دور الجزيئات النانوية لأوكسيد الزنك في انبات ونمو بادرات نبات الحمص *Cicer arietinum* L. تحت تأثير الشد المائي

رنا طارق يحيى [1] امجد عبد الهادي محمد [2]

[1]قسم الفيزياء الحياتية / كلية العلوم/ جامعة الموصل/ العراق

[2]قسم علوم الحياة / كلية العلوم/ جامعة الموصل / العراق

[2]Email: biology19802007@yahoo.com

DOI : doi.org/10.46617/icbe6008

الملخص :بحثت الدراسة الحالية تأثير الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO وبتراكيز 0.5 ،1.0,2.0 ملغم لتر$^{-1}$على انبات بذور نباتالحمص *Cicer arietinum* ونمو بادراتها في الوسط الغذائي MS تحت تأثير الشد المائي بوجود مركب البولي اثيلين كلايكول (PEGPoly EthyleneGlycol)بتراكيز 0.5 ، 1.0 ،2.0 ملغم لتر$^{-1}$.واظهرت النتائج الدور التثبيطي لمركب PEGعند اضافته منفردا في الوسط وبجميع تراكيزه على نسبة انبات البذور والتي بلغت اعلاها 35% بوجود 2.0 ملغم لتر$^{-1}$منه مقارنة مع 60% في وسط MS لوحده (المقارنة).في حين ادت اضافة الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك لوحدها الى الوسط الغذائي بتشجيعها الانبات والتي بلغت افضلها 75% عند التركيز 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ومن النتائج البارزة قدرة الدقائق النانوية وبتركيز 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ على خفض التأثير التثبيطي لمركب PEG على انبات البذور .كماابدت البادرات النامية تباينا واضحا في اطوالها واشكالها استجابة لمكونات الوسط الغذائي وتفوقت تلك النامية على وسط MS ومدعما بالدقائق النانوية لوحدها وفي جميع تراكيزها. وقدر المحتوى البروتيني في انسجة البادرات النامية كافة، اذ تفوقت كمياته المحسوبة في البادرات النامية على وسط MS المدعم بوجود 2.0 ملغم لتر$^{-1}$من ZnO وبلغ 1.21 مايكروغرام غم$^{-1}$.

الكلمات المفتاحية :نباتات الحمص، الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك، PEG،المحتوى البروتيني.

المقدمة :تمثل عوامل الشد غير الحيوية مثل الجفاف ، الملوحة ، التطرف في درجات الحرارة والسمية الكيميائية العوامل البيئية الاساسية ذات التأثير المباشر في نمو النباتات وبصورة شائعة تشكل سلسلة من العوامل المهددة لازدهار الزراعة(Hopkins and Hüner, 2008) ويشكل الشد المائي احد اهم تلك العوامل الاساسية الذي ينتج عن الجفاف والملوحة (Almansouri*et al*., 2001;Kaya *et al*., 2006). ويعد من المشاكل النباتية واسعة الانتشار حول العالم من خلال تأثيره المباشر في تقليل سرعة ونسبة الانبات ونمو البادرات(Macar*et al*., 2009) وتعد مرحلة انبات البذور المرحلة الاهم في دورة حياة النباتات ونموها والتي تؤثر فيما بعد على نشوء البادرات وتواجدها(Bimpong*et al*., 2011) وان نشوء البادرات ونموها تمثل مرحلة حساسة في البيئات الجافة اذ ان فقدان رطوبة التربة غالبا مايكون السبب الرئيسي لموت البادرات (Schütz*et al*., 2002). ومختبريا تستخدم مادة البولي اثيلين كلايكول (PEG) وعدد من السكريات الكحولية ومنها السوربتول والمانيتول بصورة واسعة كمواد فعالة ازموزيا اومواد محفزة للشد المائي من خلال تغيير الجهد الازموزي للخلية،وان مادة البولي اثيلين كلايكول والمواد اعلاه هي بوليمرات غيرايونية ،غير سامة وذائبة في الماء ولهذا يرجح اختراقها للأنسجة النباتية المعرضة او الملامسة لها وبصورة سريعة، ويتوفر مركب PEG بمعدل وزن جزيئي مختلف ومنها مايتوفر بوزن جزيئي يساوي 6000 دالتون او اقل منه (Tripathy, 2015) والذي يكون اواصر هيدروجينية مع الماء وبالتالي يقلل من الجهد المائي للوسط الزرعي مما يمنع امتصاص الجذور للماء والمعادن (*et al*.,2004Sánchez) وان تقليل الجهد المائي للبذور يختزل نمو البادرات ويثبط ظهور رويشاتها(Pirdashti*et al*., 2003) .ويعنى علم النانوتكنولوجي باستخدام المواد النانوية ذات الابعاد الاقل من 100 نانوميتر والتي اتجهت اليها الدراسات لتطبيق استخدامها في الزراعة بهدف حماية النباتات وتغذيتها وتحسن نوعها وانتاجها لما تمتلكه هذه الدقائق من خصائص فريدة من نوعها فيما يتعلق باحجامها ، نوعها ،المساحة السطحية لحجومها وخصائصها البصرية الفريدة(Behboudi*et al*., 2018).

