات، حيث سجل انخفاض فقد التربة ب 20% بعد 6 دورات متناوبة لعملية الترطيب والتجفيف نتيجة تفكك المجمعات الترابية القليلة الثبات بفعل التمدد والتقلص. إن خصائص هذه التربة ومحتواها المرتفع من المادة العضوية والطين يجعل المجمعات المتشكلة أقل تأثراً بتتالي عمليات الترطيب والتجفيف الذي يؤدي لتفكك المجمعات الترابية الغير مستقرة وذكر [23] أن فقد التربة يبقى متقارباً، عند تطبيق عدد قليل من دورات الترطيب والتجفيف (حتى 3 دورات)

تفوقت المعاملتان (2.5) $\text{PAM}^2/\text{غ}$ و (5) $\text{PAM}^2/\text{غ}$ معنويًا على الشاهد والمعاملة (1.2) $\text{غ}/\text{م}^2$ PAM وسجلتا فقد للتربة عند 390 $\text{غ}/\text{م}^2$ و 380 $\text{غ}/\text{م}^2$ على التوالي الشكل (4) وبنسبة انخفاض في فقد التربة للمعاملتين عن العاصفة المطرية الأولى (11%، 9%) على التوالي وبانخفاض في فقد التربة مقارنة مع الشاهد حتى 42% للمعاملة (5) $\text{PAM}^2/\text{غ}$

وذلك موافق لما وجدته [8] بأن PAM يحافظ على خشونة سطح التربة (Soil Surface Roughness) خلال العاصفة المطرية حيث سجل انخفاض في كمية التربة المفقودة حتى 50%، لم تظهر فروق معنوية بين المعاملة (1.2) $\text{غ}/\text{م}^2$ PAM والشاهد وكانت كمية التربة المنجرفة، عند (715) $\text{غ}/\text{م}^2$ وسجلنا انخفاض هام في محافظة المعاملة (1.2) $\text{غ}/\text{م}^2$ PAM على مقاومة التربة للنقل بماء الانسيال خلال العاصفة المطرية الثانية حتى (13%) مقارنة مع العاصفة المطرية الأولى

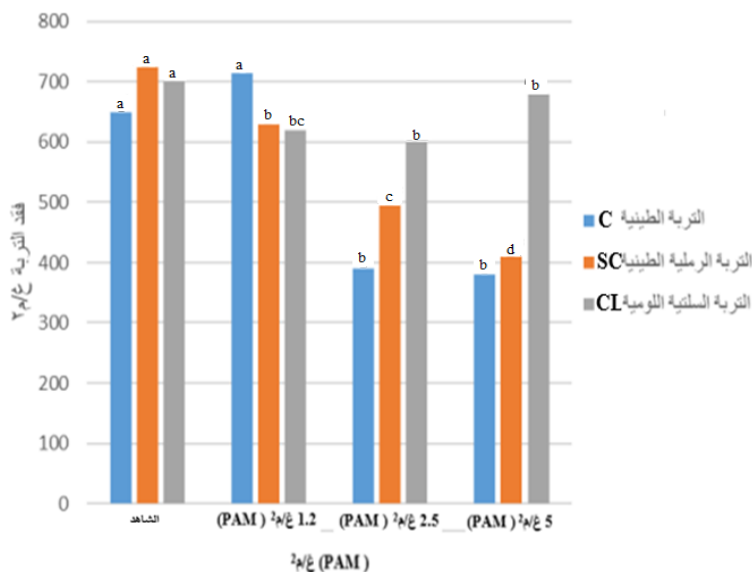
إن غياب الفروق المعنوية بين المعاملة (1.2) $\text{غ}/\text{م}^2$ PAM والشاهد في العاصفة الثانية يرجع إلى أن ظاهرة تقشر السطح في معاملة الشاهد أنتجت حماية ذاتية (Self-Protection Capacity) خفضت الفقد مما جعل كفاءة الحماية الميكانيكية لمعدل الإضافة المنخفض من البوليمر والشاهد يسببان قيم فقد متقاربة إحصائياً في العاصفة المطرية الثانية وهذا ما أكدته [24] في دراستهم لأثر التتابع المطري على الترب الطينية

4-2-3- التربة الرملية الطينية

سجلت معاملة الشاهد كما تبين النتائج في الجدول (5) فقد للتربة عند (725) $\text{غ}/\text{م}^2$ للعاصفة المطرية الثانية بارتفاع قدره 12% عن العاصفة المطرية الأولى وهذا مشابه لنتائج [25] حيث سجل زيادة في كمية التربة المفقودة بتناوب عمليتي الترتيب والتجفيف حتى 25% عن العاصفة المطرية الأولى، وفسر [2] تأثير دورات الترتيب والتجفيف بما يسببه الترتيب السريع للتربة الجافة من ضغط للهواء المحصور، ويتأثر حركة جزيئات الماء يحدث تطور غير منتظم للتشققات مما يسبب تفكك المجمعات الترابية ويزداد سمك طبقة الانتشار الأيونية حول الجزيئات الترابية وتصبح قوى الشد والقوة الطاردة داخل المجمعات الترابية في حالة عدم توازن بالإضافة إلى ذلك، ينتج عن التفاعل بين الجهد المائي وجزيئات التربة إجهاداً مؤثر يزداد بازدياد عدد دورات الترتيب والتجفيف مما يسبب تفكك المجمعات الترابية مما يؤدي لتبعثر وتفرق العناصر الناعمة كما تزداد حساسية التربة للنقل، ولكنه ذكر بأن منحي

كمية التربة المفقودة يأخذ مسارا أقل شدة مع ازدياد دورات الترطيب والتجفيف تفوقت جميع المعاملات على الشاهد

سجلت المعاملة (5) $\text{PAM}^2/\text{م}^2$ أفضل النتائج (410) $\text{غ}/\text{م}^2$ بانخفاض في كمية التربة المفقودة مقارنة مع الشاهد حتى 44% الشكل (4) ولم نلاحظ تغير في محافظة المعاملة (5) $\text{PAM}^2/\text{م}^2$ على استقرار البناء وثباته بين العاصفتين المطريتين سجلت المعاملتان (1.2) $\text{PAM}^2/\text{م}^2$ و (2.5) $\text{PAM}^2/\text{م}^2$ فقد للتربة عند 630 $\text{غ}/\text{م}^2$ و 380 $\text{غ}/\text{م}^2$ على التوالي ونسبة انخفاض في فقد التربة للمعاملتين عن العاصفة المطرية الأولى (10%، 5%) على التوالي. تتوافق هذه النتائج مع نتائج عدد من الباحثين، بأن تناوب الترطيب والتجفيف يزيد التماس ويقلل المسافة بين سلاسل البولي أكريلاميد حبيبات التربة مما يزيد من نسبة المجمعات الترابية المقاومة للتفكك والنقل بطاقة ماء الانسيال السطحي ومنهم [26] حيث أثبتوا أن تناوب عمليتي الترطيب والتجفيف (Wetting-Drying Cycles) يلعب دوراً في تقليص المسافات البينية (Intermolecular Distance) بين سلاسل البولي أكريلاميد (PAM) وحبيبات التربة السطحية. وأن دورة التجفيف تؤدي إلى انكماش السلاسل الهيدروليكية للبوليمر مما يدفعها للادمصاص الشديد (Irreversible Adsorption) على السطوح الغروية للحبيبات، مما رفع من نسبة المجمعات الترابية المستقرة والمقاومة للماء ((Water-Stable Aggregates حتى (30%) مقارنة بدورة الترطيب الأولى



