

تأثير رش حامض السالسليك وعنصر الزنك في صفات الطماطة الكرزية *Solanum lycopersicum L.* تحت ظروف الزراعة المحمية

ظفر غني عمر⁽¹⁾ وعثمان خالد علوان المفرجي^{(1)*} وحسين عزيز محمد⁽²⁾

(1). قسم البستنة وهندسة الحدائق، كلية الزراعة، جامعة ديالى، العراق.

(2). قسم علوم التربة والمصادر المائية، كلية الزراعة، جامعة ديالى، العراق.

*للمراسلة: د. وعثمان خالد علوان المفرجي. البريد الإلكتروني: athman56@yahoo.com.

تاريخ القبول: 2020/06/23

تاريخ الاستلام: 2020/05/13

الملخص

نفذت التجربة في حقل قسم البستنة وهندسة الحدائق بكلية الزراعة، جامعة ديالى، خلال الموسم الخريفي 2018/2019، لدراسة تأثير الرش بعنصر الزنك وحامض السالسليك في تركيز الكلوروفيل، وفيتامين C، والمواد الصلبة الذائبة الكلية، وحاصل النبات الواحد، ومحتوى الماء النسبي في أوراق نبات الطماطة الكرزية، صنف BATLLE وذلك بهدف فهم بعض التأثيرات الفسلجية لإضافة الزنك وحامض السالسليك على النبات. استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة CBD وبثلاث مكررات وبعاملين؛ العامل الأول هو عنصر الزنك، حيث رشت النباتات بثلاثة مستويات (0 و 50 و 100) مغ/لتر على شكل الزنك المخليبي Zn-EDTA التي رمز لها (Zn0، Zn50، Zn100) على التوالي، وتم رش حامض السالسليك (العامل الثاني) بأربعة مستويات على المجموع الخضري بالتراكيز (0، 50، 100 و 150) مغ/لتر والتي رمز لها (SA 0، SA 50، SA 100 و SA 150) على التوالي. أدى رش النبات بالمستويات العالية من حامض السالسليك (SA 150) إلى زيادة معنوية في جميع الصفات قيد الدراسة، فعند زيادة التركيز من (0) مغ/لتر إلى (150) مغ/لتر ازداد تركيز الكلوروفيل في الأوراق وفيتامين C والمواد الصلبة الذائبة الكلية في الثمار وحاصل النبات الواحد والمحتوى النسبي للماء في الأوراق بنسبة زيادة 41.93 %، 3.95 %، 53.86 %، 108.49 %، 5.94 % على التوالي. أظهرت النتائج تفوق معاملة الرش بعنصر الزنك (Zn100) معنوياً في إعطائها أعلى تركيز للكلوروفيل وتركيز فيتامين C والمواد الصلبة الذائبة الكلية في الثمار وحاصل النبات الواحد مقارنة ببقية التراكيز الأخرى. أثر التداخل بين عاملي التجربة معنوياً على الصفات المدروسة، فقد تفوقت المعاملة (Zn100 + SA150) معنوياً على بقية معاملات التجربة لجميع الصفات قيد الدراسة، ما عدا صفة المحتوى النسبي للماء في الأوراق، فقد تفوقت المعاملة (Zn0 + SA50) مسجلة متوسطاً بلغ 72.80 %.

الكلمات المفتاحية: البندورة (الطماطة) حامض السالسليك، الزنك المخليبي، فيتامين C.

المقدمة:

الطماطم الكرزية Cherry tomato تنتمي إلى العائلة الباذنجانية Solanaceae ويعتقد أن الموطن الأصلي للطماطة أمريكا الجنوبية (بيرو والمكسيك) وانتقلت من أمريكا الجنوبية إلى أوروبا، ولها أهمية اقتصادية كبيرة، فهي ثاني أهم محصول من الخضر في العالم بعد البطاطا، وتعد من محاصيل الخضر المهمة في العراق لأهميتها الغذائية، إذ تستخدم بشكل طازج أو مطبوخ أو على شكل منتجات غذائية مصنعة (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2015).

تعد الطماطة الكرزية مهمة لمحتواها الغذائي، إذ تحتوي على فيتامين (A و B و C) ، كما أن استهلاك الطماطم الكرزية مفيد للصحة العامة للإنسان بسبب محتوياتها من المواد الكيميائية النباتية مثل: اللايكوبين، وبيتا-كاروتين، وحامض الفولفك، والفركتوز، والعديد من المغذيات الضرورية مثل: الفوسفور والبوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم (Filgueira, 2013). كما تعد مصدر مهم للمركبات المضادة للأكسدة، مثل البوليفينول والكاروتينات (Kalogeropoulos *et al.*, 2012) التي تعمل على الوقاية من السرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية الناتجة عن الإجهاد التأكسدي (Gong *et al.*, 2006) والطماطة الكرزية هي صنف من أصناف الطماطة العادية يتراوح حجمها من الإبهام إلى حجم كرة الغولف، وهي تحتوي على طاقة 75.4 سعرة حرارية وماء 94.5 gm وبروتين 0.9 gm ودهون 0.2 gm و كاربوهيدرات 3.9 gm و كالسيوم 10 mg و بوتاسيوم 237 mg وفيتامين A 833 mg وفيتامين C 12.7 mg في 100 g (Singh, 2017)، وتتميز الطماطة الكرزية بإنتاجية وجودة عالية، وتتمتع بقبول ممتاز المستهلك بسبب حلاوتها العالية، وطعمها المميز الذي يفضله الكثيرون عن الطماطة العادية (Preczenhak *et al.*, 2014).