تنتمي نباتات الحمص Chickpea (*Cicer arietinum* L.) الى العائلة البقولية fabaceae وتعد من اهم المحاصيل البقولية الواسعة الانتشار لأهميتها الاقتصادية العالية (Lev-Yadun*et al*., 2000) بالإضافة الى كونه مصدر لغذاء الانسان والحيوان كما انه يلعب دورا مهما في

الحفاظ على خصوبة التربة بالأخص في المساحات الجافة والقليلة الامطار (Katerji*et al*., 2001).ويعد الشد المائي هو احد العوامل المحددة والمؤثرة في نمو النباتات البقولية ومنها نباتات البزاليا (Miljus-Djukic2013, *et al*.) ونباتات الحمص خلال مراحل النمو الخضري والتكاثري (Güneş*et al*., 2006). وان نباتات الحمص هي من المحاصيل الحساسة للملوحة وبالأخص خلال مراحل الانبات (Macar 2009,*et al*.).

هدفت الدراسة الحالية الى بيان دور عامل الجفاف متمثلة بإضافة تراكيز مختلفة من مركب PEG الى الوسط الغذائي على انبات بذور نبات الحمص وتطور بادراتها ومن ثم اختبار قدرة الدقائق النانوية لعنصر الزنك في تحسين الانبات ونمو البادرات وكذلك امكانية اختزال الدور التثبيطي لمركبPEG.

مواد البحث وطرائقه

تحضير الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك

تم اخذ 1.0غم من مسحوق الدقائق النانوية لاوكسيد الزنك ZnO< 100 نانوميتر(Sigma Aldrich, UK)وبوزن جزيئي 81.39 غم/ مولواذيب في حجم معين من الماء المقطر وبعد اتمام ذوبانه اكمل الحجم النهائي الى لتر واحد من الماء المقطر اتبعه تحضير التراكيز المعتمدة في الدراسة 0.5 ، 1.0، 2.0 مايكروغرام \ مل من المحلول القياسي المحضر.

التعقيم السطحي للبذور

جهزت بذور نبات الحمص *Cicer arietinum* من الاسواق المحلية – الموصل /العراق، وعقمت سطحيا بغمرها بمحلول الكحول الاثيلي 96% لدقيقتين ، اتبعها غمرها بمحلول هايبوكلورايت الصوديوم التجاري NaOCl (القاصر) المجهز من شركة بابل لصناعة الصابون والمنظفات ، بغداد العراق وبتركيز 6.2 % وبتخفيف 1:1، قاصر : ماء لمدة 10 دقائق مع الرج المستمر ثم غسلت بالماء المقطر المعقم اربعة مرات / دقيقة، جففت البذور بوضعها على ورق ترشيح معقم (Khaitov*et al*., 2016).

زراعة البذور المعقمة سطحيا على وسط MS مدعما بتراكيز متعددة منPEG والدقائق النانوية لأوكسيد الزنك

زرعت البذور المعقمة سطحيا على سطح 30 مل من وسط MS (Murashige and Skoog, 1962) الصلب (المقارنة) مرة, ثم سلط الشد المائي بإضافة البولي اثيلين كلايكول (PEG) وبتراكيز 0.0 ,0.5 , 1.0 ملغم لتر$^{-1}$ لكل منها على حدى ومتداخلا مع تراكيز الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO < 100 nm المستخدمة في الدراسة وهي0.0, 0.5 , 1.0 ,2.0 ملغم لتر$^{-1}$ مرة ثانية، حفظت العينات في حاضنة النمو في ظروف الظلام وبدرجة حرارة 22 ± 2 م°. وبعد ظهور الجذير والسويقة الجنينية وانتاجها بادرات كاملة نقلت الزروعات الى ظروف التعاقب الضوئي 16 ساعة ضوء\ 8 ساعات ظلام وبشدة اضاءة 1500 لوكس.

