تأثير الفضة النانوية AgNPs على انبات ونمو حبوب القمح تحت الا جهاد الملحي

فاطمة فرج محمد [1,*] , ايمان ادم عثمان [1] , رافع ادريس محمد [2]

[1] قسم المحاصيل, كلية الزراعة, جامعة عمر المختار, ليبيا.
[2] المركز الليبي لبحوث للتقنيات الحيوية البيضاء, ليبيا.

* البريد الإلكتروني للباحث الرئيسي: Fatmaalzhra84@yahoo.com

الملخص العربى

نفذت تجربة معملية في المركز الليبي لبحوث التقنيات الحيوية فرع المنطقة الشرقية البيضاء بهدف دراسة تأثير جسيمات نترات الفضة النانوية على انبات ونمو بادرات القمح الواقعة تحت الاجهاد الملحي . بتطبيق تجربة عاملية في تصميم التام العشوائية شملت تركيزين من الفضة النانونية (0.001, 1 مولار) و ثلاثة تركيزات من الملح (NaCl) (4000, 6000, 8000 جزء بالمليون) الى جانب معاملة الكنترول. نقعت الحبوب لمدة 20 دقيقة قبل زراعتها في محلول نترات الفضة النانوية AgNPs المصنعة حيوياً باستخدام مستخلص اوراق النعناع ثم وضعت كل عشرة حبوب في طبق بتري بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة ومعاملتها بتركيزات الملح المسبق ذكرها أظهرت النتائج المتحصل عليها: إنخفضت نسبة وقوة الإنبات ، طول البادرة والجذير و الريشة ، الوزن الغض وعدد الجذور الأولية بزيادة تركيز الملح في بيئة النمو حيث وصلت الى اقل المتوسطات عند زيادة تركيز الملح الى 8000 جزء بالمليون مقارنة بمعاملة المقارنة. اظهرت النتائج تأثير معنوى عند $P \geq 0.05$ للبذور المنقوعة في AgNPs مقارنة مع معاملة الكنترول حيث تفوقت معاملة نقع الحبوب قبل الزراعة عند تركيز 0.001 مولار على الحبوب الغير منقوعة حيث أعطت اعلى نسبة مئوية و قوة للإنبات ، طول للبادرة و الجذير و الريشة ، اعلى وزن غض وعدد جذور أولية للبادرة في حين تسبب نقع الحبوب في التركيز المرتفع من الفضة النانونية (1مولار) نقص الانبات واعاقة النمو لبادرات القمح. أظهرت نتائج التفاعل أن معاملة نقع الحبوب قبل الزراعة في AgNPs بتركيز (0.001 مولار) أدت الى زيادة انبات و نمو بادرات القمح تحت ظروف الإجهاد الملحي حيث تفوقت في كل تركيزات كلوريد الصوديوم حيث اعطت اعلي المتوسطات في حين أعطت الغير منقوعة اقل المتوسطات. أعطت التركيزات المنخفضة من نترات الفضة النانونية زيادة فى نسبة إنبات الحبوب ونمو بادرات القمح في حين حصل تدهور للإنبات وإعاقة النمو للبادرات بارتفاع تركيز الفضة النانونية الى (1مولار).

الكلمات الاسترشادية: التخليق الأخضر، الملوحة، جزيئات الفضة النانوية، القمح.

المقدمة

تعد مشكلة الملوحة واحدة من اهم المشاكل التي تعيق التطور الزراعي إذ تنتشر الاراضى المتأثرة بالأملاح في مناطق واسعة حيث أشارت إحصائيات منظمة الاغذية والزراعية الى إن 6 % من مجموع الاراضي الزراعية في العالم تعاني من مشكلة الملوحة و بلغت نسبة الاراضي المروية 19.5% (FAO, 2011) وعلى مستوى المنطقة العربية تبلغ مساحة الاراضي التي تعاني من مشكلة الملوحة حوالي (134.17) مليون هكتار (ACSAD, 2004)

يعتبر الإنبات أول طور فسيولوجي يتأثر بالملوحة حيث أشارت كثير من الدراسات إلي انخفاض نسبة إنبات معظم الحبوب في الأراضي الملحية نتيجة عدم مقدرة الحبوب حيويا علي الإنبات بسبب تلف الأعضاء الجنينية وارتفاع ضغط محلول التربة الذي يعيق امتصاص الحبوب للماء الشحات، (2000). فقد وجد ان الملوحة بتراكيز عالية تثبط إنبات الحبوب .Belqaziz واخرون (2009) وباعتبار طوري الإنبات ونمو البادرات هي من الأطوار الحرجة في حالة الري بالمياه المالحة فعندما يكون طور الإنبات ونمو البادرات ضعيفا تكون الكثافة قليلة والإنتاج منخفض Hoffman & Mass (1977) ,

