

استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس من قبل انسجة كالس السيقان تحت الفلقية لبادرات زهرة الشمس

Helianthus annuus L.

أمجد عبد الهادي محمد

أشرف محمد حامد

قسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة الموصل

p-ISSN: 1608-9391

e-ISSN: 2664-2786

Article information

Received:10/6/2022

Accepted: 17/7/2022

DOI: 10.33899/rjs.2022.176075

corresponding author:

أشرف محمد حامد

ashraf.20scp55@student.uomosul.edu.iq

أمجد عبد الهادي محمد

amjsbio33@uomosul.edu.iq

الملخص

اعطت الدراسة الحالية مؤشرات مميزة على قدرة انسجة كالس السيقان تحت الفلقية لبادرات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* في استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu_2O بتراكيز (150,90,60,30) مايكروغرام مل⁻¹ والتي تعكس دورها المهم في المعالجة النباتية، وفي نفس الوقت كان للدقائق النانوية دور في تحسين نمو الكالس ووزنه الطري. واتضح الدور الايجابي لمنظمات النمو NAA و BA في استحداث كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* بينت النتائج تفوق التركيز 150 مايكروغرام مل⁻¹ في تشجيع زيادة الوزن الطري للكالس النامي على اوساط MS مدعمة بمنظمات النمو 0.5 ملغم لتر⁻¹ NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ BA حيث بلغ معدل الوزن الطري للكالس 7.1 غم، 12.9 غم على التوالي. مقارنة مع الوزن الطري للكالس النامي على الوسط ذاته بدون الدقائق النانوية اذ بلغ معدله 4.1 غم، 6.2 غم بعد مرور 20 و 40 يوما من النمو على التوالي، وبصورة مماثلة شجع ذات التركيز اعلاه من الدقائق النانوية اعلى وزن طري عند اضافته لوحده في الوسط الغذائي وبلغ 2.2 غم، 3.6 غم بعد 20، 40 يوما من النمو على التوالي مقارنة مع المعاملات الاخرى. واعطت صور المجهر الالكتروني الماسح قدرة انسجة الكالس على استقطاب الدقائق النانوية على سطوح خلاياها وبكميات متباينة حسب تباين التراكيز المستخدمة.

الكلمات الدالة: الدقائق النانوية لاوكسيد النحاس، كالس نبات زهرة الشمس، المجهر الالكتروني الماسح.

المقدمة

تعرف الجسيمات النانوية (NPS) انها جسيمات ذات حجم اقل من 100 نانومتر ولها سطوح كبيرة نسبيا بالنسبة لأحجامها وتمتلك اهمية في العديد من المجالات مثل تقنيات الغذاء، الزراعة، الطب، الصيدلة، الالكترونيات، وبالإضافة الى حماية البيئة وغيرها (UI Ain *et al.*, 2018). وعادة يؤدي التفاعل بين الخلايا النباتية والدقائق النانوية الى تغيير في التفاعل الكيميائي الحيوي المسؤول عن تنظيم التعبير الجيني وهذا سيؤدي بدوره الى تحسين النمو والتطور للنبات اعتمادا على تركيز ونوع الدقائق النانوية (Hatami and Ghorbanpour., 2014; Modbouly, 2018 ; Kannah *et al.*, 2018). ويعد التلوث البيئي من اخطر المشاكل التي تواجه الكائنات الحية من خلال تأثيره على السلسلة الغذائية، النمو والتطور الاستقرار البيئي وغيرها (Ashraf *et al.*, 2019 ; Suman *et al.*, 2018). لذلك كان من الضروري ايجاد طرق علاجية لتخليص البيئة من المعادن الثقيلة او اختزال كمياتها (Gerhardt *et al.*, 2017; Hasan *et al.*, 2019). وتعد المعالجة النباتية Pytoremediation من الطرق المستخدمة والمهمة للتخلص او التقليل من التلوث وذلك باستخدام نباتات لها القدرة على تجميع او تراكم المعادن (Saxena *et al.*, 2020). واثبتت احدي الدراسات قدرة نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus* L. على المعالجة النباتية لكل من الكاديوم، النيكل، الرصاص والزنك (Hernandez_Allic *et al.*, 2008; Pedron *et al.*, 2011). كما تمكنت دراسة اخرى من اثبات قدرة انسجة نبات الخرنوب *Prosopis farcta* L. على استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيدي الزنك والنحاس، ووضحت نتائج هذه الدراسة الدور الايجابي لهذه الدقائق النانوية في النمو المبكر للبدور، بالإضافة الى تأثيرها على الوزن الطري للكالس (الطائي، 2014). واثبتت دراسة اخرى قدرة انسجة نبات الكتان *Linum Usitatissimum* L. في استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ودورها الايجابي في استحداث ونمو كالس نبات الكتان (خليل، 2021). هدفت الدراسة الحالية الى بيان دور الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu_2O في نمو كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus* L. وقدرة الأخيرة على استقطابها على أسطح خلاياها.