تقدير كمية البروتين لبادرات نبات الحمص

اخذ 1 غم من المجموع الخضري فقط لبادرات نبات الحمص والنامية على الاوساط الغذائية المستخدمة في الدراسة جميعها وسحقت باستخدام هاون خزفي مبرد وبوجود حامض الخليك الثلجي (TCA) بتركيز 5% ومن ثم اتبعت الخطوات المقدمة من قبل الباحث Lowry وجماعته سنة 1951 في تقدير البروتينات(Lowry *et al*.,1951).

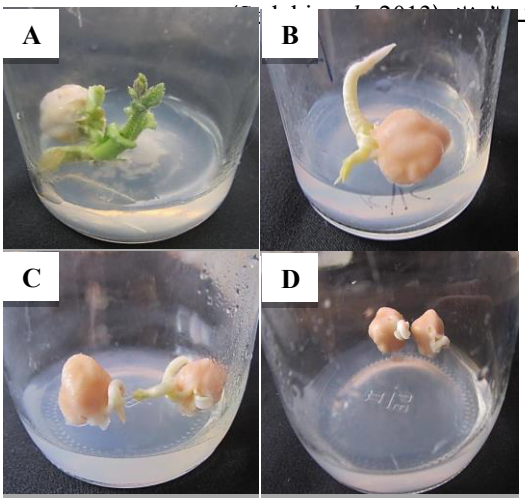
التحليل الاحصائي:

تم حساب التحليل الاحصائي من خلال حساب الوسط الحسابي ومجموع القيم وحساب الانحراف المعياري (SD) والذى تم استخدامة للمقارنة بين قيم النتائج

النتائج والمناقشة

التأثير التثبيطي للتراكيز المختلفة من PEG في انبات بذور نباتات الحمص ونمو بادراتها:

تظهر نتائج الدراسة الدور التثبيطي لمركب PEG في نسبة انبات بذور نبات الحمص التي اظهرت انخفاضا مع زيادة اتركيزه المضافة الى وسط MS. اذ حفز وسط MS لوحده (المقارنة) نسبة انبات البذور60% بعد مرور6 ايام في حين بلغت نسبة الانبات 50و 45% للبذور النابتة على وسطMS الحاوي على 0.5 و 1.0 ملغم لتر$^{-1}$ من مركب PEG وبالتعاقب وشهدت الدراسة انخفاضا في النسبة للبذور النابتة على وسط MS حاوي على 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ من PEG والتي بلغت 35% (الجدول-1). كما لوحظ ان البذور النابتة على وسط MS الخالي من مركب PEG (المقارنة) اعطت بادرات خضراء متفرعة الى اوراق عديدة وبمعدل طول 3.5 سم (الشكل1-A) في حين اعطت تلك البذور النابتة على وسط MS مضافا له 0.5 ملغم لتر$^{-1}$ من مركب PEG بادرات غليظة (الشكل 1-B)، في حين اختزلت اطوال الافرع للبادرات النامية على وسط MS مضافا له 1.0 ملغم لتر$^{-1}$منه مع نمو بطيء(الشكل1- C) واختزل بشكل كبير لنمو البادرات النامية على وسط MS مضافا له 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ (الشكل 1-D).ويعزى اختزال نسبة انبات البذور مع زيادة تركيز PEG المستخدم القلة تشرب وتشبع البذور بالماء مع زيادة ظروف الشد المائي(Turk *et al*., 2004) كما يمكن ان يعود ذلك الى حدوث اضطرابات ايضية متمثلة بتحلل المغذيات الضرورية لتطور ونمو الجنين واختزال الفعاليات الانزيمية والجهد الازموزي للجنين تحت ظروف [illegible]



الشكل (1): تأثير التراكيز المختلفة لمركب PEG في انبات بذور نباتات الحمص ونمو بادراتها بعد مرور 15يوما.

