تأثير معاملة حبوب صنفين من القمح الطري بجسيمات نانوية في مؤشرات النمو والإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية

إيمان كمالي[1] د. لينا النداف[2] ا. د أيمن العودة[3]

[1] طالبة ماجستير-قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة- جامعة حمص ، حمص، سورية.

[2] أستاذ مساعد في قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة- جامعة حمص، حمص، سورية.

[3] أستاذ دكتور في قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة-جامعة دمشق، دمشق، سورية.

الملخص

أجريت هذه الدراسة خلال الموسم الزراعي 2025/2024 في منطقة جوبر التابعة لمحافظة حمص، والواقعة ضمن منطقة الاستقرار الأولى، بهدف تقييم تأثير نقع حبوب صنفين من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)،هما شام 4 وشام 6، بجسيمات الفضة والزنك النانوية في مؤشرات النمو والإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية.

تم اختبار استجابة كلا الصنفين لمعاملات نقع الحبوب بتركيز 0.01 من كل من: مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية، ومستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية، بالإضافة إلى معاملة الشاهد (بدون أي نقع). نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبترتيب القطع المنشقة (signPlot De-tSpli)، حيث مثلت الأصناف (شام 4 وشام

6) القطع الرئيسية ، في حين مثلت معاملات الجسيمات النانوية (الفضة والزنك) القطع المنشقة، وبواقع ثلاث ثلاثة مكررات لكل معاملة.

أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي للمعاملات المدروسة في معظم الصفات، حيث تفوقت معاملة النقع بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية بتركيز 0.01 لكلا الصنفين معنوياً على باقي المعاملات، وذلك في غالبية مؤشرات النمو المدروسة خلال الموسم، والتي شملت نسبة الإنبات الحقلي، ومساحة الورقة العلمية والأوراق التي تليها، وارتفاع النبات، كما سجلت المعاملة نفسها (الفضة النانوية بتركيز 0.01) تفوقاً معنوياً على المعاملات الأخرى في مؤشرات الإنتاجية، والتي تمثلت بطول السنبلة، وعدد الحبوب في المتر المربع، ووزن الألف حبة، والغلة الحبية. بالإضافة إلى ذلك، أظهر صنف القمح الطري شام 4 تفوقاً ملحوظاً على الصنف شام 6 في معظم المؤشرات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: شام4، شام6، جسيمات الفضة النانوية، جسيمات الزنك النانوية، مستخلصات الأباء البرية.

The Effect of Treating the Grains of Two Bread Wheat Varieties with Nanoparticles on Growth and Productivity Indicators under Rain-fed Conditions

ABSTRACT

This study was conducted during the 2024/2025 agricultural season in the Joubar region, located in Homs Governorate within the first stability zone, to evaluate the effect of soaking seeds of two bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.), Sham 4 and Sham 6, with silver and zinc nanoparticles on growth and productivity indicators under rainfed conditions.

The response of both cultivars to seed soaking treatments at a concentration of 0.01 was tested using: wild-type extract of silver nanoparticles, wild-type extract of zinc nanoparticles, in addition to a control treatment (no soaking). The experiment was laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with a split-plot arrangement, where the main cultivars (Sham 4 and Sham 6) occupied the main plots, and the nanoparticle treatments (silver and zinc) occupied the sub-plots, with three replications for each treatment.

The results showed a significant effect of the treatments on most traits. The treatment of soaking with wild-type extract of silver nanoparticles at a concentration of 0.01 for both cultivars significantly outperformed the other treatments in most of the studied growth indicators during the season, which included field germination percentage, flag leaf and penultimate leaf area, and plant height.

Furthermore, the same treatment (silver nanoparticles at 0.01 concentration) recorded a significant superiority over the other treatments in productivity indicators, represented by spike length, number of grains per square meter, thousand-kernel weight, and grain yield. Additionally, the bread wheat cultivar Sham 4 showed a marked superiority over cultivar Sham 6 in most of the studied indicators.

Keywords: sham4, sham6, silver nanoparticles, zinc nanoparticles, wild pear extract.

المقدمة:

يُعد نبات القمح (*spp Triticum.*) أحد أهم وأقدم محاصيل الحبوب في تاريخ البشرية، حيث شكل حجر الأساس في النظم الغذائية والزراعية للحضارات الإنسانية منذ آلاف السنين. يعود أصل زراعته إلى منطقة الهلال الخصيب في الشرق الأوسط، ومنها انتشر إلى جميع أنحاء العالم ليصبح الغذاء الأساسي لأكثر من ثلث سكان الكرة الأرضية (Shewry, 2009). تعود هذه الأهمية الاستراتيجية للقمح إلى قدرته الفريدة على التكيف مع نطاق واسع من الظروف المناخية، وقيمته الغذائية العالية، واحتوائه على بروتين الغلوتين الذي يمنح العجينة المرونة اللازمة لصنع الخبز والمعجنات والمعكرونة وغيرها من المنتجات الغذائية المتنوعة (Feldman & Levy, 2015).

ينتمي القمح إلى الفصيلة النجيلية (*Poaceae*)، ويضم جنس *Triticum* العديد من الأنواع والأصناف، وأهمها على الإطلاق القمح الطري أو الخبز (*Triticum L aestivum*.) والقمح القاسي (*Triticum durum Desf*.).

يواجه إنتاج القمح العالمي تحديات جمة في القرن الحادي والعشرين، أبرزها التغيرات المناخية المتسارعة التي تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة، وندرة المياه، وزيادة ملوحة التربة، وانتشار الآفات والأمراض الزراعية (Ortiz *et al*.، 2008).

كما يشهد القطاع الزراعي في العقود الأخيرة تحول جذري بفعل التطور المتسارع في التقانات الحيوية والهندسية، وذلك استجابة للتحديات العالمية المتزايدة المتمثلة في النمو السكاني المضطرد، وتغير المناخ، وتدهور الموارد الطبيعية، وندرة المياه والأراضي الصالحة للزراعة (FAO, 2017). هذه التحديات تهدد الأمن الغذائي العالمي، خاصة في البلدان النامية التي تعتمد بشكل كبير على استيراد القمح. لذلك، تتجه الأبحاث العلمية الحديثة نحو تطوير أصناف جديدة من القمح أكثر تحمل للإجهادات الحيوية وغير الحيوية، ذات إنتاجية أعلى وجودة أفضل، من خلال توظيف تقنيات التربية التقليدية والحديثة (Reynolds *et al*.، 2012 كما ان الطرق التقليدية في الإنتاج

الزراعي لم تعد قادرة وحدها على سد الفجوة الغذائية المتزايدة أو مواجهة الضغوط البيئية والحيوية التي تهدد الأمن الغذائي العالمي. لذلك، برزت الحاجة الملحة إلى توظيف التقانات الحديثة والمبتكرة لتعزيز الإنتاجية الزراعية، وتحسين كفاءة استخدام المدخلات، وتقليل الآثار البيئية السلبية، بهدف تحقيق الاستدامة الزراعية (Tilman *et al*.، 2011).

وفي طليعة هذه التقنيات الواعدة، تبرز تقانات النانو (Nanotechnology) كأحد أهم الحلول المبتكرة التي يمكنها إحداث ثورة في النظم الزراعية والغذائية.

تشهد النظم الزراعية العالمية تحول جذرياً بفعل التطور المتسارع في تقانة النانو (Nanotechnology)، التي تتعامل مع المواد على مقياس النانومتر (1–100 نانومتر)، مما يمنحها خصائص فيزيائية وكيميائية وبيولوجية فريدة تختلف جوهرياً عن نظيرتها في الصورة التقليدية (Parisi et *al*.,2015). يأتي هذا التطور استجابة للتحديات المزدوجة المتمثلة في النمو السكاني المضطرد من جهة، وتغير المناخ وندرة الموارد الطبيعية وتدهور الأراضي الزراعية من جهة أخرى. وفي هذا السياق، برزت الجسيمات النانوية المعدنية، ولا سيما جسيمات الفضة النانوية (Silver

cles AgNPsNanoparti) وجسيمات الزنك النانوية (Zinc Nanoparticles ZnNPs)، كأداة واعدة يمكنها إحداث نقلة نوعية في الإنتاج الزراعي المستدام(liu *et al.*,2015) .

تتميز جسيمات الفضة النانوية بفعالية عالية كمضادات للميكروبات، حيث تعمل عبر آليات متعددة ومتزامنة تجعل من الصعوبة بمكان تطوير مقاومة ميكروبية تجاهها. تعتمد هذه الآليات على تدمير الأغشية الخلوية للبكتيريا والفطريات، وتحفيز توليد أنواع الأكسجين التفاعلية (ctive Oxygen Species ROSRea) التي تسبب الإجهاد التأكسدي وتعطل المكونات الحيوية للخلية مثل الدهون والبروتينات والحمض النووي (DNA)، من ناحية أخرى، تؤدي جسيمات الزنك النانوية، وخاصة أكسيد الزنك النانوي (ZnO NPs)، دوراً مزدوجاً في تحسين النمو النباتي ومكافحة المسببات المرضية. فمن جهة، تعمل كأسمدة نانوية ذكية توفر عنصر الزنك الأساسي للنبات بشكل متحكم به، مما يعزز كفاءة امتصاص العناصر الغذائية ويزيد من معدلات الإنبات والنمو(إبراهيم واخرون.،2022).