5- الاستنتاجات: بعد تحليل النتائج توصلنا إلى ما يلي

- 1- ارتبطت فعالية PAM في خفض معدلات فقد التربة، بقوام التربة المدروسة
- 2- حقق معدل الإضافة 12 غ/م² من البولي اكريل أفضل النتائج في تخفيض فقد التربة بنسبة (21) % مقارنة مع الشاهد الترب السلتنية اللومية كان معدل الإضافة 25 غ/م² هو الأنسب للترب الطينية والرملية الطينية عند الاخذ بعين الاعتبار تكلفة مواد الرش.
- 3- تؤثر اللزوجة العالية لسلاسل البوليمير عند استخدام التراكيز المرتفعة، في تقليل للقدرة الجرفية لماء الانسيال، حيث تزيد اللزوجة العالية من تماسك حبيبات التربة ضد قوى الفصل، ولكنها تتكدس في المسام الكبيرة مخفضة من معدل الرش.
- 4- ارتفاع فعالية التراكيز المرتفعة خاصة 5 غ/م² في خفض معدلات فقد التربة خلال العاصفة المطرية الثانية (60) مم/سا .

6- المقترحات

- 1 - نوصي بتبني معدل رش منخفض لا يتجاوز 1.2 غ/م² عند التعامل مع الترب اللومية السلتنية لحمايتها من الانجراف بأقل تكلفة اقتصادية، بينما يفضل رفع المعدل إلى 2.5 غ/م² في الترب الطينية والرملية الطينية
- 2- نقترح إجراء بحوث مستقبلية لدراسة دمج البولي أكريل اميد (PAM) مع محسنات أخرى مثل الجبس لتقييم مدى قدرتها على الحد من مشكلة انسداد المسام الكبيرة وتحسين معدلات الرش تحت التراكيز المرتفعة.

7- المراجع العلمية

- 1- Serio, M. A., Carollo, F. G., & Ferro, V. (2019). A method for evaluating rainfall kinetic power by a laser-optical disdrometer. *Journal of Hydrology*, 579, Article 124174. <https://doi.org>
- 2- Zhang, J., Shen, R., & Wang, L. (2023). Estimating sheet erosion on purple soil hillslope treated with polyacrylamide (PAM) in the Three Gorges Reservoir area. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 49, Article 101490. <https://doi.org>
- 3- Chen, Y., Zhang, F., & Wang, J. (2016). Effects of polyacrylamide on soil erosion and nutrient losses from substrate material in steep rocky slope stabilization projects. *Science of The Total Environment*, 554–555, 26–33. <https://doi.org>
- 4- Nishimura, T., Yohanness, S., & Yamamoto, S. (2025). Effect of gypsum and polyacrylamide application on infiltration and erodibility of an acid Japanese soil. *Soil Science and Plant Nutrition*, 51(3), 395–401. <https://doi.org>
- 5- Kebede, G., Lovita, A., & Friska, M. (2022). Effect of polyacrylamide integrated with other soil amendments on runoff and soil loss under simulated rainfall. *International Journal of Soil and Water Conservation Research*, 10(3), 425–434. <https://doi.org>
- 6- Wang, J., Watts, D. B., Meng, Q., Ma, F., Zhang, Q., Zhang, P., & Way, T. R. (2022). Influence of soil wetting and drying cycles on soil detachment. *AgriEngineering*, 4(2), 533–543. <https://doi.org/10.3390/agriengineering4020036>
- 7- Auda, M., & Szilvacsku, Z. (2024). Adapting to uncertainty: Agricultural practices and policies in the Al-Ghab Plain, Syria. *4D Journal of Landscape Architecture and Garden Art*, (74), 54–63. <https://doi.org>
- 8- Zhao, Y., Zhang, L., & Liu, X. (2026). Influence of high molecular weight anionic polyacrylamide on structural aggregation and surface

- kinetics of particles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 704(2), 135–148. <https://doi.org>
- 9- Hudson, N. (1971). *Soil conservation*. Cornell University.
- 10- الصديق، عبد الله. (2011). كيمياء التربة وتحليلها المخبري. منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة الزراعية
- 11- الجردى، أحمد. (1992). فيزياء الأراضي - الجزء العملي. منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة الزراعية
- 12- Parhizkar, M., Sadeghi, S. H., & Jafarpour, A. (2023). Short-term effects of polyacrylamide application on soil hydrology and rill erosion processes under simulated rainfall. *Soil and Tillage Research*, 229, Article 105650. <https://doi.org>.
- 13- Lee, S. S., Kim, Y., & Owens, P. R. (2021). The effect of low-rate polyacrylamide (PAM) applications on infiltration, runoff and soil losses under simulated rainfall conditions. *International Journal of Sediment Research*, 36(4), 512–522. <https://doi.org>.
- 14- Lu, J., Wu, L., & Newman, J. (2002). Effects of polyacrylamide application on soil erosion and nutrient losses under simulated rainfall. *Journal of Soil and Water Conservation*, 57(4), 220–226.
- 15- Inwood, S. E., Faucette, L. B., & Jennings, J. A. (2012). Effectiveness of polyacrylamide (PAM) in improving runoff water quality: High-rate versus low-rate applications under simulated rainfall conditions. *Journal of Environmental Quality*, 41(6), 1845–1853. <https://doi.org>
- 16- Mamedov, A. I., Tsunekawa, A., & Levy, G. J. (2021). Polyacrylamide (PAM) effects on infiltration, runoff, and soil loss in clayey soils: Dose-response relationships under simulated rainfall. *Soil Research*, 59(4), 385–395. <https://doi.org>
- 17- Mamedov, A. I., Levy, G. J., & Tsunekawa, A. (2022). Dose-response relationships of polyacrylamide application on structural stability, infiltration, and erosion of clayey soils under simulated rain. *Soil Security*, 6, Article 100032. <https://doi.org>
- 18- Abrol, V., Ben-Hur, M., Verheijen, F. G., Keizer, J. J., & Mamedov, A. I. (2020). Effectiveness of polyacrylamide in reducing runoff and soil loss under consecutive rainstorms separated by drying periods. *Sustainability*, 12(4), Article 1597. <https://doi.org>.