تعتبر تكنولوجيا النانو هي معالجة بارعة للمادة في المستوى الجزيئي أو الذري بشكل عام ضمن حدود 100 نانومتر. هذه التقنية واعدة لتحسين العمليات الزراعية الجارية من خلال تحسينها إدارة وصيانة واستدامة المدخلات في مجال الإنتاج الزراعي. Nasiri واخرون (2010) فقد لوحظ أن استخدام الأسمدة النانوية في الظروف البيئية الغير ملائمة يؤدى الى تقليل الإجهاد الذي تتعرض له النباتات. فقد لوحظ ان نقع الحبوب في الأسمدة النانوية أدى الى تحسين إنباتها وزيادة قوة البادرات على تحمل الظروف المختلفة فمن خلال العديد من التجارب وجد ان استعمال التقنية النانوية ادى الى زيادة سرعة انبات الحبوب فضلا عن زيادة التحمل للإجهادات البيئية وزيادة عمر ونمو الحبوب Feizi واخرون , (2011). كما اظهرت التجارب المختبرية ان معاملة حبوب المحاصيل بجسيمات الفضة النانوية سجلت زيادة في امتصاص الماء فضلا عن زيادة في الوزن الخضري و الجاف بنسبة 73% وارتفاع كبير في محتوى الحبوب من الفيتامينات وبالتالي زيادة في الحاصل ايضا الى جانب طول مدة تخزين الحبوب مع الحفاظ على مواصفات النمو والانتاج والتحمل للظروف البيئية المختلفةJaleel , (2009). وبناء على العديد من الدراسات التي اكدت دور الاسمدة النانوية في التحسين المعنوي في زيادة نمو النبات وتحسين نوعية الحاصل Janmohammadi واخرون (2016) تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الدور المحتمل للجسيمات متناهية الصغر (النانونية لنترات الفضة) والتي تم توليفها توليف أخضرAgNPs لتقليل من التأثير المثبط للإجهاد الملحي على انبات ونمو حبوب القمح .

المواد وطرق البحث

أجريت هذه الدراسة بمعمل المركز الليبي لبحوث التقنيات الحيوية فرع المنطقة الشرقية / البيضاء في شهر اغسطس لعام (2023) في تجربة عاملية (تصميم التام العشوائية) في ثلاث مكررات، حيث إشتمل العامل الاول تركيزين من نترات الفضة النانونية AgNPs (1 ,0.001 مولار) المصنعة حيوياً باستخدام مستخلص اوراق النعناع و ثلاثة تركيزات من ملح كلوريد الصوديوم NaCl (6000,4000, 8000) جزء بالمليون الى جانب معاملة الكنترول. نقعت الحبوب لمدة 20 دقيقة قبل زراعتها في محلول نترات الفضة النانوية و وضعت كل عشرة حبوب في طبق بتري وتم تقسيم الأطباق إلى ثلاث مجموعات (المجموعة الأولى من الحبوب منقوعة في ماء مقطر، المجموعة الثانية من الحبوب منقوعة في نترات الفضة النانونية تركيز 1 مولار ، المجموعة الثالثة من الحبوب منقوعة في نترات الفضة النانونية تركيز 0.001 مولار) وتحتوي كل مجموعة على ثلاث تكررات لكل معاملة. واختبرت للإنبات تحت اوساط ذات تركيزات مختلفة من ملح NaCl (8000,6000,4000,0) جزء بالمليون على ورق الترشيح حسب الطرق المنصوص عليها في القواعد والملحقات الدولية لاختبارات الحبوب.في أطباق بتري نظيفة ومعقمة مغطاة موضوعة في المختبر تحت ظروف ملائمة للإنبات..

الصفات المدروسة

النسبة المئوية للانبات طبقا للجمعية الدولية لاختبار الحبوب (ISTA. 2008).

النسبة المئوية للإنبات= عدد الحبوب الناجحة في الانبات بالعينة/ عدد الحبوب الأصلية بالعينة× 100

قوة الانبات طبقا ,Arafa واخرون .(2009).

قدرت قوة الانبات = النسبة المئوية للإنبات x (طول الرويشة + طول الجذير)

خصائص البادرة من حيث طول البادرة والرويشة والجذير (سم) بعد 14 يوم من اختيار الإنبات من خلال اختيار 3 بادرات عشوائيًا من كل طبق كما استخدمها .(AOSA. 1983)

الوزن الغض للبادرة (جم)

عدد الجذور الاولية .