مواد وطرائق العمل

تحضير محلول الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu_2O

اذيب 1.0 غم من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu_2O (particle size) nm 100 > ووزنها الجزيئي 79.55 غم مل⁻¹ والمجهز من شركة Sigma-Aldrich / المملكة المتحدة، في لتر واحد من الماء المقطر ثم حضرت منها التراكيز المستخدمة في الدراسة 30 ، 60 ، 90 ، 150 مايكرو غرام مل⁻¹.

التعقيم السطحي لبذور زهرة الشمس *Helianthus annuus* L.

جهزت بذور نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus* L. من الاسواق المحلية لمدينة الموصل/ العراق. وعقمت بغمرها بمحلول الكحول الأيثلي 96 % لمدة دقيقتين، ثم غمرت في 3 % من محلول هايبيكلوربايد الصوديوم NaOCl (القاصر التجاري) لمدة 10 دقائق، وغسلت البذور بالماء المقطر المعقم ثلاث مرات/ دقيقة واحدة (جميل، 2017)، وزرعت في قناني زجاجية تحتوي على 30 مل من وسط MS (Murashige and Skoog, 1962) الصلب بمعدل 4-5 بذور/ قنينة، ثم حفظت القناني في غرفة الزرع في الظلام بدرجة حرارة 24 ± 2 سيليزية، وبعد انبات البذور وظهور الجذير والرويشة نقلت الى ظروف تعاقب ضوئي 16 ساعة ضوء وبشدة اضاءة 2000 لوكس و 8 ساعات ظلام.

استحداث كالس قطع سيقان بادرات زهرة الشمس *Helianthus annuus* L. وتكوين مزارعه

استوصلت قطع السيقان تحت الفلقية بطول 1.5 سم تقريبا من بادرات زهرة الشمس النامية بعد 20 يوما ووضعت على سطح وسط MS الصلب المدعم باضافة 0.5 ملغم لتر⁻¹ من NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ من BA وحفظت العينات في غرفة

الزراع بذات الظروف المذكورة اعلاه. واعيد زراعة الكالس المستحدث على ذات الوسط كل 20 يوما لغرض ادامته وانتاج مزارعه (Mohammad *et al.*,1986).

تأثير اضافة NAA و BA و Cu₂O النانوي في نمو كالس زهرة الشمس

اخذ 1.0 غم من كالس السيقان تحت الفلجية لنبات زهرة الشمس ووضعت على اوساط MS حاوية على 0.5 ملغم لتر⁻¹ من NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ من BA ومدعمة بإضافة تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu₂O (0، 30، 60، 90، 150) مايكروغرام مل⁻¹ كل منها على حده، وحفظت جميع العينات في حاضنة النمو بنفس الظروف السابقة المذكورة اعلاه.

تأثير اضافة Cu₂O النانوي فقط في نمو كالس زهرة الشمس

وضع 1.0 غم من الكالس المستحدث من السيقان تحت الفلجية لبادرات زهرة الشمس بعمر 20 يوما على اوساط MS الخالية من منظمات النمو وحاوية على تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu₂O (0، 30، 60، 90، 150) مايكروغرام مل⁻¹ ثم نقلت العينات الى غرفة النمو بنفس الظروف المذكورة سابقا.

تقدير الاوزان الطرية للكالس

تم تقدير الوزن الطري للكالس المستحدث والنامي على الأوساط الغذائية المختلفة وذلك بحساب الفرق بين وزن القناني التي تحتوي على اوساط غذائية فقط ووزنها بعد زراعة الكالس فيها بعد 20 و40 يوم من النمو.

فحوصات المجهر الالكتروني الماسح Scanning Electron Microscope(SEM)

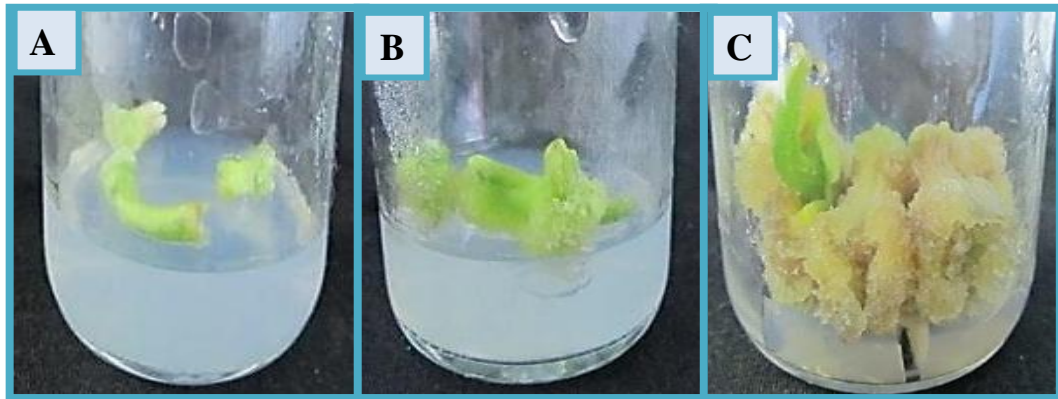
لغرض اجراء فحوصات المجهر الالكتروني الماسح للعينات ادناه:

- ✓ كالس نبات زهرة الشمس النامي على اوساط MS حاوية على 0.5 ملغم لتر⁻¹ من NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ من BA ومدعما بتراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu₂O.
 - ✓ كالس نبات زهرة الشمس النامي على اوساط MS مدعمة بتراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu₂O.
- جففت العينات وذلك بوضعها منفردة في جففات زجاجية غلقت فوهاتها بواسطة رقائق الالمنيوم السلوفان ثم وضعت في جهاز الأوفن بدرجة حرارة 80 درجة مئوية لمدة 48 ساعة ثم حفظت في انابيب ابندروف لإجراء فحوصات SEM لاحقا المتواجد في مركز كاك التعليمي للفحوصات المخبرية / بغداد.

