

تأثير بعض منظمات النمو النباتية في الإكثار الخضري الدقيق لنوعين معمرين من  
نبات أجرد الكمأة: *Helianthemum almeriense* (L.) Mill. و  
*Helianthemum violaceum* (L.) Mill.

حجازي محمد حسين مندو\*<sup>(1)</sup> وبسام عمر بياعة<sup>(2)</sup> وفهد عز الدين البيسكي<sup>(1)</sup>

(1). الهيئة العامة للتقانة الحيوية، دمشق، سورية.

(2). قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية.

(\*للمراسلة: م. حجازي مندو. البريد الإلكتروني: hijaz.mando@gmail.com).

تاريخ القبول: 2018/01/19

تاريخ الاستلام: 2017/12/16

### الملخص

نُفِّذَ البحث في مختبرات الهيئة العامة للتقانة الحيوية، دمشق، سورية، في الموسمين 2014 و 2015. أُخْتَبِرَ تأثير اثنين من السيتوكينينات: Benzyladenine و Kinetin في الإكثار الخضري الدقيق لنوعين معمرين من أجرد الكمأة: أجرد ألميريا *H. almeriense* والأجرد البنفسجي *H. violaceum*. أُسْتُخْدَم الوسط موراشيجي وسكوج (MS) مضافاً إليه سبع تركيزات مختلفة لكل سيتوكينين إضافة للشاهد وفق مايلي: 0، 0.25، 0.5، 0.75، 1، 1.5، 2، 3 مغ.ل<sup>-1</sup>، أُخِذَت قراءات الصفات التالية: عدد الأفرع، ومجموع أطوالها، وعدد الأوراق، وعدد الجذور العفوية، ودرجة تزجج النُبَيْتَات، ودرجة تشكل الكالُّوس. أظهرت النتائج أن أفضل المعاملات في كلا النوعين *H. almeriense* و *H. violaceum*، هي معاملة Kinetin بتركيز 1 مغ.ل<sup>-1</sup> حيث أعطت تفرعاً عالياً لكلا النوعين 5.88، 7.5 فرع على التوالي، واستطالة عالية للأفرع 34.95، 29.58 سم على التوالي، وتورُّفاً عالياً 87.5، 91.8 ورقة/النُبَيْت على التوالي، وتجذيراً عفويًا عالياً للنوع الأول ومقبول للثاني 33.5، 13.12 جذر/النُبَيْت على التوالي، ودرجة تزجج معدومة في الأول ومقبولة في الثاني 0، 0.375 درجة على التوالي، ودرجة تشكل للكالُّوس منخفضة للنوعين 1.375، 1.25 درجة على التوالي. وكانت نسبة النُبَيْتَات الباقية بعد انتهاء عملية الأقلمة أكثر من 93% لأجرد ألميريا *H. almeriense* وأكثر من 91% للأجرد البنفسجي *H. violaceum*، وكانت هذه النُبَيْتَات بنهاية عملية الأقلمة جاهزة للعدوى والنقل إلى الحقل. الكلمات المفتاحية: أجرد الكمأة، الإكثار الخضري الدقيق، كينتين، بنزيل أدنين، *Helianthemum almeriense*، *Helianthemum violaceum*.

### المقدمة:

ينتمي جنس الأجرد *Helianthemum* إلى الفصيلة اللاذنية Cistaceae، التي تضم ثمانية أجناس و165 نوعاً، ومن أهم أجناسها جنس الأجرد (*Helianthemum*) واللاذن (*Cistus*)، وتنتشر أنواعها في نصف الكرة الشمالي وأمريكا الجنوبية، وتوجد في منطقة

حوض البحر المتوسط. يضم جنس الأجرد *Helianthemum* حوالي 44 نوعاً 10 أنواع منها برية في سورية (Mouterd, 1966)، أغلب أنواع هذا الجنس عشبية بعضها حولية والأخرى مُعمرة، ويتميز جنس الأجرد بأهمية اقتصادية وصناعية وطبية ورعوية كبيرة (Polunin and Huxley, 1972؛ López, 1982؛ Brickell, 1989)، وله دور مهم في مكافحة التصحر، حيث تتسم أنواعه بتحملها للجفاف وقدرتها على العيش في المناطق الجافة وشبه الجافة، ولبعض أنواعه أهمية خاصة تتجلى بكونها العائل للكمأة الصحراوية *desert truffles*، التي تعد فطراً متعايشاً (Honrubia *et al.*, 1992)، وقد استخدمت عدة أنواع من الأجرد في إنتاج النباتات المُعدة تجارياً في العالم ومن أهمها الأنواع: *H. almeriense*، *H. violaceum*، *H. hirtum*، *H. villosum*، *H. canariense* (Morte *et al.*, 2009).

#### التصنيف النباتي والوصف المورفولوجي:

تدخل عدة أنواع من جنس الأجرد *Helianthemum* في الطبيعة في علاقة تعايش مع عدة أنواع من فطور الكمأة الصحراوية حيث تتبادلان المنفعة، وتزيد علاقة التعايش كفاءة كلا الشريكين النباتي والفطري في البيئة، وينتج عن هذه العلاقة الثمار الزيتية للكمأة *Ascocarps*. لقد أُثبِتت قدرة عديد من أنواع الأجرد على إقامة علاقة تعايش مع فطر الكمأة الصحراوية من الجنس *Terfezia*، وأشارت أبحاث كثيرة إلى نجاح هذه العلاقة تحت الظروف المُتَحكَّم بها، وذلك بين العديد من أنواع الأجرد من جهة مثل: (*H. salicifolium*، *H. sessiliflorum*، *H. lippii*، *H. almeriense*، *H. violaceum*، *H. guttatum*، *H. ledifolium*، *H. ovatum*، *H. hirtum*، *H. canariense*)، وأنواع الكمأة الصحراوية من جنس *Terfezia* مثل: (*T. claveryi*، *T. boudierii*)، (*T. terfezioides*، *T. arenaria*، *T. leptoderma*، *T. nivea* Morte *et al.*, 2009؛ Torrente *et al.*, 2009؛ Slama *et al.*, 2010؛ Andriano *et al.*, 2011؛ Zambonelli and Bonito, 2009). وهكذا تبرز الأهمية الاقتصادية لجنس الأجرد في إمكانية زراعة أنواعه كعوائل نباتية لإنتاج الكمأة الصحراوية، بغية الإنتاج التجاري لثمار الكمأة. وقد بدأ الإكثار الخضري الدقيق لها والإنتاج الكمي التجاري لنُبَيْتاتها *Plantlets* في عدة مناطق من العالم، كخطوة أساسية لإعدادها بفطر الكمأة الصحراوية، لتسويقها فيما بعد كنباتات مُعدّاة (مُكْرزة) وجاهزة للزراعة في الحقل بعد تقسيثها، يتبع ذلك عدة عمليات زراعية في الحقل أهمها التعشيب السطحي والري عند اللزوم، حيث تنمو الكمأة الصحراوية وتجنى في هذه المزارع بعد عدة شهور من الزراعة (Morte *et al.*, 2009؛ Kagan-Zur *et al.*, 2014). ومن أهم أنواع الأجرد العائل للكمأة الصحراوية والمستخدم في زراعتها اصطناعياً على نطاق عالمي نوعان هما:

1. أجرد ألميريا (*H. almeriense* (L.) Mill): من أكثر الأنواع انتشاراً في المناطق شبه الجافة في إسبانيا، وله أهمية كبيرة في الترحيق، كونه يقيم علاقة تعايش مع الفطور الأسكية من الجنسين *Terfezia* و *Picoa* (Honrubia *et al.*, 1992). وهو أول نوع من أنواع جنس الأجرد القادرة على إنشاء علاقة تعايش مع الكمأة الصحراوية، والذي نجح إكثاره الدقيق في المختبر (Morte and Honrubia, 1992؛ 1997). وينحصر انتشاره الطبيعي في جنوب إسبانيا وشمال أفريقيا (المغرب) (Zamora *et al.*, 2006). وقد استخدم هذا النوع في إقامة أول مزرعة اصطناعية للكمأة الصحراوية على مستوى تجريبي عام 1999، ثم استخدم مع أنواع أخرى في إقامة أول مزرعة اصطناعية تجارية للكمأة عام 2008 في إسبانيا (Morte *et al.*, 2009).

2. الأجرد البنفسجي *H. violaceum* (L.) Mill: من الأنواع القادرة على إقامة علاقة تعايش مع الكمأة الصحراوية، وينتشر في موئل أوسع من موئل النوع السابق، ليس في إسبانيا فحسب بل في جنوب أوروبا وشمال أفريقيا (Zamora et al., 2006)، واستخدم هذا النوع أيضاً في إقامة أول مزرعة اصطناعية تجارية عام 2008 في إسبانيا (Morte et al., 2009).

على الرغم مما سبق هناك ندرة في الأبحاث المنفذة عالمياً حول الإكثار الخضري والإكثار الخضري الدقيق لنباتات الأجرد. إضافة إلى عدم وجودها في سورية، ويعد الإكثار الخضري الدقيق لهذا النبات خطوة مهمة في طريق الإنتاج الكمي لنبتياته، التي ستستخدم إما في مكافحة التصحر أو في إنتاج نباتات معدة بالكمأة، تنتقل إلى الحقل لاحقاً لإنتاج الكمأة تجارياً (Kagan-Zur et al., 2014).

