مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (1) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (1) 2015

أثر استخدام حمض الساليسيليك كمادة محفزة للمقاومة الجهازية المقحمة في نمو وإنتاجية نباتات الخيار ضمن ظروف الزراعة المحمية

الدكتور بديع سمرة *
الدكتور عماد اسماعيل
مها حويجي***

(تاريخ الإيداع 9 / 9 / 2014. قبل للنشر في 27 / 1 / 2015)

□ ملخّص □

أجريت الدراسة خلال الفترة 2012– 2013 في قرية عين البيضا التابعة لمنطقة اللاذقية في نفق بلاستيكي أبعاده (25 x 4 م) على نباتات الخيار لتحديد أثر المعاملة بحمض الساليسيليك في تحفيز مقاومة النبات المفعلة (المقحمة) SAR للأمراض وانعكاس تحريض المقاومة الجهازية المكتسبة على نمو نباتات الخيار والنسبة الجنسية للأزهار إضافة إلى إنتاجية النبات. استخدم حمض الساليسيليك في الدراسة بتركيزين (0.5 و 1 ميلليمول) في ثلاث معاملات مختلفة وهي نقع البذور لمدة 12 ساعة وري البادرات والنباتات الفتية بالتركيزين المدروسين. أجريت العدوى الصناعية بفيرس موزاييك القرعيات (CMV) لعدد من النباتات في المعاملات المدروسة.

أظهرت النتائج التأثير الإيجابي للمعاملة بحمض الساليسيليك حيث تلاشت الإصابة بـ (CMV) وأعطت النباتات التي تمت معاملة بادراتها بالتركيز (1 ميلليمول) أفضل نمو خضري وأعلى إنتاجية (30 ثمرة/نبات) وكانت الفروق معنوية مقارنة مع نباتات الشاهد التي بلغت فها نسبة الإصابة بـ (CMV) (% 20.83).

وكان لطريقة وموعد المعاملة بحمض الساليسيليك أثراً متفاوتاً على النباتات المعاملة حيث تفوقت معاملة ري البادرات بحمض الساليسيليك على معاملتي نقع البذور و سقاية النباتات الفتية من حيث الإنتاجية و المقاومة.

الكلمات المفتاحية: نباتات الخيار، المقاومة الجهازية SAR، حمض الساليسيليك ، CMV.

* أستاذ – قسم البساتين – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية–.
** أستاذ – قسم وقاية النبات – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
*** قائمة بالأعمال – قسم البساتين – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (1) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (1) 2015

Effect of salicylic acid as a Systemic Aquaird Resistance on groth, and productivity of cucumber plant in plastic - greenhouse

Dr. Badeh Samra[*]
Dr. Imad Ismail[**]
Maha Huije[***]

(Received 9 / 9 / 2014. Accepted 27 / 1 /2015)

□ ABSTRACT □

The study was conducted during growing seasons in Ain Elbeida village-Latakia in 2012-2013 in plastice tunnel (25 x4 m) to determine the effect of salicylic acid as a systemic aquaird resistance (SAR on *Cucumber mosaic virus* (CMV) and the reflection of SAR on growth, ratio of flowers type and productivity of cucumber plants. The salicylic acid was used in two concentrations (0.5 – 1 mM) in three different treatments namely soaked seeds before planting for 12 hours and irrigation of small and young plants with the above-mentioned concentrations. Plants were mechanically inoculated with CMV.

The results indicated the positive effect of salicylic acid on cucumber plants, where plants infected with CMV gave better vegetative growth and higher productivity (30 Fruets). Differences were significant compared with contro treatment where infection with CMV had reached (20.83 %).

The method and time of salicylic acid treatment showed different effects on treated plants. The treatment of irrigated seedling with salicylic acid showed better results compared with soaked seeds and irregated plants.

Key words: : Cucumber plants, Systemic Aquaird Resistance SAR, Salicylic Acid, CMV

[*]**Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Professor ,Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***]**Eng, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

تصاب نباتات الخيار عادة بشدة بالأمراض الفيروسية والفطرية وتؤدي تلك الإصابات المرضية إلى انخفاض حاد في نمو النبات وفي انتاجيته ونوعية المنتج لدرجة قد تصبح معها القيمة التسويقية للمحصول عديمة الجدوى. يتم استخدام المبيدات الكيميائية لمكافحة الحشرات الناقلة للأمراض الفيروسية وخاصة منها حشرة المن الناقلة لفيرس CMV لحماية الخيار من تلك الأمراض يتطلب ذلك تكرار عمليات الرش كل عدة أيام وهذا يزيد من الأخطار الناتجة عن استهلاك الثمار الناتجة. وتلافيا للخطر الكبير الذي تمثله كثرة استخدام المبيدات الكيميائية اتجه بعض العلماء إلى تحفيز المقاومة الذاتية للنبات من خلال معاملته بمواد تحفز المقاومة الذاتية أو تؤدي إلى إقحامها في النبات وأطلق على هذه العملية اسم SAR (المقاومة الجهازية المقحمة أو المفعلة) ولا زالت الأبحاث في هذا المجال مستمرة و بوتيرة عالية (Endo *et al*, 2013, Breitenbach *et al*, 2014).

خلال الـ 30 سنة الماضية تم اثبات وجود SAR لدى العديد من الأنواع النباتية وتم توسيع طيف المقاومة ليشمل العديد من الفطور المسببة للأمراض الهامة زراعيا وليس فقط مقاومة الفيروسات والبكتيريا المعروف سابقا(kuc,1982). وتطور أيضاً بالتوازي فهم الأحداث البيوكيميائية التي تقود لتأسيس نظام المقاومة الجهازية المحرضة SAR حيث برهن (white,1979) أن حمض الساليسيليك SA وبعض مشتقات حمض البنزويك BA يستطيعان تحفيز كلا من المقاومة وتراكم البروتين PR.