يمثل التصنيع الحيوي أو "التوليف الأخضر" (Green Synthesis) لهذه الجسيمات النانوية اتجاهاً حديثاً يهدف إلى إنتاجها بطرق صديقة للبيئة ومنخفضة التكلفة، باستخدام مستخلصات النباتات أو الكائنات الحية الدقيقة مثل الفطريات(حسن وحسن.،2021).

وانطلاقاً مما تقدم، تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على تطبيقات جسيمات الفضة والزنك النانوية في المجال الزراعي، وآليات عملها، وفوائدها، والمخاطر المحتملة لاستخدامها، بهدف المساهمة في تطوير نظم زراعية أكثر كفاءة وإنتاجية واستدامة.

الدراسة المرجعية:

أظهرت نتائج دراسة في تكساس حول تطبيق سماد الزنك بشكليه (الزنك النانوي والزنك المعدني) على نبات القمح في التربة. أدى كلا شكلي الزنك (نانوي، معدني) إلى زيادة في محصول الحبوب بمقدار 15%، و29% على التوالي. وأشار اختبار pH التربة بعد الحصاد إلى ذوبان جزيئات الزنك النانوي أثناء النمو (نتيجة انخفاض درجة حموضة التربة العائد لإفرازات الجذور او نشاط ميكروبي التي تُسهل انحلال أكسيد الزنك وامتصاصه من قبل النبات). وتمّ تراكم الزنك بيولوجياً بشكلٍ كبير من كلا نوعي الزنك، ولكن بكفاءة تراكم منخفضة من الجذر إلى الساق، وزاد محتوى الحبوب من الزنك عند توفير مركبات Zno–NPS (Dimkpa *et al.,* 2018).

تبين في تجربة(Munir *et al.*, 2018) في تجربته حول تأثير الجسيمات النانوية لأكسيد الزنك النانوية على نمو النبات وامتصاص الزنك في نبات القمح *Triticum aestivum*، أن معاملة الحبوب بتراكيز مختلفة من جسيمات أكسيد الزنك النانوية (0−25−50−75−100)PPM أدت إلى زيادة في النمو والتركيب الضوئي والكتلة الحية للقمح، كما وجد تركيز اعلى من الزنك في الجذور والأوراق وحبوب القمح مقارنة بالشاهد.

توصل (Laura & Sanavi., 2018)إلى أنّ انبات الحبوب ونمو باردات القمح *Triticum aestivum* تأثر بشكل معنوي عند نقع حبوب القمح بتراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي zno− nps (1500,1000,500,250) ppm وأثبتت فعاليها في زيادة نمو الجذور والإشطاء وصبغة الكلوروفيل عند تركيز 500 ppmمقارنة بكبريتات الزنك المعدنية $ZnoSo_4$ وأوكسيد الزنك Zno.

درس (Rawat *et al.*,2018) في تجربة أجريت في جامعة بانت للزراعة والتكنولوجيا في الهند خلال العام (2012−2013) تأثير معاملة الجسيمات النانوية (التيتانيوم، الزنك، النيكل، الشيتوزان) على انبات حبوب القمح ونمو البادرات على صنف من القمح *Triticum aestevum* L. عند معاملة الحبوب على مرحلتين أولاً المعاملة بتراكيز (300,50) ppm لمدة 30 دقيقة لمعرفة التركيز الأنسب والمرحلة الثانية تعين الوقت الأمثل لنقع الحبوب في المحلول لتحسين انبات الحبوب عند النقع لمدة 4، 6، 8 ساعات عند تركيز 50ppm , أدى التركيز 50 ppm إلى زيادة كل من طول

الجذر والبادرة والنبات والوزن الجاف للبادرة مقارنة بتركيز 300 ppm،ونقع الحبوب لمدة 4 ساعات أفضل بالمقارنة مع 6و 8.

في تجربة أجريت في دير الزور لتسليط الضوء على أهمية جسيمات الفضة النانوية في تعزيز نمو وانتاجية صنف القمح شام7، حيث تم نقع حبوب القمح للصنف المذكور قبل زراعتها في محاليل، الاول يحتوي مستخلص أوراق الكينا والثاني محلول نترات الفضة النانوية مقارنة بالشاهد، واظهرت النتائج ان نقع الحبوب بجسيمات الفضة النانوية تركيز 40 ppm أدى الى تحسن ملحوظ في المؤشرات المورفولوجية (ارتفاع النباتات وعدد الإشطاءات الكلية، والسنابل ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل) كما أدى لزيادة انتاجية القش بنسبة 41%، والغلة الحبية بنسبة46% ووزن الالف حبة بنسبة 5 %، كما أدى تحسين في صفات الحبوب النوعية مثل النتروجين والفوسفور البوتاسيوم (Al salama *et al.*,2025).

تبين في تجربة في الهند لدراسة تأثير مكونات وانتاجية نبات الشعير بمعاملات شيلات الزنك النانوي Zno–NPS و أكسيد الحديد النانوي Fe_2o_3– Nps وجزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم Tio_2– N ورقياً تحت ظروف الري التكميلي، ضمن ثلاث فترات(بداية النمو، التسنبل، النضج اللبني)، أدى لتحسن في وزن الحبوب ،طول السنبلة، عدد الحبوب في السنبلة، المحتوى من أصبغة الكلورفيل، محصول الحبوب ودليل الحصاد عند المعاملة بمعلقات شيلات الزنك والحديد النانوي ولكن تأثير الزنك أكثر وضوحاً من الحديد، أظهر تطبيق جسيمات التيتانيوم النانوي تحسن في الخصائص

الشكلية والفيزيولوجية ومحتوى أصبغة الكلورفيل ومحصول القش(Janmohammadi *et al.*,2016).

بيّن(Dimkpa *et al.*,2019) في دراسة في تكساس لمعاملة نباتات الذرة الرفيعة بجزيئات أكسيد الزنك النانوية للتخفيف من أثر الجفاف، تم استخدام (5-3-1) ملغ زنك/كغ وتطبيق الجفاف بعد 4 أسابيع من انبات الحبوب عن طريق الحفاظ على التربة عند 40 من السعة الحقلية، أدى الجفاف لتأخر لظهور الاوراق العلمية وبداية التسنبل 6-17 يوم لكنه انخفض الى 4-5 أيام في النباتات المعاملة بجزيئات أكسيد الزنك النانوية Zno-Npsوأدى إلى تحسين محصول الحبوب 22-183% مقارنة بمحصول الحبوب في ظل الجفاف الذي انخفض 75%.

أُجريت تجربة في معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية في مصر لعام 2020/2019 لبيان التأثير البيئي الإيجابي والسلبي عند معاملة القمح بجزيئات أكسيد الزنك النانوية تحت ظروف الجفاف، تمّ تصنيع جسيمات الزنك النانوية حيوياً وتطبيق 100ملغ/لتر من Zno-Npsعن طريق نقع الحبوب والرش الورقي وكلاهما في خمس معاملات (بدون Zno-Nps ، رش ورقي من Zno-Nps نقع الحبوب Zno-Nps ، ونقع ورش معاً بZno-Nps) بعد 2، 4، 6، 8 أسابيع من الزراعة. أظهرت النتائج زيادة في محصول الحبوب 1.16-1.54 ضعف الشاهد وزيادة في جذور

النبات وكفأتها في امتصاص المغذيات، وأدت لزيادة مستوى مضادات الاكسدة (ديسموتاز، الكتلاز) وصبغة الكلورفيل والبرولين في الانسجة النباتية (AbdEL-Aziz *et al.*, 2022).

نُفذت دراسة لبيان تأثير الأسمدة العضوية وجسيمات أكسيد الزنك النانوية على الكتلة الحيوية وتراكم الكادميوم في نبات القمح ، في فيصل أباد، تم استخدام معاملة السماد العضوي عند مستوى 0-1-2 وزن/وزن ورذاذ ورقي من ZNO-Nps (0-100-200) ملغ /لتر في تربة ملوثة بالكادميوم بعد الأسبوع 4-6-و8 من الزراعة .أثبتت النتائج أن المعاملة المشتركة للأسمدة العضوية ورذاذ الزنك أدى إلى زيادة في الكتلة الحيوية وتركيز الكلورفيل والمحصول وأنشطة البيروكسيداز و أكسيد ديسموتاز وقلل من تسرب الكتروليت وتركيز الكادميوم في أجزاء مختلفة من نبات القمح مثل الإشطاءات والجذور والحبوب ،و أن تركيز الكادميوم أقل من 0,2 ملغ/كغ من الوزن الجاف للحبوب عند تطبيق 200ملغ/لتر Zno-NPS وسماد عضوي 1 و2 (Bashir *et al.*, 2020).

كما أنّ حبوب القمح المحتوية على كروموسومات *Aegilops* ($7M^b$,$7U^g$،$5U^g$) لديها نسبة مرتفعة من، B-glucan وأدت إضافة كروموسوم ($6M^g$) إلى خفض محتوى البنتوزان، ونباتات القمح المحتوية على كرموسومات $2M^b$ و $5M^g$ لديها محتوى أكثر ثباتاً من بروتين الحبوب والبنتوزان، وقللت الاثار السلبية لإجهاد الجفاف على كل من الخصائص الفيزيائية والتركيبية للقمح (Rakszegi *et al.*, 2019).

