*تأثير نانو الفضة والماء الممغنط والسماد المركب في محتوى جذور نبات الجزر (*Daucus carota* L.) من العناصر المغذية والمواد الفعالة

عبد الأمير علي ياسين **حنين سالم بجاي**

جامعة القادسية/ كلية التربية/ قسم علوم الحياة

الخلاصة

نُفِّذت تجربة أصص في أحد المشاتل التابعة لمدينة الديوانية (44°54'56.1"E – 32°00'08.4"N) خلال موسم النمو (2015 – 2016)، لمعرفة تأثير نانو الفضة والماء الممغنط والسماد المركب وتداخلاتهما في محتوى جذور نبات الجزر (*D. carota* L.) من العناصر المغذية والمواد الفعالة. صُمِّمتْ التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Blocks Design (RCBD) بتجربة عاملية Factorial experiment ذات ثلاثة عوامل وبثلاث مُكررات، تضمَّنَ العامل الأول أربعة تراكيز لنانو الفضة (0 و 15 و 30 و 45) مل. لتر$^{-1}$ والعامل الثاني ثلاث شدات للماء الممغنط (0 و 500 و 1000) كاوس والعامل الثالث ثلاثة مستويات للسماد المركب (0 و 0.7 و 1.4) غم. كغم$^{-1}$ تربة. وقورِنت متوسطات المُعاملات باستعمال إختبار أقل فرق معنوي المُعدَّل (RLSD) عندَ مُستوى إحتمال 0.05.

أظهرت النتائج أن نانو الفضة بالتركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ أثَّرَ معنوياً في زيادة محتوى المجموع الجذري من النتروجين والبيكالين مقابل زيادة البوتاسيوم والبيكوجينول عند التركيز 30 مل. لتر$^{-1}$ والفسفور عند التركيز 45 مل. لتر$^{-1}$. وحققَ الماء الممغنط بشدة 500 كاوس أعلى محتوى للمجموع الجذري من البيكوجينول مقابل تسجيل أعلى محتوى للفسفور عند الشدة 1000 كاوس. السماد المركب بمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة حقَّقَ أعلى محتوى للبيكالين والبيكوجينول والنتروجين والفسفور والبوتاسيوم.

تداخل نانو الفضة بالتركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ مع الماء الممغنط بشدة 500 كاوس زادَ معنوياً من غالبية الصفات المدروسة عدا النتروجين والبيكالين والتي تفوقت معنوياً مع توليفة نانو الفضة بتركيز 30 مل. لتر$^{-1}$ والماء الممغنط بالشدة ذاتها. كما أن تداخل نانو الفضة بالتركيز 30 مل. لتر$^{-1}$ مع السماد المركب بالمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة حقَّقَ أعلى محتوى للبوتاسيوم والبيكالين في المجموع الجذري مقابل تسجيل أعلى محتوى والبيكوجينول عند التوليفة ذاتها ولكن بمستوى أقل للسماد المركب (0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة) فضلاً عن تسجيل أعلى تركيز للنتروجين عند التوليفة المكونة من 15 مل. لتر$^{-1}$ نانو الفضة مع 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب.

اما اتداخل الماء الممغنط بشدة 1000 كاوس مع السماد المركب بمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة أعطى أقل محتوى للنتروجين في المجموع الجذري في حين أعطى التداخل المتضمن شدة أقل (500 كاوس) للماء الممغنط من التداخل السابق وعند المستوى ذاته من السماد المركب أعلى محتوى للبيكوجينول إلى جانب تسجيل أعلى محتوى للفسفور عند التوليفة (1000 كاوس × 0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة). أما التداخل الثلاثي المعنوي بين عوامل الدراسة فحقَّقَ بتوليفتهِ المكوّنة من نانو الفضة بتركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ والماء الممغنط بشدة 500 كاوس والسماد المركب بمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة أعلى محتوى للنتروجين بينما بلغ أعلى محتوى للبيكوجينول عند التوليفة ذاتها ولكن بتركيز أعلى لنانو الفضة (45 مل. لتر$^{-1}$) أو بالمقارنة مع التوليفة الأولى ولكن بشدة أعلى (1000 كاوس) للماء الممغنط والتي أعطت لنبات الجزر أعلى محتوى للنتروجين وللبيكالين.

كلمات مفتاحية: نانو، ماء ممغنط، سماد مركب، جزر.

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني.

المقدمة

يعد الجزر *Daucus carota* L. من أهم نباتات العائلة الخيمية Apiaceae التي تتميز بنباتاتها العشبية وذات الأزهار الخيمية المركبة (1). وتعد أوربا ومناطق جنوب غرب آسيا الموطن الأصلي للنبات، ومنها إنتقل إلى أمريكا الشمالية واليابان ونيوزلندا وأستراليا (2). وتعد الصين البلد الرئيس المُنتج للجزر والأول عالمياً من حيث المساحة المزروعة التي تقدَّر بحوالي 45.48% من مساحة الأراضي المزروعة بالنبات حول العالم تليها أوزبكستان بنسبة 4.41% ثم روسيا 4.31% والولايات المتحدة الأمريكية 3.4% وأوكرانيا 2.50% وبولندا 1.99% (3). وتعود الأهمية الغذائية للجزر إلى غناه بالكاروتينات وخصوصاً البيتا-كاروتين β-carotene والألياف فضلاً عن الفيتامينات والعناصر المعدنية كالبوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد وغيرها، وجميع هذه العناصر والمركبات تؤثر على صحة الإنسان؛ إذ يعد المغنيسيوم ضرورياً لنمو العظام والأعصاب وتخثر الدم (4 و 5).

تعد مضادات الأكسدة مثل الكاروتينات والمركبات الفينولية الخط الدفاعي الأول ضد ضرر الجذور الحرة التي تعد السبب الرئيس لبعض أمراض القلب والسرطان (6 و 7). وأشارت دراسة كل من (8) و (9) و (10) إلى أن تناول مستخلص عصير الجزر يمنع من تطور أشكالٍ معينةٍ من السرطان من خلال تحفيزهِ للموت المبرمج Apoptosis للخلايا السرطانية. كما إستُعملَ الجزر من قبل الصينين القدماء كأحد النباتات المانعة للحمل، فضلاً عن كونه من النباتات المنشطة للجهاز العصبي والمحفِّزة على إفراز اللبن أثناء الرضاعة، وكذلك من المواد المدرة للبول والطاردة للديدان (11).

ولأهمية نبات الجزر على مستوى العالم وانخفاض إنتاجيته في العراق فلابد من استعمال أفضل الوسائل أو التقنيات التي تؤدي إلى زيادة الحاصل وتحسين نوعية النبات، ومن هذه التقنيات هي " تقنية النانو" التي تتعامل مع الأجسام ذات الأبعاد التي تتراوح من 0.1 – 100 نانومتر؛ إذ يبلغ طول 10 ذرات هيدروجين حوالي نانومتر واحد (12). وقد أثبتت تقنية النانو أهميتها في المجال الزراعي بوصفها تقنية متعددة التخصصات ولديها العديد من التطبيقات في مراحل الإنتاج والتصنيع والتخزين والتعبئة وكذلك نقل المنتجات الزراعية (13). كما ساهمت هذه التقنية في تحسين قابلية النبات على امتصاص المغذيات والأسمدة (14). وأشارت (15) في دراستها على نبات الطماطم *Solanum lycopersicon* L. أن إستعمال دقائق الفضة النانوية أدى إلى تحسين نسبة الإنبات وزيادة طول الجذر والوزنين الطري والجاف للنبات بالمقارنة مع نباتات المقارنة.

ومن التقنيات الأخرى التي أسهمت في تحسين الإنتاج النباتي ونوعيته هي إستعمال المياه الممغنطة في السقي ويقصد بها تعريض مياه السقي إلى مجالات مغناطيسية بشدد مختلفة بهدف زيادة طاقتها (16 و17). وأشارَ (18) إلى أن الري بالمياه الممغنطة يزيد من جاهزية العناصر الغذائية في التربة ويُحسِّن من نمو نبات الجزر بفعل خفض ملوحة التربة. وفي دراسة أخرى على نبات الجزر وُجدَ أن الري بمياه ممغنطة شدتها 1000 كاوس أدت إلى تحسين الصفات الخضرية والكمية لنبات الجزر (19).

أما تقنية إضافة الأسمدة الكيمائية فهي من التقنيات المهمة والتقليدية في زيادة الإنتاج الزراعي عن طريق توفيرها للعناصر المعدنية المغذية للنبات التي من أهمها النتروجين والفسفور والبوتاسيوم (NPK) ذات الدور الفعال في زيادة النمو وتحسين نوعية النبات؛ إذ يؤدي النتروجين دورا كبيراً في زيادة نمو النبات ثم زيادة الحاصل من خلال دخوله في تركيب الحامضين النوويين (RNA و DNA) والكلوروفيلات والبروتينات والإنزيمات إلى جانب دخوله في كل العمليات والتفاعلات المرتبطة بالبروتوبلازم والتفاعلات الإنزيمية وعملية البناء الضوئي (20 و 21). كما يلعب الفسفور دوراً مهماً في تركيب الحامضين النوويين ومركبات الطاقة (ATP) التي تُشجِّع عمليات البناء الضوئي والتمثيل الغذائي؛ إذ يدخل بدوره في تركيب الأغشية الخلوية (22). أما البوتاسيوم فيلعب هو الآخر دوراً مهماً في نمو النبات من خلال تنشيطه لعدد من الإنزيمات فضلاً عن دوره في تنظيم معدل النتح والمحافظة على التوازن المائي للنبات فيعد بذلك عنصراً ضرورياً في عملية البناء الضوئي إلى جانب زيادته من إمتصاص النتروجين من التربة (21).

