# Effect of salicylic acid on growth, and productivity of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) cultivated under open field condation

**Maha Huije** [1]

**(Received 4 / 4 / 2019. Accepted 7 / 7 /2019 )**

## □ ABSTRACT □

The study was conducted during 2014-2015 growing seasons in Maschketa village-Latakia To investigate the effect of different application methods of Salicylic acid on growth and yield of cucumber plants (variety Apollo-Magic F1), four concentrations of Salicylic acid (0.5 – 1 – 1.5 – 2 mM) were applied in two different treatments, irrigation and spraying of young Cucumber plants with studied concentration. The experiment was split block design with three replications.

plants, and the positive effect was differ according to the treatment methods and the concentrations of Salicylic acid. However, the treatments of spray with salicylic acid showed better results compared with irrigated and non treated plants. Also, The the two concentrations (1 and 1.5 mM) respectively give significantly better results comparing with (0.5 and 2 mM) concentration in most studied characters.

The (Sp1) treatment gave the best results in terms of plant growth(263.94cm), number and percentage of female flowers (31.11), (73.09%) respectively, and significantly the average number of fruit on plant (30.02) as well as plant productivity (2.411kg).

**Key words**: : Cucumis sativus L, Salicylic Acid, Application methods, Growth, Production.

*** Work supervisor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria .**

# أثر المعاملة بحمض الساليسيك (Salicylic acid) في نمو وإنتاجية الخيار الحقلي *Cucumis sativus* L.

**م. مها عارف حويجي[2]**

**(تاريخ الإيداع 4 / 4 / 2019. قبل للنشر في 7 / 7 / 2019)**

## □ ملخّص □

أجري البحث خلال عامي 2014–2015 في قرية مشقيتا التابعة لمحافظة اللاذقية بهدف تحديد أثر المعاملة بحمض الساليسيك على نمو وإنتاجية نبات الخيار الحقلي. استخدم في التجربة أربع تراكيز من حمض الساليسيك (0.5 ، 1، 1.5، 2 ميلليمول) حيث تمت معاملة النباتات الفتية لصنف الخيار أبولو (Apollo Magic F1) إما بطريقة الري أو بالرش الورقي بالتراكيز السابقة.

أظهرت النتائج الأثر الإيجابي لحمض الساليسيك في نمو وإنتاج نبات الخيار وقد تباينت النتائج وفقاً للتركيز المستخدم ولطريقة المعاملة، بالإجمال أعطت معاملات الرش بحمض الساليسيك نتائج أفضل من معاملات السقاية والشاهد، أما فيما يتعلق بالتراكيز المختبرة فقد تفوقت معاملات التراكيز المتوسطة 1 و 1.5 ميلليمول على معاملات التركيز المنخفض 0.5 التركيز المرتفع 2 ميلليمول إضافة للشاهد في أغلب الصفات المدروسة. أعطت المعاملة Sp1 أفضل النتائج من حيث متوسط طول النبات (263.94سم)، وعدد الأزهار المؤنثة (31.11) ونسبتها المئوية (73.09%)، وبشكل ملحوظ متوسط عدد الثمار على النبات (30.02) وإنتاجية النبات (2.411 كغ).

**الكلمات المفتاحية:** الخيار *Cucumis sativus*، حمض الساليسيك ، النمو، الإنتاجية.

[2]- مشرفة على الأعمال – قسم البساتين – كلية الزراعة - جامعة تشرين – اللاذقية – سورية – بريد الكتروني mahaahueije@hotmail.com ، هاتف: 0999723498.

## مقدمة:

يعد نبات الخيار *Cucumis sativus* من أهم نباتات الخضار المستهلكة عالمياً، وبالرغم من كون موطنه الأصلي هو الهند والجزء الغربي من أسيا (Zeven and Zhukovsky, 1975) إلا أن زراعته قد لاقت رواجا وانتشارا عالمياً، إذ انتقلت من الهند إلى الصين واليونان (Robinson and Decker-Walters, 1997)، ثم قام الرومان القدماء بنقله إلى إيطاليا ومنها لباقي الدول الأوروبية (Sauer, 1993).

وفقاً لإحصائيات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) بلغ الإنتاج العالمي من الخيار في العام 2017 حوالي 76.5 مليون طن، بينما لم تنشر في سوريا خلال السنوات الماضية أي إحصائيات دقيقة عن المساحة المزروعة والإنتاج لهذا المحصول بالرغم من كونه يعد مع البندورة والبطاطا من أكثر محاصيل الخضار المستهلكة فيها.

تستهلك ثمار الخيار إما بشكل طازج أو مخللة، وتعتبر ثمار الخيار الطازجة من أهم الثمار التي تستخدم كمضادات أكسدة (Nema *et al.*,2011)، إضافة لقيمتها الغذائية العالية فبالرغم من ارتفاع نسبة الماء في الثمار لحوالي (96.4%) إلا أنها تحتوي نسب جيدة من البروتين (0.4%) والكربوهيدرات (2.8%) والعناصر المعدنية (0.3%) والدهون (0.1%) إضافة لإحتوائها على نسب متباينة من الكالسيوم والفوسفور و فيتامين B و C (Kapoor, 1990).