النتائج

تكوين مزارع كالس السيقان تحت الفلجية لبادرات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.*

تشير النتائج الى دور منظمات النمو NAA و BA بتراكيز 0.5 ملغم لتر⁻¹ و 1.0 ملغم لتر⁻¹ على التوالي في تشجيع استحداث كالس السيقان تحت الفلجية لبادرات زهرة الشمس، حيث بدأت القطع النباتية بالانتفاخ بعد 5 ايام من الزراعة الشكل (A-1) متحولة الى كالس بعد 10 ايام مغطي جميع القطع النباتية الشكل (B-1) ثم تطور الى مزرعة نموذجية بعد 20 يوم وتميز الكالس ببنيته الهشة ولونه الأخضر المصفر الشكل (C-1).



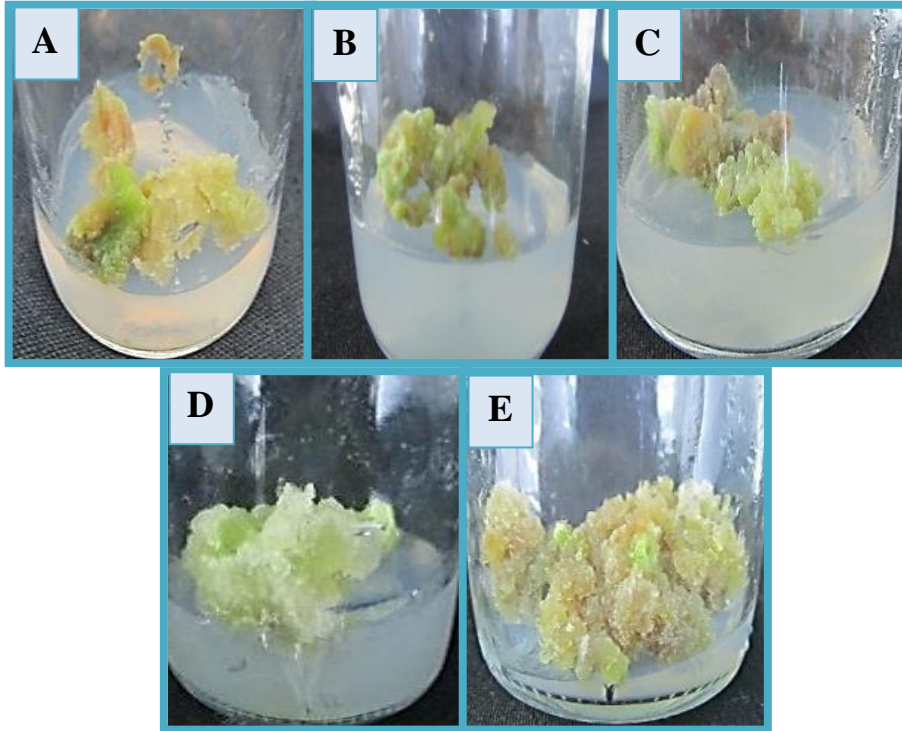
الشكل 1: استحداث ونمو كالس قطع السيقان تحت الفلقية لنبات زهرة الشمس *Helianthus annuus* L. على وسط MS ومزودا باضافة 0.5 ملغم لتر⁻¹ NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ BA وتكوين مزارعه
 A- بداية انتفاخ قطع السيقان تحت الفلقية للبادرات بعد 5 ايام من الزراعة
 B- تكوين الكالس من (A) بعد 10 ايام من الزراعة
 C- مزرعة للكالس المتطور من (B) بعد 20 يوما من النمو

تأثير الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي على الوزن الطري للكالس النامي على اوساط MS مدعمة بمنظمات النمو NAA و BA بعد مرور 20 و 40 يوما

تشير نتائج (الجدول 1) الى تباين في تأثير الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu_2O على الوزن الطري لكالس زهرة الشمس بعد مرور 20 و 40 يوم من النمو على وسط MS الصلب الحاوي على 0.5 ملغم لتر⁻¹ NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ BA، حيث تفوق التركيز 150 مايكروغرام مل⁻¹ على باقي التراكيز في تحفيزه نموه وبلغ معدل الوزن الطري للكالس 7.1 غم بعد 20 يوم و 12.9 غم بعد 40 يوما من النمو، ثم يليه التركيز 90 مايكروغرام مل⁻¹ حيث بلغ معدل الوزن الطري للكالس المعامل بهذا التركيز 5.7 غم بعد 20 يوم و 11.8 غم بعد 40 يوما، في حين بلغ معدل الوزن الطري للكالس النامي على الوسط الخالي من الدقائق النانوية (المقارنة) 4.1 غم بعد 20 يوما و 6.2 غم بعد 40 يوما، وابتدا التركيز 30 مايكروغرام مل⁻¹ تنشيطا في نمو الكالس حيث بلغ معدل الوزن الطري للكالس المعامل بهذا التركيز 2.9 غم بعد 20 يوم و 3.9 غم بعد 40 يوما، واكتسب الكالس بنية هشّة في جميع المعاملات وكان اللون الأخضر الفاتح هو الغالب عليه الشكل (2).