A- البادرات النامية على الوسط MS لوحده.
B- البادرات النامية على الوسط MS + 0.5 ملغم لتر$^{-1}$ من مركب PEG.
C- البادرات النامية على الوسط MS + 1.0 ملغم لتر$^{-1}$ من مركب PEG.
D- البادرات النامية على الوسط MS + 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ من مركب PEG.

تأثير تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك (ZnO-NPs) في انبات بذور نباتات الحمص ونمو بادراتها

ابدت الدقائق النانوية لاوكسيد الزنك عند اضافتها الى وسطMS تحفيزا ملحوظا لانبات بذور نبات الحمص وبدا ذلك جليا من خلال زيادة النسبة المئوية للإنبات مع زيادة التراكيز المضافة. اذ حفز وسط MS والحاوي على 0.5 ملغم لتر$^{-1}$ من ZnO-NPs نسبة انبات55 % بعد7 يوم وتميزت البادرات بنموها بمعدل طول 4.5 سم متفرعة الى اوراق صغيرة خضراءوظهور جذور متعددة بيضاء اللون (الشكل2 - A).وازدادت نسبة الانبات

65% بعد7 يوم للبذور المزروعة على وسط MS مدعما بتركيز 1.0 ملغم لتر$^{-1}$ من ZnO-NPs وبمعدل طول لسيقان البادرات النامية وصل الى 5.3 سمحاوية اوراق خضراء وجذور عديدة (الشكل 2−B) في حين ازدادت نسبة الانبات الى 75% بعد 7 يوم للبذور الموضوعة على وسط MS مدعما بتركيز 2.0 ملغم لتر$^{-1}$وبظهور بادرات جيدة النمو بمعدل طول وصل الى 6.8 سم حاوية عدد من الاوراق (الشكل 2−C).ومن المحتمل ان يعود ذلك الى ان للدقائق النانوية تأثيرا ايجابيا مباشرا على النمو ومعظم الفعاليات الايضية للنباتات المختلفة من خلال التغييرات التي تحدث في التعبير الوراثي للنباتات (Nair *et al.*, 2010)،اذ بالاعتماد على الدراسات المختلفة لتأثيرات الدقائق النانوية في اليات وميكانيكيات فسلجه انبات البذور فان هذه الدقائق تمنح قابلية امتصاص الماء من قبل البذور(Zheng *et al.*, 2005)، وتزيد من مستويات انزيم اختزال النترات وبذلك تشجع قابلية البذور لامتصاص واستهلاك الماء والمخصبات وتحفز من انظمة مضادات الاكسدة للبذور (Lu *et al.*, 2002) ايضا وهو بانها تقلل من الشد الناتج عن مضادات التأكسد بواسطة اختزال H_2O_2 وتزيد من فعاليات ونشاط العديد من الانزيمات مثلcatalase dismutase، ascorbate peroxidase ، guaiacol peroxidase(*et al.,*Lei2008). وان مجمل هذه التغييرات يفسر الدور المهم لها في تحسين انبات البذور (Almutairi and Alharbi , 2015).

الشكل(2): تأثير التراكيز المختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك (ZnO-NPs) في انبات بذور نباتات الحمص ونمو بادراتها بعد مرور 15 يوما

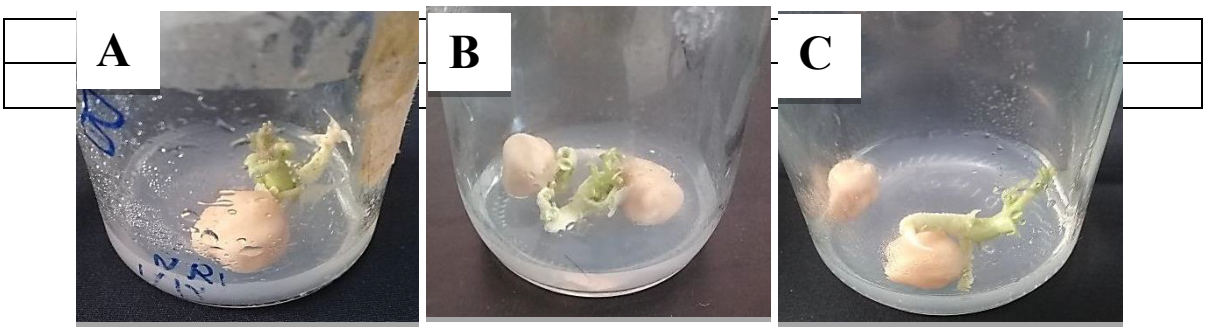
A− البادرات النامية على وسط MS + 0.5 ملغم لتر$^{-1}$ من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك
B− البادرات النامية على وسط MS + 1.0 ملغم لتر$^{-1}$ من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك
C− البادرات النامية على وسط MS + 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك

دور الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك في اختزال التأثير التثبيطي لمركب PEGعلى انبات البذور ونمو البادرات لنبات الحمص

من النتائج المميزة التي توصلت اليها الدراسة هو الدور التشجيعي والمميز للدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO في انبات بذور نباتات الحمص عند تداخلها مع مركب PEG مختزلا التأثير التثبيطي او السلبي لجزيئات PEG في تقليل نسبة انبات بذور نباتات الحمص ونمو بادراتها(الجدول 1−) اذ ان تواجد تراكيزZnO- NPs المختلفة في الوسط الغذائي مع تراكيز PEGاعطت تباينا ملحوظا في سرعة وكفاءة انبات البذور والبادرات وتوضح النتائج تطابق التأثير الفسلجي للدقائق النانوية مع زيادة تراكيزها المستخدمة وكانت اعلى نسبة مئوية للإنبات للبذور النامية على الوسط المدعم بأعلى التراكيز من كل منهما وهو2.0 ملغم لتر$^{-1}$ (الجدول−1)والذي اعطى بادرات متفرعة (الشكل 3−C) ومن ثم تليه باقي التراكيز المستخدمة من مركب PEG وهي0.5 ، 1.0 ملغم لتر$^{-1}$(الشكل3− A,B) على التوالي والتي اعطت بادرات ذات سيقان مغلظة قصيرة وخضراء ومن المحتمل ان يعود ذلك الى قدرة هذه الدقائق النانوية على اختراق غلاف البذرة واعطاء تأثير مشجع لعملية الانبات(*et al.*, Amooaghaiea2015). وكذلك قدرتها على تحفيز بناء العديد من الجزيئات الحيوية المهمة لنمو وتطور الخلايا النباتية (Yahya, 2019).

الجدول (1) النسبة المئوية لإنبات بذور نباتات الحمص بوجود التراكيز المختلفة لكل من البولي اثيلين كلايكول PEG والدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO في الوسط الغذائي (SD=11.9)

PEG (mg L-1) / ZnO (mg L-1)	0.0	0.5	1.0	2.0
0.0	60	50	45	35
0.5	55	45	40	40



الشكل (3):تأثير التراكيز المختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك في اختزال التأثير التثبيطي لمركب PEG على انبات بذور نباتات الحمص ونمو بادراتها بعد مرور 15 يوما من الزراعة.

A–البادرات النامية على وسط MS + 0.5 ملغم لتر$^{-1}$ من مركب PEG + 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك

B– البادرات النامية على وسط MS + 1.0 ملغم لتر$^{-1}$ من مركب PEG + 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك

C– البادرات النامية على وسط MS + 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ من مركب PEG + 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك

تأثير كل من تراكيز PEG وتراكيز الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO في المحتوى البروتيني لبادرات نباتات الحمص

اشارت نتائج الدراسة الى التأثير التثبيطي لتراكيز PEG المستخدمة في الدراسة في المحتوى البروتيني لبادرات نباتات الحمص مقارنة مع محتواها للبادرات النامية على وسط المقارنة الخالي منه(الجدول–2).في حين اعطت تراكيز الدقائق النانوية المستخدمة دورا تشجيعيا لمحتوى البادرات من البروتين وكان افضل محتوى بروتيني للبادرات النامية على وسطMS ومدعما بالتركيز 2.0 ملغم لتر$^{-1}$ZnO والذي بلغ 1.21 مايكروغرام \ مل.وعند تداخل هذه التراكيز للدقائق النانوية مع تراكيز PEG شجعت زيادة ملحوظة للمحتوى البروتيني اذ بلغ المحتوى البروتيني بوجود اعلى تركيز لكل من PEGوالدقائق النانوية لأوكسيد الزنك2.0 ملغم لتر$^{-1}$ لكل منهما 0.98 مايكروغرام\ مل (الجدول –2)وتشير الدراسات الى ان بعض المعادن ومنها Cu, Zn, Mn ,Ni تمثل مغذيات ثانوية تملك دور مهم في نمو النباتات متضمنة في العديد من الوظائف الخلوية ومنها انتاج البروتينات ،البناء الضوئي وايض حامض الاندول اسيتك اسيد (IAA Sinhal, 2007).

