أثر المعاملة بتراكيز مختلفة من نترات الفضة النانوية في إنتاجية نبات الحلبة *Trigonella foenum-graceum*

م. رنيم ملحم[1] د. لينا النداف[2] د. علي زياك [3]

1: مهندسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص

2: أستاذ مساعد في جامعة البعث قسم التقانة الحيوية

3: باحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في سلمية

الملخص:

نُفذ البحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في حمص لدراسة أثر نقع بذور نبات الحلبة قبل الزراعة بمحلول نترات الفضة بالتراكيز 10 و20 مل مع المستخلص المائي لأوراق الزيتون بتركيز 1 و 3 مل وفق المعاملات التالية: شاهد، (1,10)، (1,20)،(3,10)، (3,20). زرعت البذور المعاملة في الحقل وفق ثلاثة مكررات لكل معاملة حيث صممت التجربة وفق التصميم العشوائي البسيط وقيّمت النتائج وفق المؤشرات التالية : وزن ال 100 بذرة، الغلة البذرية، الغلة الحيوية، دليل الحصاد وغلة القش. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق المعاملة (3:10) في صفات الغلة الحيوية (7821,17) كغ /هكتار، الغلة البذرية بمعدل (1924,10) كغ /هكتار، دليل الحصاد بمعدل (27,29) % على باقي المعاملات الأخرى المدروسة بينما تفوق الشاهد في غلّة القش (6111,13) كغ /هكتار وأظهرت

المعاملة (3:20) زيادة معنوية في وزن 100 بذرة بمعدل (2,12) غ مقارنة مع المعاملات الاخرى.

كلمات مفتاحية: جسيمات الفضة النانوية – حلبة – مستخلص مائي –غلّة.

Effect of treatment by various rates of Silver nanoparticles on *Trigonella foenum- graceum* plant yield

Abstract:

The study was performed in the General commission for scientific agricultural research to determine the effect of priming seeds of *Trigonella foenum –graceum* plant with $AgNO_3$ solution 10 and 20 ml with olive leaves water extracts1 and 3ml according to the following treatments control, (1,10), (1,20), (3,10), (3,20). The experience had been designed simple random design with three replicates; the effect of different concentrations was tested using the 100 seed weight, seed yield, biological yield, straw yield, and harvest index. The results of statistical analysis showed that the treatment **3:10** had surpassed Biological yield (7821,17) Kg/h , seed yield (1924,10) Kg/h and harvest index (27,29)% compare to other treatments while control surpassed in straw yield (6111,13) kg/h. Also, the treatment 3:20 showed increments in 100 seed weight (2,12) gr compared with other treatments.

Key words: Silver nitrate molecules, *Trigonella foenum* ,Olive Leaves water extracts, seed Yield.

1- المقدمة والدراسة المرجعية Introduction and Literature Review:

تشكل النباتات الطبية دوراً مهماً في حياة الإنسان كونها تأتي في المرتبة الثانية بعد النباتات الغذائية الأساسية من حيث احتياجات الإنسان لها لما تمتلكه من خصائص علاجية وغذائية (1) .

أثبتت تقنية النانو أهميتها في المجال الزراعي وفي مختلف مراحل الإنتاج (2). حيث ساهمت في تحسين قابلية النبات على امتصاص المغذيات (3). ووجدت حلّ للعديد من مشاكل الزراعة مع تحسينات محفزة مقارنة بأنظمة الزراعة التقليدية.

يعّرف النانو بأنّه وحدة قياس صغيرة جداً تمثل واحد من بليون من المتر أيّ يستحيل رؤيته بالعين المجردة أو المكبرات البسيطة ويستخدم النانو في القياسات الذرية من أجل تحديد أحجام جزيئات المادة فيها (4).

تمتلك الجسيمات النانوية خصائص كيميائية وفيزيائية والكترونية وبصرية متميزة يمكن أنّ تتغير بناءً على حجم الدقائق وشكلها التي تتيح لها أنّ تستخدم في مختلف التطبيقات والمجالات (5). أشار (6) إلى امكانية التحكم في شكل وحجم الجسيمات النانوية المركبة من خلال تغيير شروط التفاعل من درجتي الحموضة و الحرارة بالإضافة لتركيز العنصر المعدني المستخدم.

ساهم تنوع طرق تحضير الجسيمات النانوية في استخدام هذه التقنية الحديثة وتوسيع مجالاتها وتطبيقاتها كما في المحاصيل المعدلة وراثياً وفي تقنيات إنتاج المواد الكيميائية والزراعية الدقيقة (7) .