التحليل الإحصائي: جميع البيانات المتحصل عليها خضعت لبرنامج التحليل genstat لاختبار المعنوية ومقارنة الفروق المعنوية بين المتوسطات بأقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمال 5% Steel & torrie (1980) .

النتائج والمناقشة

تأثير جسيمات نترات الفضة النانونية على النسبة المئوية لإنبات حبوب القمح تحت الاجهاد الملحي

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي المدونة بالجدول (1) وجود فروقا معنوية في نسبة الإنبات اثر زيادة تركيز كلوريد الصوديوم في وسط النمو بتدهور نسبة الإنبات حيث نقصت الى (46.7 %) بارتفاع تركيز الاملاح في وسط النمو الى 8000 جزء بالمليون مقارنة بالكنترول (62.2%).

يعزى هذا الى ان زيادة الملوحة سببت زيادة في الجهد الاسموزي وصعوبة التشرب للماء مما ادى الى اعاقة عملية الانبات وهذا اتفق مع ما اشار اليه Rahimi واخرون، (2006) فقد وجد أن الإنبات يتأثر بالملوحة والجفاف تأثيرا كبيرا من خلال دراسته علي نبات (*Plantago species*) حيث وجد أن نسبة الإنبات لا تتعدي31% في التراكيز المرتفعة واثبت أن الإنبات ينخفض عند ارتفاع الجهد الأسموزي في الأوساط الجافة والمالحة. اظهرت البيانات وجود فروق ذات معنوية عالية في تاثير جسيمات النانو على نسبة الانبات بتفوق الحبوب المنقوعة بجسيمات الفضة النانونية في تركيز 0.001 مولار على الحبوب المنقوعة فى الماء والمنقوعة في تركيز 1مولار بإعطاء أعلى نسبة للإنبات حيث وصلت الى (94.2%) مقارنة بمعاملة النقع في الماء التي انخفضت الى 47.5% و تدهورت الى 17.5 % عند معاملتها بتركيز مرتفع من جسيمات الفضة النانونية وهذا ما لاحظه Bahwirth & Bamsaoud. (2020) من وجود تأثيراً معنوياً للفضة النانونية على سرعة الإنبات.

اشار التفاعل بين النقع وتركيزات كلوريد الصوديوم الى وجود فروقا معنوية حيث أعطت معاملة النقع بجسيمات الفضة النانونية 0.001مولار اعلى المتوسطات في جميع اوساط النمو .وهذه النتيجة يدعمها ما اشار اليه Hojjat, (2015) في دراسة لتقييم تأثير جزيئات الفضة النانوية في تخفيف التأثيرات السلبية للملوحة على إنبات ونمو بذور الحلبة تم إجراء التجربة في إيران في الفترة من أكتوبر 2014 إلى نوفمبر 2014 في جامعة فردوسي في مختبر التكنولوجيا الحيوية أظهرت النتائج التأثير الكبير لخمسة مستويات من جسيمات الفضة النانوية (0، 10، 20، 30 و40 ميكروجرام /لتر) في تحسين إجهاد الملوحة على إنبات بذور الحلبة. حيث أظهرت النتائج انخفاضا معنويا في نسبة الإنبات ونمو البادرات بسبب الإجهاد الملحي بينما زادت معنويا عند إضافة جزيئات جسيمات الفضة النانوية.

تأثير جسيمات الفضة النانونية على قوة الانبات لبادرات القمح الواقعة تحت الاجهاد الملحي

أظهرت نتائج جدول (2) أن تأثير تركيزات كلوريد الصوديوم معنوى على قوة الإنبات لبادرات القمح حيث انخفضت قوة الانبات بزيادة مستوى الاملاح من كلوريد الصوديوم الى 264 بارتفاع تركيز الاملاح في وسط النمو الى 8000 جزء بالمليون مقارنة بالكنترول 1145 وهذا ما اشار اليه Almansouri واخرون (2001) من ان الملوحة تؤثر على نشاط عدد من الانزيمات اللازمة للانبات مثل انزيم الاميليز Amylase وتحويل النشا الى كربوهيدرات ذائب وبالتالي توثر على نسبة وقوة الانبات .

في حين اظهرت البيانات تفوق الحبوب المنقوعة بجسيمات الفضة النانونية تركيز 0.001 مولار على الحبوب المنقوعة في الماء والمنقوعة وفي تركيز 1مولار بإعطاء أعلى قوة انبات وصلت الى (1254) مقارنة بمعاملة النقع في الماء التي انخفضت الى (666) و تدهورت الى (70) عند معاملتها بتركيز مرتفع من جسيمات الفضة النانونية وقد يعزى هذا الى ان AgNPs لها دور على تنظيم الاوكسينات المسئولة على تكوين الورقة وزيادة مساحتها Cristina واخرون , (2007).