الجدول (2) :تأثير التراكيز المستخدمة لكل من PEG والدقائق النانوية لاوكسيد الزنك في المحتوى البروتيني (مايكروغرام\ غم) لبادرات نباتات الحمص بعد مرور 21 يوما من النمو. (SD= 0.22)

PEG(mg L-1) / ZnO(mg L-1)	0.0	0.5	1.0	2.0
0.0	0.85	0.72	0.56	0.31
0.5	0.86	0.80	0.75	0.68
1.0	0.98	0.89	0.79	0.70
2.0	1.21	1.18	0.91	0.98

شكر وتقدير

يتوجه الباحثان بالشكر والامتنان لجامعة الموصل / كلية العلوم على التسهيلات المقدمة لهم،مما ساعد على انجاز هذا العمل.

References

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

Almutairi , Z. M. and Alharbi, A.(2015). Effect of silver nanoparticles on seed germination of crop plants. Internat. J. Biol. Biomolecu.Agricul. Food and Biotechnol.Engin., 9(6): 594-598.

Amooaghaiea, R. ;Tabatabaeia, F. and Ahadia, A.M.(2015).Role of hematin and sodium nitroprusside in regulating *Brassica nigra* seed germination under nanosilver and silver nitrate stresses., Ecotox. Environ.Safe,13:259-270.

Behboudi, F.;Sarvestani, S.T.;Kassaee, M.Z. ; Sanavi, M.M ; Sorooshzadeh, A. and Ahmadi, S.B.(2018). Evaluation of chitosan nanoparticles effects on yield and yield components of barley (*Hordeumvulgare* L.) under late season drought stress. J. Water Environ. Nanotechnol., 3(1): 22-39.

Bimpong, I.K.; Serraj, R.; Chin, J.H.; Ramos, J.; Mendoza, E.; Hernandez, J.; Mendioro, M.S. and Brar, D.S.(2011). Identification of QTLs for drought-related traits in alien introgression lines derived from crosses of rice (*Oryza sativa* cv. IR64) × *O. glaberrima*under lowland moisture stress. J. Plant Biol., 54:237-250.

Güneş, A. ; Çiçek, N. ; Ðnal, A.; Alpaslan, M. ; Eraslan, F., Guneri, E. and Güzelordu, T. (2006).Genotypic àreàponse of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to drought stress implemented at pre- and post- anthesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency, Plant Soil Environ., 52 (8): 368- 376.

Hopkins, W.G. and Hüner , N. P. A. (2008).Introduction to Plant Physiology. Wiley and Sons, New York. 242-260.

Katerji, N. ; Van Hoorn, J.W. ; Hamdy, A. ; Mastrorilli, M. ; Oweis, T. and Malhotra, R.S.(2001). Response to soil salinity of two chickpea varieties differing in drought tolerance., Agr. Water Manago, 50:83-96.

Kaya, M.D.; Okçu, G.; Atak, M.; Çıkılı, Y. and Kolsarıcı, Ö.(2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Eur. J. Agr., 24: 291-295.

Khaitov , B. ; Kurbonov , A. ; Abdiev , A. and Adilov, M. (2016). Effect of chickpea in association with Rhizobium to crop productivity and soil fertility. Eurasian J. Soil Sci., 5 (2): 105 - 112

Lei, Z. ;Mingyu, S. ; Xiao, W. ; Chao, L. ; Chunxiang, Q. ; Liang , C. ; Hao, H. ; Xiaqing, L. and Fashui, H.(2008). Antioxidant stress is promoted by nano-anatase in spinach chloroplasts under UV-B radiation., Biol. Trace Elem. Res., 121(1):69-79.

Lev-Yadun, S.; Gopher, A. and Abbo, S.(2000). The cradle of agriculture, Sci.288(5471):1602-1603.

Lowry, O. H. ;Rosebrough, N. J. ; Farr, A. L. ; Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the folin – phenol reagent. J. Biol. Chem., 193: 265-275.

Lu, C.M. ; Zhang, C.Y. ; Wen, J.Q. ; Wu, G.R. and Tao, M.X. (2002). Research of the effect of nanometer materials on germination and growth enhancement of*Glycine max* and its mechanism, Soybean Sci., 21:168-172.