بيّنت نتائج(8) أن التراكيز المنخفضة من جسيمات الفضة النانوية 10 و 20 مل /ليتر زادت من إنبات البذور ونمو البادرات لنبات الحلبة وكان التأثير الإيجابي واضحاً في طول الجذير.

استعمل (9) خمسة تراكيز من الفضة النانوية (40,30,20,10,0) مل/ليتر لمعرفة أثرها في نمو نبات الحلبة بينت النتائج زيادة سرعة إنبات البذور ونمو البادرات المبكر،وزيادة متوسط طول المجموع الجذري، والوزن الرطب والجاف لنبات الحلبة مقارنة مع الشاهد عند التركيز 10 مل /ليتر. وجد أيضاً عند غمر بذور الحلبة بتراكيز 10و20 مل/ليتر من جسيمات الفضة

النانوية أنّ التراكيز المنخفضة10 مل/ليتر عززت من إنبات البذور ولكن عند التركيز العالي 20 مل/ليتر أظهرت تأثيرات ضارة ومثبطة.

تعمل جسيمات الفضة النانوية (AgNps) على تمديد فترة حياة أوراق نبات الهليون من 20–21 يوم، كما أنها تؤثر في نمو وتطور الأنواع النباتية المختلفة حيث تنشط حمض ACC (Acelyl –COA carboxylase) وتعمل على تثبيط استطالة الجذر(10) . أكدت الدراسات أنّ جسيمات الفضة النانوية يمكن أن تؤدي إلى تحسين نمو النبات (11) وزيادة قدرته على امتصاص العناصر الغذائية (12),(13),(14) .وُجد أن جسيمات الفضة النانوية تؤدي إلى تعزيز معايير نمو النبات مثل طول الجذر ومساحة الأوراق والخصائص الكيميائية الحيوية كالكلوروفيل والكربوهيدرات ومحتويات البروتين والأنزيمات المضادة للأكسدة وهذه النتائج متشابهة مع دراسة أُجريت على نبات *Brassica juncea* (15,11) .

أشار(16) أنّ معاملة نبات القمح *Triticum aestivum* بتركيز 50 ملغ/ليتر من جسيمات الفضة النانوية أدّى إلى زيادة طول المجموعين الجذري والخضري والوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري والمحتوى الكلوروفيلي للنبات. في حين بينت دراسة (17) على النبات ذاته مستعملا سبعة تراكيز من الفضة النانوية (150,125,100,75,50,25,0) ملغ/ليتر زيادة المساحة الورقية الكلية ومحتوى النبات من الكلوروفيل الكلي مقابل انخفاض الوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري مقارنة بنباتات الشاهد.

أشارت دراسة أخرى أنّ جسيمات الفضة النانوية يمكن أنّ تعزز نمو بعض النباتات مثل الفاصوليا والبازلاء والذرة(18) ،(15). بينما لم تؤثر جسيمات الفضة النانوية على إنبات البذور أو طول الجذر في نبات الفول (Vicia faba) (19).

فسّر العلماء زيادة إنتاجية النبات عند استعمال المواد النانوية من خلال زيادة معدل امتصاص المواد المغذية نتيجة التطور الكبير من نمو الكتلة الحيّة للنبات فعزّز ذلك من عملية التمثيل الغذائي للنبات (22،21،20) حيث أظهرت العديد من الدراسات أن جزيئات اكسيد التيتانيوم النانوية عززت التمثيل الضوئي والغذائي للنتروجين وبالتالي حسنت من نمو نبات السبانخ بالتركيز المنخفض 20 ملغ /ليتر (24،23) . كما وجد أن خليط من اكسيد التيتانيوم والسيليكا النانوية زاد النمو ومعدل الإنبات واختزال النتريت في نبات فول الصويا (25،23).

2- هدف البحث Aim of the research:

دراسة تأثير جسيمات الفضة النانوية المحضرة من نترات الفضة مع مستخلص أوراق الزيتون المائي (الصنف القيسي) في بعض المؤشرات الانتاجية لنبات الحلبة.

3- مبررات البحث :

إن الدراسات والأبحاث على النباتات الطبية قليلة بالمقارنة مع النباتات الأخرى ولاسيما نبات الحلبة ومن هنا تأتي أهمية البحث من خلال تسليط الضوء عليه كنبات له أهميته في الصناعات الدوائية والتجميلية فهو يشكل المادة الرئيسية للعديد من المنتجات الصناعية والغذائية. كما وجدنا أن تأثير المواد النانوية على تعزيز مواصفات معينة في النباتات الطبية هي الأقل دراسة لذلك لابد من دراسة تأثير جسيمات الفضة النانوية في بعض الصفات الانتاجية لنبات الحلبة.