يمكن تقسيم SAR نظريا إلى مرحلتين وهما البداية والإستدامة والبداية مرحلة انتقالية تشمل جميع الأحداث التي تقود إلى تأسيس المقاومة، وأما فترة الإستدامة فهي تبين حالة ثبات المقاومة التي نتجت من البداية نسبياً (Ward *et al*, 1991).

على الرغم من أن تعبير جينات SAR عن نفسها هو أكثر وضوحا لدى نبات التبغ ،إلا أن هناك أنواع أخرى تم اختبارها حيث ثبت بأنه يحدث فيها تحفيز جهازي للجينات كاستجابة لهجمة العامل الممرض، ففي بعض الحالات مثل نبات الـ *Arabidopsis* وجد أن جينات SAR الموجودة فيه مماثلة لما هو الحال عند نبات التبغ (Uknes *et al*, 1992) بينما نجد في حالات أخرى مثل نبات الخيار يبدو أن جينات SAR تختلف عن جينات SARلدى التبغ (Metraux *et al*, 1991).

يعتبر حمض الساليسيليك SA المحور الأساس للمقاومة الجهازية المكتسبة كونه يتحكم بعدد من العمليات الفسيولوجية داخل النبات (Chandra *et al*, 2007) وهو عبارة عن حمض كربوكسيلي عطري صيغته الكيميائية C2H4(OH)(COOH) يتواجد طبيعياً في الخضروات والفاكهة وقد استخلص لأول مرة طبيعياً من نبات الصفصاف، ويعتبر هرموناً نباتياً يلعب دوراً هاماً في نمو وتطور النبات (Hayat *et al*, 2010).

أشار(Larque-Saavedra and Martin-Mex, 2007) إلى أن رش نباتات الخيار والبندورة بتراكيز مخفضة من حمض الساليسيليك قد أدت إلى زيادة ملحوظة في كمية الإنتاج. وفي دراسة مماثلة قام بها Javaheri وأخرون (2012) أظهرت أيضاً أن رش نباتات البندورة بتراكيز مختلفة من حمض الساليسيليك قد أدت إلى زيادة الإنتاج وتحسين نوعيته مقارنة بالشاهد غير المعامل حيث زاد بالإجمال متوسط عدد الثمار على النبات وزاد محتوى الثمار من فيتامين C والليكوبين إضافة إلى زيادة سماكة الغلاف الثمري.

أدت معاملة نباتات القمح بحمض الساليسيليك سواء عن طريق نقع البذور أو رش النباتات بالحمض المذكور إلى زيادة في معدلات النمو والإنتاجية سواء أكان القمح مزروع في حقول طبيعية أو في حقول ذات تربة مالحة (Shakirova *et al*, 2007).

أشار (Khodary, 2004) إلى أن حمض الساليسيليك يعتبر هرموناً نباتياً ذو طبيعة فينولية حيث أدت معاملة نباتات الذرة بهذا الحمض إلى زيادة حجم المسطح الورقي والمادة الجافة الكلية في ثمار الذرة.

ظهر الأثر الإيجابي لـ SA على نباتات الزينة أيضاًحيث أدى رش نبات *Sinningia speciosa* بتراكيز مختلفة من حمض الساليسيليك إلى دخول النبات باكراً في مرحلة الإزهار إضافة إلى زيادة متوسط عدد الأزهار على النبات (Martin-Max *et al*, 2005).

أهمية البحث و أهدافه:

يعتبر التأثير في التحفيز الذاتي أو الداخلي لنبات الخيار بمعاملتها بحمض الساليسيليك أحد الأهداف لتحسين مقاومة النباتات للآفات وبالتالي الاتجاه إلى الإنتاج النظيف وذلك من خلال تقليل استخدام المواد الكيميائية على النبات بالاستفادة من المقاومة الجهازية المكتسبة في مكافحة الآفات و دراسة تأثير استخدام تقنية SAR على تطور وانتاجية نبات الخيار لذا كان الهدف من البحث:

-تحديد التركيز الأمثل من حمض الساليسيليك كأحد المواد المحفزة للمقاومة المكتسبة SAR، والمعاملة الأفضل في الحد من الإصابة بالأمراض المختلفة وبشكل خاص الأمراض الفيروسية.

-تحديد أثر حمض الساليسيليك في نمو وإنتاجية نبات الخيار.

طرائق البحث ومواده:

تم تنفيذ البحث في قرية عين البيضا التابعة لمنطقة اللاذقية (23 كيلو متر شمالاً) في نفق بلاستيكي بأبعاد (25 x 4 م) في فصل الربيع (منتصف شهر نيسان) لموسمين زراعيين متتالين (2012 – 2013)، استخدم في الدراسة هجين الخيار دروك (هجين F1، تركي المنشأ، إنتاج 2011، نسبة نقاوة بذوره 99%، ونسبة الإنبات 85% كحد أدنى، ثماره خضراء لامعة مستقيمة وملساء الملمس، أما الأزهار المؤنثة فتتوضع بشكل مفرد في أباط الأوراق، باستثناء الأوراق السفلية حيث يلاحظ في إبط الورقة الواحدة عدة أزهار مذكرة ومؤنثة).