تشير الدراسات العلمية إلى أن الإكثار الخضري الدقيق لأنواع مختلفة من نبات الأجرد أصبح متقدماً كما في النوع *H. lippii* حيث بيّن Hamza وآخرون (2012) إمكانية الحصول على نسبة عالية من الأفرع الجانبية عند إضافة 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> من منظم النمو بنزول أمينو بيورين 6-Benzylaminopurine (BAP)، حيث بلغ متوسط عدد الأفرع الجانبية 2.7 فرع بمتوسط طول الفرع الواحد بلغ 2.28 سم. كما درس العالمان Morte and Honrubia (1992) أثر مجموعة من منظمات النمو هي الكينيتين (Kin) Kinetin وبنزول أمينو بيورين BAP وحمض النفثيل الخلي Naphthalene acetic acid (NAA) في التطور المباشر لنبات الأجرد من النوع *H. almeriense*، حيث تم الحصول على أعلى معدل لمتوسط عدد الأفرع الجانبية عند إضافة منظم النمو Kin بتركيز 0.46 و0.93 ميكرومول إلى وسط Murachige and Skoog (1962) (MS)، وبلغ متوسط عدد الأفرع الجانبية 7.72 و6.12 فرع على التوالي بدون فروق معنوية. إضافة لذلك فقد بين Zamora وآخرون (2006) نجاح الإكثار الخضري الدقيق للنوع *H. violaceum* بأفضل معدل إكثار باستخدام الوسط MS مع إضافة 0.23 ميكرومول من منظم النمو Kin 2.55 فرع لمدة 4 أسابيع. وأشار Zamora وآخرون (2006) إلى أن استخدام منظم النمو Kin بتركيز 0.23 ميكرومول في إكثار النوع *H. violaceum* يقلل من التباين في معدل إكثار الأفرع أثناء الزراعات المخبرية المتتالية subcultures. بالإضافة إلى أن النبتيات تُعاني بنسبة مئوية أقل من ظاهرة التزجج وموت القمة النامية وتشكيل الكالوس (Morte et al., 2009). كما أظهرت دراسات علمية أخرى أجريت على النوع المههد بالانقراض *H. inaguae* بأن أفضل معدلات للإكثار كانت باستخدام الوسط MS مع إضافة منظم النمو بنزول أمينو بيورين Benzyladenine (BA) بتركيز 1 و1.5 مغ.ل<sup>-1</sup>، حيث كان أعلى متوسط لطول الأفرع الجانبية على الوسط MS مع إضافة 1 مغ.ل<sup>-1</sup> من منظم النمو BA، في حين خفضت التراكيز الأعلى 2 مغ.ل<sup>-1</sup> والأدنى 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> تشكل الأفرع الجانبية، كما أعطى منظم النمو كينتين Kin متوسط عدد أفرع جانبية أقل مما أعطاه منظم النمو BA، وفي الوقت نفسه، أعطى Kin متوسط طول الفرع الواحد أعلى مما أعطاه BA (López et al., 2006)، وهذا يؤكد دراسات سابقة أشارت إلى أن BA يحث تشكّل عدد أكبر من الأفرع الجانبية بينما يكون Kin أكثر فعالية في إطالة هذه الأفرع (Morte and Honrubia, 1992؛ López et al., 1995؛ López et al., 2004)، لذلك يستخدم تركيز منخفض من Kin 0.2 مغ.ل<sup>-1</sup> ليحث الأفرع الجانبية على الاستطالة بعد معاملات BA. وأخيراً فإن وجود NAA في الوسط سواء مع BA أو مع Kin يستحث تشكيل الكالوس وهي صفة غير مرغوبة في الإكثار الخضري الدقيق (López et al., 2006). ومن جهة أخرى لوحظ حدوث ظاهرة التشعب المائي (التزجج) hyperhydric tissues لدى النبتيات التي كُوثرت على الأوساط التي تحوي BA، وبالواقع فإن 50% من النبتيات أظهرت الأعراض سابقة الذكر عندما استخدم BA بتركيز 1 مغ.ل<sup>-1</sup> أو أعلى، في حين لم تُلاحظ هذه الأعراض عندما استخدم Kin (López et al., 2006). وكانت أفضل النتائج للإكثار

الدقيق للنوع *H. bystropogophyllum* على الوسط المغذي MS مع إضافة منظم النمو BA بتركيز 1 مغ.ل<sup>-1</sup> من حيث عدد الأفرع الجانبية (López et al., 2004).

تشير عدة أبحاث سابقة إلى أن معظم أنواع جنس الأجرد تمتاز بظاهرة التجذير العفوي عند إكثارها الدقيق في الزجاج على الوسط MS دون الحاجة لمعاملتها بأي من هرمونات التجذير، فقد أشار López ورفاقه (2004) إلى أن تجذير نباتات الأجرد *H. bystropogophyllum* في الزجاج بعد إكثارها باستخدام منظمي النمو BA و Kin كانت في معاملة الشاهد أفضل من حيث عدد وطول الجذور من معاملات هرمون التجذير Indolebutiric acid (IBA) بتركيز 0.5، 1، 2، 3، 4، 4.5 مغ.ل<sup>-1</sup>، وأضاف أن نباتات هذا النوع كانت جيدة التجذير في معاملة الشاهد التي لم تحو هرمون تجذير، وصالحة للنقل إلى الأصص حيث بقي 82% منها بعد النقل والتقسية. كما أشار Hamza ورفيقه (2015) إلى أن تجذير نباتات الأجرد *H. kahiricum* المكاثرة في الزجاج باستخدام منظمي النمو Zeatin (Ze) و Kin كان أفضل في معاملة الشاهد التي تفوقت من حيث عدد وطول الجذور على المعاملات التي تحوي هرمون التجذير IBA بتركيز مختلفة. وأكد Hamza ورفاقه (2012) حصولهم على نتائج مشابهة لدى الإكثار الخضري الدقيق للأجرد جالس الأزهار *H. lippii* L.var *sessiliflorum* حيث كان كل من عدد وطول الجذور المتشكلة أفضل في معاملة الشاهد منها في جميع معاملات هرمون التجذير IBA. وبينت دراسة أخرى أجريت على الإكثار الخضري الدقيق للنوع *H. almeriense* أن التجذير كان أفضل لدى استخدام تخفيفات من العناصر المعدنية الكبرى MS 1 و MS ½ و MS ¼ من استخدام هرمون التجذير NAA (Morte and Honrubia, 1992). كما بينت دراسة أجريت على الأجرد *H. inaguae* أن تجذير نبتات هذا النوع في الزجاج تتجح بوجود تراكيز مختلفة من هرمون التجذير IBA أو بدونه إلا أن معاملة النبتات بهرمون التجذير IBA تستحث تشكل الكأوس، وهذه من الخواص السيئة لاستخدام هرمون التجذير IBA عند إكثار معظم أنواع جنس الأجرد (López et al., 2006). تأتي أهمية البحث لاعتبار الكمأة الصحراوية فطراً مأكولاً منذ ثلاثة آلاف سنة (Chang and Hayes, 1978)؛ (Morte et al., 2008)، وهي شائعة جداً في بلدان حوض البحر المتوسط، كونها تقيم علاقة تعايش مع أنواع متعددة حولية ومعمرة من جنس الأجرد (Honrubia et al., 1992)، وقد أنشئت أول مزرعة للكمأة الصحراوية في إسبانيا عام 1999 (Morte et al., 2009)، وكذلك أنشئت مزارع للكمأة في عدة بلدان أخرى منها بلدان عربية مثل تونس والإمارات العربية المتحدة (Morte et al., 2008؛ 2009). كما أن بذور أغلب أنواع جنس الأجرد ذات معدل إنبات منخفض وغير منتظم (Pérez-García and González-Benito, 2006). وتعاني البادرات بشكل طبيعي خلال الشهرين الأولين من نسب موت مرتفعة تصل أحياناً إلى 70%. لذلك أُدرجت هذه الأنواع ضمن مجموعة الأنواع النباتية صعبة الإكثار بالبذور. ومن هنا أتت أهمية الإكثار الخضري الدقيق لأنواع هذا الجنس (Morte et al., 2008؛ 2009). إضافة إلى ندرة الأبحاث التي نُفذت حول الإكثار الخضري والإكثار الخضري الدقيق لنباتات أنواع الأجرد في العالم عموماً وفي سورية خصوصاً، رغم وجود ربع الأنواع العالمية البرية لهذا الجنس في ربوع القطر.

#### أهداف البحث:

1. دراسة تأثير منظمي النمو النباتيين Benzyladenine و Kinetin في مراحل الإكثار والنمو لأجرد ألميريا *H. almeriense* والأجرد البنفسجي *H. violaceum* بهدف الحصول على أفضل معدل للإكثار والنمو، وأكبر عدد من النبتات في الزجاج لتقسيتها ونقلها إلى ظروف الوسط المحيط.

2. دراسة تأثير منظمي النمو النباتيين BA و Kin في التجذير العفوي للنباتات النوعين السابقين في الزجاج بهدف الحصول على أعلى معدل تجذير، وجذور ذات نوعية جيدة، وبالتالي نباتات صالحة للنقل إلى الحقل، وضع بروتوكول للإكثار الكمي لنوعي الأجرد المستخدمين عالمياً في انشاء المزارع الاصطناعية للكأمة الصحراوية: *H. almeriense* و *H. violaceum* ونقل تقنية الإكثار الخضري الدقيق لهما إلى سورية كخطوة أولى لتأسيس مشاتل تجارية لإنتاج نباتات مُعدّاة وجاهزة للزراعة في الحقل.

#### مواد البحث وطرائقه:

المادة النباتية: تم الحصول على عينات بذور للنوعين المعمرين العائلين للكأمة الصحراوية المنتشرين في جنوب أوروبا وشمال أفريقيا: *H. almeriense* (L.) Mill و *H. violaceum* (L.) Mill من قسم بيولوجيا النبات، كلية البيولوجيا، جامعة مورثيا، إسبانيا. ونُفذ البحث في مختبرات قسم التقانات الحيوية النباتية لدى الهيئة العامة للتقانة الحيوية في دمشق، سورية.