4- مواد البحث وطرائقه Materials and methods:

4-1- المادة النباتية: بذور الحلبة من النوع *Trigonella foenum – graceum* المحلية .وتتميز بذور النوع المدروس بأنها صغيرة الحجم بيضية الشكل لونها أخضر مصفر ذات قمة خطافية.

4-2- معاملة بذور الحلبة بالتراكيز المختلفة من جسيمات الفضة النانوية:

استخدمنا جسيمات الفضة النانوية بحجم 20-30 نانومتر والمحضرة من إضافة نترات الفضة بحجمين 10 و20 مل إلى حجمين من المستخلص المائي لأوراق الزيتون 1 و3 مل ليتم الحصول على المعاملات المدروسة. تمّ تعقيم البذور بغمرها بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم (40%) لمدة 20 دقيقة ثم غسلت عدة مرات بالماء المقطر ونقعت البذور بالمعاملات المذكورة لمدة 15 دقيقة بالإضافة للشاهد (بذور غير منقوعة بجسيمات الفضة النانوية) وذلك لدراسة مدى تأثيرها في نمو وتطور نبات الحلبة.

4-3- تحضير المستخلص المائي لأوراق الزيتون :

تم جمع أوراق الزيتون من الصنف القيسي بهدف الحصول على مستخلصها المائي حيث تم وزن 10g من أوراق الزيتون الطرية وأُضيف لها 50ml ماء مقطر وعُرض الخليط للطرد المركزي لمدة 15 دقيقة بسرعة 4000 دورة في الدقيقة ومن ثم التصفية والترشيح باستخدام رشاحة whatman للتخلص من أي بكتيريا وفطريات موجودة على الأوراق ويحفظ المستخلص على 4 درجة مئوية ومن ثم أخذنا (1,3)ml من التركيز النهائي للمستخلص (12.4,4.17)L/ gr ليتم إضافتها إلى نترات الفضة بحجم (10,20) ml بشكل متبادل للحصول على جسيمات الفضة النانوية .

4-4- مكان تنفيذ البحث :

تم إجراء التجربة الحقلية في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص الواقع ضمن منطقة الاستقرار الأولى بمعدل هطول مطري سنوي 439 مم؛ في الموسمين الزراعيين 2020/2019، 2021/2020.

الجدول (1) الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة (مأخوذة من المحطة المناخية لمركز البحوث الزراعية في حمص) للموسم الزراعي2019 /2020، 2021/2020 .

الشهر والسنة	درجة الحرارة الصغرى مْ	درجة الحرارة العظمى مْ	معدل الهطول المطري	متوسط الرطوبة %
تشرين الثاني 2019	21.8	8.44	43.8	59.98
كانون الأول 2019	6.32	14.4	96.3	79.87
كانون الثاني	8.63	11.47	115.00	79.63

2020				
شباط 2020	4.66	12.34	69.7	77.17
آذار 2020	8.52	18.10	59.2	74.02
نيسان 2020	11.14	21.31	47.3	68.94
أيار 2020	14.64	27.29	13.1	59.18
حزيران 2020	18.07	30.01	0	58.12
تموز 2020	22.20	34.40	0	60.3
آب 2020	22.08	32.37	0	59.78
أيلول 2020	20.31	31.64	0	60.85
تشرين الأول 2020	17.37	31.38	0	51.84
كانون الثاني 2021	8.69	14.24	180.8	74.68
شباط 2021	4.81	16.08	24.2	72.80
آذار 2021	6.80	16.78	32.9	69.78
نيسان 2021	10.35	23.62	53.6	66.65
أيار 2021	16.38	30.10	0	58.04
حزيران 2021	18.36	30.24	0	61.17
تموز 2021	23.21	34.52	0	60.37

4-5- التحليل الفيزيائي والكيميائي للتربة :

أخذت عينات مركبة من التربة من كل قطعة تجريبية بمقدار 1 كغ على عمق (0-30) سم لتقدير مايلي:

الفوسفور المتاح بطريقة أولسن (26).

البوتاسيوم المتبادل باستخدام محلول ملحي من خلات الأمونيوم بطريقة التحليل باللهب (27).

الآزوت المعدني: قدّر النترات بجهاز سبكتروفوتومتر باستحدام حمض الكروموتروبيك (28).

قدرت درجة الحموضة pH في معلق (1:2.5) باستخدام جهاز pH (-meter) (29) .

التوصيل الكهربائي (EC) تم تقديرها في مستخلص مائي للتربة (5:1)، بواسطة جهاز الموصلية الكهربائية (Conductivity- meter.) (27).