الجدول 1: تأثير تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي على الوزن الطري للكالس النامي على اوساط MS مدعمة بمنظمات النمو NAA و BA بعد 20 و 40 يوما من النمو

الوزن الطري للكالس(غم)		تركيز دقائق Cu_2O النانوية (مايكروغرام مل ⁻¹)
بعد مرور 40 يوم	بعد مرور 20 يوم	
6.2	4.1	0
3.9	2.9	30
7.6	4.8	60
11.8	5.7	90
12.9	7.1	150



الشكل 2: كاس نبات زهرة الشمس النامي على وسط MS مضافا اليه 0.5 ملغم لتر⁻¹ NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ BA ومدعما باضافة تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي وكما يأتي :

A-وسط (المقارنة) يحوي تراكيز NAA و BA فقط

B- 30 مايكروغرام مل⁻¹ Cu₂O

C- 60 مايكروغرام مل⁻¹ Cu₂O

D- 90 مايكروغرام مل⁻¹ Cu₂O

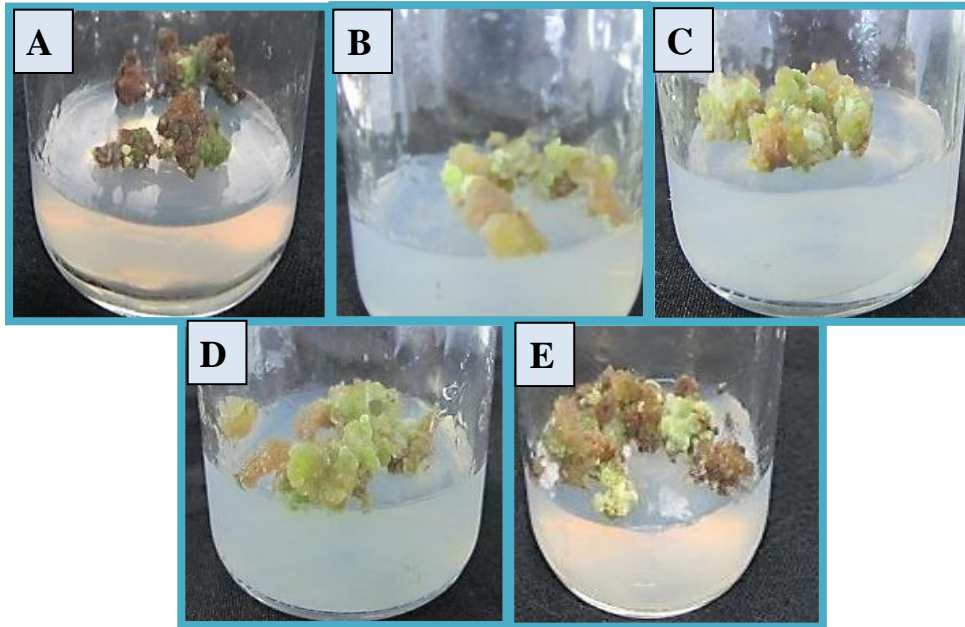
E- 150 مايكروغرام مل⁻¹ Cu₂O

تأثير الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي على الوزن الطري للكالس النامي على اوساط MS خالية من منظمات النمو بعد 20 وبعد 40 يوم

تشير النتائج في (الجدول 2) الى ان اضافة الدقائق النانوية لوحدها الى وسط MS الصلب الخالي من منظمات النمو وبجميع تراكيزها كان لها تأثير تحفيزي في زيادة النمو للكالس بدلالة زيادة الوزن الطري للكالس بزيادة تركيز الدقائق النانوية حيث بلغ معدل الوزن الطري للكالس المعامل بالتركيز 150 مايكروغرام مل⁻¹ 2.2 غم و 3.6 غم بعد مرور 20، 40 يوما من النمو على التوالي متوقفا على باقي التراكيز. وبلغ معدل الوزن الطري للكالس المعامل بالتركيز 90 مايكروغرام مل⁻¹ 1.9 غم و 2.5 غم على التوالي، مقارنة مع وسط MS الصلب (المقارنة) لوحده اذ بلغ معدل الوزن الطري للكالس 1.2 غم و 2.0 غم، وتميز الكالس ببنيته شبه الهشة وكانت صلبة في اغلب المعاملات ولون الكالس البني الغامق الشكل (3).