ونظراً لأهمية نبات الجزر من الناحية التغذوية وندرة الدراسات المتوفرة حول تأثير دقائق الفضة النانوية والمياه الممغنطة والسماد المركب وتداخلاتها مع بعضها أصبح الهدف من هذه الدراسة هو معرفة تأثير دقائق الفضة النانوية والماء الممغنط والسماد المركب (NPK) كعوامل منفردة على

مؤشرات النمو للنبات ومحتواه من العناصر المعدنية والمواد الفعالة من جانب، ومعرفة تأثير تداخلات العوامل السابقة الذكر على المؤشرات ذاتها من جانب آخر.

المواد وطرائق العمل

1- إجراء التجربة

أجريت تجربة أُصص سعة الواحدة منها 10 كغم تربة بتأريخ 2015/10/1 في أحد المشاتل التابعة لمدينة الديوانية (32°00'08.4"N – 44°54'56.1"E) بهدف معرفة التأثير الناتج عن مركب الفضة النانوية بالتراكيز (0 و 15 و 30 و 45) مل. لتر$^{-1}$ وماء الري الممغنط بالشدات (0 و 500 و 1000) كاوس والسماد المركب (NPK) بالمستويات (0 و 0.7 و 1.4) غم. كغم$^{-1}$ تربة وتداخلاتهما في **في** محتوى جذور نبات الجزر .***D. carota*** **L** من العناصر المغذية والمواد الفعالة، وتم الحصول على بذور الصنف المحلي للجزر من مكتب زراعي موثوق في مدينة الديوانية.

تضمنت التجربة العاملية بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) 108 وحدة تجريبية مكونةً من ثلاثة عوامل وبثلاثة مكررات (4 فضة نانوية × 3 ماء ممغنط × 3 سماد مركب × 3 مكررات) إذ تكوَّنَ العامل الأول من أربعة تراكيز لمركب الفضة النانوية، والثاني ثلاث شدات لماء الري الممغنط، والثالث ثلاثة مستويات للسماد المركب (NPK).

هُيِّئ خليط التربة المكون من 324 كغم بتموس ألماني مع 648 كغم تربة نهر جُلبت من ضفاف نهر الديوانية ومُلئت جميع الأصص ذات الأبعاد (30 سم إرتفاعها × 25 سم قطرها) بـ 9 كغم لكل واحدة منها بخليط التربة بنسبة (1 : 2) أي (3 كغم بتموس : 6 كغم تربة نهر). وتكوَّن كل قطاع (مكرر) من 36 أصيص وبمسافة 1 م فُصِلَ كل قطاع عن الآخر ثم قُسِّمَ كل قطاع طولياً إلى أربعة أقسام تم توزيع تراكيز النانو فضة الأربعة عليها عشوائياً وهي (0 و 15 و 30 و 45) مل. لتر$^{-1}$ وعرضياً إلى ثلاثة أقسام وُزِّعت فيها شدات المغنطة لمياه الري (0 و 500 و 1000) كاوس والسماد المركب بالمستويات (0 و 0.7 و 1.4) غم. كغم$^{-1}$ تربة، ومما يجدر الإشارة إليه أنه تمَّ أخذ عينة من خليط التربة المذكور في أعلاه للكشف عن بعض مكوناته الكيميائية والفيزيائية (جدول 1) بحسب طريقة (23).

جدول 1: بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لخليط تربة التجربة قبل الزراعة

الصفة		القيمة	وحدة القياس
الصفات الكيميائية	تفاعل التربة (pH)	6.7	ـــــ
	التوصيل الكهربائي (EC)	2.21	ديسي سيمنز. م$^{-1}$
	المادة العضوية	1.38	%
	النتروجين الجاهز	48.16	مايكروغرام. غم$^{-1}$
	الفسفور الجاهز	14.52	مايكروغرام. غم$^{-1}$
	البوتاسيوم الجاهز	282.43	مايكروغرام. غم$^{-1}$
الصفات الفيزيائية	الكثافة الظاهرية	1.84	ميكاغرام. م$^{-3}$
	رمل Sand	58.00	%
	غرين Silt	30.00	%
	طين Clay	12.00	%
	نسجة التربة	Sandy loam	

2- تحضير المعاملات

أ- محاليل دقائق الفضة النانوية

حُضِّرت محاليل دقائق الفضة النانوية من أخذ صفيحة نقية من الفضة وتقطيعها إلى قطع صغيرة الحجم (حجم القطعة الواحدة 5 سم^3) ثم تحويلها إلى مركب نانوي عن طريق تصنيعها في مركز أبحاث النانو تكنولوجي/ جامعة الكوفة بإستعمال جهاز (Nd:YAG) Neodymium: Yttrium – Aluminum – Garnet Laser نوع Huafie على نبضة 30 لمدة 60 ثانية (24). وإستُعملَ المجهر الألكتروني الماسح Scanning electron microscope (SEM) للكشف عن أدق قياس للمركبات النانوية للفضة حاصلين بذلك على محلول نانوي بحجم 40 نانومتر للفضة. وحُضِّرت التراكيز المطلوبة للتجربة من المحلول الأصلي للفضة وذلك بأخذ 1 مل من المحلول وأُكمِلَ إلى اللتر بالماء المقطر ثم أجريت عليه عملية التخافيف بأخذ ثلاثة حجوم مختلفة منهُ (15 و 30 و 45) مل وأُكمِلَ كل واحد منها بالماء المقطر إلى اللتر حاصلين بذلك على ثلاثة حجوم لمركب الفضة النانوي بالتراكيز (15 و 30 و 45) مل. لتر$^{-1}$، وبعد ذلك حُفظت المحاليل في أوعية معتمة ومغلقة جيداً

لمنع تأكسدها، أما معاملة المقارنة (0 مل. لتر$^{-1}$) فشملت الرش بماء الري فقط.

ب- الماء الممغنط

إستُعمِلَ جهازا مغنطة دائمية وذات صنع محلي لتوليد مجال مغناطيسي محدد عند مرور ماء الري من خلالهما وبشدة بلغت (500 و 1000) كاوس عند كل جهاز لغرض ري الأصص بالمياه الممغنطة عن طريق تثبيت الجهاز في نهاية أنبوب الري؛ فعند مرور مياه الري (ماء النهر) من خلال الجهاز تتعرض لقوى المجال المغناطيسي التي يوفرها كل جهاز، في حين إشتملت معاملة المقارنة (0 كاوس) على الري بماء النهر فقط دون مغنطتهِ

ج- السماد المركب

إستُعمِلَ السماد المركب (NPK) المُصنع بواسطة الشركة العربية الأهلية لصناعة الأسمدة وإنتاج البذور/ الأردن، والمكوّن من النتروجين (3% ± 3%) والفسفور (5% ± 1.5%) والبوتاسيوم (1% ± 2%) وزنك وعناصر أخرى (0.5% ± 1%) عن طريق إضافتهِ إلى التربة بالمستويات (0.7 و 1.4) غم. كغم$^{-1}$ تربة، أما معاملة المقارنة (0 غم. كغم$^{-1}$ تربة) فإقتصرت على عدم المعاملة بالسماد.

3- عملية الزراعة وتنفيذ المعاملات

زُرِعت بذور الجزر بعد تهيئة الأصص لعملية الزراعة عن طريق نثر 10 بذرات داخل كل أصيص بتأريخ 2015/10/1 ثم رويت بعد الزراعة مباشرةً رياً سطحياً وخفيفاً بماء النهر لترطيب البذور، وتكررت عملية الري كلما دعت الحاجة وحسب الفقد بالوزن والظروف البيئية السائدة، وأجريت عمليات الخدمة الأخرى وإزالة الأعشاب يدوياً وفقاً للموصى به وحاجة النباتات (25)، وتمت عملية الخف للنباتات داخل كل أصيص إلى 3 نباتات يوم 2015/11/1 وبعد وصول النباتات إلى مرحلة 4 أوراق حقيقية (2015/12/1) رويت قبل يوم من عملية تطبيق المعاملات التي شملت إضافة تراكيز الفضة النانوية بطريقة الرش على المجموع الخضري للنبات بواسطة المرشة اليدوية سعة 1 لتر وعند الصباح الباكر لضمان كفاءة النبات في إمتصاص المادة المرشوشة (26)، وأُضيفت مستويات السماد المركب إلى المجموع الجذري وبواقع إضافتين لكل عامل وبفاصل زمني مدته 30 يوماً بين كل إضافة وأخرى فضلاً عن تنظيم الري بالماء الممغنط وفقاً لشداته المختلفة بحسب الحالة الرطوبية للأصص.