تم نقع نقع البذور وري البادرات والنباتات بتركيزين (0.5 و 1) ميلليمول من حمض الساليسيك حيث زرعت بذار الهجين المدروس بعد نقع البذار الخاص بالمعاملة الأولى بالتركيزين المختبرين من حمض الساليسيليك لمدة 12 ساعة في فصل الربيع (منتصف شهر نيسان) ضمن أكواب تحوي التورب ونقلت إلى بيت بلاستيكي بعد 10 أيام من تاريخ الزراعة (بداية ظهور الورقة الحقيقية الأولى)، في هذه المرحلة تم سقاية البادرات الخاصة بالمعاملة الثانية بحمض الساليسيليك تركيز (0.5 -1 ميلليمول)، كما تم في مرحلة لاحقة (عند ظهور الورقة الحقيقية الثالثة إلى الرابعة) سقايات نباتات المعاملة الثالثة بالتركيزين المختبرين.

جدول (1) يوضح المعاملات الموجودة في قطاع واحد مع التركيز المستخدم و طريقة المعاملة

عدد المعاملات	رمز المعاملة	المرحلة التي تمت فيها المعاملة	التركيز ميليمول	طريقة المعاملة
1	A1	بذور	0.5	نقع البذور لمدة 12 ساعة قبل زراعتها
2	A2	بذور	1	نقع البذور لمدة 12 ساعة قبل زراعتها
3	B1	بادرات	0.5	سقاية البادرات عند ظهور الورقة الحقيقية الأولى
4	B2	بادرات	1	سقاية البادرات عند ظهور الورقة الحقيقية الأولى
5	C1	نباتات فتية	0.5	سقاية النباتات الفتية (عند ظهور الورقة الحقيقية الثالثة إلى الرابعة)
6	C2	نباتات فتية	1	سقاية النباتات الفتية(عند ظهور الورقة الحقيقية الثالثة إلى الرابعة)
7	T	شاهد	–	غير معامل

تم تصميم التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة حيث وزعت المعاملات على ثلاث قطاعات، ضم كل قطاع المعاملات الثلاث المدروسة إضافة إلى معاملة الشاهد بحيث كان عدد مكررات المعاملة الواحدة في القطاع الواحد 8 مكررات وبالتالي يكون عدد النباتات الموجودة ضمن قطاع واحد للمعاملات الأربعة 8 x 4 =32 نبات وعدد مكررات المعاملة الواحدة في القطاعات الثلاثة 3 x 8= 24 مكرر، أما إجمالي النباتات في كامل التجربة 32 x 4=128 نبات، زرعت النباتات في القطاع الواحد ضمن أربعة خطوط، طول الخط ثلاث أمتار والبعد بين الخط والأخر (1 م) والمسافة بين النبات والأخر ضمن الخط (40 سم) بكثافة نباتية بلغت2.5 نبات/م٢ .

العدوى الصناعية بفيرس موزاييك القرعيات (Cucumber Mosaic Virus):

لتحديد فعالية حمض الساليسيليك في الحد من الإصابة بالأمراض المختلفة و بشكل أساسي الأمراض الفيروسية تم إجراء عدوى صناعية لعدد من النباتات المدروسة (معاملات و شاهد) بفيرس موزاييك القرعيات(CMV) كمايلي:

1-جمع أوراق التبغ التي تبدي أعراض إصابة واضحة بفيرس (CMV).

2- وزن (5 غرام) من الأوراق المصابة وهرسها بشكل جيد في جفنة من البورسلان.

3-إضافة حوالي (10 مللتر) من الماء المقطر للعينة المهروسة و مزجها بشكل جيد.

4-إجراء العدوى الصناعية للنباتات المدروسة بعد ظهور الورقة الحقيقية الثالثة عن طريق تنظيف السطح العلوي للأوراق الحديثة النمو بقطعة شاش معقمة بالكحول و من ثم تبليل الشاش بالمحلول الحاوي على مستخلص النباتات المصابة بالفيرس و مسح السطح العلوي لأوراق النباتات المدروسة برفق و باتجاه واحد للحفاظ على الأنسجة النباتية من التلف.

5-تم إجراء العدوى الصناعية في كل قطاع تجريبي بمعدل مكررين لكل معاملة و بالتالي يكون عدد المكررات التي تمّ عدوها صناعياً بالفيرس من كل معاملة: 2 x 3= 6 و العدد الإجمالي في الدراسة 6 x 7= 42 نبات.

القراءات التي تم أخذها:

أخذت القراءات المتعلقة بنمو وتطور النبات وإنتاجيته كل خمسة أيام لمدة 60 يوماً اعتباراً من تاريخ الزراعة ضمن البيت البلاستيكي (بداية أيار): طول النبات/سم، عدد الأوراق(ورقة/نبات)، مساحة الورقة /سم2 تم حسابها

بالطريقة الوزنية (Dvornic, 1965) حيث أخذت 5 أقراص معلومة المساحة من أوراق مكتملة النمو وموزعة على أجزاء مختلفة من النبات (بعد وزن الورقة) ثم وزنت الأقراص وحسبت مساحة الورقة من المعادلة التالية:

مساحة الورقة(سم^2) = (مساحة القرص x وزنه)/ وزن الورقة.

كما تم حساب عدد الأزهار المذكرة والمؤنثة، عدد الأزهار الكلي، نسبة الأزهار المذكرة/المؤنثة، نسبة العقد، عدد الثمار (ثمرة/نبات)، وزن الثمرة/غرام، انتاجية النبات/غرام و إنتاجية وحدة المساحة/كغ، وكذلك القراءات المتعلقة بظهور الإصابات الفيروسية على النباتات في المعاملات المختلفة و تطور هذه الإصابة مع تقدم النبات بالعمر.