Macar, T.K. ;Turan , Ö. and Kmekçđ , Y.(2009). Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. GU. J. Sci.,22(1): 5-14.

Miljuš-Djukić, J.; Stanisavljević, N. ; Radović, S. ; Jovanović, Z. ; Mikić, A. and Maksimović, V.(2013). Differential response of three contrasting pea (*Pisum arvense*, *P. sativum* and *P. fulvum*) species to salt stress: assessment of variation in antioxidative defence and miRNA expression. Aust. J. Crop Sci., 7(13):2145-2153.

Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiol. Plant.,15: 473-479.

Nair, R. ; Varghese, S.H. ; Nair, B.G. ; Maekawa, T. ; Yoshida, Y. and Kumar , D.S. (2010). Nanoparticulate material delivery to plants. . Plant Sci., 179 : 154–163.

Pirdashti, H. ;Sarvestani, Z.T. ; Nematzadeh, G.H. and Ismail, A.(2003). Effect of water stress on seed germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes .J .Agr., 2: 217-222.

Sánchez, F.J. ; De Andrés, E.F.; Tenorio, J.L. and Ayerbe, L. (2004).Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. Field Crop.Res.,86:81-90.

Schütz, W.; Milberg, P. and Lamont, B.B.(2002). Germination requirements and seedling responses to water availability and soil type in four eucalypt species. Acta Oecol., 23: 23-30.

Sedghi , M. ; Hadi , M. and Toluie , S. G. (2013). Effect of nano zinc oxide on the germination parameters of soybean seeds under drought stress. Annals of West University of Timişoara, ser. Biology, 2: 73-78.

Sinhal, V. K. (2007). Phytotoxic and cytogenetic effects of Zn^{+2} and Pb^{+2} in *Vicia faba* . Poll. Res., 26,417-420.

Tripathy, S.K.(2015). In vitro screening of callus cultures and regenerates for drought tolerance in upland rice. Res. J. Biotech., 10(6):23-28.

Turk, M.A. ;Rahmsn, A. ; Tawaha , M. and Lee , K. D. (2004). Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. Asian J. Plant Sci. 3: 394-397.

Yahya, R. T. (2019). Effect of copper oxide nanoparticles in some biomolecules content of *Vicia faba* L. plants tissues. Eco. Env. Cons. 25 (May Suppl. Issue): S9-S13.

Zheng, L.; Hong, F. ; Lu, S. and Liu, C. (2005). Effect of nano-TiO2 on strength of naturally aged seeds and growth of spinach., Biol. Trace Elem. Res., 4(1):82-93.

الملخص الانجلـــيزى

Role of Zinc Oxide (ZnO) Nanoparticles in Germination and Growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Plant Seedlings Under Water Stress Effect.

Rana Tariq Yahea[1] [2] Amjad Abdul-Hadi Mohammed

[1]Biophysics Department\ Science College \ Mosul University \ Iraq
[2] Biology Department\ Science College \ Mosul University \ Iraq
[2]Email: biology19802007@yahoo.com

Summary

The current study searched the effect of Zinc oxide (ZnO) nanoparticles with concentrations 0.5,1.0 and 2.0 mgL^{-1}on the seeds germination ofchickpea*Cicer arietinum*plant and their seedlings growth under the effect of water stress with the presence the Poly Ethylene Glycol (PEG) compound at 0.5, 1.0 and 2.0 mgL^{-1} concentrations. The results showed the inhibitor role of PEG when it's found once in the medium at all concentrations on the percentage of seeds germination, where the higher reached to 35% in the presence of 2.0 mgL^{-1} compared with 60% in the MS alone(control). While the addition of zinc oxide nanoparticles signally to the medium led to encouraged the germination reached the best of them to 75% at 2.0 mgL^{-1} ,the characteristic results are the ability of these nanoparticles at 2.0 mg L^{-1} to reduce the inhibitor effect of PEG compound and the seedlings give perfect differences in their length and shape response to the composition of the medium and the seedlings surprised which growing on the MS medium supplemented with all of the nanoparticles concentrations. The protein content of the seedlings tissues determined in which growing on all the media with the surprised its content in seedlings growing on the MS medium supplemented with 2.0 mg L^{-1} of ZnO alone, that reached to 1.21 mg g^{-1} .