بالرغم من الانتشار الواسع لنبات الخيار إلا أنه يعتبر من المحاصيل الحساسة للأمراض الفيروسية والفطرية، والتي تسبب انخفاضاً حاداً في نمو النبات وبالتالي انتاجيته ونوعية المنتج مما ينعكس سلباً على قيمته التسويقية مما يضطر المزارع لاستخدام المبيدات الكيميائية للمعالجة أو للوقاية من هذه الأمراض ويتطلب ذلك تكرار عمليات الرش كل عدة أيام وهذا يزيد من الأخطار الناتجة عن استهلاك الثمار، تلافيا لهذا الخطر توجهت الأبحاث إلى تحفيز المقاومة الذاتية للنبات من خلال معاملته بمواد تحفز هذه المقاومة و تؤثر بشكل مباشر على النمو الخضري والإنتاج وأطلق على هذه العملية اسم المقاومة الجهازية المقحمة أو المفعلة Systemic Acquired Resistance (SAR) (Pancheva *et al.*, 1996; Breitenbach *et al.*, 2011; Asgher *et al.*, 2015)، ويعتبر حمض الساليسيك SA من أهم المركبات التي ثبت تأثيرها على تحفيز المقاومة المناعية وتراكم البروتين PR-proteins لدى بعض النباتات (white, 1979)، وهو حمض كربوكسيلي عطري يتواجد بصورة طبيعية في معظم نباتات الخضار والفاكهة، استخلص لأول مرة طبيعياً من نبات الصفصاف، صيغته الكيميائية $C_2H_4(OH)(COOH)$، ويعتبر من أهم الهرمونات النباتية لتأثيره بشكل مباشر في عمليات نمو وتطور النبات ( Hayat *et al.*, 2010; Khan *et al.*, 2015)، وبشكل ملحوظ في عملية الإزهار (Khan and Prithiviraj, 2003) إضافة لكونه يشكل المحور الأساس للمقاومة الجهازية المكتسبة نظراً لتحكمه ببعض العمليات الفسيولوجية داخل النبات (Chandra *et al.*, 2007)، وبالتالي في السنوات الأخيرة توجهت الكثير من الدراسات لمعاملة بعض النباتات بحمض الساليسيك وذلك لتحفيز النمو الخضري وزيادة الإنتاج (Abd EL_Mageed *et al.*, 2016) وبالأخص تلك التي تعاني من إجهادات مختلفة (Khan *et al.*, 2015; Miura and Tada, 2014) حيث تبين أن حمض الساليسيك يؤثر بشكل مباشر في مقاومة النبات للملوحة (Khan *et al.*, 2014; Nazar *et al.*, 2015; Miouni *et al.*, 2016) والجفاف (Fayez and Bazaid, 2014) والضغط الأسموزي العالي (Alavi *et al.*, 2014) والحرارة المرتفعة ( Khan *et a.l*, 2013)، ويتباين أثر SA في الحالات السابقة وفقا لطريقة المعاملة ومدتها والتركيز المستخدم إضافة للنوع النباتي المدروس ( Barba-Espin *et al.*, 2011; Khan *et al.*, 2015).

أما فيما يخص أثر المعاملة بحمض الساليسيك على نمو وإنتاج النبات بشكل عام فقد أجريت العديد من الدراسات حول ذلك، حيث أكد Shakirova ورفاقه (2007) حصولهم على زيادة في معدل النمو الخضري والإنتاج للقمح المعامل بحمض الساليسيك سواء عن طريق نقع البذور قبل زراعتها أو عن طريق رش النباتات بالتركيز (0.05 mM) من SA وذلك للقمح المزروع في حقول طبيعية أو في حقول ذات تربة مالحة. كما أدت معاملة نباتات الذرة بهذا الحمض إلى زيادة ملحوظة في حجم المسطح الورقي والإنتاج مقارنة بالشاهد خصوصاً فيما يتعلق بارتفاع نسبة المادة الجافة الكلية في الثمار (Khodary, 2004).

في دراسة أخرى تناولت أثر الرش الورقي بالتراكيز (50، 100، 200 ميلليغرام/لتر) من حمض الساليسيك ومواعيد مختلفة لجمع الثمار (بعد 14، 28، 32 يوم من الإزهار) لنبات الذرة على كل من مؤشرات النمو (ارتفاع النبات، عدد الأوراق على النبات، مساحة المسطح الورقي ونسبة الكلوروفيل) ومؤشرات الإنتاج (الوزن الرطب والجاف، إنتاجية النبات، نسبة المادة الجافة) إضافة للمؤشرات المتعلقة بنسبة بعض مضادات الأكسدة ضمن الثمار (الفينولات، الفلافونوئيدات، الكاروتين، الأسكوربيك...) وقد أظهرت النتائج الأثر الإيجابي لحمض الساليسيك على جميع المؤشرات المدروسة وازداد هذا الأثر بزيادة تركيز SA (200 ميلليغرام/لتر)، وقد أدى تأخير موعد الجمع للنباتات المعاملة بالساليسيك (32 يوم بعد الإزهار) إلى زيادة في معدل الإنتاج ومساحة المسطح الورقي ونسبة المادة الجافة الكلية مقارنة بالمواعيد الأخرى، في حين أدى الجمع المبكر لزيادة نسبة الكلوروفيل والوزن الرطب (AL-Mohammad, 2017).

أشار Javaheri ورفاقه (2012) إلى أن رش نباتات البندورة بتراكيز متباينة من حمض الساليسيك قد أدت إلى زيادة في الإنتاج كماً من خلال الزيادة في عدد الثمار على النبات وهذا عائد لزيادة نسبة التفرعات والأزهار الموجودة عليها مقارنة بنباتات الشاهد، ونوعاً من خلال زيادة محتوى الثمار من فيتامين C والليكوبين فضلاً عن زيادة سماكة الغلاف الثمري.

كما بين Kazemi (2014) عند معاملة نباتات البندورة بتركيزين من حمض الساليسيك 0.5 و0.75 ميلليمول/لتر باستخدام طريقة الرش الورقي أن هناك زيادة كمية ونوعية في الإنتاج ومعدل النمو إضافة لزيادة محتوى الثمار من الحموضة ونسبة المواد الصلبة الذائبة % وفيتامين C.

تناول سمرة وأخرون (2015) أثر استخدام تركيزين من حمض الساليسيك (0.5 و 1 ميلليمول) على نمو وإنتاجية الخيار في ظروف الزراعة المحمية وذلك في ثلاثة معاملات تضمنت نقع البذور قبل الزراعة، ري البادرات، وري النباتات الفتية بالتركيزين المذكورين، حيث أظهرت نتائجهم تفوق التركيز 1 ميلليمول على التركيز 0.5 ميلليمول، وأعطت معاملة البادرات أعلى معدل للنمو الخضري والإنتاج وأخفض نسبة للإصابة بفيرس موزاييك القرعيات مقارنة بمعاملة نقع البذور أو سقاية النباتات الكاملة بالتركيزين المختبرين من حمض الساليسيك.