تحليل النتائج:

حللت النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (GenStat version 7) باعتماد طريقة تحليل التباين ANOVA ومقارنة الفروقات بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

النتائج :

أولاً– أثر المعاملة بـ SA في النمو الخضري:

أظهرت النتائج أن المعاملة بـ SA قد أثرت بنسب متفاوتة في معدل النمو الخضري (متوسط ارتفاع النبات – متوسط عدد الأوراق – مساحة المسطح الورقي) للمعاملات المدروسة (جدول 2).

جدول (2) أثر المعاملة بـ SA في بعض صفات المجموع الخضري

المعاملة	متوسط ارتفاع النبات (سم)	متوسط عدد الأوراق (ورقة/نبات)	مساحة المسطح الورقي نبات/م٢
A1	267.4	48.1	1.86
A2	291.4	49.7	2.22
B1	311.8	50.6	2.44
B2	314.8	52.8	2.51
C1	280.0	48.4	1.98
C2	289.4	49.0	2.09
T	272.6	45.6	1.66
LSD 5%	19.63	2.76	0.21

أ– ارتفاع النبات(سم):

كما هو ملاحظ في الجدول (2) فقد أثرت المعاملة بحمض الساليسيليك على ارتفاع النبات في معاملات التجربة فقد أعطت معاملة البادرات بالتركيزين المستخدمين (0.5 و 1 ميلليمول) أفضل النتائج في هذا المجال حيث تراوح ارتفاع النبات بين 312– 315 سمتقريباً و أعطى التركيز (1 ميلليمول) نتائج أفضل من التركيز (0.5 ميلليمول) في جميع المعاملات حيث كان ارتفاع النبات أكبر ما يمكن في المعاملة التي تم فيها ري البادرات بالتركيز

(1 ميلليمول) حمض ساليسيك (B2)، بينما كان ارتفاع النباتات أقل ما يمكن في المعاملة التي تم فيها نقع البذور بحمض الساليسيليك (0.5 ميلليمول) لمدة 12 ساعة قبل زراعتها (A1) تليها معاملة الشاهد (T).

وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملات البادرات (B1 وB2) التي تم ريها بحمض الساليسيليك بالنسبة للتركيزين المختبرين على جميع المعاملات الأخرى إضافة للشاهد بفروق معنوية عالية وذلك عند قيمة LSD (19.63= 5%) أما ضمن هاتين المعاملتين فلم تكن الفروق معنوية. أيضاً تفوقت النباتات الناتجة عن بذور معاملة بحمض الساليسيليك تركيز 1 ميلليمول (A2) على المعاملات المتبقية مع الشاهد (T, C2, C1, A1) و الفروق كانت معنوية فقط مع المعاملة A1 (بذور معاملة بحمض الساليسيليك تركيز 0.5 ميلليمول). و تفوقت المعاملتين (C2, C1) على التوالي على معاملة الشاهد و البذور المعاملة بحمض الساليسيليك تركيز 0.5 ميلليمول (A1) حيث كانت الفروق معنوية بين المعاملة (C2) و المعاملتين الأخريين (A1 و T).

ب- عدد الأوراق في النبات (ورقة/نبات):

أيضاً كان للمعاملة بحمض الساليسيليك أثر على عدد الأوراق في النبات (الجدول 2) حيث كانت النتائج متوافقة مع نتائج ارتفاع النبات فكان متوسط عدد الأوراق في النباتات التي تمت معاملتها بمرحلة البادرة بحمض الساليسيليك للتركيزين المستخدمين (0.5 و 1 ميلليمول) الأعلى بين جميع المعاملات المدروسة (52.75 ورقة)، و أيضاً كان متوسط عدد الأوراق في النباتات المعاملة بالتركيز (1 ميلليمول) أعلى قياساً بالنباتات المعاملة بالتركيز (0.5 ميلليمول) بالنسبة لجميع المعاملات مع ملاحظة أن عدد الأوراق في نباتات الشاهد (T) كان الأقل مقارنة بالمعاملات المدروسة (45.62 ورقة).

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي أيضاً تفوق معاملة البادرات التي تم ريها بحمض الساليسيليك بالنسبة للتركيزين المختبرين (B1 و B2) على جميع المعاملات الأخرى إضافة للشاهد، حيث تفوقت المعاملة (B2) بفروق معنوية عالية وذلك عند قيمة (LSD 5% =2.759) على جميع المعاملات الأخرى وتفوقت المعاملات (B1 وC1 و C2) بمعنوية عالية فقط على نباتات الشاهد (T).

ج- مساحة المسطح الورقي (سم٢):

أظهرت النتائج اختلاف واضح في مساحة المسطح الورقي بين المعاملات المدروسة (الجدول 2)، حيث كانت المساحة في جميع المعاملات أكبر من مساحة المسطح الورقي لنباتات الشاهد، وبلغت مساحة المسطح الورقي للمعاملة (B2) أعلى قيمة ($2.51\ m^2$) وللشاهد (T) أدنى قيمة ($1.66\ m^2$).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عند قيمة (LSD 5%= 0.24) تفوق المعاملتين (B1, B2) على جميع المعاملات الأخرى إضافة للشاهد بفروق معنوية عالية، ولم تكن الفروق معنوية بين هاتين المعاملتين. كما تفوقت المعاملة (A2) بفروق غير معنوية على المعاملات (A1 وC1 و T) وتفوقت المعاملة (C1) على المعاملة (A1) ومعاملة الشاهد، في حين لم تكن هناك أي فروق معنوية بين المعاملتين الأخيرتين.