- 19- Liu, Y., & Jiang, R. (2022). Response of sheet erosion to the characteristics of physical soil crusts and sediment transport under consecutive simulated rainfall events. *Frontiers in Environmental Science*, 10, Article 905045. <https://doi.org>.
- 20- Ma, X., Li, Y., & Zhang, J. (2022). Quantitative assessment of physical soil crust integrity and sediment yield dynamics under simulated rainfall events. *Catena*, 211, Article 105991. <https://doi.org>.
- 21- Roshidi, S., Husen, A., & Ismail, M. A. (2018). Adsorption mechanisms and performance of anionic polyacrylamide on silty loam soil stability under consecutive rainfall simulator events. *International Journal of Environmental Research*, 12(3), 341–351. <https://doi.org>.
- 22- Yang, Y., Jiang, J., & Wang, L. (2026). Effect of polyacrylamide concentration on runoff redistribution and sediment transport characteristics under consecutive simulated rainfall events. *Scientific Reports*, 16(1), Article 4480. <https://doi.org>.
- 23- Smith, J. A., Wells, R. R., & Rigby, J. R. (2022). Influence of soil wetting and drying cycles on soil detachment and aggregate stability. *AgriEngineering*, 4(2), 533–543. <https://doi.org/10.3390/agriengineering4020036>.
- 24- Cui, L., Zhang, T., & Liu, X. (2025). Micro-mechanisms of physical soil crusting and its contribution to erosion mitigation under consecutive simulated rainstorms. *Geoderma*, 452, Article 116840. <https://doi.org>.
- 25- Zhang, Q., Liu, X., & Peth, S. (2020). Effects of consecutive wetting and drying cycles on aggregate stability and soil detachment capacity of texturally differentiated soils under simulated rainfall. *Catena*, 194, Article 104724. <https://doi.org>.
- 26- Li, X., Wang, Z., & Zhang, Y. (2025). Mechanisms of polyacrylamide conformational changes during drying-wetting cycles and their effects on soil aggregate stability and sediment transport resistance. *International Soil and Water Conservation Research*, 13(2), 245–255. <https://doi.org>

دراسة معامل الارتباط و المرور بين بعض الصفات والغلة الحبية في هجينين

من القمح القاسي *Triticum durum* Desf.

¹ م. احمد سلمان ² أ.د. فيصل بكور ³ د. سامي عثمان

1. طالب دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، حمص، سورية.
2. أستاذ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، حمص، سورية.
3. باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، القامشلي، سورية.

الملخص:

أُجريت هذه الدراسة بالتعاون بين كلية الهندسة الزراعية في جامعة حمص والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR) في القامشلي خلال المواسم الزراعية 2021-2022 و 2022-2023 و 2023-2024، بهدف تحديد الصفات المرتبطة بالغلة الحبية وتقدير تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة في هجينين من القمح القاسي (*Triticum durum* Desf.) نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات، باستخدام هجينين هما : دوما 1 × شام 1 ، وشام 1 × شام 5 ، الناتجين عن التهجين نصف التبادلي، دُرست معاملات الارتباط المظهري بين الغلة الحبية وعدد من الصفات الفينومورفولوجية والإنتاجية، كما أُجري تحليل معامل المرور لتحديد الصفات الأكثر إسهاماً في الغلة الحبية. أظهرت النتائج في الهجين الأول وجود ارتباطات موجبة ومعنوية بين الغلة الحبية وكل من وزن الألف حبة والغلة الحيوية ودليل الحصاد، وارتباطاً سالباً معنوية مع نسبة البروتين. بينما ارتبطت الغلة الحبية في الهجين الثاني ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع عدد الحبوب في السنبلة وارتفاع النبات والغلة الحيوية ودليل الحصاد وطول حامل السنبلة، وأوضح تحليل معامل المرور أن دليل الحصاد والغلة الحيوية ووزن الألف حبة كانت أكثر الصفات إسهاماً في الغلة الحبية في الهجين الأول، في حين كانت الغلة الحيوية وعدد الحبوب في السنبلة الأكثر إسهاماً في الهجين الثاني، وتشير النتائج إلى إمكانية الاستفادة من هذه الصفات كمعايير انتخابية في برامج تحسين الغلة الحبية للقمح القاسي.

الكلمات المفتاحية: القمح القاسي، معامل المرور، الارتباط، الغلة الحبية.

Study of the Correlation and Path Coefficient Between Some Traits and Grain Yield in Two Durum Wheat Hybrids (*Triticum durum* Desf.)

1 Ahmad salman 2 Dr. Faisal Bakor 3 Dr. sami Osman

- 1. PhD Student, Department Of Field Crops, Faculty Of Agriculture, Homs University, Homs, Syria.**
- 2. Prof ,Department Of Field Crops ,Faculty Of Agriculture , Homs University, Homs, Syria.**
- 3. Researcher in General Commission for Scientific Agricultural Research Center, AL-Qamishli, Syria.**

Abstract

This study was conducted in collaboration between the Faculty of Agricultural Engineering at Homs University and the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR) in Al-Qamishli during the agricultural seasons 2021/2022, 2022/2023, 2023/2024. The study aimed to identify the traits associated with grain yield and estimate their direct and indirect effects in two durum wheat hybrids (*Triticum durum* Desf.). The experiment was conducted using a randomized complete block design with three replications, using two hybrids: Duma 1 × Sham 1 and Sham 1 × Sham 5, derived from half-diallel crosses. Phenotypic correlation coefficients between grain yield and a number of phenomorphological and yield-related traits were estimated, and path coefficient analysis was performed to identify the traits contributing most to grain yield. The results showed that, in the first hybrid, grain yield was positively and significantly correlated with thousand-kernel weight, biological yield, and harvest index, and negatively and significantly correlated with protein content. In the second hybrid, grain yield was positively and significantly correlated with the number of grains per spike, plant height,

biological yield, harvest index, and spike-bearing stem length. Path coefficient analysis indicated that harvest index, biological yield, and thousand-kernel weight were the traits contributing most to grain yield in the first hybrid, whereas biological yield and number of grains per spike were the most important contributors in the second hybrid. These results indicate the potential use of these traits as selection criteria in breeding programs aimed at improving grain yield in durum wheat.

Keywords: durum wheat, grain yield, correlation coefficients, path coefficient analysis.

المقدمة Introduction:

يعد القمح في طليعة المحاصيل الغذائية الاستراتيجية التي تشكل المصدر الغذائي لسكان العالم، ويتصدر قائمة المحاصيل الحبية من حيث المساحة والإنتاج بعد الذرة الصفراء، إذ بلغت المساحة المزروعة بالقمح على مستوى العالم 220 مليون هكتار عام 2023 ، أنتجت 799 مليون طن بإنتاجية 3.6 طن/هكتار [9] ، أما في الوطن العربي فتقدر المساحة المزروعة بالقمح بنحو 10 ملايين هكتار تنتج 25 مليون طن سنوياً بإنتاجية قدرها 2.5 طن/هكتار ، وتبلغ مستورداته السنوية من القمح 40 مليون طن قيمتها 16 مليار دولار [1] ، وتعد الدول العربية أكبر مستورد للقمح في العالم، فهي تستورد 20% من حجم التجارة السنوية العالمية بالقمح البالغة 200 مليون طن [9]، وتزداد أهمية القمح عاماً بعد آخر في ضوء الزيادات السكانية العالية في الدول العربية والعالم، والنزاعات والحروب، بالإضافة إلى التغيرات المناخية والجفاف والموجات الحرارية التي وصلت إلى 40 م في مراحل امتلاء ونضج الحبوب في السنوات الأخيرة في العديد من الدول الكبرى المنتجة للقمح التي تتميز عادةً بالمناخ المعتدل. وبلغت المساحة المزروعة بالقمح في سورية عام 2023 حوالي 1.33 مليون هكتار، بإنتاج إجمالي قدره 3.080 مليون طن بمتوسط إنتاجية بلغ 2.3 كغ/هـ [2].