بيّنت نتائج دراسة (Pradhan *et al.*,2012) في جامعة ولاية كانساس لبيان تحمل أنواع من *Aegilops* لدرجات الحرارة العالية وإمكانية نقلها المحتمل إلى القمح، حيث تم إجراء تقييم 52مدخل تنتمي إلى 5 أنواع من *Aegilops* عند درجة حرارة 30/36عند فترة ضوئية مدتها 18 ساعة، تبين أنّ *Ae. speltoides, Tauschii* الأكثر تحملاً وارتبط مع ارتفاع عدد الحبوب في السنبلة ووزن الحبوب، كما أن تحمل الحرارة أثناء المرحلة الخضرية أعلى في *Ae.speltides* و*Ae.tauschii* مما كانت عليه في جنس *Triticum*.ويعد *Aeilops spiltoids* مورث مهم لتحسين القمح ولديه مستويات عالية من تحمل الجفاف (Alwachew *et al.*, 2016) .

- مواد البحث وطرائقه Materials and methods

4-1 المادة النباتية Plant material: تم تنفيذ البحث على صنفين معتمدين محلياً ومزروعين من القمح الطري، هما شام4، شام6. تمّ الحصول على البذار من مؤسسة إكثار البذار، إدارة الموارد النباتية في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) (الجدول، 1).

جدول (1): توصيف المادة النباتية المدروسة

اسم الصنف	التوصيف
شام 4	صنف محلي معتمد، عدد الأيام حتى الإسبال نحو 95 يوماً، عدد الأيام حتى النضج نحو 136 يوماً، ارتفاع النبات 75 سم، وزن الألف حبة قرابة 31.2غ، الإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية نحو 3050 كغ. هكتار$^{-1}$.
شام 6	صنف محلي معتمد، عدد الأيام حتى الإسبال نحو 93 يوماً، عدد الأيام حتى النضج نحو 134 يوماً، ارتفاع النبات 70 سم، وزن الألف حبة قرابة 34.6غ، الإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية نحو 3200 كغ. هكتار$^{-1}$.

4-2 طريقة تحضير مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية والزنك النانوية:

1- تحضير مستخلص الأباء البرية:

تم الحصول على مصدر الأباء البرية (***Aegiplos Tauschii*** و***Aegiplos Speltoides***) من مؤسسة اكثار البذار، وتم زراعة الحبوب في التربة وبمرحلة وصول النباتات لمرحلة ثلاث أوراق حقيقية تم أخذ كامل النبات(جذور واوراق)ثم غسلها وتنظيفها بالماء ومن ثم طحنها لاستخراج العصارة النباتية منها، تم اخذ 10 مل من العصارة النباتية وخلطها مع 100 مل من الماء المقطر المنزوع الشوارد في دورق زجاجي سعة250مل وتحريك الخليط الناتج لمدة 15 دقيقة على درجة حرارة60-70 درجة مئوية ومن ثم ترك بدرجة حرارة الغرفة لليوم التالي.

تم فصل المحلول بواسطة ورق ترشيح وتعريضه للطرد المركزي 4000 دورة/ دقيقة لمدة 10 دقائق وإعادة العملية ثلاث مرات ومن ثم جمعه في وعاء معقم، وذلك في مركز التقانة الحيوية في جامعة حمص.

2- التحضير الحيوي لمستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية:

تم اذابة 2.97 غ من بلورات الزنك في 100 مل من الماء المقطر منزوع الشوارد (0.1 مول/لتر) في دورق مخروطي سعة250 مل، وتحريكه مغناطيسياً على درجة حرارة 80 درجة مئوية، وتم اضافة40 مل من المستخلص المائي لخليط الإباء البرية مع التحريك، وضبط درجة حموضة المحلول على 12 باستخدام ماءات البوتاسيوم(KOH)، ثم فصل الراسب بواسطة جهاز الطرد المركزي 4000 دورة/ دقيقة لمدة 10 دقائق .

3- التحضير الحيوي لمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية:

تم اذابة 2.97 غ من بلورات الفضة في 100 مل من الماء المقطر منزوع الشوارد (0.1 مول/لتر) في دورق مخروطي سعة250 مل، وتحريكه مغناطيسياً على درجة حرارة 80 درجة مئوية، وتم اضافة40 مل من المستخلص المائي لخليط الإباء البرية مع التحريك،

وضبط درجة حموضة المحلول على 12 باستخدام ماءات البوتاسيوم(KOH)، ثم فصل الراسب بواسطة جهاز الطرد المركزي 4000 دورة/ دقيقة لمدة 10 دقائق .

4-3-المعاملات المدروسة Treatments:

المعاملة الأولى (A): معاملة حبوب كل من صنفي القمح الطري (شام4، شام6) بواسطة نقعها مدّة نصف ساعة قبل زراعتها مباشرةً بالمستخلص الحيوي من جسميات الفضة النانوية المُصنّعة من خليط الأباء البرية ***Aegiplos Tauschii*** و***Aegiplos Speltoides***

المعاملة الثانية (B): معاملة حبوب كل من صنفي القمح الطري (شام4، شام6) بواسطة نقعها مدّة نصف ساعة قبل زراعتها مباشرةً بالمستخلص الحيوي من جسيمات الزنك النانوية المُصنّعة من خليط الأباء البرية ***Aegiplos Tauschii*** و***Aegiplos Speltoides***

الشاهد(C): الشاهد بدون أية معاملة للحبوب قبل الزراعة، بأيٍ من المستخلصين المدروسين، ولكن فقط تنقع الحبوب بالماء المقطر، لكلٍ من صنفي القمح الطري (شام4، شام6).

5- موقع تنفيذ التجربة Site of experimentation: تم تنفيذ التجربة خلال الموسم الزراعي (2025/2024) في منطقة جوبر التابعة لمنطقة الاستقرار الأولى، حيث تقع ضمن مدينة حمص، ترتفع عن سطح البحر حوالي495 متر، مما يمنحها مناخ معتدل.

5-1 المُعطيات المَنَاخيَّة السَّائدة في موقع التجربة الحقليَّة:

تمَّ التعرُّف على المُعطيَات المَنَاخيَّة بمنطقة البحث مِن محطّة الأرصاد الجويَّة في حمص كما هو مُوضَّح بالجدول (2).

جدول (2): الظروف المناخية السائدة في موقع اجراء البحث

كميّة الهُطُول المَطَريَّة (مم)		درجات الحرارة (درجة مئوية)	
الأشهر	الموسم (2024-2025)	الموسم (2024-2025)	
		العظمى	الصغرى
كانون الأول	20	14.83	4.12
كانون الثاني	7.2	14.96	3.48
شباط	46.7	12.35	2.57
آذار	11.5	20.22	8.96
نيسان	8.2	23.31	10.91
أيَّار	1.2	30.11	15.85
المجموع	328.92		

المصدر: محطّة الأرصاد الجويّة في حمص

- **تحليل التربة Soil analysis: تم** أخذ عينات عشوائية مركبة ممثلة لكامل القطعة التجريبية التي نفذت فيها التجربة للموسم الزراعي الأول والثاني، من التربة على عمق 0-30 سم، وتم تحليلها مخبرياً لمعرفة بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية التالية:

- **البوتاسيوم المتبادل:** باستخدام محلول ملحي من خلّات الأمّونيوم بطريقة التحليل باللّهب.
- **الفوسفور المتاح:** بطريقة أولسن (Olsen *et al.*, 1954).
- **الآزوت المعدني:** قُدّرت النترات بجهاز سبكتروفوتومتر باستخدام حمض الكروموتروبيك.
- **التوصيل الكهربائي (EC):** تم تقديرها في مستخلص مائي للتربة (5:1)، بواسطة جهاز الموصلية الكهربائيّة (Conductivity-meter).

- ❖ قُدّرت **درجة الحموضة pH** في معلّق (1:2.5) باستخدام جهاز(meter–PH)
- ❖ **كربونات الكالسيوم**: تمّ إضافة حجم من محلول حمض كلور الماء ومعرفة كميّة غاز CO2 الناتج حيثُ تمَّ تقديرها بطريقة الكالسيمتر (Balazs *et al.*, 2005).
- ❖ **التحليل الميكانيكي وتحديد قوام التربة**: وفق طريقة الهيدرومتر.
- ❖ بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة للموسم الزراعيً (2024–2025) في منطقة جوبر كمتوسطات حسابية

جدول(3): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة منطقة جوبر

توزع حجم جزيئات التربة			المادة العضوية	قوام التربة	النتروجين المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	PH	EC
رمل %	سلت %	طين %							
30	12	58	3.54	طينية	32.52	0.2	183.03	7.3	0.14

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: تم تنفيذ التجربة وفق تصمم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، بترتيب القطع المنشقة، حيث شغلت الأصناف المدروسة القطع الرئيسة من الدرجة الأولى، وشغلت المعاملات بالجسيمات النانوية من كلٍ من نترات الفضة والزنك القطع المنشقة من الدرجة الثانية، بواقع ثلاثة مكررات لكل صنف ومعاملة. وتم تبويب البيانات المتحصل عليها وتحليلها إحصائياً

باستخدام برنامج12 Gen stat، وتقدير قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 5%، ومعامل التباين (CV%) لجميع المتغيرات والتفاعلات المتبادلة بينهما.