ايضا اشار التفاعل بين النقع وتركيزات كلوريد الصوديوم الى وجود فروقاً عالية المعنوية بتفوق معاملة النقع فى جسيمات الفضة النانونية 0.001 مولار باعطاء اعلى قوة لانبات البادرات في جميع اوساط النمو وهذه النتيجة يدعمها ما اشار اليه يحي, (2022) من ان AgNPs تعمل كمحفزات ومنظمات لهرمونات النمو ونخص بالذكر الاوكسينات التي بدورها تزيد من ليونة الخلية وبالتالي استطالتها .

تأثير جسيمات الفضة النانونية في الوزن الغض للجذير والرويشة لبادرات القمح تحت الاجهاد الملحي

أشارت نتائج الجدول (3) إلى وجود انخفاض معنوي في الوزن الغض للجذير والرويشة للبادرات مع زيادة مستويات الملوحة في وسط النمو حيث سجلت اقل المتوسطات عند تركيز ملوحة 8000 جزء بالمليون (0.1706) جم مقارنة بالكنترول (0.3748)جم وقد يعزى السبب في قلة الوزن بزيادة تركيزات كلوريد الصوديوم الى تدهور سرعة عملية البناء الضوئي فضلا عن قلة امتصاص العناصر المهمة في وظائف الخلية وانخفاض عمليات الانقسام والاستطالة وبالتالي خفض ترا كم المادة الجافة في الجذير والرويشة بسبب الشد الملحي وهذا اتفق مع ما اشار اليه Aflaki واخرون, (2017) في تجربة عاملية قام بها الباحث لدراسة تأثير الملوحة على انبات ونمو بادرات القمح استخدم فيها اربعة تراكيز ملحية طبقت على ثلاثة اصناف واظهرت النتائج التاثير المعنوي للملوحة على مؤشرات الانبات. في حين اظهرت البيانات تفوق الحبوب المنقوعة بجسيمات الفضة النانونية تركيز 0.001 مولار على الحبوب المنقوعة في الماء و تركيز 1مولار بإعطاء أعلى وزن للبادرة وصلت الى (0.4750) جم مقارنة بمعاملة الشاهد (0.2349) جم و إنخفض وزن البادرة الى (0.1488) جم عند نقع الحبوب بتركيز مرتفع من جسيمات الفضة النانونية وهذا ايضا ما اكده Bahwirth & Bamsaoud. (2020)

واشار التفاعل بين النقع جسيمات الفضة النانونية وتركيزات كلوريد الصوديوم الى وجود فروقاً عالية المعنوية بتفوق معاملة النقع فى جسيمات الفضة النانونية بالتركيز المنخفض 0.001 مولار اعلى المتوسطات في جميع اوساط النمو والتقليل من التاثير الضار للاجهاد الملحي على نمو البادرات .

تأثير جسيمات الفضة النانونية على طول بادرة القمح الواقعة تحت الاجهاد الملحي

تظهر نتائج الجدول (4) وجود انخفاض معنوي تدريجي لطول البادرة مرافقاً لزيادة مستويات الملوحة في وسط النمو (13.74, 12.41, 6.91, 6.17) جم للتركيزات (8000,6000,4000,0)جزء بالمليون على التوالي وقد يعزى السبب الى ان تراكم ايون الصوديوم في المسافات البينية وجدر الخلايا الذي بدوره يؤدي الى البلزمة PlasMysis مما يسبب سحب الماء من فجوات السيتوبلازم الى خارج الخلية مسببا نقصا في حجم الخلايا وبالتالي نقصاً في طول الساق Evers واخرون ,(1999).

اظهرت البيانات ايضا تفوق الحبوب المنقوعة في جسيمات الفضة النانونية تركيز 0.001 مولار بإعطاء أعلى طول للبادرة وصلت الى (13.46) سم وانخفض بمعاملة الكنترول (11.97) سم و تدهور طول البادرة الى 3.99 سم في التركيزات العالية من جسيمات الفضة وهذا ما اكده (2012) .Salama, في دراسته تأثير جزيئات الفضة النانوية على مؤشرات نمو النبات مثل أطوال المجموع الخضري والجذري في الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris* L.) والذرة (Zea mays L) لخمسة مستويات من جزيئات الفضة النانوية تم استخدامها (20، 40، 60، 80 و 100 جزء في المليون. وأظهرت النتائج أن التركيزات الصغيرة من الفضة للجسيمات النانوية تأثير محفز على نمو النباتات في حين أن التراكيز العالية أدت إلى تأثير مثبط. و زيادة تركيز جزيئات الفضة النانوية من 20 إلى 60 جزء في المليون أدى إلى زيادة في أطوال البراعم والجذور ومساحة سطح الورقة.