ينتمي محصول القمح Wheat إلى العائلة النجيلية Poaceae والقبيلة Maydeae هو من النباتات الحولية التي تتبع الجنس *Triticum*، ويقدر أن هناك أكثر من 1200 صنفاً من القمح مزروعاً في العالم، ينتمي معظمها إلى النوعين *T.aestivum* ، *T.durum*، وتقسم هذه الأنواع وفقاً للعدد الصبغي إلى أربع مجموعات:

- القمح الثنائي Diploid ($2n=14$)
- القمح الرباعي Tetraploids ($2n=28$)، ومثال عليه القمح القاسي (*T.durum*).
- القمح السداسي Hexaploids ($2n=42$)، ومثال عليه القمح الطري (*T.aestivum*).

نشأت هذه المجموعات الثلاث طبيعياً دون تدخل الإنسان.

- القمح الثماني (Octoploid) ($2n=56$)، نشأت صناعياً بواسطة الإنسان [20].

تعد دراسة العلاقات الارتباطية بين الصفات الاقتصادية نقطة بالغة الأهمية عند اختيار الآباء لإدخالها في برنامج التهجين، حيث تنتقى الآباء على أساس العلاقات الارتباطية الإيجابية بين الصفات الهامة، بحيث يزداد النقاء الصفات المرغوبة من كلا الأبوين في الأجيال اللاحقة [18].

يشير معامل الارتباط المظهري إلى الارتباط بين صفتين أو أكثر، كما يحدد مكونات الصفات، وأسلوب الانتخاب الذي يمكن أن يُعتمد بهدف التحسين الوراثي لصفة الإنتاجية التي تعد أكثر الصفات الاقتصادية أهمية، وتدل معنوية قيم الارتباط المظهري على إمكانية التحسين لهذه الصفات، وخاصة إذا ترافقت مع قيم عالية للتباين المورثي التراكمي، حيث تعد دراسة علاقات الارتباط المظهري Phenotypic correlation عاملاً هاماً لتحديد أفضل الارتباطات الإيجابية بين الصفات كخطوة لتحسين إحداها عن طريق الانتخاب للصفة الأخرى، ومن هنا تبرز أهمية وضع برنامج تربوي مناسب وأكثر كفاءة لانتخاب الصفات الكمية [6].

ويعرف معامل الارتباط Correlation Coefficient بأنه يدل على أن أي زيادة أو نقص في إحدى الظاهرتين يؤثر سلباً أو إيجاباً في الظاهرة الأخرى [3].

أوجد [19] المفهوم الأساسي لمعامل المرور واستعمل هذا المؤشر لأول مرة في انتخاب النبات من قبل [8] ، وهو يقيس المساهمة المباشرة وغير المباشرة للصفات المثقلة في الصفة التابعة (غير المثقلة) لذلك فإن الفهم الجيد للعوامل التي تحدد الإنتاجية، وكذلك تحديد وربط الصفات الشكلية والفيزيولوجية والفيزيولوجية بالإنتاج من الناحية الوراثية كل ذلك يؤدي إلى تسريع الانتخاب في المراحل الأولى من التربية اعتماداً على هذه الصفات [15].

أظهرت النتائج التي حصل عليها [7] ، وجود تباينات معنوية عالية ما بين الصفات المدروسة لخمسين نمطاً وراثياً من القمح، وكشف معامل الارتباط البسيط عن وجود ارتباط موجب معنوي مرتفع ما بين الغلة الحبية والغلة الحيوية ودليل الحصاد، وكل من ارتفاع النبات ووزن الألف حبة (عند مستوى معنوية

1%)، كما وجدت علاقة ارتباط موجبة معنوية (عند مستوى معنوية 5%) ما بين عدد الحبوب/السنبلة والغلة الحبية، كما إن تحليل معامل المرور أظهر وجود تأثير موجب مرتفع مباشر ما بين الغلة الحبية ودليل الحصاد من جهة والغلة الحبية من جهة أخرى.

وجد [16] ، أن لارتفاع النبات تأثير إيجابي ومباشر في الغلة الحبية 7.599، بينما كان هناك تأثير غير مباشر لكل من صفات: مساحة ورقة العلم 4.167، عدد الإشطاعات في النبات 2.383، وطول السنبلة 2.399، وكان التأثير سلبياً في عدد حبوب السنبلة 5.893-، وكان لكل من صفتي: عدد السنبيلات في السنبلة 17.524، ووزن الألف حبة 4.236- تأثيرات غير مباشرة وسالبة.

بين [5] ، في دراسته على هجن من القمح القاسي علاقة ارتباط إيجابية عالية المعنوية بين الغلة الحبية في النبات وصفات (عدد السنابل في النبات، ودليل الحصاد، والغلة الحبية، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة)، كما أن نتائج تحليل معامل المرور أوضحت أن صفات (عدد السنابل في النبات، ودليل الحصاد، والغلة الحبية، ووزن الألف حبة) كانت أكثر الصفات مساهمة في الغلة الحبية/النبات.

توصل [4] ، في دراسته على أربعة هجن من القمح الطري أن صفة الغلة الحبية في النبات ارتبطت إيجابياً ومعنوياً بصفات ارتفاع النبات، وعدد السنابل في النبات، وعدد الحبوب في السنبلة، وعدد الحبوب في النبات، ووزن الألف حبة في الهجن الأربعة المدروسة، كما ارتبطت سلبياً ومعنوياً بصفة عدد الأيام حتى الإنبال في الهجينين الثالث والرابع، وسلبياً غير معنوي في الهجينين الأول والثاني، وبينت نتائج تحليل معامل المسار أن صفات عدد السنابل في النبات، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة هي أكثر الصفات مساهمة في الغلة الحبية في النبات.

أشارت دراسة [13] ، التي أجريت على 28 طرازاً وراثياً من القمح الطري، إلى وجود ارتباط إيجابي قوي ومعنوي بين محصول الحبوب للنبات الواحد وكل من المحصول البيولوجي ($r = 0.756$) ، وعدد الإشطاعات المثمرة ($r = 0.728$ إلى 0.801)، وعدد الحبوب في السنبلة ($r = 0.672$ إلى 0.728) عبر مختلف مواعيد الزراعة، وأوضح الباحثون من خلال تحليل معامل المسار أن هذه الصفات لم

ترتبط بالمحصول فحسب، بل كانت المساهم المباشر الأكبر في تحديده، حيث سجلت الإشطاءات المثمرة وعدد الحبوب في السنبلة أعلى تأثيرات مباشرة موجبة على الغلة تحت ظروف الإجهاد الحراري الناتج عن الزراعة المتأخرة.

أهداف البحث:

- 1- تحديد طبيعة الارتباط بين الغلة الحبية والصفات المدروسة.
- 2- تحديد التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات المرتبطة بالغلة الحبية.
- 3- تحديد الصفات الأكثر مساهمة في الغلة الحبية.

مواد وطرائق البحث:

مواصفات الأصناف المدروسة:

شام 1: صنف من القمح القاسي، كثير الإشطاء، مقاوم للرقاد، اعتمد للزراعة المروية والبعلية في منطقة الاستقرار الأولى، يمتاز بالإنتاجية العالية والأقلمة الواسعة في البيئات السورية المختلفة. يظهر هذا الصنف مقاومة لمرض الصدأ الأصفر، وقابليته للإصابة بمرض الفحم المغطى لذا ينصح بتعقيم البذار قبل الزراعة، كما تمتاز حبوبه بالبلورية الجيدة.