8- تحضير الأرض للزراعة Seed-bed preparation: تم تجهيز التربة وحراثتها حراثة عميقة أساسية بالمحراث القلاب المطرحي على عمق 25 سم لحفظ مياه الأمطار الخريفية التي يمكن أن تهطل مبكراً، وقلب بقايا المحصول السابق إنْ وجدت لتسهيل عملية تحللها، وتم تمشيط التربة بالمشط القرصي قبل الزراعة لتسوية الأرض وتأمين المهد المناسب للزراعة. وتم تقسيم الأرض إلى وحدتين تجريبية تمثل الأصناف المدروسة (شام4،شام6) بثلاثة مكررات كقطع رئيسة، كل قطعة تحتوي على ثلاث وحدات تجريبية (قطع منشقة من الدرجة الثانية) تُمثل المعاملات بالمستخلصات النانوية، وزرعت الحبوب يدوياً في الوحدات التجريبية في الموعد الأمثل ، على مسافة 5 سم بين الحبة والأخرى ضمن السطر نفسه، ومسافة 20 سم بين السطور، حيث أن طول السطر 1م، بواقع ستة سطور لكل صنف، وتكون المسافة بين المكررات 1 م، والمسافة بين ال ممرات1 م (الشكل، 1). وكانت تبعاً لذلك عدد القطع التجريبية 15 قطعة، ومساحة القطعة التجريبية الواحدة 2م^2 (1م×م1)، وكانت المساحة الكلية للتجربة مع مراعاة الممرات والمسافات بين المكررات قرابة200 م^2 .

- الصفات المدروسة Investigated traits

أولاً- الموشرات المورفولوجية(الشكلية) Morphological traits

1-1- **نسبة الإنبات الحقلية (%):** تمثل النسبة المئوية لعدد الحبوب النابتة من العدد الكلي للحبوب المزروعة، وقدرت نسبة الإنبات الحقلية في مرحلة اكتمال الإنبات، وفق المعادلة الآتية:

نسبة الانبات الحقلية = (عدد النباتات في 1م^{2}عند اكتمال الإنبات/عدد الحبوب المزروعة في 1 م2) × 100.

حسب:(ISTA.,2020)

1-2- **ارتفاع النبات Plant height(سم):** عبارة عن طول النبات بدءاً من نقطة ملامسة الساق لسطح التربة حتى قمة السنبلة باستثناء السفا (IPGRI، 1994).

1-3- **مساحة الورقة العلمية وما دون العلمية (سم^2) :Flag and Sub flag leaf area** تم حساب المساحة الورقية للورقة العلمية وما دونها يدوياً باستعمال المسطرة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، ويضرب حاصل الجداء بمعامل التصحيح الخاص بمحصول القمح، الذي يُعادل 0.79(voldeng and simpson.,1967).

المساحة الورقية النظرية = طول الورقة ×العرض الأعظمي للورقة

المساحة الورقية الفعلية = المساحة الورقية النظرية × معامل التصحيح

ثانياً-المؤشرات الفينولوجية Phonological traits:

2-1- **عدد الأيام حتى الإنبات Days to germination(يوم):** تم تحديده عندما ظهرت الورقة الحقيقة الأولى عند 75% من نباتات القطعة التجريبية في المساحة الثابتة المحددة بالأوتاد الخشبية(AOSA.,2019).

2-2- **عدد الأيام حتى الاسبال:** وهو عدد الأيام من الزراعة وحتى ظهور 50% من السنبلة من غد الورقة في 50% من نباتات القطعة التجريبية(Zadoks *et al.*,1974).

ثالثاً- المؤشرات المرتبطة بالغلّة الحبية Grain yield associated traits

3-1-طول السّنبلة الرَّئيسَة:

تم قياسه في مرحلة النضج التَّام ابتداءً مِن قَاعِدة السّنبلة إلى نهاية السّنيبلات الخصبة دون السَّفا، بحيث قمنا بحساب متوسِّط الطّول لـ (10) سنابل تم اختيارها عشوائيًّاً في كل وحدة تجريبيَّة (Gomes and Gomes.,1884).

3-2- متوسط عدد الحبوب في المتر المربع Number of grains per m^2(حبة. $م^{-2}$): ويُمثل حاصل جداء متوسط عدد الحبوب في السنبلة الواحدة بمتوسط عدد السنابل في المتر المربع (Donald and Hamblin.,1976).

3-3- متوسط وزن الألف حبة (غ) 1000-kernel weight: تم حساب وزن 400 حبة من كل صنف ومعاملة على حدة، ومن كل مكرر، ثمّ ضرب الناتج بـ 2.5 لحساب وزن الألف حبة(ISTA.,2020).

3-4- الغلّة الحبية Grain yield(غ. $م^{-2}$): تم حساب متوسط وزن الحبوب (غ) في المتر المربع الواحد عند محتوى رطوبي في الحبوب يُعادل 12.5%. تم تقدير الغلّة الحبية بشكلٍ دقيق وفق العلاقة الرياضية الآتية: **الغلّة الحبية (غ. $م^{-2}$) عند 12.5% = الغلّة الحبية التي تمّ الحصول عليها (غ. $م^{-2}$) × (100 – محتوى الحبوب المائي عند الحصاد) / (100 – 12.5%)** حسب: (Tekhanov.,1997).

النتائج والمناقشة:

أولاً– المؤشرات الشكلية Morphological traits

1-1- **نسبة الإنبات الحقلية (%)**:أظهرت النتائج ، الذي تعرض فيه القمح لإجهاد الجفاف الحاد، وجود انخفاض واضح في نسبة الإنبات الحقلية لكل من صنفي القمح شام 4 وشام 6 .

في صنف شام 4، سجلت المعاملة بالفضة النانوية أعلى نسبة إنبات (95%) مقارنة بالزنك النانوية (93%) والشاهد (90%). وبمقارنة هذه الفروق مع قيمة LSD للمعاملة (0.28)، يتضح أن الفروق معنوية، مما يشير إلى أن جسيمات الفضة النانوية ساهمت نسبيًا في تخفيف أثر الجفاف على الإنبات.

اما في صنف شام 6، لوحظ أن المعاملة الأولى (الفضة) سجلت 93%، المعاملة الثانية (الزنك) 90%، والشاهد 92%. وبمقارنة هذه الفروق مع LSD للمعاملة فإن الفروق بين المعاملات معنوية، ما يشير إلى استجابة لجميع المعاملات في هذا الصنف تحت ظروف الإجهاد المائي.

عند مقارنة نفس المعاملة بين الصنفين باستخدام LSD للصنف (0.23)، لوحظ ان صنف شام 4 أظهر تفوقًا معنوياً في جميع المعاملات، خاصة مع المعاملة الأولى، حيث بلغت نسبة الإنبات 95% مقابل 93% في شام 6.

هذا التفوق يشير إلى قدرة أعلى لصنف شام 4 على تحمل إجهاد الجفاف في مرحلة الإنبات، نتيجة الاختلاف الوراثي بين الصنفين في تحمل الجفاف وفعالية العمليات الفيزيولوجية خلال بداية نمو البذور.

جدول (4): نسبة الانبات الحقلية لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

نسبة الانبات الحقلية%	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	95.000 a	93.778 b	94.389
المعاملة الثانية	93.222 c	90.333 e	91.778
الشاهد	90.222 e	92.333 d	91.278
متوسط الأصناف	92.815	92.148	
LSD C 5%	0.2325		
LSD N 5 %	0.2848		
LSD C*N 5%	0.4027		
CV %	0.5		

تعمل الفضة النانوية على تحسين امتصاص الماء وزيادة الوزن الطري للبذور، مما ينعكس إيجاباً على سرعة الإنبات ونسبته(Razzaq ., 2017 *al et*).

إن معاملة البذور بجسيمات الفضة النانوية الحيوية تعمل على تحسين مؤشرات الإنبات (طول الجذير والريشة) في القمح من خلال تعزيز نشاط إنزيمات ألفا–أميلاز (α–amylase)، المسؤول عن

تحويل النشا في السويداء إلى سكريات بسيطة لتغذية الجنين النامي وفقاً لما ذكره (Mahakham *et al*.,2017).

يعتبر الزنك عنصراً غذائياً أساسياً (Micronutrient) للنبات. وجوده بشكل نانوي يزيد من مساحة سطحه ويسهل امتصاصه من قبل البذرة. يقوم الزنك بدور حيوي كعامل مساعد (torCofac) للعديد من الإنزيمات الضرورية لتخليق البروتينات والهرمونات، وأهمها هرمون الأكسين (uxinA) المسؤول عن استطالة الخلايا. تحسين تغذية البذرة بالزنك منذ البداية يعطي دفعة قوية لنمو الجنين،حيث بينت دراسة ان استخدام أكسيد الزنك النانوي (NPs–ZnO) بتركيزات منخفضة أدى إلى زيادة كبيرة في نسبة إنبات بذور القمح وتحسين نمو البادرات، وذلك بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل، حيث عززت الجسيمات النانوية من امتصاص البذور للماء والعناصر (Yusefi– tanha *et al*.,2020).

وادنى نتيجة كانت الشاهد للصنف شام4، حيث أن بذور الشاهد اعتمدت فقط على مخزونها الغذائي الداخلي والظروف البيئية الطبيعية (التربة والرطوبة) دون أي معاملة محفزة. النسبة الأقل هنا تؤكد أن المعاملات النانوية كان لها تأثير إيجابي حقيقي وفعال في تحفيز الإنبات، خاصة في هذا الصنف.

2-1 ارتفاع النبات:

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في ان متوسط اطوال النباتات تراوح بين (53 وحتى 41.33 سم) حيث تفوقت معاملة الحبوب بجسيمات الفضة النانوية لصنف شام 4على باقي المعاملات (53 سم) بينما معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية لحبوب القمح شام 6 أعطت أدني قيمة (41.11 سم) بينما تراوحت باقي المعاملات (45 ،44.67 ،44.44 ،41.33) سم على

التوالي للمعاملات التالية (المعاملة الثانية شام4، المعاملة الثانية شام6، الشاهد شام4، الشاهد شام6) مع وجود فرق معنوي بين المعاملات.