ثانياً- أثر المعاملة بـ SA في الإزهار:

يظهر الجدول (3) أهم النتائج التي تم التوصل إليها فيما يتعلق بالأزهار من حيث عددها ونسبة الأزهار المذكرة/الأزهار المؤنثة إضافة إلى حساب نسبة الأزهار المؤنثة/الأزهار الكلية.

جدول (3) أثر المعاملة بـ SA في الإزهار

المعاملة	عدد الأزهار			نسبة الأزهار المذكرة/المؤنثة	نسبة الأزهار المؤنثة/الكلية
	مذكرة	مؤنثة	كلي		
A1	17	24	41	1:1.4	58.53
A2	16	28	44	1:1.7	63.63
B1	16	26	42	1:1.6	61.9
B2	15	30	45	1:2	66.66
C1	17	25	42	1:1.5	59.52
C2	19	24	43	1:1.3	56.81
T	16	20	36	1:1.2	55.55
LSD 5%	1.84	3.18	2.86	-	2.98

أ- عدد الأزهار الكلي على النبات:

لوحظ زيادة نسبية في عدد الأزهار الكلي (مذكرة ومؤنثة) لجميع المعاملات التي استخدمنا فيها التركيز (1 ميلليمول) من حمض الساليسيليك مقارنة بمعاملات التركيز (0.5 ميلليمول) مع الإشارة إلى أن عدد الأزهار في جميع المعاملات المدروسة كانت متقاربة فيما بينها وأعلى من عدد الأزهار في معاملة الشاهد (الجدول 3).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق جميع المعاملات التي استخدمنا فيها التركيز (1 ميلليمول) على التوالي (B2 و A2 و C2) عند قيمة (LSD 5% =2.86) على باقي المعاملات حيث تفوقت المعاملة (B2) على المعاملتين (A2 و C2) اللتين بدورهما تفوقتا بفروق معنوية على المعاملتين (B1 و C1) و بفروق معنوية عالية على المعاملة (A1) و الشاهد.

كما تفوقت المعاملتين (B1 و C1) على المعاملة (A1) وبدورها تفوقت هذه المعاملات الثلاثة على الشاهد (T).

ب- النسبة الجنسية للأزهار (نسبة الأزهار المذكرة/الأزهار المؤنثة):

أظهرت النتائج (الجدول 3) تبايناً في تأثير حمض الساليسيليك على النسبة الجنسية للأزهار في المعاملات المدروسة مقارنة بالشاهد حيث كانت النسبة الجنسية أكبر في جميع المعاملات مقارنة مع الشاهد فوصلت النسبة إلى أعلى قيمة في المعاملة (B2) حيث بلغت فيها هذه النسبة (1:2) تلتها المعاملة (A2)، فيما كانت هذه النسبة أدنى ما يمكن في معاملة الشاهد (1:1.2) والمعاملة A1 (1:1.4).

ج - نسبة الأزهار المؤنثة/الكلية:

اظهرت النتائج (الجدول 3) وصول نسبة الأزهار المؤنثة إلى أعلى قيمة في المعاملة B2 تلتها المعاملة A2 (التركيز 1 ميلليمول)، تلتها المعاملة C1 (التركيز 0.5 ميلليمول)، مع ملاحظة أن هذه النسبة كانت في جميع المعاملات أعلى من معاملة الشاهد.

إحصائياً أظهرت النتائج عند قيمة (LSD 5% =2.98) تفوق المعاملة (B2) بمعنوية عالية على جميع المعاملات الأخرى، تلتها المعاملة (A2) التي تفوقت على باقي المعاملات بمعنوية عالية باستثناء المعاملة (B1)، بينما لم تسجل أي فروق معنوية بين المعاملة (C2) والشاهد.

ثالثاً- أثر المعاملة بـ SA في الإنتاجية:

يوضح الجدول (4) أهم النتائج المتعلقة بالإنتاجية والمتمثلة بنسبة العقد ومتوسط عدد الثمار على النبات ومتوسط وزنها إضافة إلى حساب متوسط إنتاج النبات بالغرام ومتوسط إنتاجية وحدة المساحة بالكيلوغرام بالنسبة لكل معاملة.

جدول (4) أثر المعاملة بـ SA في الإنتاجية

المعاملة	نسبة العقد %	متوسط عدد الثمار ثمرة/نبات	متوسط وزن الثمرة/غرام	متوسط انتاج النبات/غرام	متوسط انتاجية وحدة المساحة(كغ/م²)
A1	91.67	22	108.25	2408	6.02
A2	100	28	111.55	3172	7.93
B1	100	26	122.42	2985	7.46
B2	100	30	131.78	3463	8.66
C1	100	25	115.23	2744	6.86
C2	95.83	23	107.64	2569	6.42
T	95	19	107.69	2099	5.25
LSD 5%	-	1.5	15.38	735.12	0.61

أ- نسبة العقد :

وصلت نسبة العقد إلى 100% في كل من المعاملات (C1, B2, B1, A2) حيث لم يسجل تساقط أي زهرة مؤنثة في المعاملات المذكورة، وكانت النسبة أدنى ما يمكن في المعاملة (A1) حيث بلغت هذه النسبة (91.67) بينما جاءت نسبة العقد في المعاملة (C2) و معاملة الشاهد بين القيمتين السابقتين (95.83 و 95) على التوالي.