والتحليل الميكانيكي وتحديد قوام التربة وفق طريقة الهيدرومتر (30)

أما كربونات الكالسيوم فتم تقديرها بطريقة الكالسيمتر بإضافة حجم من محلول حمض كلور الماء ومعرفة كمية غاز CO2 الناتج (31).

الجدول (2) جدول التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع المزروع في موسمي الزراعة 2020/2019، 2021/2020.

الموسم	توزع حجم جزيئات التربة			قوام التربة	النتروجين المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	pH	EC	Caco3
	رمل %	سلت %	طين %							
الأول	24.6	20.4	55	طينية	32.88	12.6	197.7	7.99	0.22	0.461
الثاني	26	13.5	60.5	طينية	26.65	13.8	202.1	8.35	0.12	0.922

يوضح الجدول (2) التحليل الميكانيكي والكيميائي لتربة الموقع خلال موسمي الزراعة 2020\2019, 2021\2020، وتبيّن نتائج التحليل أن تربة الموقع طينية وهي تربة قلوية ذات محتوى قليل من كربونات الكالسيوم ، متوسط من البوتاس والأزوت ومحتوى جيد من الفوسفور .

4-6- المعاملات المدروسة:

1- المعاملة B: تمثل زراعة البذور بعد نقعها بماء مقطر (الشاهد).

2- المعاملة B1: تمثل إضافة مستخلص أوراق الزيتون بحجم 1 مل إلى نترات الفضة بحجم 10 مل (زيتون 1 مل – 10 مل نترات فضة).

3 - المعاملة B2: تمثل إضافة مستخلص أوراق الزيتون بحجم 1مل إلى نترات الفضة بحجم 20مل (زيتون 1 مل –20 مل نترات فضة).

4 - المعاملة B3: تمثل إضافة مستخلص أوراق الزيتون بحجم 3مل إلى نترات الفضة بحجم 10مل (زيتون 3 مل –10 مل نترات فضة).

5 - المعاملة B4: تمثل إضافة مستخلص أوراق الزيتون بحجم 3مل إلى نترات الفضة بحجم 20 مل (زيتون 3 مل –20 مل نترات فضة).

4-7- طريقة الزراعة:

نُفذت التجربة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص حيث تمت حراثة التربة حراثة أساسية بالمحراث القلاّب المطرحي بعمق 30 سم بعدها أُجري تنعيم التربة بالأمشاط وتسويتها وخُططت الأرض لخطوط طولية بطول 1 م بحيث المسافة بين الخط والآخر 20 سم وبين البذور على نفس الخط 10 سم بمعدل بذار 15 بذرة لكل خط ثم قُسمت إلى 15 قطعة تجريبية كل قطعة تحتوي 6 خطوط بمساحة 4 م^2 وبثلاث مكررات لكل معاملة مدروسة .

موعد الزراعة : 17/12/2019 في الموسم الأول و 17/12/2020 في الموسم الثاني .

زُرعت بذور الحلبة على عمق 3 سم وأضيف 1 كيلو/160 م^2 سماد سوبر فوسفات أثناء تحضير التربة مع متابعة عمليات الخدمة من تعشيب وإضافة المبيدات اللازمة .

موعد الحصاد : تم حصاد المحصول بعد 60-75 يوم من الزراعة بتاريخ 5/2020 /28 في الموسم الأول و 2021/ 5/27 في الموسم الثاني بعد ملاحظة علامات النضج على النبات من اصفرار الأوراق والسوق والقرون وتلونها باللون البني .

4-8- الصفات المدروسة:

4-8-1- وزن الـ 100 بذرة (غ): تم الحساب بأخذ ثلاث عينات من بذور كل قطعة تجريبية بحيث تحتوي كل عينة على 100 بذرة ثم حساب متوسط العينات الثلاثة وذلك باستخدام الميزان الحساس .

4-8-2- الغلة الحيوية (كغ/هـ): تم التقدير عن طريق الحصاد اليدوي لكامل القطعة التجريبية وتجفيفها طبيعياً ووزنها وبعد ذلك يتم تحويل الغلة على أساس كغ/الهكتار .

الغلة الحيوية (الغلة البذرية + غلة القش) .

4-8-3- الغلة البذرية (كغ/هـ): تم حصاد محصول الحلبة عند النضج لكامل القطعة التجريبية ودراستها يدويا، ومن ثم تذريتها وغربلتها وتنقيتها ثم توزن وتحول الغلة على أساس كغ/هـ (32) .

4-8-4- غلة القش (كغ/هـ): غلة القش تحسب بطرح الغلة البذرية من الغلة الحيوية لكل قطعة تجريبية.