4- الصفات المدروسة

تمَّ قياس تراكيز العناصر (N و P و K) بتأريخ 2016/2/20 في المجموع الجذري لكل معاملة من كل مكرر بحسب طريقة (27). أما تراكيز المواد الفعالة في المجموع الجذري للجزر (البيكالين والبيكوجينول) فتمَّ تقديرها بتقنية السائل اللوني عالي الأداء (HPLC) بحسب طريقة (28).

5- التحليل الإحصائي

صُمِّمت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design (RCBD) وبثلاثة عوامل، وحُلِّلت بيانات النتائج إحصائياً بعد تبويبها وترتيبها وفقاً لإختبار تحليل التباين Analysis of Variance (ANOVA)، وبإستعمال الحاسب الألكتروني نُفِّذت في برنامج (Microsoft Excel 2010) وفقاً لأداة تحليل البيانات Data Analysis، وقورِنت متوسطات المُعاملات عندما كانت الفروق بينها معنوية بإستعمال إختبار أقل فرق معنوي المعدل Revised Least Significant Difference (RLSD) عند مُستوى إحتمال 0.05 (29).

النتائج

1- تركيز النتروجين (%)

الجدول (2) يوضح تأثير عوامل الدراسة وتداخلاتها في متوسط تركيز النتروجين (%) في المجموع الجذري للجزر؛ إذ أظهرَ أن إستعمال نانو الفضة أدى إلى نقص معنوي تدريجي في متوسط تركيز النتروجين (%) في المجموع الجذري إذ بلغَ عند التركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ 1.7569% وتناقص معنوياً عند التركيز 30 مل. لتر$^{-1}$ إلى 1.6690% و 1.4325% عند التركيز 45 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة والمعاملة الأخيرة كانت أقل معنوياً حتى عن معاملة المقارنة البالغة 1.6560%. كما أثَّرت شدات مغنطة ماء السقي سلباً في متوسط تركيز النتروجين (%) إذ تراجعت معنوياً عن معاملة المقارنة (1.6872%) إلى 1.6652% و 1.5334% عند الشدتين 500 و 1000 كاوس على التوالي.

إستعمال السماد المركب بالمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة أعطى أعلى متوسط لتركيز النتروجين في الجذور بلغَ 1.8597% وتناقصت معنوياً عن إستعمال 0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة إلى 1.4561% والأخيرة كانت أقل من معاملة المقارنة البالغة 1.5700%.

جدول 2: تأثير نانو الفضة والماء الممغنط والسماد المركب وتداخلاتهما في متوسط تركيز النتروجين (%) في المجموع الجذري

نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			التداخل بين نانو الفضة والماء الممغنط
		0	0.7	1.4	
0	0	1.8492	1.5757	1.8492	1.7580
	500	1.5171	1.5269	1.5269	1.5236
	1000	1.5464	1.4976	2.0152	1.6864
15	0	1.8492	1.4780	2.0347	1.7873
	500	1.6831	1.8492	2.0347	1.8557
	1000	1.1655	1.5171	2.2008	1.6278
30	0	1.5269	1.3413	2.1910	1.6864
	500	2.2008	1.6538	1.7515	1.8687
	1000	1.3413	0.8237	2.1910	1.4520
45	0	1.3511	1.6831	1.5171	1.5171
	500	1.6734	1.2436	1.3218	1.4129
	1000	1.1362	1.2827	1.6831	1.3673
متوسط تأثير السماد المركب		1.5700	1.4561	1.8597	
$RLSD_{(0.05)}$		0.0058			0.0058
التداخل الثلاثي		0.0101			

التداخل بين نانو الفضة والسماد المركب

نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			متوسط تأثير نانو الفضة
	0	0.7	1.4	
0	1.6376	1.5334	1.7971	1.6560
15	1.5659	1.6148	2.0901	1.7569
30	1.6896	1.2729	2.0445	1.6690
45	1.3869	1.4032	1.5073	1.4325
$RLSD_{(0.05)}$	0.0058			0.0034

التداخل بين الماء الممغنط والسماد المركب

الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			متوسط تأثير الماء الممغنط
	0	0.7	1.4	
0	1.6441	1.5195	1.8980	1.6872
500	1.7686	1.5684	1.6587	1.6652
1000	1.2974	1.2803	2.0225	1.5334
$RLSD_{(0.05)}$	0.0050			0.0029

التداخل الثنائي المعنوي بين عامليّ تراكيز نانو الفضة وشدة الماء الممغنط أوضحَ أن التراكيز من نانو الفضة 15 و 30 مل. لتر$^{-1}$ مع شدة الماء الممغنط 500 كاوس أعطت أعلى متوسط لتركيز النتروجين (%) في المجموع الجذري من باقي التوليفات الأخرى لمعاملاتها إذ بلغ متوسط تركيز النتروجين للتركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ نانو الفضة مع شدة الماء الممغنط 500 كاوس وهي أعلى من مقارنتها 1.7873% والشدة 1000 كاوس 1.6278% وكذا الحال بالنسبة إلى توليفة 30 مل. لتر$^{-1}$ نانو الفضة مع 500 كاوس البالغة 1.8687%، في حين بلغت مقارنتها 1.6864% وعلى الشدة 1000 كاوس 1.4520%. في حين عند التركيز 45 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة إنخفضَ متوسط تركيز النتروجين (%) عند الشدتين 500 و 1000 كاوس إلى (1.4129 و 1.3673)% على التوالي مقارنةً بمعاملة المقارنة 1.5171%.

وأشارَ التداخل الثنائي المعنوي بين تراكيز نانو الفضة مع السماد المركب إلى أن أعلى متوسط لتركيز النتروجين كان عند التوليفة المكونة من 15 مل.لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة من السماد المركب (2.0901%)،

وعند التوليفة 30 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب (2.0445%) واللتان إختلفتا عن بعضهما وعن معاملة المقارنة 1.6376%.

التداخل الثنائي بين عامليّ الماء الممغنط والسماد المركب أوضحَ أنَّ أعلى متوسط لتركيز النتروجين كان مع إستعمال ماء ممغنط بشدة 1000 كاوس وسماد مركب بمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة 2.0225% والذي إختلفَ معنوياً عن جميع توليفات معاملات التداخل نفسه. أما التداخل الثلاثي المعنوي فقد أوضحَ أن التوليفة المكونة من 15 مل. لتر$^{-1}$ نانو الفضة مع 1000 كاوس ماء ممغنط و 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب أعطت أعلى متوسط لتركيز النتروجين بلغَ 2.2008% وإختلفَ معنوياً عن جميع التوليفات في معاملات التداخل.

2- تركيز الفسفور (%)

الجدول (3) يُظهِر تأثير عوامل الدراسة وتداخلاتها في متوسط تركيز الفسفور (%) في المجموع الجذري لنبات الجزر. ويتضح من هذا الجدول أنَّ لتراكيز نانو الفضة ومغنطة ماء الري والسماد المركب تأثيراً معنوياً في تقدير متوسط تركيز الفسفور؛ إذ يُظهر الجدول أن هناك زيادة في متوسط تركيز الفسفور بزيادة تركيز نانو الفضة من 0 و 15 و 30 إلى 45 مل. لتر$^{-1}$ بلغ على التوالي 0.5197 و 0.5371 و 0.5545 و 0.6044%. كما أدى إستعمال الماء الممغنط إلى زيادة في متوسط تركيز الفسفور تناسبَ مع زيادة الشد طردياً إذ إزدادَ عند شدة المغنطة 1000 كاوس إلى 0.5754% مقارنةً بـ 500 كاوس الذي بلغَ 0.5542% في حين بلغَ عند معاملة المقارنة 0.5322%. وإزدادَ متوسط تركيز الفسفور طردياً مع زيادة السماد المركب من 0 و 0.7 إلى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة إذ بلغَ (0.4997 و 0.5615 و 0.6006)%، على التوالي.

التداخل الثنائي المعنوي بين تراكيز نانو الفضة والماء الممغنط أوضحَ أنَّ لكل تركيز من تراكيز نانو الفضة شدة معينة من الماء الممغنط أعطت معها أعلى متوسط لتركيز الفسفور؛ إذ أنهُ عند التركيزين 30 و 45 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة أعلى متوسط لتركيز الفسفور كان عند شدة الماء الممغنط 1000 كاوس بلغَ 0.6413 و 0.6511% على التوالي في حين عند التركيز 15 مل.لتر$^{-1}$ من نانو الفضة أعلى متوسط لتركيز الفسفور كان عند شدة الماء الممغنط 500 كاوس بلغَ 0.5827%. التداخل الثنائي المعنوي بين تراكيز نانو الفضة والسماد المركب أوضحَ أن أعلى متوسط لتركيز الفسفور كان عند التوليفة 15 مل. لتر$^{-1}$ نانو الفضة مع 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب بلغَ 0.6315% وعند التوليفة المكونة من 45 مل. لتر$^{-1}$ نانو الفضة مع 0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب بلغَ 0.6576%، وكانت التوليفة الأخرى هي الأعلى معنوياً من بين كل توليفات معاملات التداخل. أما التداخل الثنائي المعنوي بين الماء الممغنط والسماد المركب فقد أوضحَ أن أعلى متوسط لتركيز الفسفور كان عند التوليفة المكونة من الماء الممغنط بشدة 1000 كاوس مع 0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب بلغَ 0.6502% وهو الأعلى من بين كل التوليفات في معاملات التداخل الثنائي المذكور أعلاه.