شام 5: صنف من القمح القاسي مقاوم للجفاف، اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية (250-350 ملم)، في محافظات (درعا- حماة- ادلب- حلب)، يمتاز بأقلمته الواسعة وبطول ساقه لذلك يتأثر بالرقاد في السنوات المطيرة، كما يمتاز بتحملة الجيد للصقيع.

دوما 1: صنف من القمح القاسي، اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات (حمص- طرطوس- الغاب- ادلب- الحسكة)، وفي منطقة الاستقرار الثانية في محافظات (حماء- ادلب- الرقة- الحسكة).

يمتاز بتحمل الجفاف والأقلية الواسعة في البيئات السورية، ويتحمل الرقاد، وهو مقاوم إلى متوسط المقاومة لمرض الصدأ الأصفر والأسود تمتاز حبوبه بصفات تكنولوجية جيدة.

طريقة الزراعة **Planting method**:

الموسم الزراعي الأول العام 2021-2022:

زراعة الآباء للتهجين : زرعت الآباء (دوما 1، شام 1، شام 5) في خمس مواعيد بفاصل (15) يوماً بين الموعد والآخر، من أجل الحصول على كميات كافية من بذار الهجين المستنبط من بحث الماجستير، وذلك بزراعة كل أب يدوياً في ثلاثة سطور بطول 3 م وبمسافة 25 سم بين السطور و 15 سم بين النباتات في السطر الواحد وبكثافة 275 حبة/ م² وترك سطين فارغين بين كل أبوين، تم في الموعد المناسب (خروج ثلثي السنبل من غمد الورقة و قبل نضج المآبر) خصي عشرة سنابل من كل أم ولكل تهجين وتغطيتها بأكياس ورقية، وتلقيح السنابل المخصية بالأب المحدد في الموعد المناسب، وتم اجراء التهجين بطريقة التهجين نصف التبادلي، وتسجيل على بطاقات التهجين (اسم الأم، اسم الأب، تاريخ الخصي، تاريخ التهجين).

الموسم الزراعي الثاني العام 2022-2023:

تم زراعة الهجينين دوما 1 × شام 1، وشام 1 × شام 5، وآبائها بثلاثة مواعيد، بفاصل اسبوعين بين الموعد والآخر، بهدف ضمان اكتمال دائرة التهجينات للحصول على كميات كافية من بذار الجيل الأول وبذار كل من الهجينين الرجعيين إضافة إلى بذار الآباء وبذار الجيل الثاني ليتم الحصول على بذار العشائر الست للهجين الفردي (BC₁-P₂، BC₂-P₁، F₂، F₁، P₂، P₁).

الموسم الزراعي الثالث العام 2023-2024:

تم زراعة العشائر النباتية الست للهجينين (BC₁-P₂، BC₂-P₁، F₂، F₁، P₂، P₁) وذلك باستخدام تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (R.C.B.D.) في ثلاثة مكررات، حيث تم في كل مكرر زراعة العشائر الست لكل هجين، وبمعدل أربعة أسطر لكل من عشيرة الأبوين P₁ و P₂ وعشيرة الجيل الأول وثلاثة عشر سطرًا لعشيرة الجيل الثاني F₂ وتسعة سطور لعشيرة الأب الرجعي الأول BC₁ وعشيرة الأب الرجعي الثاني BC₂، حيث تمت الزراعة على سطور بطول 3 متر، المسافة بين السطر والآخر 25 سم، والمسافة بين النباتات على السطر الواحد 15 سم.

مخطط 1. تصميم التجربة في الحقل في الموسم الثالث.

دوما 1 × شام 1					
خط 4 P ₁	خط 4 P ₂	خط 4 F ₁	خط 13 F ₂	خط 9 BC ₁	خط 9 BC ₂
شام 1 × شام 5					
خط 4 P ₁	خط 4 P ₂	خط 4 F ₁	خط 13 F ₂	خط 9 BC ₁	خط 9 BC ₂
دوما 1 × شام 1					
خط 4 P ₁	خط 4 P ₂	خط 4 F ₁	خط 13 F ₂	خط 9 BC ₁	خط 9 BC ₂
شام 1 × شام 5					
خط 4 P ₁	خط 4 P ₂	خط 4 F ₁	خط 13 F ₂	خط 9 BC ₁	خط 9 BC ₂
دوما 1 × شام 1					
خط 4 P ₁	خط 4 P ₂	خط 4 F ₁	خط 13 F ₂	خط 9 BC ₁	خط 9 BC ₂

شام 1 × شام 5					
P1	خط 4	P2	خط 4	F1	خط 4
				F2	خط 13
				BC1	خط 9
				BC2	خط 9

جدول (1) : كميات الامطار ودرجات الحرارة في موسم 2023 - 2024

الاشهر	كميات الامطار (مم)	متوسط درجة حرارة عظمى (°م)	متوسط درجة حرارة صغرى (°م)
تشرين الثاني	22	17.63	9.57
كانون الاول	44	12.19	5.06
كانون الثاني	40	7.68	3.58
شباط	56	11.93	4.17
اذار	50	17.19	7.06
نيسان	37	27.37	13.17
ايار	48	30.81	15.52
المجموع	297	17.82	8.30

الصفات المدروسة:

- الصفات الكمية

1- عدد الأيام حتى الإنبال (DH) Days to Heading :

وهو عدد الأيام من الزراعة وحتى الإنبال، ويسجل تاريخ الإنبال عند ظهور نصف السنبل في 50 % من نباتات القطعة التجريبية.

2- ارتفاع النبات (سم) (PH) Plant Height :

متوسط ارتفاع النبات في مرحلة النضج التام، وذلك ابتداءً من سطح التربة وحتى نهاية السنبلة الرئيسية لعشرة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية، ولا يدخل ارتفاع السفا في هذا القياس.

3- طول حامل السنبلة (سم) (SP) spike peduncle:

يقاس ابتداءً من العقدة الأخيرة للساق وحتى قاعدة السنبلة بحيث حسب متوسط طول حامل السنبلة لـ 10 سنابل مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

4- عدد السنابل في النبات (SPP) Spikes Per Plant:

متوسط عدد السنابل لـ (10) نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

5- عدد الحبوب في السنبلة الرئيسية (GPS) Grains Per Spike:

متوسط عدد الحبوب لـ (10) سنابل مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

6- وزن الـ 1000 حبة (غ) (TKW) Thousand Kernel Weight:

متوسط ثلاث قراءات لوزن 1000 حبة من كل قطعة تجريبية باستخدام الميزان الحساس

7- الغلة الحيوية في النبات (غ) (BYP) Biological Yield per Plant:

متوسط الغلة الحيوية (الحب + القش) لعشرة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية

8- الغلة الحبية في النبات (غ) (GYP) Grain Yield per Plant :

متوسط غلة الحبوب لعشرة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

9- دليل الحصاد % (HI) Harvest Index:

حسب دليل الحصاد لعشرة نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية كما يلي:

$$\text{دليل الحصاد} = \left(\frac{\text{الغلة الحبية}}{\text{الغلة الحيوية}} \right) \times 100$$

ملاحظة: تؤخذ القراءات على النباتات نفسها لصفة الغلة ومكوناتها.