#### مرحلة إدخال البذور والزرعات التأسيسية:

حُفَّت البذور ميكانيكياً بين ورقتي زجاج بحركة دائرية باليد بضغط قليل لمدة دقيقتين. وبعد الحف طُهرت البذور سطحياً كما يلي:

- غُمِسَت البذور في الكحول الإيثيلي 70% لمدة دقيقة واحدة مع التحريك المستمر بواسطة محرك مغناطيسي،
- نُقِلَت البذور إلى محلول من هيبوكلوريت الصوديوم 1% + Tween 20 لمدة 20 دقيقة مع التحريك المستمر بمحرك مغناطيسي،
- نُقِلَت البذور بعدها إلى الماء المقطر المعقم ثلاث مرات متتالية لمدة 5 دقائق في كل مرة،
- نُقِلَت البذور إلى دورق يحوي 200 مل ماء مقطر معقم، حيث أُغْلِقَ الدورق بإحكام، وحُضِنَ لمدة 24 ساعة في الظلام عند 20°س لتحفيز الإنبات،
- نُقِلَت البذور في اليوم التالي، إلى ورق نشاف معقم، وتُرِكَت لتجف، ثم زُرِعَت في أنابيب اختبار زجاجية بأبعاد  $2.5 \times 20$  سم تحوي 15 مل من وسط MS بمعدل بذرة واحدة/الأنبوب،
- حُضِنَت الأنابيب في غرفة النمو عند  $24 \pm 2$ °س ودورة إضاءة/ظلام 8/16 ساعة (Morte and Honrubia, 1992؛ López *et al.*, 2004؛ Pérez-García and González-Benito, 2006؛ مندو وآخرون، ( قيد النشر)).
- حُضِنَت الأنابيب في غرفة النمو لمدة شهر، ونُقِلَت النُبَيْتَات إلى اوساط جديدة كل شهر. استخدمت النُبَيْتَات بعد نموها لطول 10-15 سم لإجراء الزراعات الثانوية subculture، حيث قُطِعَ النُبَيْتُ إلى عقل مفردة وزُرِعَت كل منها في أنبوب جديد بهدف الإكثار الكمي للنُبَيْتَات، ثم حُضِنَت الأنابيب في غرفة النمو كما ذُكِرَ سابقاً حتى تجهيز معاملات منظمات النمو.
- زُرِعَت العقل النباتية المفردة في أنابيب اختبار زجاجية بأبعاد  $2.5 \times 20$  سم جديدة تحتوي على 15 مل من الوسط المغذي موراشيجي وسكوج MS (Murachige and Skoog, 1962) الخالي من الهرمونات النباتية، والذي يحوي: 1 مغ.ل<sup>-1</sup> ثيامين و 100 مغ.ل<sup>-1</sup> ميوانوزيتول و 30 غ.ل<sup>-1</sup> سكروز و 5.8 غ.ل<sup>-1</sup> آجار عالي النقاوة. وعُدِّلَ رقم حموضة الوسط إلى pH = 5.8 قبل التعقيم بالأوتوكلاف، وأُجريت عمليات التحضين والزرع في غرفة النمو عند درجة حرارة  $24 \pm 2$ °س، وفترة إضاءة 16 ساعة و 8 ساعات ظلام، وشدة ضوئية 3000-4000 لوكس، ورطوبة نسبية  $70 \pm 10$ %.

## مرحلة الإكثار:

قُطِعَت النُبَيْتَات السليمة الناتجة عن مرحلة الزراعة الأولية إلى عقل مفردة بطول 1-1.5 سم، ونُقِلَت إلى أنابيب اختبار زجاجية جديدة بأبعاد 20 X 2.5 سم تحتوي على 15 مل من الوسط المغذي MS بمعدل 12 مكرر/معاملة (عقلة نباتية مفردة واحدة لكل أنبوب)، حيث دُرِسَت سبع معاملات من تراكيز مختلفة لكل من منظمي النمو بالإضافة إلى معاملة الشاهد: (0، 0.25، 0.5، 0.75، 1، 1.5، 2، 3) مغ.ل<sup>-1</sup> من بنزيل أدنينين (BA) Benzyladenine؛ (0، 0.25، 0.5، 0.75، 1، 1.5، 2، 3) مغ.ل<sup>-1</sup> من كينتين (Kin) Kinetin.

لتحديد أفضل هذه المعاملات، وحُصِنَت الأنابيب في غرفة النمو عند درجة حرارة 24±2°س، وفترة إضاءة 16 ساعة بشدة ضوئية 3000-4000 لوكس و8 ساعات ظلام، ورطوبة نسبية 70% ± 10%، وأُخِذَت القراءات بعد أربعة أسابيع.

## مرحلة التجذير:

بناءً على ما سبق من دراسات لم تُسْتخدَم أي معاملة بهرمون تجذير في هذه الدراسة، واكتفيينا بدراسة التجذير العفوي للنُبَيْتَات في الزجاج.

## المؤشرات المدروسة:

تم أخذ القراءات التالية بعد 4 أسابيع من الزرع:

- عدد الأفرع الجانبية المتشكلة: وحُسِبَت بِعَدِّ الأفرع الجانبية لكل نُبَيْتٍ في الزجاج.
- أطوال الأفرع الجانبية المتشكلة: وحُسِبَت بقياس طول كل فرع جانبي وجمع أطوال كل الأفرع للنُبَيْت الواحد في كل أنبوب.
- عدد الأوراق المتشكلة على الأفرع: وحُسِبَت بِعَدِّ الأوراق على كل فرع جانبي وجمعت أوراق كل الأفرع للنُبَيْت في الأنبوب.
- عدد الجذور المتشكلة لكل نُبَيْتٍ بشكل عفوي: وحُسِبَت بِعَدِّ الجذور المتشكلة على كل نُبَيْتٍ في الأنبوب.
- درجة تشكل التزجج hyperhydric tissues: وحُسِبَت باعتماد سلم مقترح من درجتين كالتالي:

الدرجة	ظاهرة التزجج
0	لا يوجد تزجج على أي جزء من أجزاء النُبَيْت في الأنبوب
1	ظهور أعراض التزجج على أي جزء من أجزاء النُبَيْت في الأنبوب

- درجة تشكل الكالوس: وحُسِبَت باعتماد سلم مقترح من 5 درجات كالتالي:

الدرجة	حجم الكالوس على سطح الوسط في الأنبوب
0	لا يوجد تشكل للكالوس على سطح الوسط في الأنبوب
1	يغطي الكالوس من 1 حتى 25% من سطح الوسط في الأنبوب
2	يغطي الكالوس من 26 حتى 50% من سطح الوسط في الأنبوب
3	يغطي الكالوس من 51 حتى 75% من سطح الوسط في الأنبوب
4	يغطي الكالوس من 76 حتى 100% من سطح الوسط في الأنبوب

## مرحلة الأقامة:

غُسِلَت جذور النُبَيْتَات المجذرة بالماء المقطر لإزالة الأغار، ثم غُمِسَت الجذور بمحلول من المبيد الفطري كاربنديازيم (0.3 غ.ل<sup>-1</sup>) لمدة 5 دقائق (López *et al.*, 2006)، ثم نُقِلَت إلى أصص بقطر 11 سم تحوي على خليط معقم من التربة والبيتموس والرمل

(Morte and Honrubia, 1992؛ López et al., 2004؛ López et al., 2006؛ Hamza et al., 2012). أُضيف 50 مل من الماء المقطر إلى كل أصيص، ثم غُطِّي كل أصيص بكيس من البولي إيثيلين PE الشفاف للمحافظة على رطوبة عالية، وحُصِنَت الأصص في غرفة النمو عند  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ، وفترة 16 ساعة إضاءة/ 8 ساعات ظلام، بشدة ضوئية 3000-4000 لوكس، ورطوبة نسبية  $70\% \pm 10\%$ ، مع ري النباتات مرة أسبوعياً بمحلول  $\frac{1}{4}$  MS، لمدة أربعة أسابيع. بعد ثلاثة أيام أُحدث تقبان في كل كيس بقص زاويتي الكيس بالمقص، وأضيفت ثقب جديدة لكل كيس كل يومين حتى أزيلت الأكياس بشكل كامل بعد حوالي 4 أسابيع، ثم نقلت بعدها إلى ظروف الوسط الخارجي في أصص تحوي تربة ورمل وتورب بنسبة (1:1:2) على الترتيب (حجم/ حجم)، ووصفت طبيعة نمو النباتات في هذه المرحلة، حيث كُريت التجربة مرتين، وتم حساب نسبة نجاح عملية الأقامة وفقاً للمعادلة الآتية:

نسبة النباتات الباقية بعد عملية الأقامة (%) = عدد النباتات الناجحة بعد الأقامة  $\times 100$  / عدد النباتات المنقولة لمرحلة الأقامة.

#### تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صُممت التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل (RCD) بمعدل 12 مكرر لكل معاملة، واعتُبر كل أنبوب مكرراً، واستخدم برنامج التحليل الإحصائي GenStat12 لحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية (5%) حسب اختبار Fisher، وكل القيم في جداول النتائج هي عبارة عن المتوسطات  $\pm$  الخطأ القياسي (Mean  $\pm$  SE).

#### النتائج:

##### الإكثار الخضري الدقيق لأجرد ألميريا *H. almeriense*:

##### تشكل الأفرع الجانبية:

أظهرت النتائج تبايناً واضحاً في تأثير كل من منظمي النمو Kin و BA في عدد الأفرع المتشكلة على النُبَيْتَات في الزجاج وبفروق معنوية، فقد تفوقت معاملة منظم النمو BA بتركيز 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> على باقي المعاملات بفروق معنوية بمتوسط عدد أفرع بلغ 10.0 فرع/النُبَيْت، تلتها المعاملة بمنظم النمو Kin بتركيز 2 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسط بلغ 7.88 فرع/النُبَيْت، ثم المعاملة بمنظم النمو Kin بتركيز 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسط بلغ 7.5 فرع/النُبَيْت، إذ أدت هذه المعاملات إلى زيادة عدد الأفرع المتشكلة على النُبَيْتَات بشكل كبير بالمقارنة مع معاملة الشاهد 1.75 فرع/النُبَيْت، في حين لوحظ التأثير المحدود للتركيز المنخفض من كلا منظمي النمو في تشكل الأفرع على النُبَيْتَات كمعاملي BA و Kin بتركيز 0.25 مغ.ل<sup>-1</sup> حيث أعطت تفرعات بمتوسطين بلغا 2، 2.5 فرع/النُبَيْت على الترتيب، كما لوحظ التأثير السلبي للتراكيز المرتفعة من كلا منظمي النمو في تشكل الأفرع على النُبَيْتَات كالمعاملة BA بتركيز 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> والمعاملة Kin بتركيز 3 مغ.ل<sup>-1</sup> 0.88، 0.25، 3.75 فرع/النُبَيْت على الترتيب، حيث انخفض عدد الأفرع مع زيادة التراكيز (الجدول 1).

##### تطاول الأفرع الجانبية:

بينت النتائج تباين المعاملات في تأثيرها في تطاول الأفرع الجانبية للنُبَيْتَات في الزجاج، فقد تفوقت المعاملة Kin بتركيز 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> على باقي المعاملات بمتوسط بلغ 40.96 سم وبفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد، تلتها المعاملة Kin بتركيز 2 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسط بلغ 38.14 سم، ثم المعاملة BA بتركيز 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسط بلغ 37.77 سم، حيث زادت هذه المعاملات تطاول الأفرع الجانبية بشكل كبير بالمقارنة مع الشاهد 17.16 سم. ولم تؤثر التراكيز المنخفضة من كلا المنظمين بشكل معنوي في تطاول الأفرع كالمعاملة

BA بتراكيز 0.25 و 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> والمعاملة Kin بتركيز 0.25 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطات بلغت 14.71، 15.59، 18.62 سم على الترتيب، في حين خفضت التراكيز المرتفعة تطاول الأفرع بشكل معنوي كالمعاملة BA بتركيز 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> والمعاملة Kin 3 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطات بلغت 1.69، 0.12، 8.35 سم على التوالي (الجدول 1).