واشار التفاعل بين النقع فى جسيمات الفضة النانونية وتركيزات كلوريد الصوديوم الى وجود فروقاً عالية المعنوية حيث أعطت معاملة النقع جسيمات الفضة النانونية تر كيز0.001 مولار اعلى المتوسطات في جميع اوساط النمو. كما لها دور على تنظيم الاوكسينات المسئولة على تكوين الورقة وزيادة مساحتها Cristina واخرون , (2007).

تأثير جسيمات الفضة النانونية في طول الجذير لبادرات القمح تحت الاجهاد الملحي

اظهرت نتائج الجدول (5) الى وجود انخفاض معنوي لطول الجذير (13.74, 12.41, 6.91, 6.17) سم مع زيادة مستويات الملوحة في مياه الري.كما اظهرت البيانات تفوق الحبوب المنقوعة جسيمات الفضة النانونية تركيز 0.001 مولار حيث أعطت بإعطاء أعلى طول للجذر وصلت الى (13.46) سم وانخفض بمعاملة الكنترول (11.97) سم و تدهور الى 3.99 سم.

واشار التفاعل بين النقع جسيمات الفضة النانونية وتركيزات كلوريد الصوديوم الى وجود فروقاً عالية المعنوية حيث تفوقت معاملة النقع بجسيمات الفضة النانونية تر كيز0.001 مولار اعلى المتوسطات في جميع اوساط النمو. وهذا ما اكده Sharma. (2012) على تأثير الجسيمات النانوية الفضية (عند 0 و 25 و 50 و 100 و 200 و 400 جزء في المليون) على النمو وحالة مضادات الأكسدة لشتلات Brassica juncea البالغة من العمر 7 أيام وبتاثر الوزن الطازج وطول الجذور والبراعم و قوة البادرات بشكل إيجابي بالمعالجة بجسيمات الفضة النانوية. وقد أدى ذلك إلى زيادة بنسبة 326% في طول الجذر وزيادة بنسبة 133% في مؤشر قوة الشتلات المعالجة. ووجد أن

التأثيرات التحفيزية الملحوظة للجسيمات النانوية الفضية تعتمد على الجرعة حيث يعتبر العلاج بـ 50 جزءًا في المليون هو الأمثل لتحفيز استجابة النمو و تعزز نمو شتلات.

تأثير جسيمات الفضة النانونية على عدد الجذور لبادرات القمح تحت الاجهاد الملحي

تظهر نتائج الجدول (6) وجود انخفاض معنوي لعدد الجذور الاولية لبادرات القمح الواقعة تحت الاجهاد الملحي حيث انخفضت الى (3.56) جذير بارتفاع تركيز الاملاح في وسط النمو 8000 جزء بالمليون مقارنة بالكنترول (5.22) جذير وهذا ما اشار اليه الهلال , (2006) الى ان الملوحة تؤدي إلى خفض عدد الجذور الجنينية والشعرية نتيجة ارتفاع الضغط الاسموزي. اظهرت البيانات تفوق الحبوب المنقوعة بجسيمات الفضة النانونية تركيز 0.001 مولار بإعطاء أعلى عدداً للجذورحيث وصلت الى (6.00) وانخفضت بمعاملة الكنترول (4.58) و تدهورت الى (3.99) جذير عند زيادة تركيز المعاملة من جسيمات الفضة النانونية الى 1 مولار. وهذا اتفق مع DeRosa,(2010) على ان الاسمدة النانوية كانت ملائمة لحبوب القمح وساعدت على الانبات والنمو وكذلك السيطرة على تجهيز العنصر في وقت حاجة النبات وفي المرحلة المطلوبة من نمو النبات لتوفر هذا العنصر. واشار التداخل بين النقع جسيمات الفضة النانونية وتركيزات كلوريد الصوديوم الى عدم وجود فروقاً معنوية مع ملاحظة ان معاملة النقع بجسيمات الفضة النانونية بتركيز 0.001 مولار اعطى اعلى المتوسطات في جميع اوساط الملوحة . وهذا ما اكده Sharma. (2012) الذي اكد تأثير جسيمات النانوية الفضية على النمو و مضادات الأكسدة لشتلات (Brassica juncea) ووجد أن التأثيرات التحفيزية الملحوظة للجسيمات النانوية الفضية تعتمد على تركيز الجرعة.