ب- متوسط عدد الثمار على النبات:

أثرت المعاملة بحمض الساليسيليك بشكل إيجابي في زيادة عدد الثمار على النبات في جميع المعاملات مقارنة بالشاهد(T)، حيث أظهرت النتائج أن متوسط عدد الثمار على النبات كان الأعلى (30 و28) في النباتات التي تمت معاملتها بمرحلة البادرة و البذرة بالتركيز(1 ميلليمول) (A2, B2) على التوالي (الجدول 4) تلتها المعاملة (B1) ثم (C2, C1) على التوالي.

إحصائياً تفوقت البادرات المعاملة بحمض الساليسيليك تركيز 1 ميلليمول (B2) بمعنوية عالية عند قيمة (LSD 5% =1.5) على جميع المعاملات الأخرى تلتها البذور المعاملة بنفس التركيز(A2). وتفوقت النباتات والبادرات المعاملة بحمض الساليسيليك تركيز 0.5 ميلليمول (C1 و B1) بمعنوية عالية على المعاملات (C2 و A1 و T) على التوالي.

ت- متوسط وزن الثمرة (غرام):

لم تظهر اختلافات كبيرة في متوسط وزن الثمرة بين المعاملات المدروسة باستثناء المعاملتين (B2 و B1) حيث بلغ معدل وزن الثمار أعلى قيمة في هاتين المعاملتين (131.78 g، 122.42 g) على التوالي، في حين كان متوسط وزن الثمرة متقارب جداً بين المعاملتين (A2 و C2) والشاهد (T).

إحصائياً عند قيمة (LSD 5% =15.38) تفوقت المعاملة (B2) بفروق معنوية عالية على جميع المعاملات الأخرى عدى (B1)، في حين لم تلاحظ أي فروق معنوية في باقي المعاملات إضافة لمعاملة الشاهد.

ج- انتاج النبات (غرام/نبات):

أظهرت النتائج وجود تباين واضح في متوسط إنتاج النبات حيث بلغ أعلى معدل للإنتاج في نباتات المعاملة B2 (3463 g) تلتها المعاملة A2 (3172 g) ثم إنتاج المعاملة B1 (2985 g) يليها إنتاج المعاملة C1 (2744 g) وكانت الإنتاجية أدنى ما يمكن في معاملة الشاهد (2099 g).

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عند قيمة (LSD 5% =735.12) تفوق المعاملة (B2) بفروق معنوية عالية على المعاملات (A1, C2, T)، في حين لم تلاحظ أي فروق معنوية بين المعاملة (B2) وباقي المعاملات. ومن الجدير ملاحظته تفوق المعاملات (B2, B1, A2) بفروق معنوية عالية على معاملة الشاهد (T)، كما تفوقت المعاملات الأخرى(C2, C1, A1) على الشاهد ولكن بدون وجود فروق معنوية.

ح- إنتاجية وحدة المساحة (كغ/م٢):

تفاوتت إنتاجية وحدة المساحة بشكل واضح بين المعاملات المدروسة (الجدول 4) حيث بلغت أعلى قيمة في نباتات المعاملة B2 (8.66 K.g) تلتها المعاملة A2 (7.93 K.g) ثم المعاملات B1 و C1 و C2 و A1 على التوالي، بينما بلغت إنتاجية وحدة المساحة أدنى قيمة في معاملة الشاهد (5.25 K.g).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عند قيمة (LSD 5% =0.61) تفوق المعاملة (B2) بفروق معنوية عالية على جميع المعاملات الأخرى، تلتها المعاملتين (A2 و B1) اللتين تفوقت بدورهما على باقي المعاملات في حين لم تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بينهما، وتفوقت المعاملتين (C2 و A1) على معاملة الشاهد فقط.

رابعاً- الإصابة بفيرس موزاييك القرعيات:

أثرت المعاملة بحمض الساليسيليك بشكل واضح في نسبة الإصابة بفيرس (CMV) حيث أظهرت النتائج (الجدول 5 والشكل 9) أن نسبة الإصابة بالفيرس كانت الأعلى (20.83 %) في معاملة الشاهد (T) تلتها المعاملة (A1) بمتوسط نسبة إصابة وصلت إلى (16.66 %) ثم كانت الإصابة متوسطة في نباتات المعاملتين (C2, C1) ومنخفضة في المعاملتين (B1, A2) بينما لم تسجل أي إصابة في نباتات المعاملة (B2).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة الشاهد (T) عند قيمة (LSD 5% =3.854) بفروق معنوية عالية على جميع المعاملات المدروسة، كما تفوقت المعاملة (A1) بفروق معنوية على باقي المعاملات.

تساوت المعاملتين (C1 و C2) من حيث تفوقهما بمعنوية عالية على المعاملات (A2 و B1 و B2)، بدورها تفوقت المعاملتين (A2 و B1) على المعاملة (B2) التي لم تبدي نباتاتها أي أعراض إصابة بالأمراض الفيروسية.