#### تشكل الأوراق:

تباينت المعاملات في عدد الأوراق المتشكلة على الأفرع بشكل معنوي، فقد تفوقت المعاملة Kin 2 مغ.ل<sup>-1</sup> على باقي المعاملات بمتوسط بلغ 104.5 ورقة/النبتة، تلتها المعاملة Kin 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسط بلغ 103.5 ورقة/النبتة، ثم المعاملة BA 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسط بلغ 98.5 ورقة/النبتة، حيث زادت هذه المعاملات عدد الأوراق المتشكلة على الأفرع الجانبية بشكل كبير وبفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد 44.0 ورقة/النبتة. ولم تؤثر التراكيز المنخفضة من كلا المنظمين في عدد الأوراق بشكل معنوي كمعاملات BA بتراكيز 0.25 و 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> ومعاملات Kin بتراكيز 0.25 و 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطات بلغت 44.2، 44.2، 52.5، 62.8 ورقة/النبتة على التوالي، في حين خفضت التراكيز المرتفعة لمعاملات BA 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> تشكل الأوراق بمتوسطات بلغت 6.5، 1.5 ورقة/النبتة على التوالي وبفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد، بينما لم تؤثر معاملة التركيز العالي لمنظم النمو Kin 3 مغ.ل<sup>-1</sup> في تشكل الأوراق بشكل معنوي 39.0 ورقة/النبتة بالمقارنة مع الشاهد (الجدول 1).

الجدول 1. تأثير منظمي النمو BA و Kin في تشكل الأفرع وتطاولها وتشكل الأوراق عند نبيتات أجرد *H. almeriense* (النتائج في الجدول هي متوسطات القراءات  $\pm$  الخطأ القياسي SE)

متوسط عدد الأوراق		متوسط مجموع أطوال الأفرع		متوسط عدد الأفرع		الصفة
Kin (ورقة)	BA (ورقة)	Kin (سم)	BA (سم)	Kin (فرع)	BA (فرع)	منظم النمو التركيز مغ.ل <sup>-1</sup>
44.0±3.381 <sup>BCc</sup>	44.0±3.381 <sup>BCb</sup> <sub>c</sub>	17.16±1.252 <sup>DEc</sup> <sub>d</sub>	17.16±1.252 <sup>Deb</sup>	1.75±0.1637 <sup>HJJe*</sup> <sub>*</sub>	1.75±0.1637 <sup>HJId</sup> <sub>*</sub>	0
44.2±4.026 <sup>BCc</sup>	44.2±3.614 <sup>BCb</sup> <sub>c</sub>	18.62±2.379 <sup>CDc</sup>	14.71±1.720 <sup>DEFbc</sup> <sub>d</sub>	2.50±0.50 <sup>FGHIde</sup>	2.00±0.0 <sup>GHLJd</sup>	0.25
62.8±4.341 <sup>Bbc</sup>	52.5±6.87 <sup>BCb</sup>	24.76±2.329 <sup>Cbc</sup>	15.59±2.123 <sup>DEFbc</sup>	4.75±0.75 <sup>DEcd</sup>	3.62±0.80 <sup>EFGHc</sup>	0.5
87.0±6.88 <sup>Aab</sup>	98.5±5.34 <sup>Aa</sup>	33.39±2.333 <sup>Bab</sup>	37.77±2.464 <sup>ABa</sup>	5.50±0.50 <sup>DEbc</sup>	10.00±0.4226 <sup>Aa</sup>	0.75
87.5±1.239 <sup>Aab</sup>	37.5±1.50 <sup>Cc</sup>	34.95±1.341 <sup>ABa</sup>	12.50±0.694 <sup>DEFcd</sup>	5.88±0.295 <sup>CDabc</sup>	5.12±0.3504 <sup>DEb</sup>	1
103.5±21.07 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	37.2±8.87 <sup>Cc</sup>	40.96±7.77 <sup>Aa</sup>	10.22±2.586 <sup>EFd</sup>	7.50±1.773 <sup>BCab</sup>	4.38±0.885 <sup>DEFbc</sup>	1.5
104.5±8.86 <sup>Aa</sup>	6.5±2.50 <sup>Dd</sup>	38.14±3.873 <sup>ABa</sup>	1.69G±1.244 <sup>He</sup>	7.88±0.639 <sup>Ba</sup>	0.88±0.295 <sup>IJde</sup>	2
39.0±7.17 <sup>Cc</sup>	1.5±0.982 <sup>Dd</sup>	8.35±1.431 <sup>FGd</sup>	0.12±0.0818 <sup>He</sup>	3.75±0.590 <sup>EFGede</sup>	0.25±0.1637 <sup>Je</sup>	3
26.09 (ورقة)	13.48 (ورقة)	9.79 (سم)	4.572 (سم)	2.298 (فرع)	1.428 (فرع)	LSD0.0 5 تركيز منظم نمو
20.59 (ورقة)		7.566 (سم)		1.88 (فرع)		LSD0.05 نوع منظم نمو × تركيز منظم النمو

\* الأحراف الكبيرة المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية ضمن الصفة المدروسة لكلا منظمي النمو BA و Kin عند مستوى ثقة 95%  
\*\* الأحراف الصغيرة المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية ضمن العمود الواحد (ضمن تراكيز منظم النمو الواحد) عند مستوى ثقة 95%

**التشكل العفوي للجذور:**

تباينت المعاملات في تأثيرها في التشكل العفوي للجذور على النُبيّات في الزجاج بشكل معنوي (دون استخدام هرمون خاص بالتجذير)، فقد خفضت جميع معاملات منظم النمو BA تشكل الجذور على النُبيّات في الزجاج بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد 38.50 جذر/النُبيّ، ولكنه مقبول إلى حد ما في معاملات التراكيز المنخفضة 0.25 و 0.5 و 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطات بلغت 9.62، 12.38، 7.75 جذر/النُبيّ على الترتيب، ثم تناقص عدد الجذور مع ازدياد تركيز منظم النمو بشكل كبير حتى انعدم بشكل كامل عند التركيز 3 مغ.ل<sup>-1</sup>. أما بالنسبة لمنظم النمو Kin فلم تؤثر معاملات التراكيز 0.75 و 1 و 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> في عدد الجذور بشكل معنوي 45.38، 33.50، 33.25 جذر/النُبيّ على التوالي بالمقارنة مع الشاهد، في حين خفضت التراكيز الأدنى 0.25 و 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> والأعلى 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> تشكل الجذور بمتوسطات بلغت 19.75، 24.62، 22.38، 13.12 جذر/النُبيّ على التوالي وبفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد، وبناءً على ما سبق يمكن القول أنه كان متوسط عدد الجذور المتشكلة عفويًا على النُبيّات في جميع معاملات منظم النمو Kin مقبولاً بالمقارنة مع معاملات منظم النمو BA وكانت معاملة التركيز 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> أفضل هذه المعاملات على الإطلاق (الجدول 2).

**ظاهرة التشبع المائي أو التزجج:**

أظهرت النتائج تباين المعاملات في تحريضها على تزجج النُبيّات في الزجاج، وهذه ظاهرة سيئة وغير مرغوبة في الإكثار الخضري الدقيق لأنواع الأجرد، فقد زادت معظم معاملات منظم النمو BA تزجج النُبيّات بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد ماعدا التركيز المنخفض 0.25 مغ.ل<sup>-1</sup> الذي لم يسبب أي تزجج للنُبيّات، والتركيز 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> الذي زاد التزجج بشكل مقبول 0.25 درجة وبفروق غير معنوية بالمقارنة مع الشاهد 0 درجة، في حين حرّضت باقي التراكيز على زيادة تزجج النُبيّات بارتفاع التركيز حتى وصلت درجة التزجج إلى 1، 1، 1 درجة على التوالي عند التراكيز 1.5 و 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> بفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد. أما معاملات منظم النمو Kin فقد كانت أفضل من معاملات منظم النمو BA بالنسبة لهذه الصفة، فقد خلّت كل نُبيّات معاملات التراكيز 0.25 و 0.5 و 0.75 و 1 مغ.ل<sup>-1</sup> من التزجج، وزاد التركيز 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> التزجج بشكل معنوي لكنه مقبول بمتوسط بلغ 0.25 درجة بالمقارنة مع الشاهد، في حين زادت التراكيز الأعلى 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> تزجج النُبيّات بشكل عالي 1، 1 درجة على التوالي وبفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد. وبناءً على ما سبق يمكن القول أنه يمكن استخدام منظم النمو Kin بتراكيز أعلى من منظم النمو BA تصل حتى 1 مغ.ل<sup>-1</sup> دون أي تزجج (الجدول 2).

**تشكل الكالّوس:**

أظهرت النتائج تباين المعاملات في تحريضها على تشكل الكالّوس على النُبيّات في الزجاج وهي ظاهرة غير مرغوبة في الإكثار الخضري الدقيق لأنواع الأجرد، وهذه النتائج تتوافق بشكل عام مع نتائج أغلب الدراسات السابقة التي أجريت على أنواع عدة من الأجرد، فقد أشارت تلك الدراسات إلى تحريض السيتوكينينات المختلفة على تشكل الكالّوس على نُبيّات أغلب أنواع الأجرد المدروسة (Morte and Honrubia, 1992؛ López et al., 2004؛ López et al., 2006؛ Hamza et al., 2012؛ Hamza and Neffati, 2015)، ففي معاملات منظم النمو BA لم تسبب التراكيز المنخفضة 0.25 و 0.5 و 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> تشكل الكالّوس على أسجة النُبيّات نهائياً، في حين سببت التراكيز الأعلى 1 و 1.5 و 2 و 3 تشكلاً للكالّوس بدرجات أعلى بمتوسطات بلغت 2، 2.5،

3.625 درجة على التواليفوق معنوية بالمقارنة مع الشاهد 0 درجة. أما معاملات منظم النمو Kin فقد سببت التراكيز المنخفضة 0.25 و 0.5 تشكل الكالوس بدرجات مقبولة بمتوسطات بلغت 0.125، 0.625 درجة على التواليفوق غير معنوية بالمقارنة مع الشاهد، وازداد تشكل الكالوس في باقي المعاملات 0.75 و 1 و 1.5 و 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطات بلغت 1.375، 1.375، 1.75، 1.75، 2.375 درجة على التواليفوق معنوية بالمقارنة مع الشاهد (الجدول 2).