الجدول 2: تأثير تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي على الوزن الطري لكالس زهرة الشمس النامي على اوساط MS خالية من منظمات النمو

الوزن الطري للكالس (غم)		تركيز دقائق Cu_2O النانوية (مايكروغرام مل ⁻¹)
بعد مرور 40 يوم	بعد مرور 20 يوم	
2.0	1.2	0
2.0	1.5	30
2.3	1.7	60
2.5	1.9	90
3.6	2.2	150



الشكل 3: كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* النامي على وسط MS الصلب ومدعما بإضافة تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu_2O مايكروغرام مل⁻¹ وكما يأتي

A- وسط MS (المقارنة) خالي من الدقائق النانوية

B- 30 مايكروغرام مل⁻¹ Cu_2O

C- 60 مايكروغرام مل⁻¹ Cu_2O

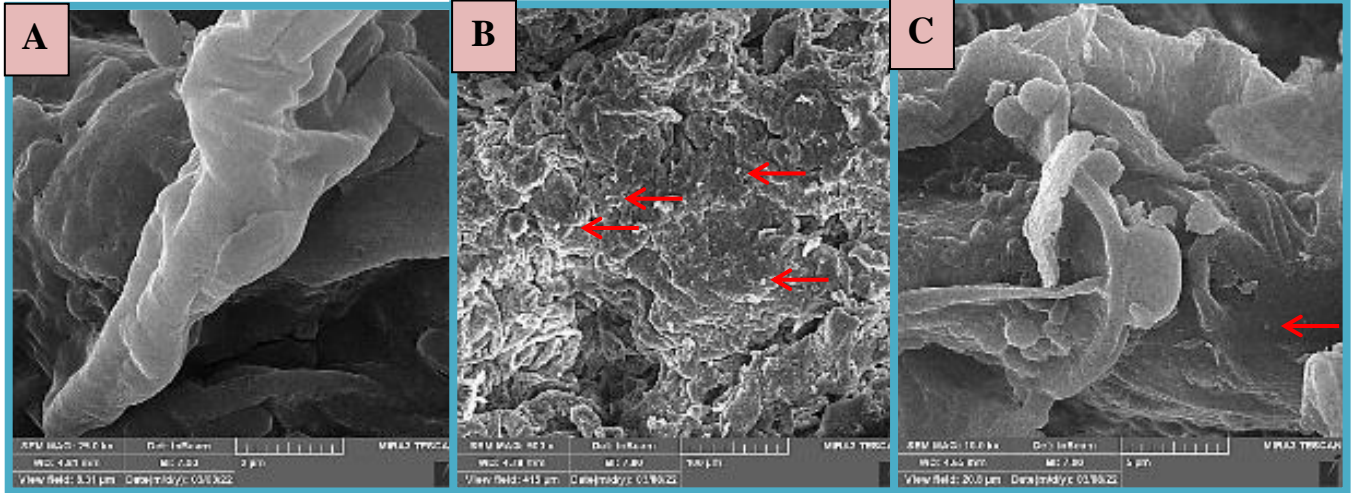
D- 90 مايكروغرام مل⁻¹ Cu_2O

E- 150 مايكروغرام مل⁻¹ Cu_2O

الكشف عن استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي على أسطح خلايا أنسجة كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* النامي على وسط MS الحاوي على منظمات النمو 0.5 ملغم لتر⁻¹ NAA و 1.0 ملغم

لتر⁻¹ ومزودا بتراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي بواسطة المجهر الالكتروني الماسح (SEM) اوضحت فحوصات المجهر الالكتروني الماسح (SEM) Scanning electron microscope الكفاءة العالية لأنسجة كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* النامية على وسط MS مدعما بمنظمات النمو 0.5 ملغم لتر⁻¹ NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ BA ومزودا بتراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي (0، 30، 60، 90، 150) مايكروغرام مل⁻¹ وقدرتها على استقطاب هذه الدقائق النانوية وبتراكيزها المختلفة على اسطح خلاياها، وبينت صور المجهر الالكتروني

الماسح (SEM) تفوق انسجة الكالس النامي على وسط MS الحاوي على 150 مايكروغرام مل⁻¹ في قدرته على استقطاب الدقائق النانوية على باقي المعاملات (الشكل، B-4) التي كانت اضعفها استقطابا هي الكالس المعامل بالتركيز 30 مايكروغرام مل⁻¹ الشكل (C-4)، في حين اظهرت عينة المقارنة خلوها من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu₂O (الشكل، A-4)، ويتوافق هذا التفوق للتركيز 150 مايكروغرام مل⁻¹ مع تفوق هذا التركيز في تأثيره على الوزن الطري للكالس.