وأشارَ التداخل الثلاثي المعنوي لعوامل الدراسة أن التوليفتين المكونة من 30 و 45 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع شدة مغنطة الماء 1000 كاوس و 0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب أعطت أعلى متوسط لتركيز الفسفور بلغَ 0.8138% لكل منهما وإختلفا معنوياً عن جميع توليفات معاملات التداخل بما فيها معاملة المقارنة 0.4036%.

جدول3: تأثير نانو الفضة والماء الممغنط والسماد الملركب وتداخلاتهما في متوسط تركيز الفسفور (%) في المجموع الجذري

نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			التداخل بين نانو الفضة والماء الممغنط
		0	0.7	1.4	
0	0	0.4036	0.5013	0.7064	0.5371
	500	0.4818	0.4036	0.5990	0.4948
	1000	0.4329	0.5404	0.6087	0.5273
15	0	0.4818	0.5306	0.6283	0.5469
	500	0.4818	0.5892	0.6771	0.5827
	1000	0.4232	0.4329	0.5892	0.4818

0.4720	0.5794	0.4134	0.4232	0	30
0.5501	0.5501	0.5404	0.5599	500	
0.6413	0.5501	0.8138	0.5599	1000	
0.5729	0.5892	0.5697	0.5599	0	45
0.5892	0.5990	0.5892	0.5794	500	
0.6511	0.5306	0.8138	0.6087	1000	
	0.6006	0.5615	0.4997	متوسط تأثير السماد المركب	
0.0017	0.0009			$RLSD_{(0.05)}$	
	0.0030			التداخل الثلاثي	
التداخل بين نانو الفضة والسماد المركب					
متوسط تأثير نانو الفضة	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	
	1.4	0.7	0		
0.5197	0.6380	0.4818	0.4394	0	
0.5371	0.6315	0.5176	0.4622	15	
0.5545	0.5599	0.5892	0.5143	30	
0.6044	0.5729	0.6576	0.5827	45	
0.0010	0.0017			$RLSD_{(0.05)}$	
التداخل بين الماء الممغنط والسماد المركب					
متوسط تأثير الماء الممغنط	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			الماء الممغنط (كاوس)	
	1.4	0.7	0		
0.5322	0.6258	0.5037	0.4671	0	
0.5542	0.6063	0.5306	0.5257	500	
0.5754	0.5697	0.6502	0.5062	1000	
0.0009	0.0015			$RLSD_{(0.05)}$	

3- تركيز البوتاسيوم (%)

أظهرت التحليلات الإحصائية لبيانات التجربة أهمية عوامل الدراسة وتداخلاتها في متوسط تركيز البوتاسيوم (%) في المجموع الجذري لنبات الجزر، جدول (4). ويتضح من الجدول أن لتراكيز نانو الفضة تأثيراً معنوياً في متوسط تركيز البوتاسيوم (%) في المجموع الجذري إذ سجلت المعاملة 30 مل. لتر$^{-1}$ منه أعلى متوسط بلغَ 1.1385% تلتها المعاملة 15 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة 1.0647% والمعاملة 45 مل. لتر$^{-1}$ إذ بلغ 1.0148% في حين بلغ متوسط تركيز البوتاسيوم لجذور نباتات معاملة المقارنة 0.9247%. المياه الممغنطة هي الأخرى أظهرت تأثيراً معنوياً في تقدير متوسط تركيز البوتاسيوم إذ سجلت شدة المغنطة 1000 كاوس متوسطاً بلغَ 1.0321%، وإختلفَ معنوياً عما سجلته الشدة 500 كاوس من متوسط بلغ 0.9988%، ومما يجدر ذكره أن المعاملتين السابقتين كانتا معنوياً أقل من معاملة المقارنة 1.0761%. كما أظهرت النتائج أن إستعمال السماد المركب بالمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة أعطى أعلى متوسط لتركيز البوتاسيوم بلغَ 1.0663%.

ويُشير التداخل المعنوي بين تراكيز نانو الفضة وشدة مغنطة ماء الري إلى أن أعلى متوسط لتركيز البوتاسيوم عند التركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة كان مع الشدة 1000 كاوس بلغَ 1.1298% في حين بلغَ عند التركيز 30 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع الشدة 1000 كاوس أيضاً 1.1233% والتوليفتان السابقتان إختلفتا عن بعضهما معنوياً. أما عن التوليفة المكونة من 45 مل. لتر$^{-1}$ فلم تكن توليفتها مع الشدتين 500 و 1000 كاوس (0.9377 و 0.9182)% على التوالي أعلى من معاملة المقارنة التابعة لها والبالغة 1.1884%.

التداخل الثنائي المعنوي بين تراكيز نانو الفضة والسماد المركب في الجدول نفسه (19) بيَّنَ أن أعلى متوسط لتركيز البوتاسيوم كان عند التوليفة المكونة من 30 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة من السماد المركب إذ بلغَ 1.2112% والذي إختلفَ معنوياً عن جميع توليفات التداخل بما فيها معاملة المقارنة البالغة 0.9768%. التداخل الثنائي المعنوي بين مغنطة ماء الري والسماد المركب أوضحَ أن أعلى متوسط لتركيز البوتاسيوم كان عند التوليفة المكونة من 1000 كاوس مع 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب (1.1314%) وكانت الأعلى من بين كل توليفات التداخل بما فيها معاملة المقارنة البالغة 1.0362%.

أما التداخل الثلاثي المعنوي لعوامل الدراسة فقد أظهرَ أن لكل تركيز من تراكيز نانو الفضة المستعملة توليفة معينة

من العوامل تعطي أعلى متوسط لتركيز البوتاسيوم، فعلى سبيل المثال أن التركيزين 15 و 30 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة أعطيا أعلى متوسط لتركيز البوتاسيوم مع الشدة 1000 كاوس و 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب بلغ على التوالي 1.3121 و 1.3805% وكانا أعلى من معاملات مقارنتهما كلٍ على إنفراد 0.9605 و 1.2144% على التوالي أيضاً. في حين التركيز 45 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة لم تكن توليفاته مع الشدة 500 أو 1000 كاوس (0.7945 و 1.0093)%، على التوالي أعلى من معاملة المقارنة التابعة للتركيز والبالغة 1.5172% أو معاملة المقارنة التي تضمنت عدم إستعمال أي من العوامل الثلاثة (1.0679%).

جدول 4: تأثير نانو الفضة والماء الممغنط والسماد المركب وتداخلاتهما في متوسط تركيز البوتاسيوم (%) في المجموع الجذري

نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			التداخل بين نانو الفضة والماء الممغنط
		0	0.7	1.4	
0	0	1.0679	1.0093	0.8238	0.9670
	500	0.8335	0.8921	0.8238	0.8498
	1000	1.0289	1.0191	0.8238	0.9572
15	0	0.9214	1.0191	0.9605	0.9670
	500	1.1168	1.0777	1.0972	1.0972
	1000	0.9605	1.1168	1.3121	1.1298
30	0	1.1754	1.1558	1.2144	1.1819
	500	1.0777	1.2144	1.0386	1.1103
	1000	1.0289	0.9605	1.3805	1.1233
45	0	0.9800	1.0679	1.5172	1.1884
	500	1.1558	0.8628	0.7945	0.9377
	1000	0.8238	0.9214	1.0093	0.9182
متوسط تأثير السماد المركب		1.0142	1.0264	1.0663	
$RLSD_{(0.05)}$		0.0014			0.0029
التداخل الثلاثي		0.0050			

التداخل بين نانو الفضة والسماد المركب

نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			متوسط تأثير نانو الفضة
	0	0.7	1.4	
0	0.9768	0.9735	0.8238	0.9247
15	0.9996	1.0712	1.1233	1.0647
30	1.0940	1.1103	1.2112	1.1385
45	0.9865	0.9507	1.1070	1.0148
$RLSD_{(0.05)}$	0.0029			0.0017

التداخل بين الماء الممغنط والسماد المركب

الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			متوسط تأثير الماء الممغنط
	0	0.7	1.4	
0	1.0362	1.0631	1.1290	1.0761
500	1.0460	1.0118	0.9385	0.9988
1000	0.9605	1.0045	1.1314	1.0321
$RLSD_{(0.05)}$	0.0025			0.0014

4- محتوى المادة الفعالة بيكالين (مايكروغرام. غم$^{-1}$)

أظهرَ التحليل الإحصائي لبيانات التجربة أهمية نانو الفضة والماء الممغنط والسماد المركب جدول (5) كعوامل المعنوية وتداخلاتها قيد الدراسة في تقدير المادة الفعالة بيكالين. إذ أظهرَ التركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة تأثيراً معنوياً في زيادة البيكالين على جميع المعاملات الأخرى (2.0212 مايكروغرام. غم$^{-1}$) بما فيها معاملة المقارنة البالغة 1.8950 مايكروغرام. غم$^{-1}$ تلتها معاملة 30 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة إذ بلغت 2.0206 مايكروغرام. غم$^{-1}$ والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة 15 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة ولكنها إختلفت عن المعاملات الأخرى بما فيها معاملة المقارنة. كما أظهرَ التحليل الإحصائي التأثير السلبي المعنوي لمغنطة ماء الري في تقدير مادة البيكالين إذ بلغ أقصاها عند معاملة المقارنة 2.0201 مايكروغرام. غم$^{-1}$. في حين أعلى محتوى للمادة نفسها ظهرَ مع السماد المركب

1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة 2.2779 مايكروغرام. غم$^{-1}$ والتي تفوقت على المعاملتين الآخرتين 0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة (1.7383 مايكروغرام. غم$^{-1}$) ومعاملة المقارنة (1.8905 مايكروغرام. غم$^{-1}$).