جدول (5): متوسط طول النبات(سم) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

ارتفاع النبات (سم)	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	53 a	41.11 e	47.06
المعاملة الثانية	45 b	44.67 c	44.83
الشاهد	44.44 d	41.33 e	41.33
متوسط الأصناف	47.48	42.37	
LSD C 5%	0.932		

LSD N 5 %	1.141
LSD C*N 5%	1.614
CV %	3.8

يمكن تفسير هذا التفوق للصنف شام 4 المعامل بجسيمات الفضة النانوية على باقي المعاملات من خلال عدة آليات فيزيولوجية مترابطة

التأثير المباشر على إنبات البذور (تأثير تراكمي) و تعد هذه النتيجة هي امتداد طبيعي للنتيجة السابقة للنبات الذي يبدأ حياته بقوة (نسبة إنبات أعلى، وجذر وجنين قويين) يكون لديه أساس متين لبناء نمو خضري جيد. المعاملة بالفضة النانوية التي حسنت الإنبات استمر تأثيرها إيجابياً على مراحل النمو التالية.

تحفيز إنتاج هرمونات النمو (الأكسينات – Auxins) حيث تلعب جسيمات الفضة النانوية(NPs–Ag) دوراً محفزاً في مسارات التصنيع الحيوي لهرمون الأكسين (Indole–3– acetic acid– IAA)، وهو الهرمون الرئيسي المسؤول عن استطالة الخلايا وبالتالي زيادة طول النبات. كما أن الفضة النانوية قد تؤثر إيجابياً على حساسية الخلايا لهذا الهرمون.

تعزيز عملية التمثيل الضوئي: حيث اظهرت دراسات سابقة أن المعاملة بالفضة النانوية بتركيزات منخفضة تزيد من محتوى اليخضور(الكلوروفيل) في أوراق القمح ، زيادة كفاءة التمثيل الضوئي تعني إنتاج المزيد من المركبات العضوية (السكريات) التي تستخدم في بناء الأنسجة الجديدة وزيادة طول النبات كما ان معاملة بذور القمح بالفضة النانوية يؤدي إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات

ومساحة الورقة ومحتوى الكلوروفيل، وعزت الدراسة ذلك إلى دور الفضة النانوية في تحسين امتصاص العناصر الغذائية وتحفيز النشاط الهرموني(Latif *et al.*,2017).

3-1 -مساحة الورقة العلمية ومادون العلمية:

مساحة الورقة العلمية:

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي المتحصل عليها من الجدول(6) لصفة مساحة الورقة العلمية تفوق معاملة الفضة النانوية مقارنة بمعاملتي الزنك و الشاهد، حيث سجلت اعلى قيمة(58.04) لمساحة الورقة العلمية عند نقع الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية لصنف شام 4 و تلتها المعاملات (54.43 ،54.52 ،54.70) للمعاملات التالية (المعاملة الأولى شام6، الشاهد شام6، المعاملة الثانية شام4)، بينما سجلت اقل قيمة (46.16، 47.59) عند الشاهد صنف شام4 ومعاملة القمح بجسيمات الزنك النانوية صنف شام6على التوالي.

جدول (6): متوسط مساحة الورقة العلمية (سم ^{2}) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

مساحة الورقة العلمية	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	19.76 a	14.70 e	17.23
المعاملة الثانية	16.20 c	17.83 b	17.01
الشاهد	15.93 d	12.5 f	14.25
متوسط الأصناف	17.30	15.04	
LSD C 5%	0.457		
LSD N 5 %	0.560		
LSD C*N 5%	0.762		
CV %	5.2		

مساحة الورقة تحت العلمية:

نلاحظ من خلال الجدول (7) تفوق معاملتي جسيمات الفضة والزنك النانوية لصنفي القمح شام4،شام6 على التوالي (8.78,15.03، 9.59، 8.46) مقارنة بمعاملة الشاهد لصنفي القمح شام4،شام6 (7.55,7.95).

حيث كانت اعلى قيمة لمساحة الورقة تحت العلمية (15.03) عند المعاملة بجسيمات الفضة النانوية لصنف القمح شام 4 بينما سجلت اقل مساحة (7.55) عند معاملة الشاهد.

تظهر النتائج مما سبق تفوق معاملة جسيمات الفضة النانوية ثم تليها معاملة جسيمات الزنك النانوية واقل قيمة كانت عند الشاهد.

جدول (7): متوسط مساحة الورقة ما دون العلمية(سم ^{2}) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

مساحة الورقة مادون العلمية	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	15.03 a	8.78 c	11.90
المعاملة الثانية	9.59 b	8.46 c	9.02
الشاهد	7.95 c	7.55 c	7.75
متوسط الأصناف	10.86	8.26	
LSD C 5%	0.551		
LSD N 5 %	0.675		
LSD C*N 5%	0.954		
CV %	10.5		

يعود السبب في تفوق معاملة نقع حبوب القمح شام4 بجسيمات الفضة النانوية في صفة مساحة الورقة العلمية وما دون العلمية الى أن المعالجة بجسيمات الفضة النانوية تؤدي لتراكم منضبط ل ros (أنواع الاكسجين التفاعلية) مما ينشط نظام مضادات الاكسدة ويقلل من تأكسد الدهون ويعزز كفاءة التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف، مع تراكم الفضة في السيقان والأوراق بشكل رئيسي (ding *et al.*,2025).

ويُعزى هذا التفوق إلى دور جسيمات الفضة النانوية في تعزيز نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة والمحافظة على سلامة أغشية الخلايا، مما يسمح بزيادة انقسام الخلايا وتمددها، وهو ما أشار إليه أيضًا Dimkpa (2018 &Bindraban).

تطبيق الجسيمات النانوية، ولاسيما جسيمات الفضة النانوية، يؤدي إلى زيادة مساحة الورقة نتيجة تحسين كفاءة التمثيل الضوئي وتقليل الإجهاد التأكسدي في الأنسجة النباتية. فقد سجل صنف شام 4 المعامل بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية زيادة معنوية في مساحة الورقة مقارنة بمعاملة جسيمات الزنك النانوية والشاهد، وكذلك مقارنة بصنف شام−6 (2021,Khan *et al.*) (Zulfiqar *et al.*,2019).

ثانيا: المؤشرات الفينولوجية:

2-1 عدد الأيام حتى الانبات:

يتبين لنا من خلال الجدول (8) اختلاف عدد الأيام حتى الانبات بين صنفي القمح شام4 وشام6 حيث تفوقت المعاملة الأولى صنف شام 4 معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية (10 أيام) على المعاملة الثانية معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية (11 يوم) والشاهد (11 يوم)، بينما الصنف شام 6 لم يكن هناك أي فروق معنوية بين المعاملات على نفس الصنف.

عند مقارنة الصنفين نجد ان الصنف شام4 تفوق على صنف شام 6 حيث انه كان يوجد فرق معنوي بين المعاملة الأولى (المعاملة بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية) مقارنة ببقية المعاملات لصنف شام6.

جدول(8): متوسط عدد الأيام حتى الانبات لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

عدد الأيام حتى الانبات	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات

المعاملة الأولى	10 a	11.444 b	10.722
المعاملة الثانية	11.556 b	11.556 b	11.556
الشاهد	11.444 b	11.556 b	10.50
متوسط الأصناف	11.519	11	
LSD C 5%	0.286		
LSD N 5 %	0.3503		
LSD C*N 5%	0.4954		
CV %	4.6		

بالنسبة لمؤشر عدد الأيام حتى الانبات، تبين أن معاملة جسيمات الفضة النانوية في صنف شام 4 أدّت إلى تقليل مدة الانبات مقارنة بمعاملة الزنك النانوية ومعاملة الشاهد، حيث بلغ أقل وقت إنبات 10 أيام، وهذا الفارق كان معنويًا إحصائيًا. أما في صنف شام 6 فلم تكن الفروق بين المعاملات معنوية في هذا المؤشر، مما يشير إلى استجابة متقاربة للصنف تجاه المعالجات النانوية. وتتفق هذه النتائج مع الدراسات الحديثة التي أظهرت أن المعالجات النانوية يمكن أن تعدل من معدل ومدة الانبات في بعض المحاصيل عبر تحسين الامتصاص المائي وتنشيط الأنزيمات الفسيولوجية داخل البذور (Yadva.,2024).

2-2 عدد الأيام حتى الاسبال:

كما يتبين لنا من خلال الجدول (9) خلال الموسم الزراعي عند صنف شام 4 تفوق المعاملة الأولى (معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية) على باقي المعاملات في صفة عدد الأيام حتى الاسبال (82 يوم) هذا يعني باكورية أكثر للمعاملة في الاسبال تلتها المعاملة الثانية والشاهد دون وجود فرق معنوي بينهما (معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية 86.22 يوم والشاهد 86 يوم).

اما صنف شام 6 فقد أظهرت نتائج التحليل ان التغيرات الناتجة عن معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية (يوم85) والمعاملة الثانية (معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية (86 يوم))، والشاهد (85 يوم) كانت طفيفة وغير معنوية احصائياً.