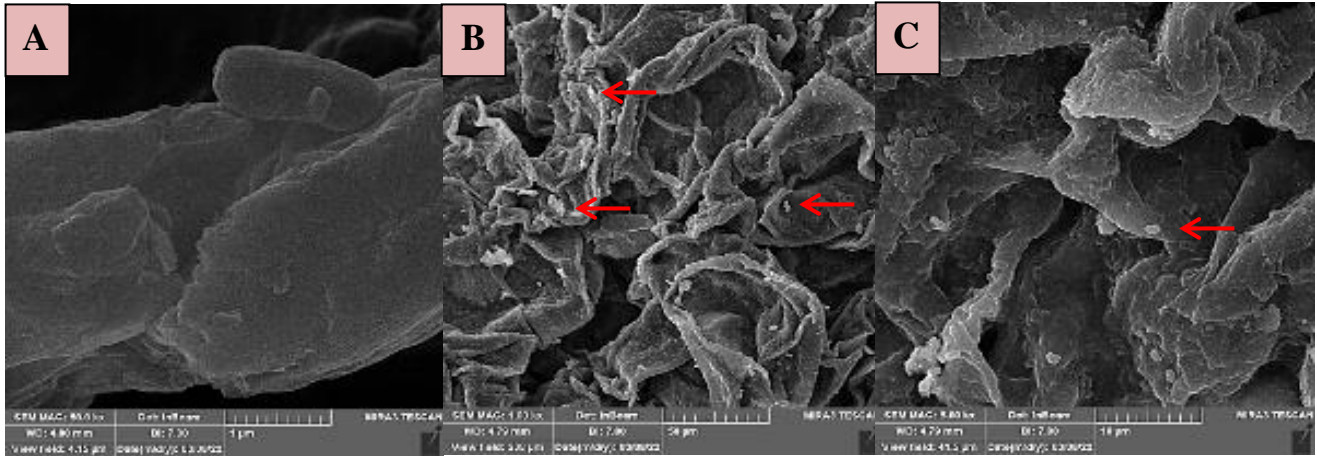


الشكل 4: اسقطاب الدقائق النانوية لاوكسيد النحاس الاحادي على اسطح خلايا انسجة كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* النامي على وسط MS حاويا 0.5 ملغم لتر⁻¹ و 1.0 ملغم لتر⁻¹ BA ومزودا بتراكيز من الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي وكما ياتي:

- A- وسط MS المدعم باضافة 0.5 ملغم لتر⁻¹ NAA و 1.0 ملغم لتر⁻¹ BA
 B- 150 مايكروغرام مل⁻¹ Cu₂O (الأسهم تشير الى الدقائق النانوية)
 C- 30 مايكروغرام مل⁻¹ Cu₂O (السهم يشير الى الدقائق النانوية)

الكشف عن استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي على أسطح خلايا انسجة كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* النامي على اوساط MS ومدعم بإضافة تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية بواسطة المجهر الالكتروني الماسح (SEM)

كشفت صور المجهر الالكتروني الماسح (SEM) عن قدرة انسجة كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* على استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu₂O على أسطح خلاياها، وبينت الصور تفوق خلايا الكالس النامي على الوسط المدعم بإضافة 150 مايكروغرام مل⁻¹ على باقي التراكيز الشكل (B-5) وايضا كان اقل انسجة الكالس قدرة على استقطاب الدقائق النانوية هو النامي على الوسط الحاوي على 30 مايكروغرام مل⁻¹ (الشكل، C-5) في حين خلت عينة المقارنة من الدقائق النانوية الشكل (A-5).



الشكل 5 : استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي Cu_2O على اسطح خلايا كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* النامي على وسط MS ومدعم بتركيز مختلفة من Cu_2O -NPS وكما يأتي:

A-وسط المقارنة (MS)

B- 150 مايكروغرام مل⁻¹ Cu_2O (الأسهم تشير الى الدقائق النانوية)

C- 30 مايكروغرام مل⁻¹ Cu_2O (السهم يشير الى الدقائق النانوية)