التداخل الثنائي المعنوي بين نانو الفضة ومغنطة ماء الري أوضحَ أن لكل تركيز من تراكيز نانو الفضة شدة مغنطة معينة لإنتاج أعلى كمية من مادة البيكالين، فعلى سبيل المثال التركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة أعطى أعلى كمية من البيكالين عند الشدة 500 كاوس وبلغ 2.1446 مايكروغرام. غم$^{-1}$ وعند التركيز 30 مل. لتر$^{-1}$ منه أعطت الشدة 500 كاوس أعلى كمية من مادة البيكالين 2.1609 مايكروغرام. غم$^{-1}$ وكانت الأعلى من بين جميع التوليفات الأخرى. في حين معاملة التركيز 45 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة أظهرت أن غياب المغنطة (0 كاوس) أعطت أعلى كمية من البيكالين بلغت 2.0657 مايكروغرام. غم$^{-1}$ مقارنةً بالشدات المتبقية 500 و 1000 كاوس والتي بلغت 1.9094 و 1.8410 مايكروغرام. غم$^{-1}$ لكل منهما على التوالي.

التداخل الثنائي المعنوي بين نانو الفضة والسماد المركب أظهر أن أعلى كمية لمادة البيكالين أنتجت عند التوليفات 30 مل. لتر$^{-1}$ لنانو الفضة و1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة للسماد المركب إذ بلغَ 2.5515 مايكروغرام. غم$^{-1}$ تلتها معاملة التوليفة المكونة من 15 مل. لتر$^{-1}$ نانو الفضة و 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة سماد مركب إذ بلغت 2.4376 مايكروغرام. غم$^{-1}$ والتي إختلفت معنوياً عن التوليفة السابقة. وأظهرَ التداخل المعنوي بين عامليّ الماء الممغنط والسماد المركب أن أعلى كمية من البيكالين أنتجت عند المعاملة 1000 كاوس مع السماد المركب 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة إذ بلغ 2.5778 مايكروغرام. غم$^{-1}$، والتي تفوقت على جميع توليفات معاملات التداخل بما فيها معاملة المقارنة (1.9558 مايكروغرام. غم$^{-1}$). أما التداخل الثلاثي المعنوي للتجربة فأوضح أن أعلى كمية لمادة البيكالين بلغت 2.2144 مايكروغرام. غم$^{-1}$ نتجت من التوليفة المكونة من 30 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع شدة المغنطة 500 كاوس والسماد المركب بمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة.

جدول 5: تأثير نانو الفضة والماء الممغنط والسماد المركب وتداخلاتهما في متوسط محتوى المادة الفعالة بيكالين (مايكروغرام. غم$^{-1}$) في المجموع الجذري

نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			التداخل بين نانو الفضة والماء الممغنط
		0	0.7	1.4	
0	0	2.1365	1.7946	2.1365	2.0225
	500	1.7214	1.7336	1.7336	1.7295
	1000	1.7580	1.6970	2.3440	1.9330
15	0	2.1365	1.6725	2.3684	2.0591
	500	1.9289	2.1365	2.3684	2.1446
	1000	1.2819	1.7214	2.5760	1.8597
30	0	1.7336	1.5016	2.5638	1.9330
	500	2.5760	1.8923	2.0144	2.1609
	1000	1.8020	1.0255	3.0765	1.9680
45	0	1.8166	2.3147	2.0657	2.0657
	500	2.3001	1.6555	1.7727	1.9094
	1000	1.4943	1.7141	2.3147	1.8410
متوسط تأثير السماد المركب		1.8905	1.7383	2.2779	
$RLSD_{(0.05)}$		0.0036			0.0072
التداخل الثلاثي		0.0124			

التداخل بين نانو الفضة والسماد المركب				
نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			متوسط تأثير نانو الفضة
	0	0.7	1.4	
0	1.8719	1.7417	2.0713	1.8950
15	1.7824	1.8435	2.4376	2.0212
30	2.0372	1.4731	2.5515	2.0206
45	1.8703	1.8947	2.0510	1.9387
$RLSD_{(0.05)}$	0.0072			0.0041

التداخل بين الماء الممغنط والسماد المركب		
الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)	متوسط تأثير الماء الممغنط

	1.4	0.7	0	
2.0201	2.2836	1.8209	1.9558	0
1.9861	1.9723	1.8544	2.1316	500
1.9004	2.5778	1.5395	1.5840	1000
0.0036	0.0062			$RLSD_{(0.05)}$

5- محتوى المادة الفعالة بيكوجينول (مايكروغرام. غم$^{-1}$)

يُظهر الجدول (6) أهمية عوامل الدراسة وتداخلاتها في محتوى المادة الفعالة بيكوجينول في المجموع الجذري للجزر؛ إذ أظهرت تراكيز نانو الفضة تأثيراً معنوياً للصفة بلغت جميعها أعلى من معاملة المقارنة (2.1763 مايكروغرام. غم$^{-1}$) وأعلاها عند التركيز 30 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة بلغ 2.7977 مايكروغرام. غم$^{-1}$ تلتها معاملة النانو بالتركيز 45 مل. لتر$^{-1}$ والبالغة 2.7489 مايكروغرام. غم$^{-1}$ واللتان إختلفتا عن بعضهما معنوياً. الماء الممغنط هو الآخر أظهرَ تأثيراً معنوياً لمحتوى جذور النبات من مادة البيكوجينول إذ بلغ أعلاه عند الشدة 500 كاوس (2.5433 مايكروغرام. غم$^{-1}$) تلتها الشدة 1000 كاوس بمتوسط 2.5058 مايكروغرام. غم$^{-1}$ واللذان إختلفا عن بعضهما معنوياً وعن معاملة المقارنة البالغة 2.4417 مايكروغرام. غم$^{-1}$. كما أوضحت النتائج المعروضة في الجدول نفسه (6) إلى أن إستعمال السماد المركب أدى إلى زيادة معنوية في مادة البيكوجينول في جذور النبات بلغت أعلاها عند مستوى السماد 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة (2.8189 مايكروغرام. غم$^{-1}$) تلتها معاملة السماد 0.7 غم. كغم$^{-1}$ (2.4609 مايكروغرام. غم$^{-1}$) واللذان إختلفا عن بعضهما معنوياً وعن معاملة المقارنة البالغة 2.2109 مايكروغرام. غم$^{-1}$.

جدول 6: تأثير نانو الفضة والماء الممغنط والسماد المركب وتداخلاتهما في متوسط محتوى المادة الفعالة بيكوجينول (مايكروغرام. غم$^{-1}$) في المجموع الجذري

نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			التداخل بين نانو الفضة والماء الممغنط
		0	0.7	1.4	
0	0	2.0510	1.8020	2.3001	2.0510
	500	2.0510	1.6408	2.5638	2.0852
	1000	1.2892	3.0765	2.8128	2.3928
15	0	1.8020	1.6408	3.0765	2.1731
	500	2.2524	2.5638	2.4356	2.4173
	1000	1.9228	2.1243	2.5638	2.2036
30	0	1.9228	3.8456	3.5526	3.1070
	500	2.5638	2.8384	3.2047	2.8690
	1000	2.4356	2.5638	2.2524	2.4173
45	0	2.1243	2.6004	2.5821	2.4356
	500	2.2524	2.2708	3.8823	2.8018
	1000	3.8639	2.5638	2.6004	3.0094
متوسط تأثير السماد المركب		2.2109	2.4609	2.8189	
$RLSD_{(0.05)}$		0.0055			0.0010
التداخل الثلاثي		0.0190			

التداخل بين نانو الفضة والسماد المركب

نانو الفضة (مل. لتر$^{-1}$)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			متوسط تأثير نانو الفضة
	0	0.7	1.4	
0	1.7971	2.1731	2.5589	2.1763
15	1.9924	2.1096	2.6919	2.2646
30	2.3074	3.0826	3.0033	2.7977
45	2.7469	2.4783	3.0216	2.7489
$RLSD_{(0.05)}$	0.0010			0.0063

التداخل بين الماء الممغنط والسماد المركب

الماء الممغنط (كاوس)	السماد المركب (غم. كغم$^{-1}$ تربة)			متوسط تأثير الماء الممغنط
	0	0.7	1.4	
0	1.9750	2.4722	2.8778	2.4417
500	2.2799	3.3284	3.0216	2.5433
1000	2.3779	2.5821	2.5573	2.5058