6- الصفات النوعية:

1- تقدير البروتين: قدرت باستخدام جهاز التحليل (Pertin IM 9500) الموجود في مخبر تكنولوجيا

الأغذية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في دمشق.

وتم حساب كل من:

- الارتباط المظهري Phenotypic correlation coefficient:

تم تقدير قيم الارتباط المظهري لجميع الأزواج المحتملة من الصفات وفقاً لطريقة [11]، حسب المعادلة الآتية:

$$R_{xy} = \frac{Cov(xy)}{[Var(x)Var(y)]^{1/2}}$$

حيث cov(xy): التباين الكلي المشترك بين الصفتين x و y.

var(x)var(y): تباين الصفتين x و y على التوالي.

- معامل المرور Path analysis coefficients

يحدد تحليل معامل المرور ارتباط الصفات المدروسة بالغلة الحبية ومعرفة التأثيرات المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن ارتباطها بالصفات الأخرى. حيث أن تقديره يحدد نسبة مساهمة كل صفة من الصفات المدروسة في الغلة الحبية. وتصنف التأثيرات المباشرة وغير المباشرة حسب المستويات التي قدمها [12]، على النحو التالي:

مستوى التأثير Rate of effect	التأثيرات المباشرة وغير المباشرة Direct and indirect effects
Negligible غير جدير بالاهتمام	0.00–0.09
Low منخفض	0.10–0.19
Moderate معتدل	0.20–0.29
High مرتفع	0.30–1.00
high Very مرتفع جداً	أكبر من 1.00

وتعطى معادلة معامل المرور وفق [17].

$$P = P_2Y_0 + P_2Y_1 + P_2Y_3 + (2PY_1 r_{12}PY_2) + (2PY_1 r_{13}PY_3) + (2PY_2 r_{23}PY_3)$$

حيث: P معامل المرور (التأثير المباشر).

Y الغلة الحبية.

r الارتباط المظهري.

وحُسبت الأهمية النسبية (Relative importance (RI%) لمساهمة الصفة المدروسة بالغلة الحبية وفق معادلة وفق [8]:

$$RI\% = \{ |C_{di}| / \sum_i |C_{di}| \} \times 100$$

حيث: RI% الأهمية النسبية لمساهمة الصفة (الصفات) المدروسة في الغلة الحبية.

C_{di} معامل تحديد للصفة i.

تم حساب C_{di}:

- 1- للتأثير المباشر للصفة: من خلال تربيع قيمة معامل المرور للتأثير المباشر للصفة.
- 2- للتأثير غير المباشر: من خلال المعادلة $\{ (\text{التأثير المباشر للصفة في الغلة الحبية} \times \text{التأثير غير المباشر للصفة في الغلة الحبية من خلال صفة ثانية}) \times 2 \}$.

- تم تصميم التجربة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (R.C.B.D.) في ثلاثة مكررات.

النتائج والمناقشة

- الارتباط المظهري

أظهرت نتائج معاملات الارتباط وفق الجدول (2) وجود عدد من العلاقات الارتباطية المهمة بين الصفات المدروسة في الهجين الأول، حيث ارتبطت الغلة الحبية ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع وزن الألف حبة بقيمة ($r=0.577^*$)، ومع الغلة الحيوية بقيمة ($r=0.811^{**}$)، ومع دليل الحصاد بقيمة ($r=0.799^*$) توافق مع [7]، في حين ارتبطت ارتباطاً سالباً ومعنوياً مع نسبة البروتين بقيمة ($r=-0.512^*$).

كما أظهرت الغلة الحيوية ارتباطات موجبة وعالية المعنوية مع وزن الألف حبة بقيمة ($r=0.773^{**}$)، ومع ارتفاع النبات بقيمة ($r=0.645^{**}$)، وارتبط دليل الحصاد ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع عدد الحبوب في السنبله بقيمة ($r=0.486^*$).

كما ظهرت علاقات ارتباطية مهمة بين بعض الصفات المورفولوجية والإنتاجية، إذ ارتبط وزن الألف حبة ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع ارتفاع النبات ($r=0.495^*$) ومع طول حامل السنبله ($r=0.501^*$)، في حين ارتبط طول حامل السنبله مع الغلة الحيوية ارتباطاً موجباً ومعنوياً ($r=0.470^*$)، وأظهرت نسبة البروتين ارتباطات سلبية ومعنوية مع الغلة الحبية ($r=-0.521^*$)، والغلة الحيوية ($r=-0.610^{**}$)، وارتفاع النبات ($r=-0.692^{**}$)، بينما ارتبطت إيجابياً ومعنوياً مع عدد الأيام حتى الإنبال ($r=0.527^*$).

وتشير هذه النتائج إلى أن الغلة الحيوية ودليل الحصاد ووزن الألف حبة تمثل أهم الصفات المرتبطة إيجابياً بالغلة الحبية في هذا الهجين.

أظهر الهجين الثاني وفق الجدول (2) نمطاً مختلفاً نسبياً في طبيعة العلاقات الارتباطية بين الصفات، فقد ارتبطت الغلة الحبية ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع الغلة الحبيوية ($r=0.836^{**}$)، مع دليل الحصاد ($r=0.691^{**}$)، كما ارتبطت موجباً ومعنوياً مع عدد الحبوب في السنبل ($r=0.568^{*}$)، وارتفاع النبات ($r=565^{*}$)، وطول حامل السنبل ($r=490^{*}$)، في المقابل لم يكن ارتباطها مع وزن الألف حبة معنوياً ($r=0.314$)، كما لم يظهر ارتباط معنوي مع نسبة البروتين ($r=0.034$).

الجدول (2) قيم معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة في الهجن المدروسة

الهجن	الصفات	DH	PH	SPP	GPS	TKW	GYP	BYP
H1	GPS	-0.197	0.266	0.264	-			
H2		-0.075	0.575*	0.306	-			
H1	TKW	-0.056	0.495*	-0.319	-0.236	-		
H2		-0.207	0.095	-0.241	0.068	-		
H1	GYP	-0.417	0.453	0.291	0.338	0.577*	-	
H2		-0.21	0.565*	0.416	0.568*	0.314	-	
H1	BYP	-0.416	0.645**	0.041	0.036	0.773**	0.811**	-
H2		0.057	0.44	0.634**	0.452	0.193	0.836**	-
H1	Hi	-0.273	0.053	0.366	0.486*	0.202	0.799**	0.337
H2		-0.01	0.401	0.341	0.620**	0.123	0.691**	0.507*
H1	SP	-0.348	0.409	-0.068	-0.038	0.501*	0.263	0.470*
H2		0.002	0.520*	0.317	0.616**	0.03	0.490*	0.275
H1	PRO	0.527*	-0.692**	-0.206	-0.217	-0.344	-0.521*	-0.610**
H2		-0.015	0.145	0.095	0.117	-0.593**	0.034	0.131

وأظهرت الغلة الحبيوية ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع عدد السنابل في النبات ($r=0.634^{**}$)، في حين ارتبط دليل الحصاد ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع عدد الحبوب في السنبل ($r=0.620^{**}$).