المناقشة

ان استجابة القطعة النباتية للزراعة النسيجية يعتمد على توافق وجود تركيز معين من منظم النمو مع مستواه داخل القطعة النباتية المزروعة بالإضافة الى شرط وجود نسبة من الخلايا البرنكيميية التي يعتمد عليها في تكوين الكالس وفقدان التمايز (Slusarkiewicz-jarzina *et al.*, 2005). كما ان الدور الاهم في استحداث الكالس وتمايزه ونموه هو التوازن بين السابتوكاينينات والاكسينات سواء كان من جزء نباتي او من بروتيولاست الخلايا النباتية المزروعة على الوسط الغذائي (Vijay *et al.*, 2010)، و ان اضافة منظمات النمو NAA و BA بتركيز معينة في وسط استحداث كالس نبات زهرة الشمس اثبت انه الافضل في استحداث الكالس من قطع السيقان تحت الفلجية بسبب تلاؤم منظمات النمو المضافة الى وسط الاستحداث مع المحتوى الداخلي للقطع النباتية المزروعة (Valizadeh and Kazemi-Tabar, 2009). وشملت هذه الدراسة استخدام المعالجة النباتية Phytoremediation للتخلص من الملوثات حيث تكون المعالجة النباتية بشكلين، الاول هو استقطاب الملوثات من بيئتها (AL-Salih *et al.*, 2013) والشكل الثاني هو تراكم هذه الملوثات ضمن انسجة النبات (Cosio *et al.*, 2004) وتمكنت هذه الدراسة من اثبات قدرة نبات زهرة الشمس في معالجة بعض الملوثات من العناصر الكيميائية بشكل دقائق نانوية بالاعتماد على العديد من الخواص منها سهولة وسرعة اختراقها للغشاء البلازمي للخلايا النباتية مما يسهل تضمينها واستقطابها داخل الخلايا النباتية (Corredor *et al.*, 2009 ; Ben-Moshe *et al.*, 2010). ان تأثير الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي في نمو كالس نبات زهرة الشمس بدلالة زيادة الوزن الطري للكالس مع زيادة تراكيز الدقائق النانوية بكافة اقطارها يمكن ان يفسر الى ان بعض المعادن ومنها Cu, Zn, Mn, Ni هي مغذيات اساسية للنبات تدخل في العديد من الوظائف الخلوية مثل البناء الضوئي وايض البروتين وايض حامض IAA (Yahya, 2019 ; Yahya, 2020)، وهذا يشابه التأثير التحفيزي للدقائق النانوية للنتيتانيوم في ايض النتروجين والبناء الضوئي (Yang *et al.*, 2005). ويعود تفوق الدقائق النانوية في تأثيرها على الوزن الطري للكالس على كالس المقارنة الى دور تلك الدقائق النانوية لنمو الكالس بدلالة التزايد الطري لنمو الكالس مع زيادة التراكيز المستخدمة والمضافة الى الوسط الغذائي (O'Halloran and Culotta, 2000). وقد تم اثبات قدرة انسجة نبات زهرة الشمس على استقطاب الدقائق النانوية لأوكسيد النحاس الاحادي باستخدام المجهر الالكتروني الماسح

(SEM) وان وجود هذه الدقائق على أسطح الخلايا التي اثبتتها صور جهاز المجهر الالكتروني الماسح هي دليل على نجاح استقطاب الدقائق النانوية (Dhoke et al., 2013).

المصادر العربية

الطائي، رنا طارق يحيى (2014). استقطاب بعض العناصر من الملوثات البيئية بهيئة الدقائق النانوية Nanoparticles من قيل المزارع النسيجية لنباتات الخرنوب *Prosopis farcta* L. اطروحة دكتوراه/ كلية العلوم/ جامعة الموصل/العراق.
جميل، سارة نزار غانم (2017). تأثير أشعة الليزر في استحداث ونمو كالس نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus* L. وفعالية انزيم الداى هيدروفوليت رديكتيز ومحتواه من الاحماض النووية والبروتينات والفوليت. رسالة ماجستير/ قسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة الموصل/العراق.
خليل، الين موفق (2021). كفاءة اوكسيد الزنك النانوي في تحفيز بناء مركبات اللكنان لكالس نبات الكتان *Linum usitatissimum* L. رسالة ماجستير/ قسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة الموصل/العراق.

المصادر الاجنبية

Ashraf, S.; Ali, Q.; Zahir, Z.A.; Ashraf, S.; Asghar, H.N. (2019). Phytoremediation: environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils. *Ecotox. Environ. Safe.*, **174**, 714–727.
Al-Salih, H.S.; Al-Tae, R. F.; Godbold, D.; Jones, D. (2013). Uptake of uranium by callus cultures of two Acacia species. *J. Sci.*, **24**, 31-43.
Ben-Moshe, T.; Dror, I.; Berkowitz, B. (2010). Transport of metal oxide nanoparticles in saturated porous media. *Chemosphere.*, **81**, 387-393.
Corredor, E.; Testillano, P.S.; Coronado, M.J.; Risueno, M.C. (2009). Nanoparticle penetration and transport in living pumpkin plants: in situ subcellular identification. *Bio. Med. Central Plant Biol.*, **9**, 45-54.
Cosio, C.; Martinoia, E.; Keller, C. (2004). Hyperaccumulation of cadmium and zinc in *Thlaspi caerulescens* and *Arabidopsis halleri* at the leaf cellular level. *Plant Physiol.*, **134**, 716-725.
Dhoke, S.K.; Mahajan, P.; Kamble, R.; Khanna, A. (2013). Effect of nanoparticles suspension on the growth of mung (*Vigna radiata*) seedlings by foliar spray method. *Nanotech. Develop.*, **3**, 1-5.
Gerhardt, K.E.; Gerwing, P.D.; Greenberg, B.M. (2017). Opinion: taking phytoremediation from proven technology to accepted practice. *Plant Sci.*, **256**, 170-185.
Hasan, M.M.; Uddin, M.N.; Ara-Sharmeen, F.I.; Alharby, H.; Alzahrani, Y.; Hakeem, K.R. (2019). Assisting phytoremediation of heavy metals using chemical amendmets. *Plants*, **8**, 295.
Hatami, M.; Ghorbanpour, M. (2014). Defense enzyme activities and biochemical variations of *Pelargonium zonale* in response to nano silver application and dark storage. *Turk. J. Biol.*, **38**, 130-139.
Hernández-Allica, J.; Becerril, J.M.; Garbisu, C. (2008). Assessment of the phytoextraction potential of high biomass crop plants. *Environ. Pollut.*, **152**, 32–40.
Kannah, A.M.A.; Al-Hayani, A.J.Z.; Al-Jubouri, M.I. (2019). The biological ability of *Chara* sp. algae to absorb nickel from the environment. *MJBMB.*, **2**, 12-16.
Madbouly, A.K. (2018). Nanoparticles as novel plant growth promoters. *Novel Res. Microbiol. J.*, **2**(4), 61-64.
Mohammad, A.M.S.; Al-Barhawi, R.K.; Abood, S.A. (1986). Effect of some growth regulators on the initiation and growth of sunflowers callus. *J. Univ. Kuwait (Sci.)*. **13**(2), 199-205.