الجدول 2. تأثير منظمي النمو BA و Kin في التشكل العفوي للجذور والتزجج وتشكل الكالوس عند نُبَيْتَات أجرد ألميريا *H. almeriense* (النتائج في الجدول هي متوسطات القراءات  $M \pm$  الخطأ القياسي SE)

متوسط درجة تشكل الكالوس		متوسط درجة التزجج		متوسط عدد الجذور العفوية		الصفة
Kin (درجة)	BA (درجة)	Kin (درجة)	BA (درجة)	Kin (جذر)	BA (جذر)	منظم النمو التركيز مغ.ل <sup>-1</sup>
0.000±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	38.50±5.39 <sup>Aba**</sup>	38.50±5.39 <sup>Aba*</sup>	0
0.125±0.125 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	19.75±5.52 <sup>DEFc</sup>	9.62±1.349 <sup>GHb</sup>	0.25
0.625±0.2631 <sup>Aab</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.25±0.1637 <sup>Bab</sup>	24.62±6.54 <sup>CDbc</sup>	12.38±1.281 <sup>FGb</sup>	0.5
1.375±0.2631 <sup>Bbc</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.50±0.1890 <sup>Cbc</sup>	45.38±3.530 <sup>Aa</sup>	7.75±1.191 <sup>GHbc</sup>	0.75
1.375±0.2631 <sup>Bbc</sup>	2.0±0.0 <sup>BCDb</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.625±0.1830 <sup>Cc</sup>	33.50±0.845 <sup>BCab</sup>	1.88±0.934 <sup>HIcd</sup>	1
1.75±0.4119 <sup>BCcd</sup>	2.0±0.2673 <sup>BCDb</sup>	0.25±0.1637 <sup>Bb</sup>	1.0±0.0 <sup>Dd</sup>	33.25±5.017 <sup>BCab</sup>	0.38±0.1830 <sup>Hid</sup>	1.5
1.75±0.4910 <sup>BCcd</sup>	2.50±0.2673 <sup>Dc</sup>	1.0±0.0 <sup>Dc</sup>	1.0±0.0 <sup>Dd</sup>	22.38±1.945 <sup>DEbc</sup>	0.38±0.2631 <sup>Hid</sup>	2
2.375±0.1830 <sup>CDd</sup>	3.625±0.1830 <sup>Ed</sup>	1.0±0.0 <sup>Dc</sup>	1.0±0.0 <sup>Dd</sup>	13.12±3.497 <sup>EFGc</sup>	0.00±0 <sup>ld</sup>	3
0.811 (درجة)	0.40 (درجة)	0.1644 (درجة)	0.3092 (درجة)	12.27 (جذر)	6.034 (جذر)	LSD0.05 تركيز منظم نمو
0.6472 (درجة)		0.2420 (درجة)		9.470 (جذر)		LSD0.05 نوع منظم نمو × تركيز منظم النمو

\*الأحرف الكبيرة المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية ضمن الصفة المدروسة لكلا منظمي النمو BA و Kin عند مستوى ثقة 95%  
\*\*الأحرف الصغيرة المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية ضمن العمود الواحد (ضمن تراكيز منظم النمو الواحد) عند مستوى ثقة 95%

الإكثار الخضري الدقيق للأجرد البنفسجي *H. violaceum*:

تشكل الأفرع الجانبية:

تباينت المعاملات في تأثيرها في تفرع النُبَيْتَات في الزجاج بشكل معنوي، فقد خفضت جميع معاملات منظم النمو BA تفرع النُبَيْتَات، حيث خفضت المعاملتان 0.5 و 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> التفرع بمتوسطين بلغا 2.75، 2.88 فرع/النُبَيْت على التواليفوق غير معنوية بالمقارنة مع الشاهد 3.88 فرع/النُبَيْت، بينما خفضت باقي المعاملات ذات التراكيز الأدنى والأعلى 0.25 و 1 و 1.5 و 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> التفرع بمتوسطات بلغت 1.62، 2.38، 2.25، 2.00، 1.38 فرع/النُبَيْت على التواليلكن بفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد. أما بالنسبة لمعاملات منظم النمو Kin فقد تفوقت معاملتا التركيزين 1 و 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> على باقي المعاملات بمتوسطين بلغا 7.5، 8.0 فرع/النُبَيْت على التواليفوق معنوية، ولم تؤثر المعاملة 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> في التفرع 4.5 فرع/النُبَيْت بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد، في حين خفضت المعاملات ذات التراكيز الأدنى 0.25 و 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> والأعلى 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> التفرع بمتوسطات بلغت 1.75، 1.88، 2.00، 1.50 فرع/النُبَيْت على التواليفوق معنوية بالمقارنة مع الشاهد. بناءً على ما سبق يمكن أن نستنتج أن منظم النمو

Kin أفضل من منظم النمو BA في تحريض التفرع لدى النُبَيْتَات، وأفضل التراكيز لهذا المنظم هما التركيزان 1 و 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> (الجدول 3).

#### تطاول الأفرع الجانبية:

تباينت المعاملات في تأثيرها في تطاول الأفرع الجانبية المتشكلة على النُبَيْتَات في الزجاج بشكل معنوي، فقد أثرت جميع معاملات منظم النمو BA في تطاول الأفرع الجانبية، حيث تناقصت أطوال الأفرع مع زيادة التراكيز من 0.25 حتى 3 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطين بلغا 3.75، 1.40 سم على التوالي بفرق معنوية بالمقارنة مع الشاهد 24.18 سم، مما يدل على أن منظم النمو هذا غير مناسب لتحريض تطاول الأفرع الجانبية عند نُبَيْتَات هذا النوع. أما بالنسبة لمعاملات منظم النمو Kin فقد تفوقت المعاملة 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> على جميع المعاملات بفرق معنوية وبمتوسط بلغ 31.53 سم، في حين لم تؤثر المعاملتان 0.75 و 1 مغ.ل<sup>-1</sup> في تطاول الأفرع بشكل معنوي بمتوسطين بلغا 23.46، 24.58 سم على التوالي بالمقارنة مع الشاهد، وخفضت باقي المعاملات ذات التراكيز الأدنى 0.25 و 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> والأعلى 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> تطاول الأفرع بمتوسطات بلغت 6.13، 6.29، 2.34، 1.26 سم على التوالي بفرق معنوية بالمقارنة مع الشاهد. وبناءً على ما سبق يمكن أن نستنتج أن منظم النمو Kin أنسب من منظم النمو BA في تحريض تطاول الأفرع عند هذا النوع، وأفضل تركيز له هو التركيز 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup>، كما يمكن استخدام التركيزين 0.75 و 1 مغ.ل<sup>-1</sup> بشكل مقبول ولكن بكفاءة أقل (الجدول 3).

#### تشكل الأوراق:

تباينت المعاملات في تأثيرها في تشكل الأوراق على الأفرع الجانبية بشكل معنوي، فقد أثرت بشكل معنوي جميع معاملات منظم النمو BA في تشكل الأوراق بالمقارنة مع الشاهد 64.0 ورقة/النُبَيْت، حيث تناقص عدد الأوراق المتشكلة مع تزايد التراكيز من 0.25 حتى 3 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطين بلغا 20.2، 11.0 ورقة/النُبَيْت على الترتيب، مما يدل على أن منظم النمو BA غير مناسب لتحريض تشكل الأوراق في الإكثار الخضري الدقيق لهذا النوع. أما في معاملات منظم النمو Kin فقد تفوقت المعاملتان 1 و 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> على باقي المعاملات بفرق معنوية وبمتوسطات بلغت 91.8، 94.0 ورقة/النُبَيْت على الترتيب، في حين لم تؤثر المعاملة 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> في عدد الأوراق بشكل معنوي بمتوسط بلغ 72.0 ورقة/النُبَيْت، وخفضت التراكيز الأدنى 0.25 و 0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> والأعلى 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup> تشكل الأوراق بمتوسطات بلغت 28.0، 29.0، 19.2، 11.2 ورقة/النُبَيْت بفرق معنوية بالمقارنة مع الشاهد. وبناءً على ما سبق يمكن القول أن منظم النمو Kin أفضل من منظم النمو BA في تحريض تشكل الأوراق لهذا النوع، وأفضل التراكيز لهذا المنظم هما التركيزان 1 و 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup>، كما يمكن استخدام التركيز 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> بشكل مقبول ولكن بكفاءة أقل (الجدول 3).