$RLSD_{(0.05)}$	0.0095	0.0055

ويُظهر التداخل الثنائي المعنوي بين نانو الفضة والماء الممغنط أن لكل تركيز من تراكيز النانو شدة مياه ممغنطة تعطي معهُ أعلى كمية مادة فعالة؛ إذ إنَّ أعلى كمية من المادة الفعالة للتركيز 15 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع الشدة 500 كاوس بلغ 2.4173 مايكروغرام. غم$^{-1}$ في حين أن تركيز نانو الفضة 45 مل. لتر$^{-1}$ أعطى أعلى كمية من البيكوجينول عند الشدة 1000 كاوس بلغت 3.0094 مايكروغرام. غم$^{-1}$ وعند الشدة 500 كاوس 2.8018 مايكروغرام. غم$^{-1}$ والتي تذبذبت في الإختلاف عن التوليفات الأخرى. التداخل الثنائي المعنوي بين نانو الفضة والسماد المركب أوضح أن التوليفة المكونة من 30 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع السماد 0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة كانت الأعلى معنوياً مقارنةً مع جميع التوليفات الأخرى ومعاملة المقارنة البالغة 1.7971 مايكروغرام. غم$^{-1}$. كما أظهرَ التداخل المعنوي بين الماء الممغنط والسماد المركب إلى أن التوليفة المكونة من مغنطة ماء الري بشدة 500 كاوس والسماد المركب بمستوى 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة كانت الأعلى والمتفوقة على جميع التوليفات الأخرى 3.0216 مايكروغرام. غم$^{-1}$ بما فيها معاملة المقارنة البالغة 1.9750 مايكروغرام. غم$^{-1}$.

التداخل المعنوي بين عوامل الدراسة الثلاث أظهرَ أن أعلى كمية من مادة البيكوجينول أنتجت من التوليفات المكونة من 45 مل. لتر$^{-1}$ من نانو الفضة مع شدة الماء الممغنط 500 كاوس والسماد المركب 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة وكانت الأعلى إذ بلغت 3.8823 مايكروغرام. غم$^{-1}$ تلتها التوليفة المكونة من 30 مل. لتر$^{-1}$ نانو الفضة من دون مغنطة مع سماد مركب بمستوى 0.7 غم. كغم$^{-1}$ إذ أعطت 3.8456 مايكروغرام. غم$^{-1}$.

المناقشة

تبيَّنَ من دراسة تأثير نانو الفضة والماء الممغنط والسماد المركب وتداخلاتهما في **في محتوى جذور نبات الجزر من العناصر المغذية والمواد الفعالة (الجداول:** 2 – 6)؛ أنَّ إستعمال نانو الفضة بالتركيز الواطئ (15 مل. لتر$^{-1}$) سبَّبَ زيادة معنوية في تراكيز النتروجين ومحتوى المادة الفعالة البيكالين في الجذور (الجدولين: 2 و5) على التوالي، بينما كانت الزيادة في تراكيز البوتاسيوم (جدول 4) ومحتوى المادة الفعالة البيكوجينول (جدول6) عند التركيز 30 مل. لتر$^{-1}$ والفسفور (جدول 3) عند التركيز 45 مل. لتر$^{-1}$. وهذا ما يؤكد على أهمية نانو الفضة في إنتاج نباتات قوية النمو وبالأبعاد المذكورة للنباتات المعاملة بها والتي تُمكِّن النباتات أو تعطيها صفة المقاومة للظروف الخارجية، فضلاً عن ذلك فأن التراكيز المختلفة لنانو الفضة وبفعل ما تمتلكه من مساحة سطحية هائلة فأنها تعمل على زيادة النشاط الإنزيمي وسرعة التفاعلات فتؤدي إلى زيادة التفاعلات الكيموحيوية والإنقسامات الخلوية بفعل الزيادة في تصنيع الأحماض النووية وإنزيمات البيروكسيديز والكتاليز فضلاً عن قيام الدقائق النانوية بتقليل أو تثبيط تكوين أنواع جذور الأوكسجين الحرة Reactive oxygen species (ROS) مما يقلل من ضرر التأكسد الحاصل في النبات (30 و 31). وهذه النتائج جاءت متوافقة مع نتائج كل من (32) على نبات البصل و (33) و (34) و (35) على نبات الجزر.

أما التفوق في محتوى المجموع الجذري من البيكوجينول (جدول 6) بفعل إستعمال الماء الممغنط بشدة 500 كاوس مقابل تسجيل أعلى التراكيز للفسفور (جدول 3) عند شدة المغنطة 1000 كاوس، فأن ذلك يعود إلى تأثير الماء الممغنط في زيادة السعة الذوبانية للماء وصغر حجم الجزيئات وزيادة طاقتها نتيجة مغنطتها بشدات مختلفة فيؤدي ذلك إلى سهولة إختراق الماء للأغشية الحيوية والمواد الذائبة فيه بسبب إنخفاض مقاومة أسطح الخلايا لجزيئات الماء نتيجة تمدد جدر الخلايا وإستطالتها وإنقسامها وزيادة عددها الذي ينعكس بالإيجاب على باقي الصفات الأخرى التي منها المساحة الورقية للنبات من خلال زيادة الإنقسامات الخلوية المؤدية إلى زيادة المساحة الورقية (36 و 37). وزيادة النشاط المرستيمي القمي للورقة الذي حفَّزتهُ خواص الماء الممغنط المتمثلة بسرعة الحركة ونقل المركبات الغذائية المصنعة في المجموع الخضري داخل الخلايا بسهولة وبين أنسجة النبات والذي أدى إلى نشاط عمليات البناء الضوئي وزيادة إنتاج المركبات الكربوهيدراتية وتوزيعها الذي نتج عنه عملية بناء خلايا ومواد جديدة كالبيكوجينول (38).

إنَّ زيادة محتوى النبات من الفسفور بفعل مغنطة الماء بشدة 1000 كاوس (جدول 3) يعود إلى تأثير الماء

الممغنط ليس فقط في توفير العناصر المغذية وزيادة ذوبانيتها بل إنَّ تشجيع النمو الخضري والجذري بفعل المياه الممغنطة يحفز زيادة إمتصاص العناصر المغذية فيؤدي ذلك الى زيادتها داخل النبات لتقوم بأدوارها الفسيولوجية في زيادة والوزن الجاف للمجموع الخضري وطول الجذر وقطرهِ والوزن الطري والجاف للمجموع الجذري (ويسهل نفوذها إلى داخل النبات عن طريق الجذور وكذلك نقلها إلى مواقع الإستخدام الرئيسة للإنقسام الخلوي (الخلايا المرستيمية) فيسهم ذلك في زيادة الأوزان الجافة (39).

التحسن الملحوظ في محتوى المجموع الجذري من المغذيات عند المستويين (0.7 و 1.4) غم. كغم$^{-1}$ تربة من السماد المركب يؤكد أهميتها في تحسين صفاته ومحتواه من العناصر والمواد الفعالة، ذلك لأن إضافة السماد المركب من عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم يجعل هذه العناصر الغذائية قريبة من مواقع الإمتصاص وأن إمتصاصها من قبل النبات ودورها في تفعيل الكثير من العمليات الكيموحيوية المؤدية إلى إنتاج المواد الكربوهيدراتية والهرمونات المؤدية إلى تشجيع عمليات النمو والإنقسام وإنتاج الطاقة اللازمة للنبات للقيام بالفعاليات الحيوية؛ إذ إنَّ النتروجين يدخل في إنتاج الهرمونات والمركبات العضوية النباتية (40). والفسفور يحفز إنتاج الطاقة والبوتاسيوم ويعمل كمنشط إنزيمي لمعظم إنزيمات التفاعل الداخلة في النبات والمؤدية مجتمعةً إلى تحفيز النمو وزيادة الطلب على المواد الغذائية من بيئتهِ وبالتالي تحفز تكوين المواد الفعالة (41). وأنَّ الزيادة في الصفات المدروسة بفعل إستعمال السماد المركب يتفق مع ما توصل إليه (42) و (43)، فضلاً عن التأثيرات الإيجابية للسماد المركب على معظم صفات النبات والتي اتفقت مع ما ذكرهُ (44) و (45) عند المستوى 0.7 غم. كغم$^{-1}$ تربة.