- Murashige, T.; Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.*, **15**, 473-479.
- O'Halloran, T.V.; Culotta, V.C. (2000). Metallochaperones. An intracellular shuttle service for metal ions. *J. Biol. Chem.*, **275**, 25057-25060.
- Pedron, F.; Petruzzelli, G.; Barbaferi, M.; Tassi, E.; Ambrosini, P.; Patata, L. (2011). Mercury mobilization in a contaminated industrial soil for phytoremediation. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **42**, 2767-2777.
- Saxena, G.; Purchase, D.; Mulla, S.I.; Saratale, G.D.; Bharagava, R.N. (2020). Phytoremediation of heavy metal contaminated sites: Eco-environmental concerns, field studies, sustainability issues, and future prospects. In *Rev. Environmen. Contamination and Toxicol.*, **249**, 71-131.
- Slusarkiewicz-Jarzina, A.; Ponitka, A.; Kaczmarek, Z. (2005). Influence of cultivar, explant source and plant growth regulator on callus induction and plant regeneration of *Cannabis sativa L.* *Acta Biol. Cracoviensia*, **472**, 145-151.
- Suman, J.; Uhlik, O.; Viktorova, J.; Macek, T. (2018). Phytoextraction of heavy metals: a promising tool for clean-up of polluted environment. *Front Plant Sci.*, **9**, 1476.
- Ul Ain, N.I.; Ul Haq, B.H.; Abbasi, R.; Javed; Zia, M. (2018). Influence of PVP/PEG impregnated CuO NPS on physiological and biochemical characteristics of *Trigonella foenum-graecum L.* *The Institution of Engineering Technol.*, **12**(3), 349-356.
- Valizadeh, M.; Kazemi -Tabar, S.K. (2009). Investigation of plant growth regulators effects on callus induction and shoot regeneration of *Bunium persicum* (Boiss). *B. Fedtsch. J. Agric. Sci. Tech.*, **11**, 481-486.
- Vijay, S.; Virk, G.S.; Nagpal, A. (2010). Effect of explant type and different plant growth regulators on callus induction and plantlet regeneration in *Citrus jambhiri Lush.* *Environ. J. Sci. Tech.*, **5**, 97106.
- Yahya, R.T. (2019). Effect of copper oxide nanoparticles in some biomolecules content of *Vicia faba L.* plants tissues. *Eco. Env. and Cons.* (S9-S13).
- Yahya, R.T. (2020). Morphological and physiological response of *Lupinus albus* plants tissues for treatment to zinc oxide nanoparticle. *Plant Arch.*, **20**(1), 3465-3468.
- Yang, F.; Hong, F.; You, W. (2006). Influences of nano anatase TiO₂ on the nitrogen metabolism of growing spinach. *Biol. Trace Elem. Res.*, **110**, 179-190.
-

Uptake of Copper Oxide Nanoparticles by Hypocotyl Callus Tissues of *Helianthus annuus* L. Seedlings

Ashraf M. Hamed

Amjad A. Mohammed

Department of Biology/ College of Science/ University of Mosul

ABSTRACT

This study gives a special indication about the ability of callus tissues of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedling stems in uptake of copper oxide Cu_2O nanoparticles with concentration (30,60,90,150) $\mu\text{g ml}^{-1}$ which reflect their important role in phytoremediation, and in the same time the nanoparticles have role in improve callus growth and fresh weight. The positive role of growth regulators NAA and BA it become clear in induction the callus of sunflower (*Helianthus annuus* L.) plant. The result showed superiority of 150 $\mu\text{g ml}^{-1}$ in encourage the increase of the fresh weight of the callus which developing on MS mediums that supported with growth regulator 0.5 mg ml^{-1} NAA and 1.0 mg ml^{-1} BA. Where the average fresh weight of the callus was 7.1 gm, 12.9 gm after 20 and 40 days of the growth respectively. Compared with the fresh weight of callus developing on same medium without nanoparticles where the average of the fresh weight was 4.1 gm, 6.2 gm after 20 and 40 day of the growth respectively, similarly the same concentration of nanoparticles above encourage the highest fresh weight when added alone in nutritional medium where it was 2.2 gm, 3.6 gm after 20 and 40 day of the growth respectively in compared with the other treatment. The Scanning Electron microscopy (SEM) pictures explained the ability of callus tissues in uptake of nanoparticles on the surface of their cells in variant quantity according to the different concentration that used.

Keywords: nanoparticles of copper oxide, callus of sunflower plant, Scanning Electron microscopy (SEM).