## أهمية البحث و أهدافه:

نظراً لأهمية محصول الخيار من جهة والأثر الإيجابي لحمض الساليسيك في نمو وإنتاجية الكثير من الأنواع النباتية وتحريض المقاومة المكتسبة وزيادة تحمل النبات للإجهادات الإحيائية واللاإحيائية الأمر الذي يقلل من استخدام المواد الكيميائية فقد هدف هذا البحث إلى دراسة أثر المعاملة بتراكيز مختلفة من حمض الساليسيك في نمو وإنتاجية نباتات الخيار المزروعة في ظروف الحقل.

**طرائق البحث ومواده:**

1- المادة النباتية: هجين الخيار أبولو (Apollo – Magic F1) أمريكي المنشأ تم إنتاجه عام 2013، تزيد نسبة إنبات بذوره عن 85%، وبنسبة نقاوة 99%، تتوضع الأزهار بشكل مفرد في أباط الأوراق، باستثناء الأوراق السفلية حيث يلاحظ وجود عدد من الأزهار المذكرة والمؤنثة في إبط الورقة الواحدة، ثماره مستقيمة بلون أخضر باهت، متوسط التبكير بالإثمار وهو مقاوم لمرض الجرب Scab و فيرس موزاييك الخيار CMV.

3-2- مكان تنفيذ البحث: أجري البحث في قرية مشقيتا التابعة لمنطقة اللاذقية (25 كيلو متر شمالاً) في أرض مكشوفة في بداية فصل الصيف (نيسان وأيار) لموسمين زراعيين متتالين (2014 – 2015).

3-3- المعاملات: تمّ معاملة النباتات الفتية (مرحلة ظهور الورقة الحقيقية الثانية إلى الثالثة) لصنف الخيار المدروس بأربعة تراكيز من حمض الساليسيك (0.5 -1 – 1.5 – 2) ميلليمول إضافة لمعاملة الشاهد، حيث استخدمت طريقتين لمعاملة النباتات بالتراكيز المذكورة، وذلك بسقاية النباتات (Irrigation) كمعاملة أولى والرش الورقي (Spraying) كمعاملة ثانية، أعطيت معاملات السقاية الرموز (Ri0.5, Ri1, Ri1.5, Ri2) ومعاملات الرش (Sp0.5, Sp1, Sp1.5, Sp2)، بينما تمت الإشارة لمعاملة الشاهد بالرمز (T).

4- طريقة العمل:

- إنتاج الشتول: زرعت بذار هجين الخيار المدروس في بداية شهر نيسان ضمن أكواب تحوي التورب وبعد 10 أيام من تاريخ الزراعة (بداية ظهور الورقة الحقيقية الأولى) أصبحت البادرات بحجم ملائم لنقلها إلى الأرض الدائمة.
- تم تحضير الأرض للزراعة ونقلت البادرات إلى الأرض الدائمة، وبعد أسبوع من الزراعة في الأرض الدائمة سقيت النباتات الخاصة بمعاملة السقاية بـ 200 ميلليلتر من التراكيز المذكورة سابقاً من حمض الساليسيك إضافة لسقاية نباتات الشاهد بنفس الكمية من ماء الري العادي. وفي نفس الموعد تم رش نباتات المعاملة الثانية بمختلف التراكيز المختبرة من حمض الساليسيك.
- تمت متابعة عمليات الخدمة الخاصة بنبات الخيار من ري وتسميد ومكافحة حتى انتهاء البحث.

5- القراءات والقياسات المأخوذة: تم أخذ القراءات والقياسات التالية:

أخذت القراءات المتعلقة بنمو وتطور النبات وإنتاجيته لمدة 60 يوماً بدءاً من تاريخ زراعة النباتات في الحقل، بينما تم أخذ القراءات المتعلقة بعدد الأوراق الموجودة على النبات إضافة لطول النبات (سم) عند انتهاء التجربة.

حُسبت مساحة الورقة بالطريقة الوزنية (Dvornic, 1965) وذلك بأخذ عدد من الأوراق المكتملة النمو من مواقع مختلفة على النبات ووزنها، ومن ثم أخذ 5 أقراص معلومة المساحة من كل ورقة على حدى ووزن هذه الأقراص ومن ثم حساب مساحة الورقة بالمعادلة التالية: مساحة الورقة (سم$^2$) = (مساحة القرص x وزنه)/ وزن الورقة.

أما القراءات المتعلق بالأزهار فأجريت كل خمسة أيام وذلك بأخذ عدد الأزهار المذكرة والمؤنثة على النبات بحيث يتم وضع علامة أسفل عنق الأزهار المعدودة عند كل قراءة. تم حساب عدد الأزهار المذكرة والمؤنثة وعدد الأزهار الكي عند نهاية التجربة، كما تم حساب النسبة الجنسية للأزهار(نسبة الأزهار المذكرة إلى المؤنثة)، إضافة لحساب النسبة المئوية للأزهار المؤنثة بالعلاقة التالية:

النسبة المئوية للأزهار المؤنثة = (عدد الأزهار المؤنثة/عدد الأزهار الكلي) x 100.

أما القراءات المتعلقة بالثمار فقد أخذت بمعدل مرة كل ثلاثة أيام وذلك بقطاف ثمار كل نبات على حدى وتسجيل عددها ووزن كل ثمرة، وفي نهاية التجربة تم حساب عدد الثمار ووزنها لكل نبات، إضافة لحساب انتاجية النبات (كيلوغرام).