كما ظهرت علاقات ارتباط موجبة ومعنوية بين طول حامل السنبله وكل من عدد الحبوب في السنبله ($r=0.616^{**}$)، وارتفاع النبات ($r=0.520^{*}$)، كذلك ارتبط عدد الحبوب في السنبله ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع ارتفاع النبات ($r=0.575^{*}$)، أما نسبة البروتين فقد أظهرت ارتباطاً سالباً وعالي المعنوية مع وزن الألف حبة.

وتشير هذه النتائج إلى أن الغلة الحيوية ودليل الحصاد كانا من أكثر الصفات ارتباطاً بالغلة الحبية، مع مساهمة واضحة لكل من عدد الحبوب في السنبله وارتفاع النبات وطول حامل السنبله في هذا الهجين

- معامل المرور

يستخدم تحليل معامل المرور بشكل واسع في تربية المحاصيل لتحديد طبيعة العلاقة بين الغلة الحبية ومكوناتها، وكذلك لتحديد أي من هذه المكونات له تأثير معنوي ومباشر في الغلة لاستخدامه كدليل انتخابي [14] [10]، وفي هذه الدراسة تم تقدير معامل المرور لكل هجين من الهجينين لتحديد أكثر الصفات مساهمة في تباين صفة الغلة الحبية في النبات.

الهجين الأول

بينت نتائج تحليل معامل المرور الموضحة في الجدول (3) أنَّ كلاً من صفة الغلة الحيوية في النبات وصفة دليل الحصاد وصفة وزن الألف حبة كانت أكثر الصفات مساهمة في تباين الغلة الحبية في النبات للهجين الأول. كما بينت النتائج أنَّ مجموع تأثيرات صفة الغلة الحيوية في النبات المباشرة وغير المباشرة من خلال صفتي دليل الحصاد ووزن الألف حبة، قد بلغ (0.811) وهذا يشير إلى أنَّ صفة الغلة الحيوية في النبات وتأثيراتها المباشرة وغير المباشرة قد ساهمت في زيادة الغلة الحبية في النبات للهجين الأول، وبلغ مجموع التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفة دليل الحصاد في الغلة الحبية (0.799)، حيث ساهمت هذه التأثيرات في زيادة الغلة الحبية، كما ساهمت صفة وزن الألف حبة في زيادة الغلة الحبية في النبات في الهجين الأول من خلال تأثيراتها الإيجابية المباشرة وغير المباشرة التي بلغت بمجموعها (0.577).

الجدول (3). التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات الأكثر إسهاماً في الغلة في الهجين الأول

التأثيرات	مصدر التباين	
	صفة الغلة الحيوية	
0.425	التأثير المباشر	1
0.205	التأثير غير المباشر من خلال صفة دليل الحصاد	
0.181	التأثير غير المباشر من خلال صفة وزن الألف حبة	
0.811	الإجمالي	
	صفة دليل الحصاد	
0.609	التأثير المباشر	2
0.143	التأثير غير المباشر من خلال صفة الغلة الحبية في النبات	
0.047	التأثير غير المباشر من خلال صفة وزن الألف حبة	
0.799	الإجمالي	
	صفة وزن الألف حبة	
0.234	التأثير المباشر	3
0.219	التأثير غير المباشر من خلال صفة الغلة الحبية في النبات	
0.123	التأثير غير المباشر من خلال صفة دليل الحصاد	
0.577	الإجمالي	

ولمعرفة أهمية هذه الصفات الثلاثة، تم تقدير نسبة المساهمة المباشرة وغير المباشرة لكل منها في تباين الغلة الحبية في النبات. حيث بينت النتائج المبينة في الجدول (4)، أنَّ صفة دليل الحصاد ساهمت بنسبة (37.03%) في تباين الغلة الحبية، تلاها في الأهمية التأثير المباشر لصفة الغلة

الحيوية في النبات (18.04%)، ثم التأثير غير المباشر لصفة الغلة الحبية في النبات من خلال صفة دليل الحصاد (17.42%)، ثم التأثير غير المباشر لصفة الغلة الحبية في النبات من خلال صفة وزن الألف حبة (15.39%)، ثم التأثير غير المباشر لصفة دليل الحصاد من خلال صفة وزن الألف حبة (5.76%)، ثم التأثير المباشر لصفة وزن الألف حبة (5.49%). وبينت النتائج أنَّ المجموع الكلي لمساهمات هذه الصفات في تباين الغلة الحبية في النبات للهجين الأول بلغ (99.14%).

الجدول (4). الأهمية النسبية للصفات الأكثر إسهاماً في تباين الغلة للهجين الأول

الأهمية النسبية %	معامل التحديد	مصدر التباين	
18.04	0.1804	صفة الغلة الحبية في النبات	1
37.03	0.3703	صفة دليل الحصاد	2
5.49	0.0549	صفة وزن الألف حبة	3
17.42	0.1742	صفة الغلة الحبية في النبات × صفة دليل الحصاد	4
15.39	0.1539	صفة الغلة الحبية في النبات × صفة وزن الألف حبة	5
5.76	0.0576	صفة دليل الحصاد × صفة وزن الألف حبة	6
99.14	0.9914	الأهمية النسبية الكلية	
0.86	0.0086	المتبقي	

الهجين الثاني

أظهرت نتائج تحليل معامل المرور للهجين الثاني الموضحة في الجدول (5) أنَّ كلاً من صفة الغلة الحبية في النبات و صفة عدد الحبوب في السنبلة و صفة ارتفاع النبات ساهمت في تباين الغلة الحبية في النبات، حيث بلغت مجموع التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفة الغلة الحبية في النبات (0.836)، بينما كانت التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفة عدد الحبوب في السنبلة في تباين الغلة الحبية في النبات (0.568)، وكانت التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لصفة ارتفاع النبات في تباين الغلة الحبية في النبات (0.565)، حيث أشارت النتائج إلى اختلاف اتجاه التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لهذه الصفات في الغلة الحبية، بين تأثيرات إيجابية وأخرى سلبية.

الجدول (5). التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات الأكثر إسهاماً في الغلة في الهجين

الثاني

التأثيرات	مصدر التباين	
	صفة الغلة الحيوية	1
0.759	التأثير المباشر	
0.137	التأثير غير المباشر من خلال صفة عدد الحبوب في السنبلية	
-0.060	التأثير غير المباشر من خلال صفة ارتفاع النبات	
0.836	الإجمالي	
	صفة عدد الحبوب في السنبلية	2
0.303	التأثير المباشر	
0.343	التأثير غير المباشر من خلال صفة الغلة الحيوية في النبات	
-0.078	التأثير غير المباشر من خلال صفة ارتفاع النبات	
0.568	الإجمالي	
	صفة ارتفاع النبات	3
-0.136	التأثير المباشر	
0.434	التأثير غير المباشر من خلال صفة الغلة الحيوية في النبات	
0.267	التأثير غير المباشر من خلال صفة عدد الحبوب في السنبلية	
0.565	الإجمالي	

كما قدرت نسبة مساهمة كل صفة من هذه الصفات في تباين الغلة الحبية في النبات، حيث بينت النتائج الموضحة في الجدول (6) أنَّ التأثير المباشر لصفة الغلة الحبيوية في النبات امتلك أعلى نسبة مساهمة في تباين الغلة الحبية في النبات (57.56%)، تلتها في الأهمية التأثيرات غير المباشرة لصفة الغلة الحبيوية في النبات من خلال صفة عدد الحبوب في السنبل (20.78%)، تلاها التأثير المباشر لصفة عدد الحبوب في السنبل (9.18%)، ثم التأثير المباشر لصفة ارتفاع النبات في تباين الغلة الحبية في النبات (1.84%)، ثم تأثير صفة عدد الحبوب في السنبل من خلال صفة ارتفاع النبات (4.72%)، وأخيراً التأثير غير المباشر لصفة الغلة الحبيوية في النبات من خلال ارتفاع النبات (9.05%)، وكان المجموع الكلي لهذه المساهمات (75.59%) في تباين الغلة الحبية في النبات للهجين الثاني.