غلة القش = الغلة البذرية – الغلة الحيوية.

4-8-5- دليل الحصاد % = دليل الحصاد =(الغلة البذرية ÷ الغلة الحيوية) x 100

لكل قطعة تجريبية (33).

4-9- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي :

صُممت التجربة بواسطة التصميم العشوائي البسيط وبثلاث مكررات وتم إجراء عمليات التحليل الإحصائي لكامل الصفات المدروسة باستخدام برنامج GENSTAT لتَحدِيد قِيَم أقل فَرق معنويّ (L.S.D) عِندَ مستوى خطأ (5%).

5- النتائج والمناقشة Results and Discussion:

1- وزن الـ 100بذرة (غ):

الجدول (3) تأثير جسيمات الفضة النانوية في وزن ال 100بذرة (غ) لصنف الحلبة

المعاملة	موسم أول	موسم ثاني	متوسط الموسمين
B	1.72	1.79	1.76
B1	1.63	1.59	1.61
B2	1.70	1.75	1.72
B3	1.78	1.56	1.67
B4	1.85	2.12	1.90
LSD0.05	0.278	0.334	
CV%	8.8	10.4	

في الموسم الأول : كانت الفروق بين المعاملات جميعها غير معنوية بينما كانت الفروق في الموسم الثاني معنوية حيث تفوقت المعاملة B4 معنوياً على المعاملات B3،B2،B1 وكانت الفروق بين B4 والشاهد غير معنوية . وفي متوسط الموسمين حققت المعاملة B4 القيمة الأعلى في متوسط وزن 100 بذرة وبلغت 1.98 غ وتفوقت معنوياً على المعاملات B2،B1 ، B3 حيث بلغت القيم 1.61 ،1.72 ، 1.67 غ على التوالي .

2-الغلة الحيوية (كغ/هـ):

الجدول (4) تأثير جسيمات الفضة النانوية في الغلة الحيوية (كغ/هـ) لصنف الحلبة.

المعاملة	موسم أول	موسم ثاني	متوسط الموسمين
B	6984.00	7188.87	7086.43
B1	6315.87	6733.33	6524.60
B2	3874.27	6166.67	5020.47
B3	7821.17	7051.00	7436.08
B4	5014.80	6822.20	5918.50
LSD0.05	380.6	342.5	
CV%	13.5	17.7	

يتبين من نتائجنا في الموسمين وجود فروق معنوية بين أغلب المعاملات المدروسة حيث تفوقت المعاملة B3 (7821,17) كغ/هـ في الموسم الأول على باقي المعاملات المدروسة والشاهد ، في حين سجلت المعاملة B2 (3874,27) كغ/هـ أقل قيمة للغلة الحيوية بين المعاملات المختبرة بالنسبة لصفة الغلة الحيوية في الموسم الأول.

في الموسم الثاني : كانت الفروق بين المعاملات معنوية ، وتفوقت المعاملة B3 (7051.00) كغ/ هـ معنوياً على جميع المعاملات ماعدا الشاهد .

بالنسبة لمتوسط الموسمين حققت المعاملة B3 أيضاً القيم الأعلى وبلغت (7436.08) كغ/هـ وتفوقت معنوياً على جميع المعاملات وعلى الشاهد حيث حققت المعاملات B4,B2,B1 القيم

5020,47,6524,60, 5918,50 كغ/هـ على التوالي ، في حين أعطى الشاهد 7086,43 كغ/هـ .

3 – الغلة البذرية (كغ/هـ):

الجدول (5) تأثير جسيمات الفضة النانوية في الغلة البذرية (كغ/هـ) لصنف الحلبة.

المعاملة	موسم أول	موسم ثاني	متوسط الموسمين
B	1300.67	1077.77	1189.22
B1	1002.23	1138.90	1070.57
B2	771.97	858.37	815.17
B3	1719.17	1924.10	1821.63
B4	828.47	1030.97	929.72
LSD0.05	371.00	623.10	
CV%	18.1	28.4	

في الموسم الأول : تفوقت المعاملة B3 معنوياً على جميع المعاملات الأخرى والشاهد تفوق معنوياً على المعاملتين B2 و B4 بينما كانت الفروق بين الشاهد و B1 غير معنوية .

في الموسم الثاني : كانت الفروق معنوية بين المعاملة B3 وباقي المعاملات الأخرى.

وبالنسبة لمتوسط الموسمين تراوحت الإنتاجية البذرية من 815,17 كغ / هـ في المعاملة B2 و 1821,63 كغ /هـ في المعاملة B3 التي تفوقت معنوياً على باقي المعاملات والشاهد. وكانت الفروق بين الشاهد والمعاملات B1، B4 غير معنوية ومعنوية مع المعاملة B2 .