3-6- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: تم تصميم التجربة بطريقة القطاعات المنشقة ضمن ثلاث مكررات وبمعدل 10 نباتات في المكرر الواحد، زرعت النباتات في القطاع الواحد ضمن ثلاثة خطوط البعد بينها (1 م)، والبعد بين النبات والأخر ضمن الخط (40 سم). عدد نباتات المعاملة الواحدة في كامل التجربة 6 X 3 =18 مكرر، وإجمالي عدد النباتات في كامل التجربة (8 معاملات بحمض الساليسيك إضافة لمعاملة الشاهد): 9 X 18 =162 نبات. حللت النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي (GenStat Release 12.1) باعتماد طريقة تحليل التباين ANOVA ومقارنة الفروقات بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى المعنوية 5%.

## النتائج والمناقشة:

### 1- أثر المعاملة بحمض الساليسيك على بعض مؤشرات النمو الخضري:

بينت نتائج القراءات المتعلقة بالمجموع الخضري وجود تباينات واضحة سواء بين المعاملات المدروسة مع بعضها أو بينها وبين الشاهد كما هو موضح بالجدول (1).

**جدول (1) أثر المعاملة بحمض الساليسيك على بعض مؤشرات النمو الخضري**

| رقم المعاملة | المعاملة | طول النبات (سم) | عدد الأوراق (ورقة/نبات) | مساحة المسطح الورقي (م٢) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ri0.5 | 245.88 | 43.98 | 0.849 |
| 2 | Ri1 | 254.5 | 48.63 | 0.899 |
| 3 | Ri1.5 | 258.4 | 50.66 | 0.974 |
| 4 | Ri2 | 248.78 | 46.32 | 0.890 |
| 5 | Sp0.5 | 250.69 | 48.71 | 0.916 |
| 6 | Sp1 | 263.94 | 52.44 | 1.102 |
| 7 | Sp1.5 | 259.25 | 51.91 | 0.991 |
| 8 | Sp2 | 249.65 | 46.35 | 0.888 |
| 9 | T | 241.63 | 42.19 | 0.827 |
| - | LSD 5% | 6.0279 | 1.4488 | 0.0241 |
| - | C.V | 1.2849 | 1.7122 | 1.5118 |

1-1- أثر المعاملة بحمض الساليسيك في طول ساق النبات:

أدت المعاملة بحمض الساليسيك إلى تفاوت قيم طول ساق النبات في المعاملات المدروسة (الجدول 1) حيث أعطت معاملات الرش متوسطات أعلى لطول النبات مقارنة بمعاملات السقاية والشاهد وفقا للتراكيز المختبرة من حمض الساليسيك، حيث ظهرت أعلى قيمة لمتوسط طول النبات (263.94 سم) عند نباتات المعاملة Sp1 تلتها المعاملة

Sp1.5، بينما كانت أعلى قيمة لمتوسط طول النبات في معاملات السقاية لدى نباتات المعاملة Ri1.5 (258.4 سم) تلتها المعاملة Ri1، أما أدنى قيمة لمتوسط طول النبات فظهرت لدى نباتات معاملة الشاهد (241.63).

إحصائياً تفوقت المعاملة Sp1 بفروق معنوية على جميع المعاملات الأخرى والشاهد باستثناء (Ri1.5 و Sp1.5) حيث لم تكن الفروق معنوية فيما بينها. كما تفوقت المعاملات الثلاث (Ri2، Sp0.5، Sp2) معنوياً على الشاهد T، في حين لم يظهر التحليل الإحصائي وجود أي فروق معنوية بين نباتات المعاملة (Sp1.5) ونباتات الشاهد.

1- 2- أثر المعاملة بحمض الساليسيك في عدد الأوراق على النبات:

بشكل عام أثرت المعاملة بحمض الساليسيك في متوسط عدد الأوراق على النبات بشكل متفاوت بين المعاملات المدروسة (الجدول 1)، حيث أظهرت المعاملات Sp1، Sp1.5، Ri1.5 أعلى القيم لمتوسط عدد الأوراق على النبات على التوالي (52.44، 51.91، 50.66) مقارنة بباقي المعاملات، في حين ظهرت أدنى قيمة لمتوسط عدد الأوراق لدى نباتات الشاهد T (42.35) تلتها نباتات المعاملتين Ri0.5 و Ri2 على التوالي (43.98، 46.32).

في أغلب الحالات لم تكن الفروق معنوية بين المعاملات المدروسة من حيث متوسط عدد الأوراق على النبات وفقاً لنتائج التحليل الإحصائي، حيث تفوقت المعاملة ، Sp1 على بعض المعاملات المدروسة إضافة للشاهد (Ri0.5، Ri2، Sp2، T)، تلتها المعاملتين Sp1.5 و Ri1.5 اللتين تفوقتا بدورهما على المعاملة Ri0.5 والشاهد، بينما لم تسجل أي فروق معنوية بين باقي المعاملات والشاهد.

1- 3- أثر المعاملة بحمض الساليسيك في مساحة المسطح الورقي:

تباينت المعاملات المدروسة في متوسط مساحة المسطح الوراقي بين المعاملات المدروسة، حيث ظهرت أعلى القيم لمتوسط مساحة المسطح الورقي لدى نباتات المعاملة Sp1 (1.102 م٢) التي تفوقت بفروق معنوية على جميع المعاملات الأخرى، تلتها المعاملتين Sp1.5 و Ri1.5 على التوالي وهما بدورهما تفوقتا معنوياً على باقي المعاملات المدروسة والشاهد.

لم تسجل أيضاً أي فروق معنوية بين المعاملات (Ri1، Ri2، Sp0.5، Sp2) علماً أنها تفوقت جميعاً على المعاملة Ri0.5 إضافة لمعاملة الشاهد التي أظهرت أدنى قيمة لمتوسط مساحة المسطح الورقي (0.827 م٢).