التوصيات

ضرورة استخدام تقنية النانو المتطورة كونها تساهم في زيادة الإنتاجية الزراعية وتخفض التكاليف

اجراء المزيد من البحوث على التأثيرات المباشرة وغير المباشرة AgNPs في المحاصيل الحقلية .

نقل التجربة إلى تجربة حقلية .

دراسة تأثير إضافة الاسمدة جسيمات الفضة النانونية AgNPs لمراحل مختلفة من نمو النبات لتحديد أفضل مرحلة

المراجع

الشحات نصرأبوزيد.(2000).الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية , الدار العربية للنشر والتوزيع, ص577.547.681.238.11:

الهلال ,علي عبدالمحسن (2006). فسيولوجيا النبات تحت إجهاد الملوحة والجفاف. عمادة شؤون المكتبات,جامعة الملك سعود,الرياض

ACSAD, 2004: State of Desertification in the Arab World. (updated study). Pp. 628. Damascus. Syria.

Aflaki, F., Sedghi, M., Pazuki, A., Pessarakli, M. 2017: Investigation of seed germination indices for early selection of salinity tolerant genotypes: A case study in wheat. Emirates Journal of Food and Agriculture, 222-226.

Almansouri, M., Kinet, J.M., Lutts, S. 2001: Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (Triticum durum Desf.). Plant and soil, 231, 243-254.

AOSA, Association of Official Seed Analysts. 1983: Seed Vigour Testing Handbook. Contribution No. 32 to Handbook on Seed Testing Association of Official Seed Analysts, Lincoln, NE, USA. pp. 88.

Arafa, A.A., Khafagy, M.A., El-Banna, M.F. 2009: The effect of glycine betaine or ascorbic acid on grain germination and leaf structure of sorghum plant grown under salinity stress. J. of Crop Sci. 3 (5) : 294-304.

Bahwirth, M., Bamsaoud, S. 2020: The effect of silver nanoparticles on the germination and growth of two cultivars of wheat Triticum aestivum L. Alandalus J Appl Sci, 7, 9-25

Belaqziz, R., Romane, A., Abbad, A. 2009: Salt stress effcts on germination, growth and essenial oil content of an endemic thyme species in Maroco(Thymus maroccanus Ball.) Gournal of Applied. Sci Research. PP. 858-863.

Buzea, C., Pacheco, I.I., Robbie, K. 2007: Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. Biointerphases, 2(4), MR17-MR71.

DeRosa, M.C., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R., Sultan, Y. 2010: Nanotechnology in fertilizers. Nature nanotechnology, 5(2), 91-91.

Evers, D., Overney, S., Simon, P., Greppin, H., Hausman, J.F. 1999: Salt tolerance of Solanum tuberosum L. overexpressing an heterologous osmotin-like protein. Biologia plantarum, 42, 105-112.

FAO, 2011: Food and Agriculture Organization of the United Nations http://www.FAO.org /crop /statistics.

Feizi, H., Rezvani Moghaddam, P., Shahtahmassebi, N., Fotovat, A. 2012: Impact of bulk and nanosized titanium dioxide (TiO 2) on wheat seed germination and seedling growth. Biological trace element research, 146, 101-106

Hojjat, S.S. 2015: Impact of silver nanoparticles on germinated fenugreek seed. Int J Agric Crop Sci, 8(4), 627-30.

ISTA, 1976: Intension rules for seed testing. Seed Sci. and Tech. 34.

ISTA, 2008: International Rules for Seed Test- ing.. International Seed Testing Asso- ciation Chapter5: germination test. P.1-57.

Jaleel, C.A. 2009: Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and

osmotic salt and water stress on Germination and seedling growth of tow plantagospecies. Pakistan journal of Biol Sci. Vol 9.pp. 2812-281.

Salama, H.M. 2012: Effects of silver nanoparticles in some crop plants, common bean (Phaseolus vulgaris L.) and corn (Zea mays L.). Int Res J Biotechnol, 3(10), 190

Salama, H.M. 2012: Effects of silver nanoparticles in some crop plants, common bean (Phaseolus vulgaris L.) and corn (Zea mays L.). Int Res J Biotechnol, 3(10), 190-197.

Sharma, P., Bhatt, D., Zaidi, M., Saradhi, P., Khanna, P., Arora, S. 2012: Silver Nanoparticle Mediated Enhancement In Growth And Antioxidant Status Of Brassica Juncea. Appl Biochem Biotechnol 167:2225–33.

Steel, R.G.D., torrie, 1980: Principles and procedures of statistics. N.y.2nd ed. Mc. Graw-hill, n.y. Usa. Pp.633.

pigments composition," Int J Agric Biol, vol. 11, no. 1, pp. 100–105,.