جدول (5) متوسط نسبة الإصابة بفيرس موزاييك القرعيات في المعاملات المدروسة

المعاملة	A1	A2	B1	B2	C1	C2	T
نسبة الإصابة بـ CMV %	16.66	4.16	4.16	0	12.5	12.5	20.83
LSD 5%	3.852						

المناقشة:

أكدت نتائج دراستنا الحالية تفوق جميع المعاملات على الشاهد من حيث معدل النمو الخضري و الزيادة في إنتاج النبات إضافة إلى انتاجية وجدة المساحة وهذا يعود للدور الهام الذي يلعبه حمض الساليسيليك في تسريع العمليات الحيوية ضمن النبات حيث يؤدي بشكل أساسي إلى زيادة في مستويات عملية التمثيل الضوئي وهذا ينعكس إيجاباً على معدل النمو وكمية الإنتاج (Javaheri, 2012)، كما أشار (Shakirova *et al*, 2007) إلى أن الأثر الإيجابي لحمض الساليسيليك على النمو والإنتاجية يمكن أن يعزى إلى التأثير المباشر لحمض الساليسيليك على باقي الهرمونات النباتية حيث أثر حمض الساليسيليك في معدلات الأوكسين والسيتوكينين والأندول بيوتريك أسيد في نبات القمح وأدى إلى زيادة معدلات النمو والإنتاج في النبات المذكور سواء أكان مزروع في حقول طبيعية أو في حقول ذات تربة مالحة، كما أدى رش نباتات البندورة والخيار بتراكيز مخفضة من SA إلى زيادة معنوية في كمية الإنتاج مقارنة بالنباتات غير المعاملة (Larque-Saavedra and Martin-Mex, 2007).

وقد تعود الزيادة في كمية الإنتاج أيضاً للدور الإيجابي لحمض الساليسيليك في تحديد النسبة الجنسية للأزهار حيث يحفز تشكّل الأزهار المؤنثة بنسب أعلى من الأزهار المذكرة وهذا ما أشارت إليه أبحاث سابقة مثل (Pancheva *et al*., 1996)، إضافة إلى دور حمض الساليسيليك في زيادة معدلات الإزهار من خلال زيادة عدد البراعم الزهرية مقارنة بالخضرية كما ثبت في دراسة (Kumar *et al*, 1999) على نبات الصويا، ودراسة (Khodary, 2004) على نبات فول الصويا حيث أدى رش النباتات بمحلول حمض الساليسيليك إلى زيادة معدل النمو الخضري ومعدل الإزهار بنسب ملحوظة.

أما فيما يتعلق بالتراكيز المستخدمة و المراحل التي تمت فيها معاملة النباتات قبل الزراعة (بذار) أو بعد الإنبات (بادرات، نباتات فتية) فقد تفوقت بالإجمال المعاملة التي تمت فيها سقاية البادرات بالتركيز 1 ميلليمول (B2) مقارنة بباقي المعاملات وقد يعزى السبب إلى توفر حمض SA ضمن منطقة محددة قريباً من جذور النبات وبالتالي إمكانية امتصاصه من قبل النبات بشكل أكبر، وهذا يتفق أيضاً مع الكثير من الدراسات التي أشارت إلى وجود اختلافات واضحة في تأثير حمض الساليسيليك عند إضافته بطرائق و تراكيز و مواعيد مختلفة في تحريض SAR لدى نباتات البطيخ الأصفر (الدخيل، 2009) إضافة لدراسات أخرى مماثلة (Dean *et al*., 2003, Vlot *et al*., 2009) .

من حيث الإصابة بالأمراض الفيروسية وبشكل خاص CMV فقد توافقت نتائج هذا البحث مع كثير من الدراسات من حيث انخفاض معدل الإصابة بالأمراض المختلفة في النباتات المعاملة بحمض الساليسيليك مقارنة بالنباتات غير المعاملة وهذا يعود إلى الدور الذي يلعبه حمض الساليسيليك في تحريض مورثات المقاومة الجهازية المكتسبة وبالتالي المقاومة للكثير من الأمراض الفطرية والفيروسية التي تصيب نباتات الخضار (Si-Ammour *et al*., 2003, Mayers *et al*., 2005)، (عتيق، 2013) وتجدر الإشارة هنا إلى عدم ظهور

أثر حمض الساليسيليك في تخفيض نسبة الإصابة بالأمراض الفيروسية في النباتات الناتجة عن البذار المنقوعة بالحمض المذكور قبل الزراعة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

-أعطت المعاملة التي استخدم فيها التركيز (1 ميلليمول) من حمض الساليسيليك (المعاملة B2 و المعاملة A2) إنتاجية أعلى و مقاومة أكبر من معاملات التركيز (0.5 ميلليمول).

-معاملة النباتات وهي بطور البادرة أعطت أفضل النتائج من حيث معدل النمو الخضري والإنتاجية والمقاومة مقارنة بالمعاملات الأخرى (بذور و نباتات فتية).

التوصيات:

-التوسع بدراسة أثر حمض الساليسيليك في نمو وإنتاج محاصيل أخرى وبتراكيز مختلفة للوصول إلى التركيز الأمثل لكل محصول مع إدخال طرق معاملة أخرى عن طريق رش النباتات بمحاليل تحوي تراكيز معروفة من حمض الساليسيليك.

المراجع:

المراجع العربية:

1-الدخيل، حسين. *اختبار حساسية عدة أصناف من البطيخ الأحمر لمرض تبقع الأوراق الألترناري المتسبب عن الفطر Alternaria cucumerina و دور بعض المواد الكيميائية في تحريض المقاومة الجهازية المكتسبة تجاه المرض*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (25)، العدد (2)، 2009، الصفحات: 159-175.

2-عتيق، عمر. *دور المقاومة الجهازية المكتسبة في نبات البندورة إزاء الأمراض المتسببة عن الجنس Alternaria* . رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حلب، 2009، 95 صفحة.

3-عتيق، عمر الأحمد، أحمد. أبو شعر، محمد. يبرق، محمد. خطيب، مصطفى. *تحريض المقاومة الجهازية المكتسبة في نبات البندورة / الطماطم إزاء الأمراض التي تحدثها بعض الأنواع من الفطر Alternaria* . مجلة وقاية النبات العربية، مجلد31، عدد 2، 2013، الصفحات: 168 – 176.