وفقا للنتائج السابقة تبين أن التركيزين (1 و 1.5 ميلليمول) قد تفوقا على التركيز (0.5 و 2 ميلليمول) في غالبية الصفات الخضرية المدروسة وهذا يؤكد الأثر الإيجابي للتراكيز المتوسطة من حمض الساليسيك على النمو الخضري وبالتالي إنتاجية نبات الخيار، في حين أثرت التراكيز المرتفعة بشكل أقل وهذا يمكن تفسيره بالأثر السلبي لزيادة تركيز حمض الساليسيك ضمن النبات على مختلف وظائفه الحيوية، بينما لم تحفز التراكيز المنخفضة من حمض الساليسيك الوظائف الحيوية لدى النباتات المعاملة بشكل واضح، وقد أظهرت العديد من الدراسات السابقة نتائج مماثلة لدى معاملة مختلف أنواع نباتات الخضار والمحاصيل بتراكيز متباينة من حمض الساليسيك حيث أعطت التراكيز المعتدلة نتائج أفضل مقارنة بالمعاملات ذات التراكيز المنخفضة أو المرتفعة من حمض الساليسيك كما في نبات الخيار ضمن ظروف الزراعة المحمية (سمرة وأخرون، 2015)، نبات البندورة (Kazemi, 2014)، ونبات الذرة (AL-Mohammad, 2017)، ويمكن أن يعزى الأثر الإيجابي للتراكيز المعتدلة من حمض الساليسيك من خلال تأثيره الإيجابي على معدلات بعض الهرمونات النباتية الأخرى كالأوكسين والسيتوكينين والأندول بيوتريك أسيد والتي تؤثر بشكل مباشر في المراحل المختلفة لنمو النبات (Shakirova *et al.*, 2007, Larque and Mex, 2007).

**2- أثر المعاملة بـ SA في الإزهار:**

أثرت المعاملة بحمض الساليسيك بشكل واضح على قراءات الإزهار لدى نبات الخيار مقارنة بالشاهد من حيث عدد الأزهار والنسبة الجنسية (نسبة الأزهار المذكرة إلى المؤنثة) إضافة إلى النسبة المئوية للأزهار المؤنثة على النبات كما هو موضح في الجدول (2)

**جدول (2) أثر المعاملة بـ SA في متوسط عدد الأزهار الكلي والأزهار المذكرة والمؤنثة والنسبة بينهما والنسبة المئوية للأزهار المؤنثة**

| رقم المعاملة | المعاملة | عدد الأزهار الكلي | عدد الأزهار المؤنثة | عدد الأزهار المذكرة | النسبة الجنسية (المذكرة : المؤنثة) | نسبة الأزهار المؤنثة % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ri0.5 | 34.55 | 21.66 | 12.89 | 1 : 1.68 | 62.69 |
| 2 | Ri1 | 39.18 | 28.13 | 11.05 | 1 : 2.54 | 71.79 |
| 3 | Ri1.5 | 40.02 | 29.34 | 10.68 | 1 : 2.74 | 73.31 |
| 4 | Ri2 | 37.22 | 26.33 | 10.89 | 1 : 2.41 | 70.74 |
| 5 | Sp0.5 | 37.87 | 25.18 | 12.69 | 1 : 1.98 | 66.49 |
| 6 | Sp1 | 42.65 | 31.11 | 11.54 | 1 : 2.69 | 73.09 |
| 7 | Sp1.5 | 42.12 | 30.47 | 11.65 | 1 : 2.61 | 72.34 |
| 8 | Sp2 | 39.15 | 27.76 | 11.39 | 1 : 2.43 | 70.90 |
| 9 | T | 36.26 | 22.41 | 13.85 | 1 : 1.61 | 61.80 |
| – | LSD 5% | 0.824 | 0.873 | 0.962 | – | – |
| – | C.V | 1.287 | 1.812 | 4.537 | – | – |

2-1- أثر المعاملة بحمض الساليسيك في عدد الأزهار (كلي، مذكرة، مؤنثة) على النبات:

أثرت المعاملة بحمض الساليسيك بشكل ملحوظ في عدد الأزهار على النبات (كلي، مذكرة، مؤنثة) حيث لوحظ زيادة نسبية في عدد الأزهار الكلي والمؤنثة في جميع المعاملات المدروسة (باستثناء المعاملة Ri0.5) مقارنة بالشاهد (الجدول 1)، بينما بلغ عدد الأزهار المذكرة أعلى قيمة له (13.85) في نباتات الشاهد تلتها نباتات المعاملتين Ri0.5 و Sp0.5 على التوالي (12.89 و 12.69).

إحصائيا تفوقت المعاملتين Sp1 و Sp1.5 على جميع المعاملات الأخرى إضافة للشاهد من حيث متوسط عدد الأزهار الكلي على النبات، تلتها المعاملة Ri1.5 التي تفوقت بدورها عل باقي المعاملات ومن ثم المعاملتين Ri1 و Sp2، والجدير ذكره أن جميع المعاملات المدروسة تفوقت معنوياً على معاملة الشاهد من حيث عدد الأزهار الكلي على النبات.

أما من حيث عدد الأزهار المؤنثة فتفوقت أيضاً المعاملتين Sp1 و Sp1.5 على جميع المعاملات الأخرى إضافة للشاهد، كما تفوقت باقي المعاملات على معاملتي الشاهد و Ri0.5 في حين لم تسجل فروق معنوية فيما بينهما.

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي المتعلقة بعدد الأزهار المذكرة على النبات تفوق معاملتي الشاهد و Ri0.5 بمعنوية عالية على جميع المعاملات الأخرى في حين لم تسجل فروق معنوية بين غالبية المعاملات الأخرى.

– 2– 2– أثر المعاملة بحمض الساليسيك على النسبة الجنسية للأزهار (نسبة الأزهار المذكرة إلى الأزهار المؤنثة) والنسبة المئوية للأزهار المؤنثة:

أظهرت النتائج (الجدول 2) تبايناً في تأثير حمض الساليسيك على النسبة الجنسية للأزهار في المعاملات المدروسة حيث كانت النسبة الجنسية أكبر وبشكل ملحوظ في جميع المعاملات المدروسة مقارنة بالشاهد، إذ بلغت هذه النسبة أعلى قيمة في المعاملة Ri1.5 (1:2.47) تلتها المعاملة Sp1 (1:2.69)، فيما بلغت هذه النسبة أدنى قيمة في معاملة الشاهد (1:1.61) تلتها المعاملة Ri0.5 (1:1.68).