بالمقارنة بين الصنفين شام4، شام6 خلال الموسم الزراعي نجد ان الصنف شام 4 تفوق فقط في المعاملة الأولى (معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية 82 يوم) على باقي المعاملات لنفس الصنف ومعاملات صنف شام 6، بينما باقي المعاملات لم تكن الفروق معنوية فيما بينها

جدول (9): متوسط عدد الأيام حتى الاسبال لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

عدد الأيام حتى الاسبال	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	82.56 a	85.89 b	84.22
المعاملة الثانية	86.22 b	86.11 b	86.17
الشاهد	86 b	85.89 b	85.95
متوسط الأصناف	84.94	85.96	
LSD C 5%	0.436		
LSD N 5 %	0.534		
LSD C*N 5%	0.755		
CV %	0.9		

يعود تفسير هذا التفوق بأن جسيمات الفضة النانوية، عند تحضيرها باستخدام مستخلصات نباتية (الأباء البرية)، تعمل على تحفيز العمليات الفسيولوجية للنبات، مثل تحسين كفاءة البناء الضوئي وتنظيم النشاط الهرموني، ولا سيما الهرمونات المسؤولة عن النمو والتمايز الزهري، مما يؤدي إلى تسريع الانتقال من الطور الخضري إلى الطور التناسلي ومن ثم تقليل عدد الأيام اللازمة للوصول إلى الإسبال والنضج.

كما أن لجسيمات الفضة النانوية دورًا في تعزيز امتصاص العناصر الغذائية وتحسين كفاءة استخدام الماء، إضافةً إلى تقليل الإجهادات الحيوية واللاأحيائية، الأمر الذي ينعكس على انتظام النمو وتسريع إكمال الدورة الحياتية للنبات. ويبدو أن الصنف شام 4 يمتلك قابلية وراثية أعلى للاستجابة لهذا النوع من المعاملة مقارنةً بالصنف شام 6، مما يفسر ظهور الفروق المعنوية في الصنف شام 4 فقط(Sharma *at el.*,2024) .

ثالثاً: المؤشرات المرتبطة بالغلة:

3-1 متوسط طول السنبلة(سم):

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للموسم لمؤشر طول السنبلة ان القيم تراوحت بين (10.333 وحتى 6.444) سم حيث تفوقت المعاملة الثانية لصنف شام 6 مستخلص جسيمات الزنك النانوية (10.333) سم على باقي المعاملات وكانت اقل قيمة لشاهد صنف القمح شام 4 (6.444) سم، بينما تراوحت باقي النتائج (8.667، 7.667، 7.333، 6.556) سم على التوالي للمعاملات التالية (المعاملة

الأولى شام 4، الشاهد شام 6، المعاملة الثانية شام 4، المعاملة الأولى شام6) مع وجود فروق معنوي بين كافة المعاملات.

جدول (10): متوسط طول السنبلة(سم) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

طول السنبلة	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	8.667 b	6.556 e	7.611
المعاملة الثانية	7.333 d	10.333 a	8.833
الشاهد	6.444 e	7.667 c	7.056
متوسط الأصناف	7.481	8.185	
LSD C 5%	0.300		
LSD N 5 %	0.3677		
LSD C*N 5%	0.519		

CV %	7

يلعب الزنك دوراً محورياً في تحسين مكونات الغلة في القمح، وخاصة طول السنبلة وعدد الحبوب فيها، وذلك من خلال تأثيره المباشر في انقسام الخلايا واستطالتها خلال المراحل التكاثرية وهذا مايفسر تفوق المعاملة الثانية للصنف شام6 (المعاملة بمستخلص الإباء البرية لجسيمات الزنك النانوية) (Hafeez *at el.*,2013).

كما أن استجابة أصناف القمح المختلفة للتسميد بالزنك تتفاوت بشكل كبير؛ فبعض الأصناف تمتلك كفاءة أعلى في نقل الزنك وتراكمه في الحبوب والسنابل (nc Use EfficiencyZi)، وهو ما يفسر تفوق شام 6 في هذه المرحلة تحديداً(Pandey *at el.*,2010).

يستمر تأثير الفضة النانوية من مرحلة الإنبات حتى مرحلة النمو الخضري والإنتاجي، ولكن فعاليتها النسبية قد تختلف باختلاف المرحلة الفينولوجية (Phenological stage) والعنصر المستخدم (Razzaq *at el.*,2019).

ويفسر إعطاء الشاهد صنف شام4 ادنى قيمة حسب علم تربية النبات أن هناك ظاهرة تعرف بـ"تفاعل التركيب الوراثي × البيئة × المعاملة" (Genotype × Environment × Treatment interaction – G×E×T)، حيث يستجيب كل صنف بشكل مختلف للمعاملات المختلفة تبعاً لتركيبه الجيني وتفاعله مع العوامل الخارجية (Kang, 2002).

3-2 عدد الحبوب في 1 م^2:

اعطت نتائج التحليل الاحصائي للموسم الزراعي نتائج تراوحت بين (12375 وحتى5198) حبة /1م^2 حيث تفوقت المعاملة الأولى: معاملة حبوب القمح صنف شام 4 بمستخلص الأباء البرية لجسيمات

الفضة النانوية (12375) حبة/1م^2 وكانت اقل قيمة عند المعاملة الثالثة: الشاهد لصنف القمح شام 4(5198) حبة/1م^2 بينما كانت نتائج باقي المعاملات (8820، 7336، 6857، 6464) حبة/1م^2 مع وجود فروق معنوية بين المعاملات.

جدول (11): متوسط عدد الحبوب في 1م لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

عدد الحبوب في 1م ^{2}	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	12375 a	7336 c	9855
المعاملة الثانية	6857 d	8820 b	7839
الشاهد	5198 f	6464 e	5831
متوسط الأصناف	8143	7540	
LSD C 5%	295.5		

LSD N 5 %	361.9
LSD C*N 5%	511.8
CV %	6.9

تبين نتائج تحليل مؤشر عدد الحبوب في المتر المربع (Number of Grains/m²) – وهو مؤشر رئيسي لتقدير الإنتاجية النهائية تفوقاً معنوياً واضحاً لـ معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) مسجلة أعلى القيم. تلتها في المرتبة الثانية معاملة الزنك النانوية للصنف شام 6 (المعاملة الثانية) . في المقابل، سجلت معاملة المقارنة (الشاهد) للصنف شام 4 أدنى متوسط لعدد الحبوب في المتر المربع.

يعتبر تفوق معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) نتيجة تراكمية وتكاملية لجميع المزايا السابقة التي وفرتها المعاملة بالفضة النانوية للصنف شام 4

التأثير التراكمي للمؤشرات السابقة: الإنبات القوي أعطى عدداً أكبر من النباتات في المتر المربع منذ البداية. النمو الخضري الجيد : نباتات أطول وأقوى تعني مساحة ورقية أكبر لعملية التمثيل الضوئي

زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وتراكم المادة الجافة:

الفضة النانوية(NPs–Ag) تزيد من محتوى الكلوروفيل وكفاءة عملية البناء الضوئي. هذا يعني أن النباتات استطاعت إنتاج كمية أكبر من المواد الكربوهيدراتية (السكريات والنشا) وتوجيهها لملء الحبوب (Grain filling). النتيجة النهائية هي عدد أكبر من الحبوب وحبوب ممتلئة وثقيلة.

أدت معاملة بذور القمح بالفضة النانوية إلى زيادة معنوية في عدد السنابل/م² وعدد الحبوب/سنبلة وإنتاجية الحبوب الكلية، وعزت الدراسة ذلك إلى تحسين الكفاءة الفسيولوجية للنبات وزيادة تراكم المادة الجافة(Jhanzab *et al.*,2019).

تحسين النمو المبكر بفعل الفضة النانوية ينعكس إيجاباً على جميع مكونات الغلة اللاحقة، مما يجعلها استراتيجية واعدة لتعزيز إنتاجية القمح(Razzaq *et al.*,2019).

3-3 وزن1000 حبة(غ):

تبين من خلال جدول التحليل الاحصائي (12) دور مستخلص الأباء البرية لجسيمات النانوية في مؤشر وزن1000 حبة حيث تراوحت نتائج الموسم الزراعي بين (49.67 وحتى 30 غ) حيث تفوقت معاملة الحبوب لصنف شام 4 بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية (49.67) غ على باقي المعاملات وكانت اقل قيمة عند الشاهد لصنف القمح شام4 (30) غ وكانت باقي نتائج المعاملات (41، 37، 34.17، 34) غ على التوالي مع وجود فروق معنوية بين المعاملات(معاملة حبوب القمح صنف شام6 بجسيمات الزنك النانوية ، معاملة حبوب القمح صنف شام 6 بجسيمات الفضة النانوية، معاملة حبوب القمح صنف شام4 بجسيمات الزنك النانوية، الشاهد صنف شام6)

جدول (12): متوسط وزن1000 حبة(غ) القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

وزن1000 حبة	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	49.67 a	37 c	43.58
المعاملة الثانية	34.17 d	41 b	37.50
الشاهد	30 f	34 e	32
متوسط الأصناف	37.94	37.50	
LSD C 5%	0.418		
LSD N 5 %	0.512		
LSD C*N 5%	0.724		
CV %	2		

أظهرت نتائج تحليل مؤشر وزن 1000 حبة (TKW –Kernel Weight –1000) – وهو مؤشر رئيسي لجودة الحبوب ودرجة امتلائها، حيث سجلت معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) أعلى متوسط لوزن 1000 حبة، تلتها نفس المعاملة (الفضة النانوية) للصنف شام 6 (المعاملة الأولى مع شام 6) . في المقابل، سجلت معاملة المقارنة (الشاهد) للصنف شام 4 أدنى متوسط لوزن الحبوب.