Janmohammadi, M., Amanzadeh, T., Sabaghnia, N., 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

Maas, E.V., Hoffman, G.J. 1977: Crop salt tolerance - current assessment.J. Irrig. Drain. Div. Am. Soc. Civ. Eng, 103: 115-13

Nasiri, Y., Zehtab-Salmasi, S., Nasrullahzadeh, S., Najafi, N., Ghassemi-Golezani, K. 2010: Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (Matricaria chamomilla L.). Journal of Medicinal Plants Research, 4(17), 1733-1737

Rahimi, A., Jahansoz, M.R., Rahimian, H.R., posting, M.K., Sharifzade, F. 2006: Effect of Iso-

جدول 1: تأثير جسيمات الفضة النانونية على النسبة المئوية لإنبات حبوب القمح الواقعة تحت الاجهاد الملحي

تركيزات كلوريد الصوديوم نترات الفضة النانونية	0	4000	6000	8000	المتوسط
غير معامل	76.7	46.7	40.0	26.7	47.5
0.001 مولار	96.7	96.7	90.0	93.3	94.2
1 مولار	16.7	20.0	16.7	16.7	17.5
المتوسط	62.2	54.4	48.9	46.7	

$LSD_{0.05}$ =**NaCl = 9.32 ** NaCl* فضة النانو =8.07 فضة النانو =16.13

جدول 2: تأثير جسيمات الفضة النانونية في قوة الانبات لبادرات القمح الواقعة تحت الاجهاد الملحي

تركيزات كلوريد الصوديوم نترات الفضة النانونية	0	4000	6000	8000	المتوسط
غير معامل	1504	597	428	137	666
0.001 مولار	1908	1833	741	534	1254
1 مولار	24	109	27	119	70
المتوسط	1145	846	399	264	

$LSD_{0.05}$ = NaCl = 345.3 فضة النانو *NaCl =299.1 فضة النانو =598.2

جدول 3: تأثير جسيمات الفضة النانونية في الوزن الغض لبادرة القمح الواقعة تحت الاجهاد الملحي.

تركيزات كلوريد الصوديوم نترات الفضة النانونية	0	4000	6000	8000	المتوسط
غير معامل	0.2845	0.2400	0.2200	0.1950	0.2349
0.001 مولار	0.7000	0.6000	0.4333	0.1667	0.4750
1 مولار	0.1400	0.1750	0.1300	0.1500	0.1488
المتوسط	0.3748	0.3383	0.2611	0.1706	

$LSD_{0.05}$ = NaCl = 0.05583 فضة النانو *NaCl =0.04835 فضة النانو =0.09670

جدول 4: تأثير تركيزات كلوريد الصوديوم و جسيمات الفضة النانونية والتداخل بينهما في طول البادرة

تركيزات كلوريد الصوديوم نترات الفضة النانونية	0	4000	6000	8000	المتوسط
غير معامل	19.30	12.67	10.68	5.23	11.97
0.001 مولار	20.50	19.40	8.43	5.50	13.46
1 مولار	1.43	5.17	1.60	7.77	3.99
المتوسط	13.74	12.41	6.91	6.17	

$LSD_{0.05}$ = NaCl = 3.938 *NaCl 3.411= فضة النانو = 6.821

جدول 5: تأثير جسيمات الفضة النانونية في طول الجذير الواقعة تحت الاجهاد الملحي

تركيزات كلوريد الصوديوم فضة النانو	0	4000	6000	8000	المتوسط
غير معامل	10.70	7.67	6.93	4.33	7.41
0.001 مولار	11.53	11.90	5.47	5.10	8.50
1مولار	0.43	4.00	1.20	1.37	1.75
المتوسط	7.56	7.86	4.53	3.60	

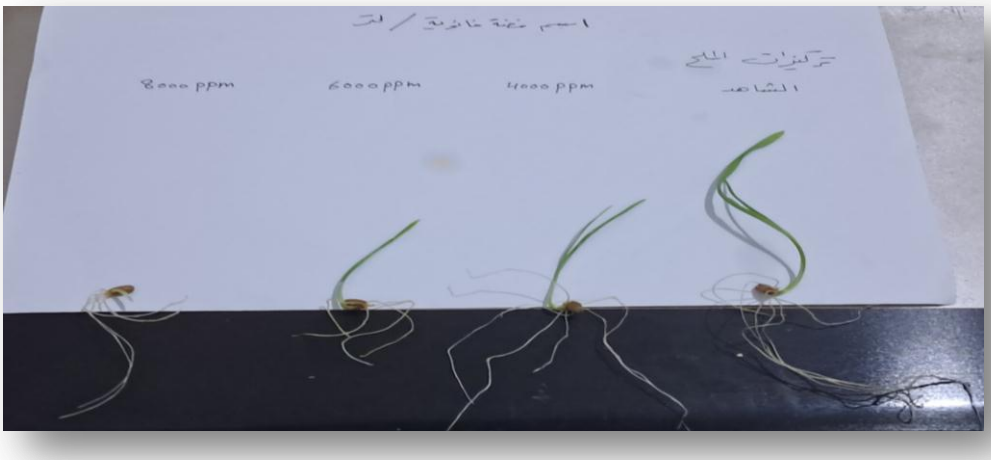
$LSD_{0.05}$ = NaCl = 2.777 *NaCl 2.405= فضة النانو =4.810