كما تباينت نباتات المعاملات المدروسة من حيث النسبة المئوية للأزهار المؤنثة حيث بلغت هذه النسبة 73.31% (أعلى قيمة) لدى المعاملة Ri1.5، بينما ظهرت أدنى نسبة للأزهار المؤنثة لدى الشاهد 61.80%.

ظهر تأثير حمض الساليسيك في النباتات المعاملة من خلال زيادة معدل الإزهار وذلك بتحفيزه لتشكل البراعم الزهرية بنسب أعلى من بالبراعم الخضرية وهذا يتوافق مع الدراسات السابقة التي أشارت للأثر الإيجابي لحمض الساليسيك في زيادة معدلات الإزهار إضافة لتحفيز تشكل الأزهار المؤنثة لدى النباتات المعاملة (Kumar *et al.*, 1990; Khodary, 2004; Pancheva *et al*, 1996).

**–3– أثر المعاملة بحمض الساليسيك على الإنتاجية:**

بينت قراءات الإنتاجية وجود تباينات واضحة سواء بين المعاملات المدروسة مع بعضها أو بينها وبين الشاهد كما هو موضح بالجدول (3).

**جدول (3) أثر المعاملة بحمض الساليسيك على الإنتاجية**

| رقم المعاملة | المعاملة | عدد الثمار (ثمرة / نبات) | وزن الثمرة (غرام) | إنتاجية النبات (كغ) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ri0.5 | 20.11 | 78.13 | 1.571 |
| 2 | Ri1 | 26.33 | 80.93 | 2.130 |
| 3 | Ri1.5 | 28.01 | 80.91 | 2.226 |
| 4 | Ri2 | 24.65 | 79.12 | 1.950 |
| 5 | Sp0.5 | 23.25 | 79.42 | 1.846 |
| 6 | Sp1 | 30.02 | 80.34 | 2.411 |
| 7 | Sp1.5 | 29.89 | 80.12 | 2.394 |
| 8 | Sp2 | 25.36 | 79.47 | 2.015 |
| 9 | T | 19.88 | 78.32 | 1.557 |
| – | LSD 5% | 0.4133 | 0.9882 | 0.1512 |
| – | C.V | 0.9766 | 0.7028 | 1.5644 |

– 3– 1– أثر المعاملة بحمض الساليسيك في عدد الثمار على النبات:

أثرت المعاملة بحمض الساليسيك بشكل إيجابي في معظم المعاملات المدروسة من خلال زيادة عدد الثمار على النبات مقارنة بالشاهد (T) وبالأخص في المعاملات التي تم فيها رش النباتات أو سقايتها بالتركيزين 1 و 1.5 ميلليمول من حمض الساليسيك، حيث بلغ أعلى متوسط لعدد الثمار (30.02 ثمرة/نبات) لدى نباتات المعاملة Sp1 في حين

أعطت نباتات الشاهد T تلتها نباتات المعاملة Ri0.5 أدنى معدل لمتوسط عدد الثمار على النبات (19.88 و 20.11 ثمرة/نبات) على التوالي.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية من حيث متوسط عدد الثمار على النبات بين غالبية المعاملات المدروسة، حيث تفوقت كل معاملة تواليا على باقي المعاملات المدروسة (Sp1، Sp1.5، Ri1.5، Ri1، Sp2، Ri2، Sp0.5) باستثناء المعاملة Ri0.5 التي لم تظهر أي فرق معنوي مع معاملة الشاهد T من حيث متوسط عدد الثمار على النبات.

3- 2- أثر المعاملة بحمض الساليسيك في متوسط وزن الثمرة (غرام):

تشير النتائج في الجدول (3) إلى وجود تقارب في قيم متوسط وزن الثمرة لدى معاملات التركيزين 1 و1.5 ميلليمول من حمض الساليسيك وذلك لمعاملتي السقاية Ri1 وRi1.5 على التوالي (80.93، 80.91 غرام) و الرش Sp1 و Sp1.5 (80.34، 80.12 غرام).

أدنى قيمة لمتوسط وزن الثمرة (78.13 غرام) نتج عن نباتات المعاملة Ri0.5 تلتها معاملة الشاهد (78.32)، بينما تراوح متوسط وزن الثمرة في المعاملات الثلاث المتبقية بين القيم السابقة.

أظهرت نتائج تلتحليل الإحصائي تفوق معاملتي السقاية Ri1 وRi1.5 معنوياً على جميع المعاملات الأخرى باستثناء معاملتي الرش Sp1 و Sp1.5، كما تبين عدم وجود أي فروق معنوية في وزن الثمرة لدى جميع المعاملات التي أضيف فيها حمض الساليسيك عن طريق الرش الورقي ولم تسجل أيضا أي فروق معنوية بين المعاملتين Ri2 وRi0.5 إضافة لمعاملة الشاهد T.

3- 3- أثر المعاملة بحمض الساليسيك في إنتاجية النبات (كغ):

تباينت نباتات المعاملات المدروسة أيضاً في متوسط إنتاجية النبات حيث بلغت الإنتاجية أعلى قيمة في نباتات معاملتي الرش Sp1 و Sp1.5 على التوالي (2.411 و 2.394 كغ)، تلتها معاملتي السقاية Ri1.5 وRi1 (2.226 و 2.130 كغ)، بينما بلغت الإنتاجية أدنى قيمة لدى معاملة الشاهد T (1.557 كغ) و والمعاملة Ri0.5 (1.571 كغ).

إحصائياً تفوقت معاملتي الرش Sp1 و Sp1.5 بفروق معنوية على جميع المعاملات الأخرى تلتها المعاملة Ri1.5، بدورها تفوقت المعاملة Ri1 على باقي المعاملات باستثناء Sp2، في حين لم تسجل أي فروق معنوية بين المعاملتين Sp0.5، Ri2 وكذلك بين المعاملة Ri0.5 والشاهد.