يعتبر تفوق معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) تتويجاً طبيعياً للتأثيرات الإيجابية المتتالية للفضة النانوية على هذا الصنف الفضة النانوية لم تؤثر فقط على الإنبات والنمو الخضري بل استمر تأثيرها حتى المرحلة النهائية حيث أن النباتات المعاملة بالفضة (شام 4) كانت تمتلك مجموع جذري أكثر كفاءة ، أوراق ذات كفاءة ضوئية أعلى، نقل فعال للمواد المدخرة (Remobilization)، تحسين نوعية الحبوب وجودتها حيث ان الفضة النانوية تحسن من تركيب الحبوب نفسها، فتزيد من نسبة النشا والبروتين فيها، مما ينعكس على وزنها النوعي.

أدت معاملة نباتات القمح بالفضة النانوية إلى زيادة معنوية في وزن 1000 حبة والحاصل الكلي، وعزت الدراسة ذلك إلى زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وتحسين نقل العناصر الغذائية إلى الحبوب خلال مرحلة ملئ الحبوب (Ibrahim *et al.*,2020).

كما أن تحسين النمو الخضري المبكر بالفضة النانوية ينعكس إيجاباً على جميع مكونات الحاصل، وخاصة وزن الحبة الذي يعتبر من أكثر المكونات استقراراً وراثياً (Jhanzab *et al.*,2019).

3-4 الغلة الحبية(غ/م^2):

تُظهر نتائج التحليل الاحصائي من خلال جدول(13) تأثير معاملتي مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة والزنك النانوية على مؤشر الغلة الحبية لصنفي القمح شام4، شام 6.

تبين لدينا من خلال جداول التحليل الاحصائي أن معاملة مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية على صنف القمح شام4 أفضل نتيجة (497.5) غ/م^2 بالمقابل كانت اقل نتيجة عند المعاملة الثالثة(ا لشاهد لصنف القمح شام 4 (122.9) غ/م^2)، وتراوحت قيم باقي المعاملات على الترتيب (298.3، 222.6، 189، 176.6) غ/م^2 للمعاملات التالية بالترتيب (المعاملة الثانية شام6، المعاملة الأولى شام6، المعاملة الثانية شام4، الشاهد شام6).

جدول (13): الغلة الحبية(غ/م^2) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

الغلة الحبية	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	497.5 a	222.6 c	360
المعاملة الثانية	189 d	298.3 b	243.7
الشاهد	122.9 e	176.6 d	149.7
متوسط الأصناف	269.8	232.5	
LSD C 5%	15.61		
LSD N 5 %	19.12		
LSD C*N 5%	27.04		
CV %	11.4		

تبين نتائج تحليل مؤشر الغلة الحبية (Grain Yield) وهو المؤشر الأهم والأكثر دلالة على نجاح التجربة من الناحية الإنتاجية والاقتصادية تفوقاً معنوياً واضحاً لـ معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) مسجلة أعلى إنتاجية للحبوب ، تلتها في المرتبة الثانية نفس المعاملة (الفضة النانوية) ولكن للصنف شام 6 (المعاملة الأولى مع شام 6) . في المقابل، سجلت معاملة (الشاهد) للصنف شام 4 أدنى متوسط للغلة الحبية.

هذا التفوق هو الحصاد الطبيعي للتأثيرات الإيجابية المتتالية التي وفرتها الفضة النانوية لهذا الصنف عبر جميع مراحل النمو. يمكن تفسير ذلك في نموذج تراكمي (Cumulative Model) :

–الأساس المتين (مرحلة الإنبات): الفضة النانوية حسنت نسبة الإنبات الحقلي للصنف شام 4(المؤشر الأول)، مما أعطى كثافة نباتية مناسبة (عدد نباتات/م²) منذ البداية. هذا الأساس القوي هو الشرط الأول لتحقيق غلة عالية.

–البناء القوي (مرحلة النمو الخضري): النباتات التي بدأت قوية استمرت في النمو القوي بفضل الفضة،فكانت أطول النباتات (المؤشر الثاني) وذات مساحة ورقية أكبر. المساحة الورقية الكبيرة تعني مصنعاً ضوئياً أكبر لإنتاج المواد الغذائية.

– التكاثر الجيد (مرحلة تكوين السنابل): رغم أن شام 4+ فضة لم يكن الأول في طول السنبلة (المؤشر الثالث)، إلا أنه كان ثانياً وبفارق بسيط. هذا يعني أن عدد الحبوب المحتمل في كل سنبلة كان مرتفعاً

– الإنتاجية الكمية (مرحلة تكوين الحبوب): بفضل الأساس القوي والبناء الجيد والتكاثر المناسب،استطاع شام 4 + فضة تسجيل أعلى عدد حبوب في المتر المربع (المؤشر الرابع). هذا هو المك ون الأول للغلة (عدد الحبوب).

– الجودة النوعية (مرحلة ملء الحبوب): وأخيراً، وفي مرحلة ملء الحبوب، استمرت الفضة في تحسين كفاءة النبات، فكانت حبات شام 4 + فضة الأثقل وزن (المؤشر الخامس). هذا هو المكون الثاني للغلة (وزن الحبة).

إن تحسين جميع مكونات الغلة (عدد السنابل، عدد الحبوب، وزن الحبة) بفعل المعاملات النانوية ينعكس بشكل تراكمي على الغلة النهائية، حيث أن الغلة هي حاصل ضرب هذه المكونات في تفاعلها مع بعضها البعض(Abdel-aziz *at el.*,2016).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تفوقت معاملتي نقع الحبوب لصنفي القمح (شام4، شام6) بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة والزنك النانوية معنوياً على الشاهد في معظم المؤشرات المورفولوجية (نسبة الانبات الحقلية، ارتفاع النبات، كمساحة الورقة العلمية ومادون العلمية) والإنتاجية(طول السنبلة ،عدد الحبوب في 1م ، وزن1000 حبة، الغلة الحبية).
2- تفوقت معاملة نقع اصناف القمح شام4، شام6 بالمعاملة الاولى (معاملة النقع بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية) معنوياً في معظم مؤشرات المورفولوجية والإنتاجية على المعاملة الثانية (نقع الحبوب القمح صنفي شام4،شام6 بمستخلص الإباء البرية لجسيمات الزنك النانوية).
3- تفوق الصنف شام 4 معنوياً على الصنف شام6 في معظم مؤشرات النمو والإنتاجية.
4- انخفضت قيمة المؤشرات نتيجة لتعرض النبات لفترات اجهاد جفافي قوي من بداية الموسم (الزراعة) مروراً بفترات حرجة للنبات (الازهار والتسنبل) وحتى مرحلة نضج الحبوب، مع

ذلك أعطت المعاملة الأولى لمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية على صنف شام4 أفضل النتائج في معظم مؤشرات النمو والإنتاجية.

التوصيات:

2- التوسع في استخدام معاملة نقع حبوب القمح بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية، لما أظهرته من تفوق معنوي واضح في معظم صفات النمو والإنتاجية مقارنة بالشاهد، مع إمكانية اعتمادها كمعاملة محسّنة في زراعة القمح.

3- اجراء دراسات إضافية لتحديد التركيزات المثلى لجسيمات الفضة النانوية المستخلصة حيويًا من الأباء البرية، ودراسة تأثيرها في مراحل نمو مختلفة وعلى صفات نوعية أخرى للحبوب.

4- التركيز على الصنف شام 4 في الدراسات المستقبلية، نظرًا لتفوقه المعنوي في معظم صفات النمو والإنتاجية مقارنة بالصنف شام 6، مع دراسة أسباب هذا التفوق من الناحية الفسيولوجية والوراثية.

5- دراسة تأثير معاملة مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية تحت ظروف إجهاد مختلفة، خاصة الإجهاد الجفافي، بهدف تقييم كفاءتها في تحسين تحمل القمح لظروف الإجهاد البيئي.

6- تكرار التجربة على مواسم زراعية متعددة وفي بيئات مختلفة، للتحقق من ثبات النتائج وتحديد مدى تأثر فعالية المعاملات بالعوامل المناخية والبيئية.

7- مقارنة تأثير الجسيمات النانوية الحيوية المستخلصة من الأباء البرية مع مصادر نانوية أخرى، لمعرفة أفضلها من حيث الكفاءة والأثر البيئي والسلامة الحيوية.

المراجع العربية:

1. إبراهيم ايمان،مسلماني نجوى، الخلف عماد الدين، الرمو عبير.(2022). تصنيع وتوصيف أوكسيد الزنك النانوي ودراسة تأثيره في تحسين مؤشرات انبات بذور نبات الكرفس، قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم،جامعة حلب، سورية.
2. سعد الله حسن سيف، عبد الكريم حسن عبد الله.(2021). تقدير فعالية انزيم (nitrate reductase)باستخدام دقائق الفضة النانوية المخلقة حيويا من الفطرين(*pleurotus pulmonarius*) و(*pleurotus ostreatus var ostreatus*) وتأثيرها على الفطر(*pyyhium aphanideratum*).المجلة العلمية للبحث العلمي،(2)

المراجع الأجنبية:

1. .Liu, R., & Lal, R .(2015).Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. Science of The Total ،Environment514,131-139.
2. Tanha, E., Fallah, S., Rostamnejadi, A., & Pokhrel, L. -Yusefi . .R(2020).z inc oxide nanoparticles(NPs-ZnO)regulate the germination and early seedling growth of wheat(Triticum aestivum

.L)under salinity stress. Journal of Plant Growth Regulation, .39(4),1431-1445.

3. .Sawi, E. A., & Ghonaim, M. M-Ibrahim, M. A., El .1(2020).Effect of silver nanoparticles on growth, yield and anatomical structure of wheat(*Triticum aestivum L.*)Azhar Journal of Agricultural -plants. Al Research,45(1),1-13.