الجدول 3. تأثير منظم النمو BA و Kin في تشكل الأفرع وتطاولها وتشكل الأوراق عند نُبَيْتات الأجرد البنفسجي *H. violaceum* (النتائج في الجدول هي متوسطات القراءات  $\pm$  الخطأ القياسي (SE))

متوسط عدد الأوراق		متوسط مجموع أطوال الأفرع		متوسط عدد الأفرع		الصفة
Kin (ورقة)	BA (ورقة)	Kin (سم)	BA (سم)	Kin (فرع)	BA (فرع)	منظم النمو التركيز مغ.ل <sup>-1</sup>
64.0±9.09 <sup>Bb</sup>	64.0±9.09 <sup>Ba</sup>	24.18±3.126 <sup>Bb</sup>	24.18±3.126 <sup>Ba</sup>	3.88±0.549 <sup>BCb</sup> **	3.88±0.549 <sup>BCa*</sup>	0
28.0±4.811 <sup>Cc</sup> d	20.2±11.60 <sup>CDb</sup> c	6.13±0.956 <sup>Cc</sup>	3.75±1.992 <sup>CDb</sup>	1.75±0.1637 <sup>D</sup> EFc	1.62±0.822 <sup>DEFcd</sup>	0.25
29.0±0.845 <sup>Cc</sup>	28.2±9.22 <sup>Cb</sup>	6.29±0.4257 <sup>Cc</sup>	3.79±0.856 <sup>CDb</sup>	1.88±0.1250 <sup>D</sup> EFc	2.75±0.559 <sup>CDEab</sup> c	0.5
72.0±6.44 <sup>Bb</sup>	21.0±2.449 <sup>CDb</sup> c	23.46±2.883 <sup>Bb</sup>	3.26±0.1523 <sup>CD</sup> b	4.50±0.627 <sup>Bb</sup>	2.88±0.2266 <sup>CDab</sup>	0.75
91.8±9.51 <sup>Aa</sup>	17.8±1.221 <sup>CDb</sup> c	29.58± 2.881 <sup>Aa</sup>	2.29±0.2057 <sup>CD</sup> b	7.50±0.906 <sup>Aa</sup>	2.38±0.2631 <sup>DE</sup> bcd	1
94.0±7.44 <sup>Aa</sup>	17.2±2.724 <sup>CDb</sup> c	31.53±1.217 <sup>Aa</sup>	2.13±0.2684 <sup>CD</sup> b	8.00±0.627 <sup>Aa</sup>	2.25±0.2500 <sup>DE</sup> bcd	1.5
19.2±3.092 <sup>C</sup> Dcd	14.2± 2.374 <sup>CDbc</sup>	2.34±0.3891 <sup>C</sup> Dc	2.20±0.3365 <sup>CD</sup> b	2.00±0.1890 <sup>D</sup> EFc	2.00±0.1890 <sup>DE</sup> bcd	2
11.2±1.962 <sup>Dd</sup>	11.0±2.330 <sup>Dc</sup>	1.26±0.2970 <sup>Dc</sup>	1.40±0.3151 <sup>Db</sup>	1.50±0.2673 <sup>E</sup> Fc	1.38±0.2631 <sup>Fd</sup>	3
17.07 (ورقة)	16.68 (ورقة)	5.235 (سم)	3.705 (سم)	1.471 (فرع)	1.179 (فرع)	LSD0.05 تركيز منظم نمو
16.57 (ورقة)		4.375 (سم)		1.310 (فرع)		LSD0.05 نوع منظم نمو × تركيز منظم النمو

\*الأحرف الكبيرة المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية ضمن الصفة المدروسة لكلا منظمي النمو BA و Kin عند مستوى ثقة 95%  
\*\*الأحرف الصغيرة المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية ضمن العمود الواحد (ضمن تراكيز منظم النمو الواحد) عند مستوى ثقة 95%

التشكل العفوي للجذور:

تباينت المعاملات في تأثيرها في التشكل العفوي للجذور بشكل معنوي، فقد خفضت جميع معاملات منظم النمو BA تشكل الجذور على النُبَيْتات في الزجاج بشكل معنوي، فقد تناقص عدد الجذور المتشكلة مع تزايد التراكيز من 0.25 حتى 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطات بلغت 4.38، 0.62 جذر/النُبَيْت على التوالي بفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد 20.5 جذر/النُبَيْت، ثم انعدم تشكل الجذور بشكل كامل في معاملي التركيزين الأعلى 2 و 3 مغ.ل<sup>-1</sup>. أما بالنسبة لمعاملات منظم النمو Kin فقد تفوقت المعاملة 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> على باقي المعاملات بمتوسط بلغ 24.12 جذر/النُبَيْت ولكن بفروق غير معنوية بالمقارنة مع الشاهد، في حين خفضت باقي المعاملات تشكل الجذور بشكل عام، فقد كان عدد الجذور مقبولاً في المعاملتين 1 و 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطين بلغا 13.12، 6.12 جذر/النُبَيْت. وبناءً على ما سبق يمكن أن نستنتج أن منظم النمو Kin أفضل من منظم النمو BA في تأثيره في التشكل العفوي للجذور على نُبَيْتات هذا النوع، وأفضل تركيز هو 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup>، كما يمكن استخدام التركيزين 1 و 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> بشكل مقبول (الجدول 4).

**ظاهرة التزجج:**

أظهرت النتائج تباين المعاملات في تأثيرها في تحريض تزجج النُبَيْتَات في الزجاج، فبالنسبة لمنظم النمو BA لم تسبب معاملي التركيز المنخفضين 0.25 و0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> أي تزجج للنُبَيْتَات، في حين زادت معاملات التراكيز الأعلى 0.75 و1 و1.5 و2 و3 مغ.ل<sup>-1</sup> درجات التزجج بمتوسطات بلغت 0.875، 1، 1، 1، 1 درجة على التوالي بفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد 0 درجة. أما معاملات منظم النمو Kin فقد كانت أفضل من معاملات منظم النمو BA بالنسبة لهذه الصفة، فقد حُلَّت نبيتات معاملي التركيز المنخفضين 0.25 و0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> من التزجج، وزادت درجة التزجج في التراكيز الأعلى 0.75 و1 و1.5 و2 و3 مغ.ل<sup>-1</sup> ولكن بمتوسطات أقل من مثيلاتها في معاملة منظم النمو BA 0.25، 0.375، 0.875، 1، 1 درجة على التوالي بفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد. بناءً على ما سبق يمكن القول أنه يمكن استخدام منظم النمو Kin بتراكيز أعلى من منظم النمو BA في الإكثار الدقيق لهذا النوع وحتى 1 مغ.ل<sup>-1</sup> دون التسبب بزيادة حرجة في درجة التزجج (الجدول 4).

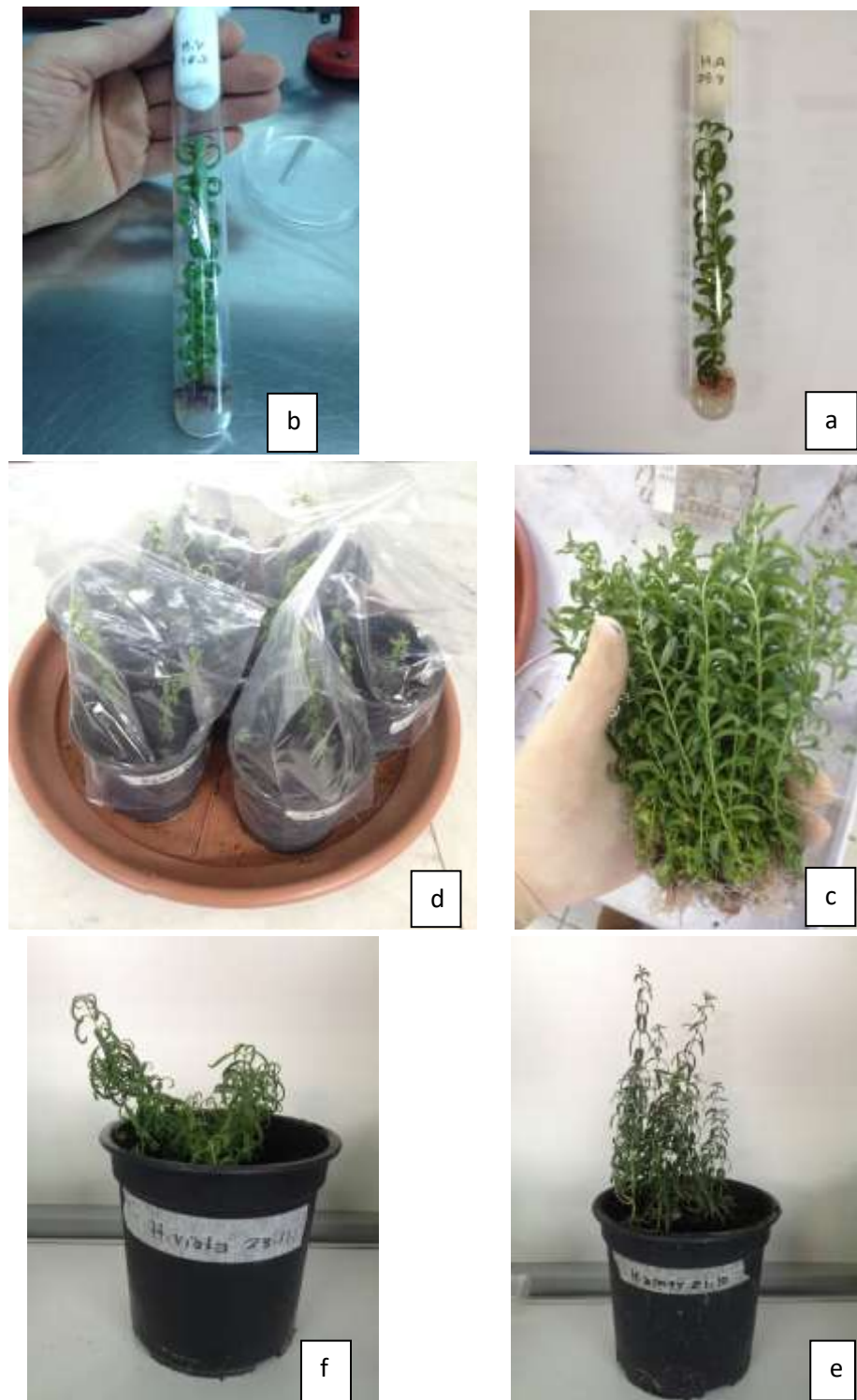
**تشكل الكالوس:**

تباينت المعاملات في تأثيرها في تحريض تشكل الكالوس لدى النُبَيْتَات في الزجاج، فقد حُرِّضت جميع معاملات منظم النمو BA على تشكل الكالوس بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد 0 درجة، حيث ازدادت درجات تشكل الكالوس مع ازدياد التراكيز من 0.25 حتى 3 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطين بلغا 2، 4 درجة على الترتيب. بينما كانت جميع معاملات منظم النمو Kin أقل تحريضاً على تشكل الكالوس بشكل عام بالمقارنة مع الشاهد، فقد تشكل الكالوس بدرجات منخفضة في معاملي التركيز المنخفضين 0.25 و0.5 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطين بلغا 0.5، 0.5 درجة على التوالي بفروق غير معنوية بالمقارنة مع الشاهد، وكان تشكل الكالوس بدرجات مقبولة في معاملي التركيزين 0.75 و1 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطين بلغا 1، 1.25 درجة على التوالي ولكن بفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد، وارتفع تشكل الكالوس إلى درجات أعلى في معاملات التراكيز الأعلى 1.5 و2 و3 مغ.ل<sup>-1</sup> بمتوسطات بلغت 2.125، 2.125، 2.5 درجة على التوالي بفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد، وهذه النتائج تتوافق بشكل عام مع نتائج أغلب الدراسات السابقة التي أجريت على أنواع عدة من الأجرد، فقد أشارت تلك الدراسات إلى تحريض السيتوكينينات المختلفة على تشكل الكالوس على نُبَيْتَات أغلب أنواع الأجرد المدروسة (Morte and Honrubia, 1992؛ López et al., 2004؛ López et al., 2006؛ Hamza et al., 2012؛ Hamza and Neffati, 2015). وبناءً على ما سبق يمكن أن نستنتج أن منظم النمو Kin أفضل من منظم النمو BA بالنسبة لتحريض تشكل الكالوس عند استخدامه في الإكثار الخضري الدقيق لهذا النوع، وذلك لأن متوسطات درجات تشكل الكالوس في معاملات منظم النمو Kin كانت أقل من نظيراتها في معاملات منظم النمو BA. حيث تبقى صفة تشكل الكالوس ضمن الحدود المقبولة عند استخدام منظم النمو Kin بتراكيز من 0.25 حتى 1 مغ.ل<sup>-1</sup> (الجدول 4).