جدول 6: تأثير جسيمات الفضة النانونية تركيزات في عدد الجذور في بادرات القمح تحت الا جهاد الملحي.

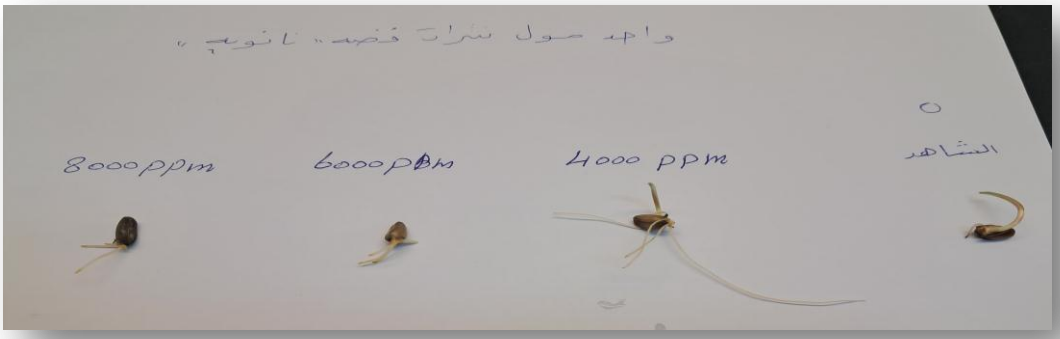
تركيزات كلوريد الصوديوم فضة النانو	0	4000	6000	8000	المتوسط
غير معامل	5.00	4.67	4.33	4.33	4.58
0.001 مولار	7.33	8.33	5.00	3.33	6.00
1مولار	3.33	3.67	3.33	3.00	3.33
المتوسط	5.22	5.56	4.22	3.56	

$LSD_{0.05}$ = NaCl = 1.589 * فضة النانو =1.376 ** NaCl*ع =2.752

صورة 1: تاثير تركيزات كلوريد الصوديوم على بادرات القمح



صور 2: تاثير نترات الفضة النانونية تركيز 0.001 مولار على بادرات القمح تحت الاجهاد الملحي



صورة 3: تأثير نترات الفضة النانونية تركيز 1 مولار على بادرات القمح الواقعة تحت الاجهاد الملحي

Effect of AgNPs on germination and growth of wheat grains under salt stress

F. A. Faraj [1,*], I. O. Adam [1], and R. Mohamed [2]

[1] *Department of Crops, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya*
[2] *Libyan Research Center for Biotechnology, Al-Bayda, Libya*

* Corresponding author E-mail: Fatmaalzhra84@yahoo.com (F. Faraj)

ABSTRACT:

A laboratory experiment was carried out at the Libyan Research Center for Biotechnology, with the aim of studying the effect of silver nanoparticles on the germination and growth of wheat seedlings under salt stress. The results showed that: The percentage and strength of germination, the length of the seedling, root and feather, the fresh weight and the number of roots deteriorated with increasing salt concentration in the growth medium, as they reached the lowest averages when the salt concentration increased to 8000 PPM. Compared to the control treatment. The results showed a highly significant effect at P ≥ 0.05 for seeds soaked in AgNPs compared to the control treatment on germination indicators, and the seed soaking treatment before planting at a concentration of 0.001 mM was superior to the unsoaked seeds, as it gave the highest percentage of germination strength, seedling, root, and feather length. The highest fresh weight and number of roots of the seedling, while soaking the seeds in a high concentration of nanosilver (1 mM) caused failure of germination and stunted growth of wheat seedlings. The interaction between the two factors, the treatment of soaking the seeds in AgNPs at a concentration of 0.001 mM significantly improved the germination and growth of wheat seedlings under salt stress., , while the non-soaked one gave the lowest averages. Low concentrations of nano-silver nitrate increased the rate of seed germination and growth of wheat seedlings, while germination and growth retardation of seedlings occurred when the concentration of AgNPs increased to (1 mM).

Keywords: green synthesis; salinity; silver nanoparticles; wheat.