4. Abd EL-Aziz G.H.; Ahmed S.S.; Radwan K.H.; Fahmy.A.H.(2022). Positive and Negative environmental effect of using zing ozide nanoparticles On wheat under drought stress. Open Journal of applied Science,12:1026-1044.

5. .Aziz, H. M., Hasaneen, M. N., & Omer, A. M-Abdel(2016)o Nan NPK fertilizer enhances the growth and productivity of -chitosan wheat plants(.Triticum aestivum L)Journal of Plant Nutrition, 39 . (4),570-582.

6. Al Salama, Yet al. (2024).Seed priming with silver nanoparticles .eenhances wheat yield and stress toleranc. plants,13(12),245.

7. Al Salama, Yet al. (2024).Seed priming with silver nanoparticles .enhances wheat yield and stress tolerance. plants,13(12),245.

8. AOSA,2019. Association of Official Seed Analysts. Seed Vigor .Testing Handbook. Contribution No. 32

9. Awlachew Z.; Singh R.; Kaur S.; Bains N and Chhuneja P. (2016). Transfer and mapping of the heat tolerance component traits of Aegilops speltoides in teraploid wheat Trirticum durum. springer science :36-78.

10. BALAZS H, OPERA-NADIB O, and BEESEA F, 2005- Asimple method for measuring the carbonate contentof soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 69. 1066-1068, Dot:10,2136/sssaj2004.0010.

11. Bashir A.; Rizwan M.; Ali S.; Adrees M.; Rahman M.Z and Qayyum M.F. (2020). Effect of composted organic amendment and zinc oxide nanoparticles on growth and cadmium accumulation by wheat, alife cycle study. environmental Science and Pollution Research.

12. Behboudi F.; Tahmasebi sarvestani Z.; Zaman kassaee M.; Modares sanavi S.A.M and Soroosh Zadeh A. (2018). Improving Growth and Yield of Wheat under Drought Stressvia Application of SiO2 Nanoparticle.J. Agr. Sci. Tech. Vol. 20: 1479-1492.

13. Dimkpa C.; Sing U.; Bindraban p.; Elmer W.; Gardea-torresdey J and Whit J. (2018). Exposure to Weathered and Fresh Nanoparticle

and Ionic Zn in Soil Promotes Grain Yield and Modulates Nutrient Acquisition in Wheat (Triticum aestivum L), Agricultural Food Chemistry. 2018, 66, 9645-9656.

14. Dimkpa, C. O., & Bindraban, PS.(2018).Nanofertilizers: New products for the industry?Journal of Agricultural and Food mistryChe,66(26) ,6462-6473.
15. Dimpka, C, O.; Singh, U.; Bindraban, P.S.; Elmer, W.H.; Gardea-Torresdey, J.L.and White, J.C. (2019). Zinc oxide nanoparticles alleviate drought-induced alterationsin sorghum prformancce nutrient acquisition and grain fortification. International fertilizer development center(IFDC). muscle shoals.
16. Donald& Hamblin.(1976).The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Advances in 405-Agronomy, 28, 361.
17. FAO. (2017).agriculture: Trends and The future of food and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, .Rome.

18. Feldman, M., levy, A. A. (2015). Origin and evolution of wheat and related Triticeae species in wheat. Springer, cham. (pp. 21-67).

19. Gene, J.H., Sun, D., & Nevo, E. (2011).Domestication evolution, ،genetics and genomics in wheat. Molecular Breeding,28(3) ,281-301.

20. Gomez,k.A andGomez ,A. A.(1984).Statistical Procedures for .Agricultural Research. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York.

21. .Saleem, M & ،.Hafeez, B., Khanif, Y. M.(2013).Role of zinc in a review. American Journal of Experimental -plant nutrition Agriculture,(2)

22. IPGRI. (1994). Descriptors for buchwheat (Fagopyrum spp) IPGRI, Rome.Italy.

23. ISTA.,2020. Seed International Rules for Seed Testing. International Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

24. Janmohammadi, M.; Amanzadeh, T.; Sabaghni, N and Dashti, S. (2016). Impact of foliar application of nano micronutrient fertilizers and titanium dioxide nanoparticles on the growth and yield

components of barley under supplemental irrigation. Acta agriculturae slovenica,107(2):265-276.

25. Jhanzab, H. M., Razzaq, A., Bibi, Y., & Jabeen, R.(2019).Effect of green synthesized silver nanoparticles on growth and yield of wheat(. *Triticum aestivum L*)al of Agricultural Pakistan Journ ،Sciences,56(3),631-637.

26. Kah,M., Kookana, R. S., Gogos, A., & Bucheli, T.D. (2018). A critical evaluation of nanopesticides and nanofertilizers against their conventional analogues. Nature Nanotechnology 13(8). 677-684.

27. kang, M. S.(2002).Quantitative genetics, genomics and plant .breeding. CABI Publishing.

28. Latif, H. H., Ghareib, M., & Tahon, M. A.(2017).pytosynthesis of silver nanoparticles using leaf extract of Ocimum basilicum and their effect on growth criteria and physiology of wheat(Triticum aestivum .L).Egyptian Journal of Botany, 57 .(1), 51-66.

29. Ipisut, Mahakham, W., Sarmah, A. K., Maensiri, S., & Theeraku P.)2017(. Nanopriming technology for enhancing germination and starch metabolism of aged rice seeds using phytosynthesized silver ،nanoparticles. Scientific Reports,7(),1-21.

30. Munir T.; Rizwan M.; Kashif M.; Shahzad A.; Ali S.; Amin N.; Zahid R.; Alam M.F.E. and Imran M. (2018). Effect of zinc oxide

nanoparticles on the growth and zn uptake in wheat (Triticum aestivumL.) by seed priming method. Digest Journal of nanomaterials & Biostructures(DJNB),13(1):315-323.

31. OLSEN S R, COLE C V, WATANABE F S, and DEAN L A, 1954 Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep.Agric.Circ. 939,USA.
32. Ortiz,R., Sayre, K. D., Govaerts, B., Gupta,R., Subbarao,, G.V.,& Ban,T. (2008).Climate change :؟Can wheat beat the heat ? culture, EcosystemsAgri& Environment,126(1-2) , 46-58.
33. Pandey, N., Pathak, G. C., & Sharma, C. P.)2010).Zinc deficiency differentially affects physiological responses of two contrasting wheat .genotypes. Journal of Plant Nutrition, 33(8),1162-1177.
34. Cerezo, E-Vigani, M., & Rodríguez ،.Parisi, C.(2015).Agricultural Nanotechnologies: What are the current possibilities?. Nano Today,10(2),127-127.
35. Pradhan G.P.; Prasad P.V.V.; Fritz A.k.; Kirkham M. B and Gill B.S. (2012). High temperature tolerance in Aegiplos Species and its potential transfer to wheat. Published in crop sci.52:292-304.

36. Rakszegi M.; Darko E.; Lovegrove A.; Moinar I.; Lang L.; Bedo Z.; Molnar-lang M.; Shewry P. (2019). Drought stress affects the protein and dietary fiber content of wholemeal wheat flour in wheat/ Aegilops addition lines. plos ONE,14(2).

37. Rawat, P.; Kumar, R.; Ram, p and pandy, P. (2018). Effect of Nanoparticles on Wheat Seed Germination and Seedling Growth.World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering 12(1).

38. Razzaq, A., Ammara, R., Jhanzab, H. M., Mahmood, T., Hafeez, A., Hussain, S &..(2019).A novel approach for silver nanoparticles synthesis: improved seed germination and enzyme activity in wheat (aestivum L Triticum.).Applied Ecology and Environmental ،Research,17()

39. Reynolds, M., Foulkes,J.,Furbank ,R.,Griffiths ,S.,King ,J., Murchie, E.,& Slafer,G. (2012). Achieving yield gains in wheat. Plant, Cell& Environment,35(10). 1799-1823.

40. Sharma, N.)2024(. The impact of silver & ،.Sharma, P., Sachdev, D nanoparticles on the growth of plants: Agricultural applications. Plant Nano Biology, 9, 100082.

41. Shewry, P.R. (2009). Wheat. journal of Experimental, Botany (6) 60,1537-1553.

42. Sijie Ding, Lihao Zheng, Tao Tao2, Qing Li, Jian Cai, Qin Zhou, Yingxin Zhong, Xiao Wang and Dong Jiang. (2025). Silver nanoparticles priming for drought tolerance in wheat: insights from antioxidant system activation and strss memory, Ding et al. Chem. Biol. Technol. Agric.12:57

43. Tekhanov A.B. (1979). Klakasbere Kaioshe Abrabotka Botshfe B Odesske Oblacte Maiak,186,11-21p.

44. Tilman, D., Balzer, C., Hill,J., & Befort، B.L. (2011).Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. ncesProceedings of the National Academy of Scie,108(50) ,20260-20264.

45. Voldeng, H. D. and Simpson, G. M. (1967). The relationship between photosynthetic area and grain yield per plant in wheat. Can. J. Plant Sci 47. 359-365.

46. .Yadav, P(2024). Acomparative study on the effects of silver and ide nanoparticles on germination and morphological traits of zinc ox modified marigold plants. Journal of Visual and PerformingArts (3) ، .1762-1758

47. Zadoks, J.C., Chang, T.T., & Konzak, C .،(1974).A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Reserch14(6),415-421.

48. ،Bosch-Zulfiqar, F., Navarro, M., Ashraf, M., Akram, N. A., & Munné S. Nanofertilizer use for sustainable (2019) agriculture. Plant Science, 289, 110270.