أما التداخلات المعنوية لعوامل الدراسة فتشير إلى أن هناك توليفات معينة من تراكيز العوامل المتداخلة هي التي تؤدي إلى إنتاج الحد الأمثل من الصفة ربما يكون ذلك من خلال تأثيرها على تغيير الجين المسؤول عن تفاعلات الإنتاج الكمي والنوعي للإنزيمات، ويعود ذلك إلى دور نانو الفضة في تحفيز إمتصاص الماء والذي يكون ممغنطاً بالأساس والتقليل من فعالية النترات عن طريق التحوير في حالة الأكسدة والنمو والأداء في نوعية النبات من خلال تشجيع آلية تبادل وتصريف الألكترونات الخلوية مما يسبب بطئ في تسرُّب الألكترون وبالتالي التقليل من إنتاجية جذور الأوكسجين الفعالة فتزداد الإنزيمات الدفاعية وتنخفض السمية والضرر التأكسدي بالنبات فضلاً عن ذلك فأن نانو الفضة عند دخوله للنبات يميل للإرتباط بالحاملات البروتينية مثل Ion channels و Endocytosis و Aquaporin والتي يكون الماء الممغنط العامل الأساس في زيادتها فينتج عن ذلك خلق فتحات جديدة تخترق وتتغلغل خلال الأغلفة أو الجدر الخلوية ومن ثم التحفيز على إمتصاص الماء والتقاطه والتشجيع من نمو النبات (46 و 47 و48). وبذلك يكون توافر مركبات النانو أو الماء الممغنط مع السماد المركب الذي يزود النباتات بالمواد الغذائية عاملاً مساعداً في إستمرارية الإنقسامات والتأثير الإيجابي في زيادة المؤشرات، كما أن السماد المركب بما يحتويه من تركيبة متوازنة للعناصر ومحفزة للهرمونات الطبيعية فإنهُ يُحفِّز من فعالية الإنقسام الخلوي المؤدي إلى تراكم حامض الكلوتاميك في النبات وبالتالي زيادة الهرمونات الداخلية المحفزة لنمو النبات كالأوكسينات والتخفيض من مستوى الهرمونات الداخلية المثبطة للنمو كحامض الأبسيسيك (ABA)، وهذا بدوره أي السماد المركب بمحتوياته من العناصر الكبرى (NPK) وبعض العناصر الصغرى مثل الحديد والزنك يعمل على تخليق التوازن الغذائي للنبات في مراحل مبكرة للنمو وبالتالي تحسين التمثيل الغذائي والنشاط الأيضي وهذا بدوره يؤدي إلى الزيادة في مختلف الفعاليات الأيضية المسؤولة عن الإنقسام والإستطالة في الخلية وبالتالي الزيادة في أغلب مؤشرات النمو وخاصةً الجذرية منها (49 و 50). كما أنَّ زيادة التفاعلات الكيميائية نتيجة المعاملة بدقائق نانو الفضة مع توافر السماد المركب بالمستوى المناسب يساعد في إستمرارية الإنقسامات وتطور مؤشرات النمو نحو الإيجاب، وتتفق هذه النتائج مع ما توصَّلَ إليه (35) من دور المركبات النانوية في تشجيع وتحسين الصفات المظهرية ومحتواها من المواد للنباتات المعاملة بها فضلاً عن دور نانو الفضة في التأثير على الأثيلين Ethylene وتثبيط دوره بواسطة منع إتصاله مع المستقبلات في الخلايا النباتية وتحفيز النمو، وهو ما تجلى واضحاً من خلال التوليفات المكونة من نانو الفضة مع الماء الممغنط (15 مل. لتر$^{-1}$ × 500 كاوس) أو نانو الفضة مع السماد المركب (30 مل. لتر$^{-1}$ × 1.4 غم. كغم$^{-1}$ تربة)، وهو ما أوضحهُ كل من (46) و (51) و (52) و (34) و (53) من التأثيرات الإيجابية لمركبات نانو الفضة على أجزاء مختلفة من النباتات شملت الجذور، كما أن

توليفات التراكيز العالية لنانو الفضة والسماد المركب مع المغنطة بشدة قليلة زادت من محتوى المجموع الجذري من المادة الفعالة البيكوجينول (جدول6)، فضلاً عن التوليفات الأخرى المتضمنة التركيز الأقل لنانو الفضة وشدة المغنطة العالية وكذلك السماد المركب فإنها شجعت من زيادة محتوى الجذور من النتروجين والبيكالين (الجدولين: 2 و5) لذا ينصح بإستعمالها اذا كان الهدف هو زيادة إنتاج البروتينات والبيكالين من الجذور. كما أن الزيادة في البروتينات نتيجة النتروجين بفعل نانو الفضة يكون بسبب الإنخفاض الحاصل في ثباتية الأغشية الحيوية Membrane stability index الذي ينتج عنهُ إرتفاعاً واضحاً في نسبة البروتينات والمواد الفعالة وهو ما حصل في الدراسة الحالية (32 و 48).

المصادر

1.Pant, B. and Manandhar, S. (2007). Invitro propagation of carrot (*Daucus carota*). Sci. World, 5(5): 51-53.

2.Bradeen, J.M. and Simon, P.W. (2007). Carrot. In: Cole, Chittaranjan (ed.). Vegetables. Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. 5. New York, NY: Springer. pp: 162-184.

3.FAO "Food and Agriculture Organization" (2013). Statistical Yearbook. World Food and Agriculture. Part: Feeding the World. FAO, Rome, Italy.

4.Kim, D.J.; Xun, P.; Liu, K.; Loria, C.; Yokota, K.; Jacobs, D.R. and He, K. (2010). Magnesium intake in relation to system inflammation, insulin resistance and the incidence of diabetes. Epid. Health. Serv. Res., 33(12): 2604-2610.

5.Sharma, K.D.; Karki, S.; Thakur, N.S. and Attri, S. (2012). Chemical composition, functional properties and processing of carrot. J. Food. Sci. Tech., 49(1): 22-32.

6.Potter, A.S.; Foroudi, S.; Stamatikos, A.; Patil, B.S. and Deyhim, F. (2011). Drinking carrot juice increases total antioxidant status and decreases lipid peroxidation in adults. Nutr. J., 10: 96-98.

7.Leja, M.; Kaminska, I.; Kramer, M.; Maksylewicz-Kaul, A.; Kammerer, D.; Carle, R. and Baranski, R. (2013). The content of phenolic compounds and radical scavenging activity varies with carrot origin and root color. Plant Foods Hum. Nutr., 68(2): 163-170.

8.Zaini, R.; Clench, M.R. and Maitre, C.L. (2011). Biactive chemicals from carrot (*Daucus carota*) juice extracts for the treatment of leukemia. J. Med. Food, 14(11): 1303-1312.

9.Tanka, T.; Shnimizu, M. and Moriwki, H. (2012). Cancer chemoprevention by carotenoids. Mol. J., 17: 3202-3242.

10.Fieder, J. and Burda, K. (2014). Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. Nutr., 6: 466-488.

11.Johnson, E.J. (2014). Role of lutein and zeaxanthin in visual and cognitive function throughout the lifespan. Nutr. Rev., 72(9): 605-612.

12.الإسكندراني، محمد شريف (2010). تكنولوجيا النانو من أجلِ غدٍ أفضل. سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، علم المعرفة، العدد 374، الكويت.

13.Umesh, N. and Ashok, K. (2012). Application of nanotechnology in 16

.أمين، سامي كريم محمد وعلي فاروق قاسم (2009). تأثير ملوحة ماء الري الممغنط في صفات النمو الخضري لنبات الجربيراGerbera jamesonii L. . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 25(1): 63-74.

17.الحلفي، أسعد رحمن سعيد (2011). الماء الممغنط وتأثيره على الأغذية وصحة المستهلك. نشرة علمية (1)، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

18.Kronenberg, K.J. (2011). Magnetized: What makes water with magnets SO_4 alluring? Aqua Mag., 4: 20-23.

19.ياسين، موسى فتيخان وعمر كريم عبيد وأحمد سعدون عبادي (2013). تأثير نوعية مياه الري ومغنطتها في نمو وحاصل ثلاث أصناف من الشعير. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 5(2): 262-272 .

20.Ralcewciz, M.; Knapowski, T.; Kozera, W. and Barczak, B. (2009). Technological value of spring wheat of zebra cultivar as related to the way of nitrogen and magnesium application. J. Eur. Agric., 10(3): 223-232.

21.Waraich, E.A.; Ahmed, R.; Ashraf, M.Y.; Saifullah and Ahmed, M. (2011). Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. Acta Agric. Scan. Plant Sci., 61(4): 291-304.

22.McCauly, A.; Jones, C. and Jacobsen, J. (2011). Plant Nutrient Functions and Deficiency and Toxicity Symptoms. Nutrient Management: a self-study course from the MSU. Extension Service continuing Education Series. Nutrient Mangement Module No. 9, Montana State University Extension, USA.

23.Page, A.L.; Miller, R.H. and Keeney, D.R. (1982). Methods of Soil Analysis, II: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed., American Society of Agronomy in American, Inc., Madison, USA.

24.Mafum, F.; Kohno, J.; Takeda, Y. and Kondow, T. (2010). Formation and size control of silver nanoparticles by laser ablation in aqueous solution. J. Phys. Chem., 104: 9111-9117.

25.مطلوب، عدنان ناصر وعز الدين سلطان محمد وكريم صالح عبدول (1989). إنتاج الخضراوات. الجزء الثاني، الطبعة الثانية، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. العراق.

26.Mengel, K. and Kirkby, F.A. (1987). Principles of Plant Nutrition. Int. Potash. Inst., Bern., Switzerland.

27.Cresser, M.S. and Parsons, J.W. (1979). Sulphuric-perchloric acid digestion of plant material for the determination of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium. Analytica Chimica Acta, 109: 431-436.

28.Christensen, L.P. and Kreutzmann, S. (2007). Determination of polyacetylenes in carrot roots (Daucus carota L.) by high-performance liquid chromatography coupled with diode array detection. J. Sep. Sci., 30(4): 483-390.

29.Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. and Dickey, D.A. (1997). Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach, 3rd Ed. McGraw Hill Book Co. Inc., New York, USA.

30.Sorooshzadeh, A.; Hazrati, S.; Orak, H.; Govahi, M. and Ramazani, A. (2012). Foliar application of Nano-silver influence growth of saffron under flooding stress. Brno, Czech Republic, EU., 10: 23-25.