4- غلة القش (كغ/هـ):

الجدول (6) تأثير جسيمات الفضة النانوية في غلة القش (كغ/هـ) في الحلبة

المعاملة	موسم أول	موسم ثاني	متوسط الموسمين
B	5683.33	6111.13	5897.23
B1	5313.63	5816.70	5565.17
B2	3102.30	5180.57	4141.43
B3	6102.00	5311.10	5706.55
B4	4186.33	5727.77	4957.05
LSD0.05	224.9	298.9	
CV%	19.1	19.2	

في الموسم الأول : كانت الفروق بين المعاملات المدروسة معنوية وحققت المعاملة B3 أعلى القيم 6102,00 كغ /هـ وتفوقت على جميع المعاملات الأخرى والشاهد . أما في الموسم الثاني فقد تفوق الشاهد على جميع المعاملات بفروق معنوية ، تلاه المعاملة B1 ثم المعاملة B3 ، أما بالنسبة لمتوسط الموسمين كانت الفروق بين الشاهد والمعاملة B3 غير معنوية 5706,55،5897,23 كغ / هـ على التوالي وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات B4,B2,B1 .

5 – دليل الحصاد % :

الجدول (7) تأثير جسيمات الفضة النانوية في دليل الحصاد(%) في صنف الحلبة

المعاملة	موسم أول	موسم ثاني	متوسط الموسمين
B	18.60	15.00	16.80
B1	15.90	16.91	16.41
B2	19.90	13.92	16.91
B3	22.00	27.29	24.65
B4	16.70	15.11	15.81
LSD0.05	2.971	9.65	
CV%	8.7	19.8	

في الموسم الأول : كانت الفروق بين المعاملات المدروسة غير معنوية بينما لاحظنا وجود فروق معنوية بين B3 وB4 حيث تفوقت المعاملة B3 على باقي المعاملات المدروسة بالنسبة لقيمة دليل الحصاد وبلغت 22.00 % وفي الموسم الثاني كانت الفروق بين المعاملات غير معنوية ماعدا المعاملتين B3 وB4 كانت الفروق بينهما معنوية حيث سجلت المعاملة B3 القيمة الأعلى بين المعاملات المدروسة بالنسبة لصفة دليل الحصاد وبلغت 27.29 % أما بالنسبة لمتوسط الموسمين بيّنت نتائجنا وجود فروق غير معنوية بين المعاملات المدروسة بينما كانت الفروق بين المعاملتين B3 وB4 معنوية ولاحظنا تفوق المعاملة B3 على بقية المعاملات الأخرى حيث بلغت 24.65%.

مناقشة النتائج :

تبين نتائجنا أنّ معاملة بذور نبات الحلبة بجسيمات الفضة النانوية أدى في بعض المعاملات إلى تحسين الصفات المظهرية وزيادة إنتاجية الحلبة بالمقارنة مع الشاهد وتوافق ذلك مع الدراسات المرجعية لكل من(20 و22). كما لاحظنا من خلال متابعة نمو المحصول في الحقل تحسن في نمو النبات وزيادة في محتوى الكلي للكلوروفيل في الأوراق وهذا سينعكس إيجاباً على كفاءة النبات التمثيلية(11) نتيجة لخواص الجسيمات النانوية وظاهرة بلازمون السطح ازدادت مساحة سطح التفاعل وبالتالي زيادة في النشاط الأنزيمي و سرعة التفاعلات الحيوية والإنقسامات الخلوية وبالتالي انعكس حكماً على زيادة الكتلة الحية للنبات (34) ,(35) . وُجد أن معاملة بذور الحلبة بالمعاملة **B4** سببت زيادة في وزن ال100 بذرة و ذلك نتيجة زيادة حجم البذار وكتلة المادة الجافة المتراكمة (36). عند استعمال جسيمات الفضة النانوية بالمعاملة **B3** لاحظنا زيادة في مؤشرات الإنتاجية لنبات الحلبة إذّ كان لهذه المعاملة تأثير إيجابي على أجزاء مختلفة من النبات شملت الجذور والوزن الطري والجاف بالإضافة إلى تحسين امتصاص النبات للمواد المغذية مما انعكس إيجاباً على المؤشرات الجذرية (طول الجذر وقطره والوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري) وهذا بدوره حسّن من معدل امتصاص الماء والعناصر الغذائية وكفاءة النبات التمثيلية في زيادة إنتاج المركبات الكربوهيدراتية وتوزيعها من المصدر إلى المصب الأمر الذي ساهم في زيادة تراكم المادة الجافة وبالتالي ارتفاع في مؤشرات الغلّة بشكلٍ عام (حيوية –بذرية – دليل حصاد – غلة القش) (37) .

6- الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations:

1- أدى استعمال جسيمات الفضة النانوية إلى تحسن في المؤشرات الإنتاجية لنبات الحلبة عند بعض التراكيز المستعملة بالمقارنة مع الشاهد فتفوقت المعاملة (3:20 مل) معنوياً في صفة وزن 100 بذرة بينما تفوقت المعاملة (3:10 مل) في صفات الغلة الحيوية والبذرية ودليل الحصاد.

2- ينصح بمعاملة بذور الحلبة بالتركيز (3:10 مل) قبل الزراعة لتحسين المؤشرات الإنتاجية للنبات .

3- استخدام تكنولوجيا النانو في المجال الزراعي والاستفادة من المستخلصات النباتية التي تعزز نجاح هذه التقنية .

-المراجع العربية:

[1] – لوكا فاتش ، غوركي (2001) . كتاب عالم الطب الغذائي النباتي ، مطبعة موسكو للطبع والنشر ،العدد 45 ،ص 546.

[3]– الربيعي، مسلم عبد علي وسامي كريم، محمد أمين ،حيدر عريس ،عبد الرؤوف الدليعي (2012). تأثير ماء الري المعالج مغناطيسياً والرش بحامض الساليسيك في صفات النمو الخضري والزهري لنبات الأستر Callistephus chinensis L. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية. 4(1): 210-220.

[4] –الاسكندراني ، محمد شريف (2010) . تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، علم المعرفة ، العدد 374– الكويت .

[5]– الاسكندراني، محمد (2009) . تكنولوجيا النانو نصف قرن بين الحلم والحقيقة . مجلة العربي . العدد (607) ، (يونيو 2009) ، وزارة الإعلام ، الكويت .

[32]– حياص ،بشار و مهنا ، أحمد . (2007). إنتاج محاصيل الحبوب والبقول. القسم النظري ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية ، جامعة البعث ، كلية الزراعة – ص 340.

[33]– بلة، عدنان (1995). فسيولوجية محاصيل حقلية– جزء نظري – مديرية الكتب والمطبوعات ،جامعة تشرين ، ص 330.

- المراجع الأجنبية

[2] - Umesh, N. and Ashok, K. (2012). Application ofnanotechnology in agriculture and food sciences. Int. J. Sci., 2(1): 21-36.

[6]- Gardea -Torresedey,J.L;Gombez,G;Jose- Yaceman, M ;Parsons, J.G;Peralta-videa,J.R;Tioane,Jose-Yacaman,M.(2003).Alfalfa sprouts :ANatural source for the synthesis of silver Nano parti –cles .Langmuir 19:1357-1361.

[7]- Narayanan, K. B., and Sakthivel, N.(2011), Green synthesis of biogenic metal nanoparticles by terrestrial and aquatic phototrophic and heterotrophic eukaryotes and biocompatible agents, Advances in Colloid and Interface Science 169(2). PP 59–79.

[8]- S.S,Hojjat , The effect of silver nanoparticle on lentil seed germination under drought stress .(2011). Int .J.Farm Allied .Sci .5(3),208-212.

[9]- Hojjat, S.S.and Hojjat,H .(2015).Effect of nano silver on seed germination and seeding growth in Fenugreek seed .*International journal food Eng ;1(2):106-110.*

[10] -An, j; Zhang, M; Wang, s and Tang. (2008). physical chemical and microbiological changinstored green .Asparagus spears as

effected by coating of silver nano particle .*pvp.lwt.Food .sci.Tech.41 (6)*:1100-1107.

[11]- Sharma P, Bhatt D, Zaidi MG, Saradhi PP, Khanna PK, Arora S (2012) Silver nanoparticle-mediated enhancement in growth and antioxidant status of Brassica juncea. Appl. Biochem. Biotechnol. 167:2225–2233.

[12] -Galbraith, D.W. (2007). Nano biotechnology: silica breaks through in plants.Nat. Nanotech., 2: 272-273.

[13] -Torney, F.; Trewyn, B.G.; Lin, Vs-Y. and Wang, K. (2007). Mesoporous silica nanoparticles deliver DNA and chemicals into plants. Nat.Nanotech. J., 2: 295-300.

[14] -Tarafdar, J.C.; Sharma, S. and Raliya, R. (2013). Nanotechnology: Interdict ciplinary science of applications. Afric. J. Biotech., 12(3): 219-226.