المراجع الأجنبية:

1- BREITENBACH, H.; WENIG, M.; WITTEK, F.; JORDA, L.; ALCONADA, M.A.; SARIOGLU, H.; COLBY, T.; KNAPPE, C.; BICHLMEIER, M.; PABST, E.; MACKEY, D.; PARKER, E.J,; VLOT, C.A. *Contrasting Roles of the Apoplastic Aspartyl Protease APOPLASTIC, ENHANCED DISEASE SUSCEPTIBILITY1-DEPENDENT1 and LEGUME LECTIN-LIKE PROTEIN1 in Arabidopsis Systemic Acquired Resistance*. Plant Physiology, June 2014, vol. 165 no. 2- 791-809

2- CHANDRA, A.; ANAND, A.; DUBEY, A. *Effect of salicylic acid on morphological and biochemical attributes in cowpea*. Journal of Environmental Biology, 2007, 28, 193-196.

3- DEAN, J.V.; SHAH, R.P. and MOHAMMED, L.A. *Forma-tion and vacuolar localization of salicylic acid glucose con-jugates in soybean cell suspension cultures*. Physiol. Plant. 2003, 118, 328–336.

4- DVORNIC, V. *Lucravipactic de ampelographic E*. Dielacticta Spedagogica Bncuresete R. S. Romania. 1965.
5- JAVAHERI, M.; MASHAYEKHI, K.; DABKHAH, A.; TAVALLAEE, Z.F. *Effects of salicylic acid on yield and quality characters of tomato fruit (Lycopersicum esculentum Mill.)*. IJACS Jornal, 2012, 4-16, 1184-1187.
6- HAYAT, Q.; HAYAT, S.; IRFAN, M.; AHMAD, A. *Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review*. Environmental and Experimental Botany, 2010, 68, 14-25.
7- KHODARY, S.F.A. *Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in the salt stressed maize plants*. Int. J. Agric. Biol. 2004, 6: 5-8.
8- KUC, J. *Induced immunity to plant disease*. Bioscience 32, 1982, 854–860.
9- KUMAR, P.; DUBE, S.D.; CHAUHAN, V.S. *Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean* (*Glycine max L. Merrill*). Int. J. Plant Physiol,1999, 4, 327-330.
10- LARQUE-SAAVEDRA, A.; MARTIN-MEX, R. *Effect of salicylic acid on the bio productivity of plants*. In: Hayat, S., Ahmad, A. (Eds). Salicylic Acid. A Plant Hormone, 2007, Springer Publishers. Dordrecht. The Netherlands.
11- MARTIN-MEX, R.; VILLANUEVA-COUOB, E.; HERRERA-CAMPOS, T.; LARQUE-SAAVEDRA, A. Positive *effect of salicylates on the flowering of African violet*. Sci. Hort. 2005, 103: 499-502.
12- MAYERS C.N.; LEE K.C.; MOORE, C.A.; WONG, S.M.; CARR, J.P. *Salicylic acid-induced resistance to Cucumber mosaic virus in squash and Arabidopsis thaliana: contrasting mechanisms of induction and antiviral action*. Mol Plant Microbe Interact, 2005, 18(5), May, 428-34.
13- METRAUX, J.P.; AHL-GOY, P.; STAUB, T.; SPEICH, J.; STEINEMANN, A.; RYALS, J., WARD, E. *Induced resistance in cucumber in response to 2,6-dichloroisonicotinic acid and pathogens*. In Advances in Molecular Genetics of Plant–Microbe Interactions, Vol. 1, H. Hennecke and D.P.S. Verma, eds (Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers), 1991, pp. 432–439.
14- PANCHEVA, T.V; POPOVA, L.P; UZUNOVA, A.N. *Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants*. Journal of Plant Physiology, 1996, Volume 149, Issues 1–2, Pages 57–63
15- SHAKIROVA, F.M. *Role of hormonal system in the manisfestation of growth promoting and anti-stress action of salicylic acid*. In: Hayat, S., Ahmad, A. (Eds). Salicylic Acid. A Plant Hormone, 2007, Springer. Dordrecht. Netherlands.
16- SI-AMMOUR, A.; MAUCH-MANI, F. and F. Mauch. *Quantification of induced resistance against Phytophthora species expressing GFP as a vital marker: β-aminobutyric acid but not BTH protects potato and Arabidopsis from infection*. Molecular Plant Pathology, 2003, 4,237-248.
17- UKNES, S.; MAUCH-MANI, B.; MOYER, M.; POTTER, S.; WILLIAMS, S.; DINCHER, D.; SLUSARENKO, A.; WAED, E. and RYALS, J. *Acquired resistance inArabidopsis*. Plant Cell, 1992, 4, 645-656.
18- VLOT, A.C.; DEMPSEY, D.M.A.; KLESSING, D.F. *Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease*. Annual Review of Phytopathology 2009, 47,177–206.
19- WARD, E.R.; UKNES, S.J.; WILLIAMS, S.C.; DINCHER, S.S.; WIEDERHOLD, D.L.; ALEXANDER, D.C.; AHI-GOY, P.; METRAUX, J.P., RYALS, J.A. *Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance*. Plant Cell, 1991, 3, 1085–1094.
20- WHITE, R.F. *Acetylsalicylic acid (aspirin) induces resistance to tobacco mosaic virus in tobacco*. Virology, 1979, 99, 410–412.