إن الأثر الإيجابي لحمض الساليسيك في تحفيز تشكّل الأزهار المؤنثة ينتج عنه زيادة في عدد الثمار المتشكلة على النبات وبالتالي ارتفاع معدل إنتاجية النبات (Pancheva *et al*, 1996) وهذا يفسر بعض النتائج في دراستنا الحالية والتي أظهرت زيادة عدد الثمار وإنتاجية النبات في غالبية المعاملات المدروسة مقارنة بالشاهد.

أظهرت الدراسة الحالية الأثر الإيجابي لحمض الساليسيك على نمو وإنتاج نبات الخيار بغض النظر عن طريق تزويد النبات بالحمض المذكور وهذا يتوافق مع نتائج عدد من الدراسات السابقة التي أشارت للأثر الإيجابي للمعاملة بحمض الساليسيك في نمو وإنتاج العديد من النباتات واختلاف هذا الأثر وفقا لطريقة المعاملة ومدتها من جهة والتركيز المستخدم من جهة أخرى (Barba-Espin *et al.*, 2011, Khan *et al.*, 2015).

أما فيما يخص طريقة المعاملة بحمض الساليسيك (سقاية أو رش) فقد تبين بالعموم أن نتائج المعاملات التي تمّ فيها رش النباتات بحمض الساليسيك أفضل وبشكل واضح مقارنة بالمعاملات التي تم تزويد النبات فيها بنفس التراكيز من حمض الساليسيك عن طريق السقاية، وهذا يمكن تفسيره بقدرة النباتات على الاستفادة من التراكيز المعامل بها من حمض الساليسيك بشكل أكبر وذلك لسهولة امتصاصه من قبل النبات ودخوله في العمليات الحيوية بشكل أسرع مقارنة بمعاملة السقاية، وبالتالي يعود السبب في تفوق معاملات الرش على معاملات السقاية والشاهد للدور الهام الذي يلعبه SA في تسريع العمليات الحيوية ضمن النبات ومنها عملية التمثيل الضوئي التي تؤدي بشكل مباشر إلى زيادة في معدلات نمو و إنتاجية النبات (Javaheri, 2012)، بشكل مشابه حصل سمرة وأخرون (2015) على زيادة في معدلات النمو الخضري والإنتاج لدى نباتات الخيار المزروعة ضمن ظروف الزراعة المحمية وذلك عند سقاية البادرات بتراكيز متباينة من حمض الساليسيك مقارنة بمعاملات نقع البذور قبل زراعتها بنفس التراكيز حيث أرجعوا السبب في ذلك لقلة الكمية النافذة من حمض الساليسيك إلى داخل البذور أثناء فترة النقع وبالتالي لم يظهر تأثيره الإيجابي بشكل واضح في مراحل نمو النبات اللاحقة، بينما ظهر أثره بشكل أكثر وضوحا في معاملات السقاية نتيجة لتوفر الـ SA ضمن منطقة انتشار جذور النبات وبالتالي إمكانية إستفادة النبات منه بشكل أكبر.

## الاستنتاجات و التوصيات:

**الاستنتاجات:**

- أن رش الخيار بالتراكيز المختبرة من حمض الساليسيك يعطي نتائج أفضل مقارنة مع استخدام نفس التراكيز في السقاية، وكلا الطريقتين أعطت نتائج أفضل من الشاهد.
- أظهر التركيزين 1 و 1.5 ميلليمول أفضل النتائج في طريقتي المعاملة بحمض الساليسيك في جميع مؤشرات النمو والإنتاج مقارنة بالتركيزين المنخفض والمرتفع (0.5 و 2 ميلليمول).
- أظهرت طريقة الرش بالتركيز 1 ميلليمول من حمض الساليسيك أفضل النتائج، بينما ظهرت أفضل النتائج في معاملات السقاية لدى النباتات المعاملة بالتركيز 1.5 ميلليمول.
- تعتبر طريقة المعاملة بالرش أسهل وأسرع وأكثر كفاءة من معاملة السقاية، إضافة لكونها أقل كلفة كونها تحتاج كمية أقل حمض الساليسيك لتعطي أفضل النتائج.

**التوصيات:**

- ضرورة التوسع بدراسة أثر حمض الساليسيك في نمو وإنتاج ومقاومة محاصيل الخضار والفاكهة للإجهادات المختلفة وبالأخص تملح التربة والجفاف التي تهدد الكثير من الأراضي الزراعية في بلدنا.

## المراجع:

### المراجع العربية:

1- سمرة، بديع؛ اسماعيل، عماد؛ حويجي، مها. *أثر استخدام حمض الساليسيليك كمادة محفزة للمقاومة الجهازية المقحمة في نمو وانتاجية نباتات الخيار ضمن ظروف الزراعة المحمية*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد (37)، العدد (1)، 2015، 9-21.

### المراجع الأجنبية:

1- ABD EL-MAGEED, T.A.; SEMIDA, M.W.; MOHAMED, F.G.; RADY, M.M. *Combined effect of foliar-applied salicylic acid and deficit irrigation on physiological–anatomical responses, and yield of squash plants under saline soil*. South African Journal of Botany. Vol. 106, 2016, 8-16.

2- ALAVI, N.S.N.; ARVIN J.M.; KALANTARI, M.K. *Salicylic acid and nitric oxide alleviate osmotic stress in wheat (Triticum sativum L.) seedlings* . J.Plant Interac. Vol. 9, 2014, 683–688.

3- AL-MOHAMMAD, M. *Effect of Spraying Salicylic Acid and Collection Dates of Corn Silk (Zea mays L.) on Growth, Yield and Content of Some Antioxidant Compounds.* Journal of Global Pharma Technology. Vol. 7, 9, 2017, 98-103.