الجدول 4. تأثير منظم النمو BA و Kin في التشكل العفوي للجذور والتزجج وتشكل الكأوس عند نُبَيْتَات الأجرد البنفسجي *H. violaceum* (النتائج في الجدول هي متوسطات القراءات  $M \pm$  الخطأ القياسي SE)

متوسط درجة تشكل الكأوس		متوسط درجة التزجج		متوسط عدد الجذور العفوية		الصفة
Kin (درجة)	BA (درجة)	Kin (درجة)	BA (درجة)	Kin (جذر)	BA (جذر)	منظم النمو التركيز مغ.ل <sup>-1</sup>
0.0±0.0 <sup>Aa**</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa*</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	20.50±2.413 <sup>Aa**</sup>	20.50±2.413 <sup>Aa*</sup>	0
0.50±0.1890 <sup>ABa</sup> b	2.0±0.4629 <sup>Db</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	4.25±0.4910 <sup>CDEFc</sup> de	4.38±2.652 <sup>CDEb</sup>	0.25
0.50±0.1890 <sup>ABa</sup> b	2.125±0.2950 <sup>D</sup> b	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	0.0±0.0 <sup>Aa</sup>	5.38±1.149 <sup>CDcd</sup>	3.25±1.278 <sup>CDEFG</sup> bc	0.5
1.0±0.0 <sup>BCbc</sup>	3.50±0.2673 <sup>Ec</sup>	0.250±0.1637 <sup>Ba</sup> b	0.875±0.1250 <sup>C</sup> b	24.12±0.549 <sup>Aa</sup>	2.00±0.945 <sup>DEFGbc</sup>	0.75
1.25±0.3134 <sup>Cc</sup>	4.0±0.0 <sup>Ec</sup>	0.375±0.1830 <sup>Bb</sup>	1.0±0.0 <sup>Cb</sup>	13.12±1.575 <sup>Bb</sup>	1.75±1.065 <sup>DEFGbc</sup>	1
2.125±0.2950 <sup>D</sup> d	4.0±0.0 <sup>Ec</sup>	0.875±0.1250 <sup>Cc</sup>	1.0±0.0 <sup>Cb</sup>	6.12±3.020 <sup>Cc</sup>	0.62±0.3750 <sup>EFGbc</sup>	1.5
2.125±0.2950 <sup>D</sup> d	4.0±0.0 <sup>Ec</sup>	1.0±0.0 <sup>Cc</sup>	1.0±0.0 <sup>Cb</sup>	1.25±0.1637 <sup>EFde</sup>	0.00±0.0 <sup>Gc</sup>	2
2.50±0.2673 <sup>Dd</sup>	4.0±0.0 <sup>Ec</sup>	1.0±0.0 <sup>Cc</sup>	1.0±0.0 <sup>Cb</sup>	1.12±0.666 <sup>EFGe</sup>	0.00±0.0 <sup>Gc</sup>	3
0.6694 (درجة)	0.5539 (درجة)	0.2780 (درجة)	0.1256 (درجة)	4.240 (جذر)	3.776 (جذر)	LSD0.0 5 تركيز منظم نمو
0.6148 (درجة)		0.211 (درجة)		4.022 (جذر)		LSD <sub>0.05</sub> نوع منظم نمو× تركيز منظم النمو

\*الأحرف الكبيرة المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية ضمن الصفة المدروسة لكلا منظمي النمو BA و Kin عند مستوى ثقة 95%  
\*\*الأحرف الصغيرة المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية ضمن العمود الواحد (ضمن تراكيز منظم النمو الواحد) عند مستوى ثقة 95%



a: نُبِيَّت أَجْرَد أَلْمِيرِيَا *H. almeriense* فِي الزَّجَاج بَعْد الْإِكْتَار الْخَضْرِي الدَّقِيق وَالتَّجْدِير، b: نُبِيَّت الْأَجْرَد الْبِنْفَسْجِي *H. violaceum* فِي الزَّجَاج بَعْد الْإِكْتَار الْخَضْرِي الدَّقِيق وَالتَّجْدِير، c: نُبِيَّتَات أَجْرَد أَلْمِيرِيَا *H. almeriense* أَثْنَاء نَقْلِهَا مِنَ الزَّجَاج إِلَى الْأَصْص، d: نُبِيَّتَات الْأَجْرَد الْبِنْفَسْجِي *H. violaceum* فِي الْأَصْص مَغْطَاة بِأَكْيَاس PE أَثْنَاء التَّقْسِيَة، e: نَبَاتَات أَجْرَد أَلْمِيرِيَا *H. almeriense* الْمُقَسَّاة، d: نَبَاتَات الْأَجْرَد الْبِنْفَسْجِي *H. violaceum* الْمُقَسَّاة.

المناقشة:

بينت النتائج أن أفضل المعاملات للإكثار الخضري الدقيق لأجرد ألميريا *H. almeriense*، بأخذ جميع المعايير معاً، هي المعاملة بمنظم النمو Kin بتركيز 1 مغ.ل<sup>-1</sup>، وهذا يتوافق مع نتائج سابقة على النوع نفسه وأنواع أخرى من الأجرد ( Morte and Honrubia, 1992؛ López et al., 2004). حيث أعطى تفرعاً عالياً 5.88 فرع/النبتة، ومجموع أطوال أفرع عالٍ 34.95 سم، ومجموع أوراق عالٍ 87.5 ورقة/النبتة، وتجزيراً عفويًا عالياً 33.5 جذر/النبتة، ودرجة تزجج معدومة، وتشكلاً للكأوس بدرجة ضعيفة 1.375 درجة، بحيث تفوق على معاملات منظم النمو BA الذي كان جيداً بتركيز 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> من حيث التفرع العالي جداً 10 فرع، ومجموع أطوال أفرع عالٍ جداً 37.77 سم، ومجموع أوراق عالٍ جداً 98.5 ورقة، ولكن بتجزير عفوي متدنٍ 7.75 جذر/النبتة، ونسبة تزجج بدرجة 0.5 درجة، وانعدام تشكل للكأوس. نلاحظ مما سبق أن معاملة منظم النمو BA بتركيز 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> جيدة من حيث تفرع النبتة وتطاول الأفرع وتشكل الأوراق وهذا يتوافق مع دراسة سابقة على نوع آخر من الأجرد هو *H. bystropogophyllum* (López et al., 2004)، ولكن أكثر ما يعيب هذه المعاملة هو تثبيطها للتشكل العفوي الجذور بشكل كبير، علاوةً عن الدرجة العالية والحرجة لتزجج النبتات، وهذا يتوافق مع ما أشارت إليه دراسة سابقة على نوع آخر من الأجرد هو *H. inaguae*، حيث بينت الأثر الكبير لمنظم النمو BA في تحريضه على تزجج النبتات بتركيز 1 مغ.ل<sup>-1</sup> أو أعلى (López et al., 2006)، على نقيض المعاملة بمنظم النمو Kin والتي تعيق تشكل الجذور بنسبة أقل، فتعطي تجزيراً عفويًا جيداً وقريباً من تجذير الشاهد، علاوةً عن غياب ظاهرة التزجج في التراكيز الأقل من 1.5 مغ.ل<sup>-1</sup> وهذا ما أكدته دراسات سابقة على أنواع أخرى من الأجرد ( Morte and Hamza and Neffati, 1992؛ López et al., 2004؛ López et al., 2006؛ Hamza et al., 2012)، الأمر الذي يهيئ النبتات الناتجة للتقسية والنقل إلى الحقل دون الحاجة لمعاملة إضافية للتجزير. (2015)، كما بينت النتائج أيضاً أن أفضل المعاملات للإكثار الخضري الدقيق للأجرد البنفسجي *H. violaceum*، بأخذ جميع المعايير معاً، هي المعاملة بمنظم النمو Kin بتركيز 1 مغ.ل<sup>-1</sup> وهذا يتوافق مع نتائج سابقة لدراسات أجريت على أنواع أخرى من الأجرد ( Morte and Honrubia, 1992؛ López et al., 2004)، حيث أعطت هذه المعاملة تفرعاً جيداً 7.5 فرع/النبتة، ومجموع أطوال أفرع جيد 29.58 سم، ومجموع أوراق عالي 91.8 ورقة/النبتة، وتجزيراً عفويًا مقبولاً 13.12 جذر/النبتة، ودرجة شفافية مقبولة 0.375 درجة، ودرجة تشكل للكأوس مقبولة 1.25 درجة، ونلاحظ تفوق معاملات منظم النمو Kin على معاملات منظم النمو BA بشكل عام، والتي كان أفضلها معاملة التركيز 0.75 مغ.ل<sup>-1</sup> من حيث التفرع 2.88 فرع/النبتة، ومجموع أطوال الأفرع 3.26 سم، ومجموع الأوراق 21.0 ورقة/النبتة، وتجزير عفوي ضعيف 2.0 جذر/النبتة، ودرجة تزجج عالية 0.875 درجة، ودرجة تشكل للكأوس عالية جداً وحرجة 3.5 درجة. وبمقارنة المتوسطات السابقة يمكن القول أن منظم النمو Kin كان أفضل من منظم النمو BA في الإكثار الخضري الدقيق لهذا النوع، حيث أن أكثر ما يعيب معاملات منظم النمو BA هو تحريضها على زيادة درجات ظاهرة التزجج الأمر الذي أشارت إليه دراسات سابقة على نوع آخر من الأجرد هو *H. inaguae* (López et al., 2006)، علاوةً عن تحريضها على تشكل الكأوس بدرجات حرجة. وكانت نسبة النباتات الباقية بعد نقلها من الزجاج إلى الأصص وانتهاء عملية الأقلمة: أكثر من 93% لأجرد ألميريا *H. almeriense* وأكثر من 91% للأجرد البنفسجي *H. violaceum*.