الجدول (6). الأهمية النسبية للصفات الأكثر إسهاماً في تباين الغلة للهجين الثاني

الأهمية النسبية %	معامل التحديد	مصدر التباين	
57.56	0.5756	صفة الغلة الحبيوية في النبات	1
9.18	0.0918	صفة عدد الحبوب في السنبل	2
1.84	0.0184	صفة ارتفاع النبات	3
20.78	0.2078	صفة الغلة الحبيوية × صفة عدد الحبوب في السنبل	4
-9.05	-0.0905	صفة الغلة الحبيوية × صفة ارتفاع النبات	5
-4.72	-0.0472	صفة عدد الحبوب في السنبل × صفة ارتفاع النبات	6
75.59	0.7559	الأهمية النسبية الكلية	
24.41	0.2441	المتبقي	

الاستنتاجات Conclusions

- 1- أظهرت نتائج الارتباط اختلافاً في الصفات المرتبطة بالغلة الحبية بين الهجينين، مما يعكس اختلاف مساهمة الصفات في تحديد الغلة باختلاف التركيب الوراثي.
- 2- كان وزن الألف حبة والغلة الحيوية ودليل الحصاد من أهم الصفات المرتبطة بالغلة الحبية في الهجين الأول، بينما تمثلت أهم الصفات في الهجين الثاني بالغلة الحيوية ودليل الحصاد، مع ارتباط معنوي أيضاً بارتفاع النبات وعدد الحبوب في السنبله وطول حامل السنبله.
- 3- أظهر تحليل معامل المرور أن الغلة الحيوية ودليل الحصاد ووزن الألف حبة كان لها تأثير مباشر في الهجين الأول، بينما كان للغلة الحيوية وعدد الحبوب في السنبله وارتفاع النبات تأثير مباشر في الهجين الثاني، مع وجود تأثيرات غير مباشرة لبعض الصفات عبر الصفات الأخرى.
- 4- أكد تحليل معامل المرور أهمية الغلة الحيوية ودليل الحصاد ووزن الألف حبة في الهجين الأول، والغلة الحيوية وعدد الحبوب في السنبله في الهجين الثاني، مما يجعلها صفات مناسبة للاستفادة منها كمعايير انتخابية لتحسين الغلة الحبية.

المقترحات Suggestions

- 1- اعتماد الغلة الحيوية ودليل الحصاد ووزن الألف حبة في الهجين الأول، والغلة الحيوية وعدد الحبوب في السنبله في الهجين الثاني، كمعايير انتخابية لتحسين الغلة الحبية.
- 2- استخدام تحليل معامل المرور إلى جانب معاملات الارتباط عند تحديد الصفات الأكثر أهمية في برامج تحسين القمح القاسي.
- 3- إجراء دراسات لاحقة على عدد أكبر من الهجن وتحت بيئات مختلفة للتحقق من ثبات هذه الصفات كمعايير انتخابية.

المراجع References

المراجع العربية:

1. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، (2023). الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية.
2. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2023). وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
3. قاسم عبده، السقا هناء، خياط سهيل (1993). الارتباط والانحدار، الفصل الرابع، عدد الصفحات 103- 152. عبده قاسم، هناء السقا، سهيل خياط . الإحصاء وتصميم التجارب. منشورات جامعة دمشق.
4. عطاالله، فراس. (2023). دراسة وراثية للصفات الكمية المتعلقة بعناصر الغلة لتحسين هجن من القمح الطري، رسالة دكتوراة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، سورية.
5. سلمان، احمد. (2021). التحليل الوراثي لصفة الغلة الحبية ومكوناتها في هجن من القمح القاسي (*Triticum durum* Desf.). رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البعث.
6. خوري، بولص. (2006). قدرة بعض مدخلات من القمح القاسي *T.durum* على التوافق. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، المجلد 26، العدد الأول.

المراجع الأجنبية:

7. Ayer, D. K, A. Sharma, B. R. Ojha, A. Paudel and K. Dhakal. (2017). Correlation and Path Coefficient Analysis in Advanced Wheat Genotypes. Department of Genetics and Plant Breeding, N.M. College of Agriculture, Navsari Agricultural University, India. SAARC J. Agri. vol (15) no(1). 2017: p. 1-12.
8. Dewey, D. R. and K. H. Lu. (1959). Acorrelation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production, Agron, J, 515-518.

9. **FAO. (2024).** FAOSTAT Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
10. **Kang, M. S., J. D. Miller and P. Y. P. Tai. (1983).** Genetic and phenotypic path analyses and heritability in sugarcane. *Crop Sci.*, 23: 643-647.
11. **Kwon, S. H. and J. H. Torrie. (1964).** Heritability and Interrelationship among traits of two soybean population. *Crop Sci.*, (4): 196-198.
12. **Lenka, D. and B. Mishra. (1973).** Path coefficient analysis of yield in rice varieties. *Indian J. Agric. Sci.*, 43: 376-379.
13. **Mishra, S. K., Surin, S. S., Verma, N., Tirkey, S. K., Bhargava, P. K., Agarwal, A. K., ... and Pandey, M. K. (2025).** Effect of sowing dates on genetic variability, correlation and path analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under Ranchi conditions.
14. **Puri, Y. P., C. O. Qualset and W. A. Williams. (1982).** Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. *Crop Sci.*, 22: 927-931.
15. **Richards, R. A; G. L. Rebetzke; A. G. Condon and A. F. Van Herwaarden. 2002.** Opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Sci.* 42:111-121.
16. **Saleh, S. H. (2011).** Performance, correlation and path coefficient analysis for grain yield and its related traits in diallel crosses of bread wheat under normal irrigation and drought conditions, *World Journal of Agriculture Sciences* 7(3): 270-279.
17. **Singh, R. K. and B. D. Chaudhry. (1977).** Biometrical methods in quantitative genetic analysis . Kamla Nagar, Delhi. 110007. India.
18. **Williams, W. (2002).** Correlation and plant breeding. Blackwell Scientific Pub., Oxford. 504p.
19. **Wright, S. 1921.** Correlation and causations. *J. Agric. Res.* 20:557-585.
20. **Zhukovsky, P. M. 1964.** Cultivated plants and its origin. Leningrad (in Russian).