4- ASGHER, M.; KHAN, I.M.; ANJUM, A.N.; KHAN, A.N. *Review Minimising toxicity of cadmium in plants--role of plant growth regulators.* Protoplasma. Vol. 252, N. 2, 2015, 399-413.

5- BARBA-ESPIN, G.; CLEMENTE-MORENO, J.M.; ALVAREZ, S.; GARCIA-LEGAZ, F.M.; HERNANDEZ, A.J.; DIAZ-VIVANCOS, P. *Salicylic acid negatively affects the response to salt stress in pea plants*. Plant Biology. Vol. 13, 2011, 909–917.

6- BREITENBACH, H.; WENIG, M.; WITTEK, F.; JORDA, L.; ALCONADA, A.M.; SARIOGLU, H.; COLBY, T.; KNAPP, C.; BICHLMEIER, M.; PABST, E.; MACKEY, D.; PARKER, J.E.; 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. Vol. 165, N. 2, 2011, 791-809.

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

8- DVORNIC, V. *Lucravipactic de ampelographic E. Dielacticta Spedagogica Bncuresete R. S*. Romania. 1965, Pp 295.

9- FAOSTAT. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 2013, Data available at http://faostat.fao.org.

10- FAYEZ, K.A.; BAZAID, A.S. *Improving drought and salinity tolerance in barley by application of salicylic acid and potassium nitrate*. J. Saudi Soc. Agri. Sci. Vol. 13, 2014, 45–55.

11- JAVAHERI, M.; MASHAYEKHI, K.; DABKHAH, A.; TAVALLAEE, F.Z. *Effects of salicylic acid on yield and quality characters of tomato fruit (Lycopersicum esculentum Mill.).* IJACS Jornal. Vol. 4, N. 16, 2012, 1184-1187.

12- HAYAT, Q.; HAYAT, S.; IRFAN, M.; AHMAD, A. *Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review.* Environmental and Experimental Botany. Vol. 68, 2010, 14-25.
13- KAZEMI, M. *Effect of Foliar Application with Salicylic Acid and Methyl Jasmonate on Growth, Flowering, Yield and Fruit Quality of Tomato*. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. Vol. 3, N. 2, 2014, 154-158.
14- KAPOOR, L.D. *CRC handbook of Ayurvedic medicinal plants*. CRC Press, Florida. 1990, Pp 424.
15- KHAN, M.I.R.; ASGHER, M.; KHAN, A.N. *Alleviation of salt-induced photosynthesis and growth inhibition by salicylic acid involves glycinebetaine and ethylene in mungbean (Vigna radiata L.).* Plant Physiol. Biochem. Vol. 80, 2014, 67–74.
16- KHAN, M.I.R.; FATMA, M.; PER, S.T.; ANJUM, N.A.; KHAN, A.N. *Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants*. Frontiers in Plant Science. Vol. 6, 2015, 462-479.
17- KHAN, M.I.R.; IQBAL, N.; MASOOD, A.; PER, S.T.; KHAN, A.N. *Salicylic acid alleviates adverse effects of heat stress on photosynthesis through changes in proline production and ethylene formation. Plant Signal*. Behav. Vol. 8, N. 11, 2013, 74-84.
18- KHAN, W.B., PRITHIVIRAJ, S.D. *Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates.* J. Plant Physiol. Vol. 160, 2003, 485-492.
19- 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. Vol. 6, 2004, 5-8.
20- KUMAR, P.; DUB, D.S.; CHAUHAN, S.V. *Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (Glycine max L. Merrill)*. Int. J. Plant Physiol. Vol. 4, 1990, 327-330.
21- 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*. Springer Publishers. Dordrecht. Netherlands. Vol. 2, 2007, 15-32.
22- MARTIN-MEX, R.; VILLANUEVA-COUOB, E.; HERRERA-CAMPOS, T.; LARQUE-SAAVEDRA, A. *Positive effect of salicylates on the flowering of African violet*. Sci. Hort. Vol. 103, 2005, 499-502.
23- MIOUNI, H.; WASTI, S.; MANAA, A.; GHARBI, E.; CHALH, A.; VANDOOME, B.; LUTTS, S.; AHMED, H.B. *Does Salicylic Acid (SA) Improve Tolerance to Salt Stress in Plants? A Study of SA Effects On Tomato Plant Growth, Water Dynamics, Photosynthesis, and Biochemical Parameters*. OMICS A Journal of Integrative Biology. Vol. 20, N. 3, 2016, 180-190.
24- MIURA, K.; TADA, Y. *Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. Front*. Plant Sci. Vol. 5, N. 4, 2014, 1-12.
25- NAZAR, R.; IQBAL, N.; SYEED, S.; KHAN, A.N. *Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars*. J. Plant Physiol. Vol. 168, 2015, 807–815.
26- NEMA, K.N.; MAITY, N.; SARKAR, B.; MUKHERJEE, P.K. *Cucumis sativus fruit-potential antioxidant, anti-hyaluronidase, and anti-elastase agent.* Archives of Dermatological Research. Vol. 303, N. 4, 2011, 247-252.

27- PANCHEVA, T.V; POPOVA, P.L.; UZUNOVA, N.A. *Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants*. Journal of Plant Physiology. Vol. 149, N. 2, 1996, 57–63.

28- ROBINSON, R.W.; DECKER-WALTERS, S.D. *Cucurbits. CAB International, Wallingford*. Ukrania. 1997, Pp 242.

29- SAUER, J.D. *Historical Geography of Crop Plants: A select roster*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 1993, Pp 320.

30- 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*. Springer. Dordrecht. Netherlands. Vol. 4, 2007, 69-89.

31- WHITE, R.F. *Acetylsalicylic acid (aspirin) induces resistance to tobacco mosaic virus in tobacco*. Virology. Vol, 99, 1979, 410–412.

32- ZEVEN, A.C.; ZHUKOVSKY, M.P. *Dictionary of Cultivated Plants and their Centers of Diversity, 2nd edn. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen*. Netherlands. 1975, 232.