31.Morteza, E.; Moaveni, P.; Farahani, H. and Morteza, M. (2013). Study of photosynthetic pigments changes of Maize (Zea mays L.) under nano

Tio_2 spraying at various growth stages. Springer Plus, 2(247): 1-5.

32.Salama, H.; Rajiv, P.; Kamaraj, M.; Jagadeeswaran, P.; Gunalan, S. and Sivaraj, R. (2012). Plants: green route for nanoparticle synthesis. Int. Res. J. Biol. Sci., 1(5): 85-90.

33.Laware, S.L. and Raskar, S. (2014). Influence of zinc oxide nanoparticles on growth, flowering and seed productivity in onion. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 3(7): 874-881.

34.Bhatia, S.; Bahri, S. and Moitra, S. (2014). SiO_2 nanoparticles: Effect on seedling biology. Int. J. Appl. Eng. Res., 9(8): 935-939.

35.Raskar, S.V. and Laware, S.L. (2014). Effect of zinc oxide nanoparticles on cytology and seed germination in carot. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 3: 467- 473.

36.Rao, A.P. (2002). Scalemaster ECO friendly water treatment. Scale-master Adlam Pvt. Ltd. (www.adlams.com/attachment-Scal.p.).

37.Smith, R. (2005). Magnetic Water Hydromag. The Water Chargers. Internet: www.healthwalk.com.

38.Bosma, T.L.; Dole, J.M. and Maness, N.O. (2013). Optimizing marigold (Tageties erecta) petal and pigment yield. Soil Sci. Soc. Am., 43: 2118-2124.

39.Hilal, M.H. and Hilal, M.H. (2000). Application of magnetic technology in desert agriculture. 1-seed germination and seedling emergence of some crops in saline calcareous soil. Egypt J. Soil Sci., 40(3): 413-421.

40.Taiz, L. and Zeiger, E. (2006). Plant Physiology. 4th ed. Sinauer Associates, Inc. publishers. Sunderland, Massachusetts, USA.

41. أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد أحمد يونس (1988). دليل تغذية النبات. جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.

42.عباس، حسن علي وحسين عبيد خضير وعبد الستار جبار حسين (2008). تأثير السماد النتروجيني ومسافات الزراعة في بعض الصفات المظهرية وحاصل زهرة الشمس. مجلة أم سلمه للعلوم، 5(2): 112-123.

43.Habimana, S.; Uwamahoro, C. and Uwizerwa, J.B. (2014). Influence of chicken manure and NPK (17-17-17) fertilizer on growth and yield of carrot. Net. J. Agric. Sci., 2(4): 117-123.

44.Atakora, K. (2011). Influence of grass cutter, chicken manure and NPK amendments on soil characteristics, growth and yield response of carrot (Daucus carota). Ph.D. Thesis, University of Education, Winneba.

45.Ross, J.; Mckenzie, P.H.D. and Ag, P. (2013). Phosphorus fertilizer application in crop production. Agri-Fact Practical Inf. Alberta. Agric. Indus., 2: 82-96.

46.Rezvani, N.; Sorooshzadeh, A. and Farhadi, N. (2012). Effect of Nano-Silver on Growth of Flooding Stress. World Academy of Science, Engineering and Technology, P: 606-611.

47.Grover, M.; Singh, S. and Teswarlu, B. (2012). Nanotechnology: scope and limitations in agriculture. Int. J. Nanotech. Appl., 2(1):10-38.

48.Hatami, M. and Ghorbanpour, M. (2013). Effect of nanosilver on physiological performance of Pelargonium plants exposed to dark storage. J. Hort. Res., 21(1): 15-20.

49.Shafeek, M.; Nagwa, M.; Hassan, S. and Nadia, H. (2013). Effect of potassium fertilizer and foliar spraying with Etherel on plant development, yield and bulb quality of Onion plants (Allium cepa L). J. Appl. Sci. Res., 9(2): 1140-1146.

50.Kashif, M.; Rizwan, K.; Khan, M. and Younis, A. (2014). Efficacy of macro and micro-nutrients as foliar application on growth and yield of (Dahlia hybrida L.) (Fresco). Int. J. CBS., 5: 6-10.

51.Savithramma, N.; Ankanna, S. and Bhumi, G. (2012). Effect of nanoparticles on seed germination and seedling growth of Boswellia ovalifolioata an Endemic and Endagered. Med. Tree Taxon Nano Vision, 2(3): 61-68.

52.Agrawal, S. and Rathore, P. (2014). Nanotechnology pros and cons to agriculture: a review. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 3(3): 43-55.

53.حسون، منال حمزة مجبل (2016). تأثير تراكيز مختلفة من نانو الذهب والفضة وحامض الجبرلين في النمو وإنتاج مادة الكابسيسين لنبات الفلفل الحلو Capsicum annuum L. . أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة القادسية، العراق.

.Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Method Enzymol, 148: 350–82.

.Ramesh, M.; Palanisamy, K.; Babu, K. and Sharma, N.K. (2014). Effects of bulk and Nano-titanium dioxide and zinc oxide on physio-morphological changes in Allium cepa L. J. Glob. Biosci., 3: 415-422.

.Stanly, K . J. (2011). Latin binomials and synonyms. Cultivated vegetables of the world: A multilingual omomasticon. Wagen. Acad. Pulish. 617-708.

*Effect of Nano Silver, Magnetized Water and Compound Fertilizers in The Content of Carrot Plant Roots (Daucus carota L.) from Nutrients and Active Substances

Abdulameer A. Yaseen **Haneen S. Bachai**

University of Al-Qadisiyah/ College of Education/ Department of Biology

Abstract

A pots experiment was conducted in a nursery belongs to Al-Diwaniya city (32°00'08.4"N - 44°54'56.1"E) during winter season of (2015 - 2016) to find out the effect of Nano silver, magnetized water, compound fertilizer and their interactions on content of nutrients and active substances of carrot plant roots (Daucus carota L.).

The design of the experiment was Randomized Complete Blocks (RCBD) in a factorial experiment with three factors and three replications; the first factor included four concentrations of Nano silver (0, 15, 30 and 45 mg. L^{-1}), the second factor included three intensities of magnetized water (0, 500 and 1000 Gauss) and the third factor included three levels of compound fertilizer (0, 0.7 and 1.4 g. kg^{-1} soil). Means were compared by using revised least significant difference (RLSD) at 0.05 probability level when the treatments referred to significant effect.

The results showed 15 ml. L^{-1} concentration of nano silver had significant effect on carrot root content of nitrogen and baicalin against an increase in potassium and pycogenul content when 30 ml. L^{-1} concentration but phosphorus and calcium concentration at 45 ml. L^{-1}. Magnetized water by 500 gauss was increased significantly from content of iron concentration and pycogenul against recorded by high content of phosphorus and calcium when the magnetic water intensity of 1000 gauss. Compound fertilizer at 1.4 g. Kg^{-1} soil level achieved the highest content of baicalin and pycogenul, nitrogen, phosphorus, potassium, and achieved by 0.7 g. Kg^{-1} soil level higher content of calcium and iron.

Nano silver of 15 ml. L^{-1} concentration interaction with magnetic water by 500 gauss significantly increased by the majority of the traits except for some of the important qualities of the root content of total nitrogen and baicalin which it superior with combination of nano silver (30 ml. L^{-1}) and magnetized water at the same intensity. Nano silver of 30 ml. L^{-1} concentration interaction with compound fertilizer of 1.4 g. Kg^{-1} soil level achieved the highest content of potassium and baicalin in root group against the recorded of the highest concentration of iron and pycogenul when the same combination but less level of compound fertilizer (0.7 g. Kg^{-1} soil) as well as the highest nitrogen in consisting combination of 15 ml. L^{-1} Nano silver with 1.4 g. Kg^{-1} soil from compound fertilizer.

The interaction magnetic water by 1000 gauss with compound fertilizer at 1.4 g. Kg^{-1} soil gave the highest content of nitrogen and potassium while the containing interaction at the less intensity of magnetic water (500 gauss) from the previous interaction and the same level of compound fertilizer gave it higher content of baicalin and recording the highest content of phosphorus and calcium in combination (1000 gauss × 0.7 g. kg -1 soil) and the highest of iron when the same combination, but less strongly (500 gauss) waterproof magnetized. Triple interaction between the moral factors, the study achieved consisting of nano-silver concentration of 15 ml. L^{-1}, strongly magnetized water 500 gauss and compound fertilizers level of 1.4 gm. Kg^{-1} soil highest the content of nitrogen compared with the highest content of pycogenul at the root when the same combination, but the higher concentration of nano-silver (45 ml. L^{-1}) or compared with the first combination, but the higher intensity (1000 gauss) waterproof magnetized and which gave the plant highest content of nitrogen and baicalin in the root, Moreover, iron and calcium concentrations log superiority moral when constituent of same concentration of nano-silver (15 ml.L^{-1}) and the same level of compound fertilizer (1.4 g. kg^{-1} soil) but different strongly magnetized water was (1000 and 500) gauss, respectively.

Keywords: Nano; Magnetic water, Compound fertilizer, Carrot.

* The research is a part of M.Sc. Thesis in the case of the second researcher.