[15] - Salama HMH .(2012). Effects of silver nanoparticles in some crop plants,common bean (Phaseolus vulgaris L.) and corn (Zea mays L.). Int. Res. J.Biotech. 3:190–197.

[16] -Nagafi, S and Jamei, R. (2014).Effect of silver nanoparticles and Pd (NO3)2 on the Yield and chemical composition of mung bean (Vigna radiata). *Journal stress physiol –Biochem.10* (1):316-325.

[17] -Jhanzab, H.F.; Abdul-Razzaq, S.; Jilani, G.; Rehman, A.; Abdu Hafeez, B.and Yasmeen, F. (2015). Silver nanoparticles enhance the growth, yield and nutrient use efficiency of wheat. Int. J. Agron. Agric. Res., 7(1):15-22.

[18] -L. Yin, B.P. Colman, B.M. McGill, J.P. Wright, E.S. Bernhardt,(2012). "Effects of silver nanoparticle exposure on germination and early growth of eleven wetland plants", *PLoS One*., vol. 7, no. 10, e47674.

[19] -E.A. Abdel-Azeem, B.A. Elsayed. (2013) ."Phytotoxicity of silver nanoparticles on Vicia faba seedlings", NY. Sci. J., vol. 6, no. 12, pp. 148-156.

[20] -Giraldo JP, Landry MP, Faltermeier SM, McNicholas TP, Iverson NM, Boghossian AA, Reuel NF, Hilmer AJ, Sen F, Brew JA, Strano MS. (2014) .Plant nanobionics approach to augment photosynthesis and biochemical sensing. Nat Mater. 13(4):400–408.

[21] -Shah, v and Belozerova, I. (2009).Influence of metal nanoparticles on the soil micro bial community and germination of lettuce seeds, water, Air, and soil pall .197(4):143-148.

[22] - Monsavi, S.R and Rezai, M. (2011).Nanotechnology agriculture and food production *.Journal .Apple .Env .Biol.Sci.*1 (10):414-419.

[23] -F. Hong, F. Yang, *et al.*,(2005). "Influence of nano-TiO2 on the chloroplast aging of Spinach under light," *Biological Trace Element Research*, vol. 104, pp. 249-260.

[24] -Liu XM,Zhang FD,Zhang SQ,He XS,Fang R, Feng z,Wang Y (2005).Effects of nano – ferric oxide on the growth and nutrients absorption of peanut . plant Nutr . and Fert . Sci., 11: 14-18.

[25] -Hong F, Yang F, Liu C.(2005). Influences of nano-TiO2 on the chloroplast aging of spinach under light. Biol Trace Elem Res;104: 249-60.

[26] -Olsen, S.R., C. V. Cole , F. S. Watanabe,and L. A. Dean.(1954)Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep.Agric. Circ. 939,USA.

[27]- R.Bowling Barnes , David Richardson john W.Berry ,and Robert L,Hood.(1945).Flame photometry arapid analytical procedure.Ind.Eng.chem .Anal . Ed.17,10,605-611.

[28] -Henriksen, H., Selmer-Olsen A.R.(1970). Automatic methods for determining.

[29] - McKeague, J.A. (1978). Manual on soil sampling and methods Of analysis. Canadian society of soil Science: 66- 68.

[30] -Day,R.P.(1965).pipette method of particle size analysis .In . methods of soil analysis ,Agronomy 9.AsA USA.p.553-562.

[31] - Balazs, H., opera-NadibO., and BEESEA F. (2005). Asimple method for measuring the carbonate contentof soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 69,1066-1068, Dot:10,2136/sssaj2004.0010.

[34] -Sorooshzadeh, A.; Hazrati, S.; Oraki, H.; Govahi, M. and Ramazani,A.(2012). Foliar application of nano silver influence growth of Saffron.under Brno, Czech Republic. EU., p: 23-25.

[35] -Morteza, E.; Moaveni, P.; Farahani, H. and Morteza, M. (2013). Study of photosynthetic pigments changes of Maize (Zea mays L.) under nano Tio2 spraying at various growth stages. Springer Plus, 2(247): 1-5.

[36] -Davod, T.; Reza, Z.; Ali, V.Z. and Mehrdad, C. (2011). Effect of nanosilver and nitroxin biofertilizer on yield and yield components of Patato minitubers. Int. J. Agric. Biol., 13: 986-990.

[37] –Siddiqui, M.H. and Al–Whaibi, M.H. (2014). Role of Nano–SiO2 in germination of tomato (Lycopersicum esculentum Mill.) seeds. Saudi Biol. Sci., 21: 13–17.