## الاستنتاجات:

التوصل إلى بروتوكول للإكثار الخضري الدقيق للنوعين العائلين للكمأة الصحراوية: أجرد ألميريا *H. almeriense* والأجرد البنفسجي *H. violaceum*، سهل التطبيق وسريع نسبياً، حيث يمكن إنتاج نباتات مُجذّرة ومُقَسّاة وجاهزة لإجراء العدوى بفطر الكمأة بكميات تجارية، وهذه هي الخطوة الأولى لتأسيس مشاتل متخصصة بالإنتاج التجاري لنباتات الأجرد المُعدّاة بفطر الكمأة والجاهزة للنقل إلى الحقل. وتعتبر هذه الدراسة الأولى من نوعها في سورية للإكثار الخضري الدقيق لنباتات الأجرد العائلة للكمأة الصحراوية.

شكر وتقدير: يتقدم فريق البحث بجزيل الشكر للأستاذة Maria Asunción Morte Gomez، من قسم بيولوجيا النبات في كلية البيولوجيا بجامعة مورثيا الإسبانية لتقديمها بذور أنواع الأجرد المختبرة.

## المراجع:

- مندو، حجازي وبسام بياعة ومحمد موفق بيرق وفهد البيسكي ومحمد فواز العظمة (2016). تحسين نسبة إنبات بذور أربعة أنواع من أجرد الكمأة *Helianthemum* باستخدام بعض معاملات البذور. المجلة العربية للبيئات الجافة، قُبِلَ المقال للنشر في المجلة العربية للبيئات الجافة بتاريخ 2016/5/11. ( قيد النشر )
- Andrino, A.; A. Morte; and M. Honrubia (2011). Method for the production of mycorrhizal *Cistaceae* plants with desert truffle. (Revisión) Spanish Invention Patent. Registry number: 201100216.
- Azcón-Aguilar, C. ; J.M. Barea; S. Gianinazzi; and V. Gianinnazzi-Pearson (2009). Mycorrhizas: Functional Processes and Ecological Impact. DOI: 10.1007/978-3-540-87978-7\_15. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. German. 221-233.
- Brickell, C. (1989). Gardeners' encyclopedia of plants and flowers. Dorling Kindersley, London.
- Chang, S.T.; and W.A. Hayes (1978). The biology and cultivation of edible mushrooms. Academic Press, INC. New York. 819 p.
- Gutiérrez, A. (2001). Caracterización, micorrización y cultivo en campo de las trufas de desierto. Doctoral Thesis, University of Murcia, Spain.
- Hamza, A.; and M. Neffati (2015). Germination and in vitro multiplication of *Helianthemum kahiricum*, a threatened plant in Tunisia arid areas. African Journal of Biotechnology. 14(12):1009-1014.
- Hamza, A.; L. Hamrouni; M. Hanana; F. Hamza; G. Maher; and M. Neffati (2012). In vitro Micropropagation of *Helianthemum lippii* L.var *sessiliform* (*Cistaceae*): A Valuable Pastoral Plant. Middle-East Journal of Scientific Research. 11 (5): 652-655.
- Honrubia, M.; A. Cano; and C. Molina-Niñirofa (1992). Hypogeous fungi from southern Spanish semiarid lands. Personia. 14: 647-653.
- Iriondo, J.M.; C. Moreno; and C. Pérez (1995). Micropropagation of six Rockrose (*Cistus*) species. Hort Science. 30:1080-1081.
- Kagan-Zur, V.; N. Roth-Bejerano; Y. Sitrit; and A. Morte (2014). Desert truffles phylogeny, physiology, distribution and domestication. Soil Biology. 38. ISBN: 978-3-642-40095-7. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 397 p.
- Kovács, G.M.; C. Vagvolgyi; and F. Oberwinkler (2003). In vitro interaction of the truffle *Terfezia terfezioides* with *Robinia pseudoacacia* and *Helianthemum ovatum*. Folia Microbiol., 48 (3): 360-378.

- López, G. (1982). La Guía de Incafo de los arboles y arbustos de la Península Ibérica. Incafo, Madrid, Spain.
- López, I.S.; F.V. González; and J.C. Luis (2006). Micropropagation of *Helianthemum inaguae*, a rare and endangered species from the Canary Islands. *Bot. Macaronésica*. 26: 55-64.
- López, I.S.; J.C. Luis; M. Ravelo Armas; and F. Valdés González (2004). In vitro propagation of *Helianthemum bystropogophyllum* Svent., a rare and endangered species from Gran Canaria (Canary Islands). *Botánica Macaronésica*. 25: 71-77.
- Morte, A.; A. Andrino; M. Honrubia; and A. Navarro-Ródenas (2012). *Terfezia* Cultivation in Arid and Semiarid Soils. In: Zambonelli A. and Bonito G.M. (eds), Edible Ectomycorrhizal Mushrooms, *Soil Biology* 34, DOI: 10.1007/978-3-642-33823-6\_14, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp: 241-263.
- Morte, A.; A. Gutiérrez; and M. Honrubia (2008). Biotechnology and cultivation of desert truffles. In: Varma A (ed) *Mycorrhiza: Biology, Genetics, Novel Endophytes and Biotechnology*. 3rd Edition. Springer, Germany. P: 467-483.
- Morte, A.; and M. Honrubia (1992). In vitro propagation of *Helianthemum almeriense* Pau (*Cistaceae*). *Agronomie*. 12: 807-809.
- Morte, A.; and M. Honrubia (1997). Micropropagation of *Helianthemum almeriense*. In: Bajaj YPS (ed) *Biotechnology in agriculture and forestry. High-tech and micropropagation*. 40. Springer, Berlin/Heidelberg. P: 163-177.
- Morte, A.; M. Honrubia; and A. Gutiérrez (2008). Biotechnology and Cultivation of Desert Truffles. *Mycorrhiza*. 467-483.
- Morte, A.; M. Zamora; A. Gutiérrez; and M. Honrubia (2009). Desert Truffle Cultivation in Semiarid Mediterranean Areas. In: *Mycorrhizas Functional Processes and Ecological Impact Chapter 15*. C. Azcón-Aguilar et al. (eds.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp: 221-233.
- Murachige, T.; and F. Skoog (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*. 15: 473-497.
- Pérez-García, F.; and M.E. González-Benito (2006). Seed germination of five *Helianthemum* species: Effect of temperature and pre-sowing treatment. *J. Arid Environ.*, 65:688-693.
- Polunin, O.; and A. Huxley (1972). *Flowers of the Mediterranean*. Chatto and Windus, London, 260 p.
- Slama, A.; Z. Fortas; A. Boudabous; and M. Neffati (2010). Cultivation of an edible desert truffle (*Terfezia boudieri* Chatin). *African Journal of Microbiology Research*. 4(22): 2350-2356.
- Torrente, P.; A. Navarro-Ródenas; A. Gutiérrez; and A. Morte (2009). Micropropagación de *Helianthemum hirtum* y micorrización in vitro con micelio de *Terfezia clavaryi*. VIII Reunión de la Sociedad Española de Cultivos in vitro de Tejidos Vegetales, Murcia, Spain.
- Zambonelli, A.; and G.M. Bonito (2012). Edible ectomycorrhizal mushrooms, current knowledge and future prospects. *Soil biology*. 34. ISBN: 978-3-642-33822-9. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 409 p.
- Zamora, M.; A. Morte; A. Gutiérrez; and M. Honrubia (2006). *Helianthemum violaceum* Pers., a new host plant for mycorrhizal desert truffle plant production. 5th Inter Conf. Mycorrhiza, Granada, Spain. 223 P.

## Effect of Some Plant Growth Regulators on Micropropagation of Two Desert Truffle's Perennial Host Plant Species': *Helianthemum almeriense* (L.) Mill and *Helianthemum violaceum* (L.) Mill.

Hijazi Mohammed Husein Mando<sup>\* (1)</sup> Bassam Omar Bayaa<sup>(2)</sup> and Fahed Izdine Albiski<sup>(1)</sup>

(1). National Commission for Biotechnology (NCBT), Damascus, Syria,

(2). Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Aleppo,

(\*Corresponding author: Eng. Hijazi Mohammed Husein Mando. E-Mail: hijaz.mando@gmail.com).

Received: 16/12/2017

Accepted: 19/01/2018

### Abstract

The effect of two cytokinines: Kinetin and Benzyladenine were studied on micropropagation of two host plant species of desert truffle: *H. almeriense* and *H. violaceum*. This experiment were conducted at the National Commission for Biotechnology laboratories in the seasons 2014 and 2015, Damascus, Syria. Murashing and Skoog medium (MS) with seven different concentrations of each studied cytokinin and control treatment: 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, and 3 mg.l<sup>-1</sup> was used. The recorded parameters were: number and length of shoots, number of leaves, number of roots, degree of hyperhydricity, and the degree of callus formation. Results showed that the treatment of Kin at 1 mg.l<sup>-1</sup> concentration gave the best results for both species considering all the recorded parameters together, as this process resulted in: high shooting (5.88, 7.5 shoot) for both species i.e. *H. almeriense* and *H. violaceum* respectively, high elongation (34.95, 29.58 cm) respectively, high leaves formation (87.5, 91.8 leaf) respectively, good rooting for the first species and acceptable for the second (33.5, 13.12 root) respectively, perfect degree of hyperhydricity for the first species and acceptable for the second (0, 0.375 degree) respectively, and acceptable degrees of callus formation for both species (1.375, 1.25 degree) respectively. Finally, more than 93% of *H. almeriense* rooted plantlets were survived after the acclimatization stage, so did more than 91% of *H. violaceum* rooted plantlets, where at the end these plantlets were ready for inoculation, and then for being transported to the field.

**Key words:** Micropropagation, Rockrose, Desert truffle host plant, Kinetin, Benzyladenine, *Helianthemum almeriense*, *Helianthemum violaceum*.