يعد حامض السالسلين أحد الأحماض العضوية الفينولية ذو الطبيعة الهرمونية، حيث يستخرج بشكل طبيعي من أوراق و قلف شجرة الصفصاف Salix tree ويستعمل كمنظم نمو طبيعي، واسم السالسلين مشتق من الكلمة اللاتينية Salix وهو اسم الجنس لأشجار الصفصاف Salix spp، الصيغة الكيميائية له $C_6H_4(OH)COOH$ ويكون على شكل بلورات (الخفاجي، 2014) ويمتاز حامض السالسلين بخواص فريدة، حيث تمنع تكون مادة الثرومبوكسين المسببة للألم، ويقلل من ارتفاع ضغط الدم ونسبة السكر، ومضاداً للأمراض السرطانية، ويمنع حدوث النوبات القلبية والسكتة الدماغية (كاظم وآخرون، 2009). يؤدي حمض السالسلين إلى زيادة تحمل النبات للإجهادات الناتجة عن الارتفاع والانخفاض الشديد في درجة الحرارة والملوحة العالية والجفاف (khan *et al.*, 2010)، كما يؤدي دوراً مهماً في مقاومة النبات للمسببات المرضية (Metraux, 2001) كما أن لحمض السالسلين تأثيرات مهمة على العمليات الفسيولوجية المهمة المتعلقة بتطور ونمو النبات في الظروف الاعتيادية، منها السيطرة على انتقال وامتصاص الأيونات، والإسراع في تكوين صبغات الكاروتين والكلوروفيل، ونفاذية الأغشية الخلوية، وتسريع عملية البناء الضوئي، وزيادة نشاط بعض الإنزيمات Hayat, (2007) و (Al-mafriji and Al-Shammari, 2017).

يعد الزنك من العناصر الغذائية الصغرى المهمة في تغذية النبات، إذ أن له تأثيراً مورفولوجياً وفسلجياً وحيوياً كبيراً في النبات، وهو مكوناً تركيبياً لعدد من الإنزيمات منها Alcohol dehydrogenase و Copper-Zinc superoxide (Cu/Zn-SOD) و dismutase و Carbonic anhydrase (CAH) و RNA Polymerase (Gokhan, 2003)، ويعد الزنك مساعداً إنزيمياً لإنزيمات aldolase و Isomerase و Carboxy-peptidase (Kim, 2006). لعنصر الزنك وظائف فسيولوجية دقيقة في الأنظمة الحية، وهو المكون الأساسي لآلاف البروتينات في النبات، ويحتاج عدد كبير من هذه البروتينات إليه لمقاومة الإجهادات البيئية، كما يعتبر

عنصراً أساسياً في تركيب غشاء البلازما، ويعمل على حماية أنسجة النبات من الأكسدة (Broadly, 2006). يشترك الزنك في العديد من الوظائف الفسيولوجية داخل النبات، إذ يسهم في تكوين الحامض الأميني Tryptophan وهو منشأ للأوكسينات الضرورية لاستطالة الخلايا في النبات، كما أنه عنصراً مهماً وضرورياً لعملية الفسفرة وتكوين الغلوكوز. وعندما تعاني النباتات نقص هذا العنصر، تتوقف عملية تكوين النشا (Akhtar, 2009)، كما يشارك الزنك بشكل فعال في وظائف حيوية أخرى، منها دوره في أيض الأحماض النووية RNA و DNA، ويزيد من فيتامين C ومجموعة فيتامين B المعقدة، فضلاً عن مساهمته في تكوين حبوب اللقاح، وتكوين الكلوروفيل، كما أنه يرفع قابلية النبات من امتصاص عدة عناصر من التربة (Alloway, 2008). يسبب نقص الزنك في حبوب المحاصيل مشاكل خطيرة في تغذية الإنسان، وخاصة تغذية الأطفال، ويؤدي إلى فقدان الشهية، وتأخر النمو، والتخلف العضلي، ويطء التئام الجروح، واضطرابات في الجهاز المناعي. ويعتبر دوره في تصنيع البروتين أحد أهم الأدوار الفسيولوجية لهذا العنصر في الأنظمة البيولوجية، إذ حوالي 2800 بروتين بشري له القدرة على الارتباط مع الزنك، لذا فإن نقصه داخل النبات يؤثر بصورة مباشرة في نقص الزنك الموجود لدى البشر (Gibson, 2006).

يهدف البحث لدراسة تأثير الرش الورقي لحامض السالسليك وعنصر الزنك وتداخلهما، في بعض صفات النمو وحاصل نبات الطماطة الكرزية من أجل تحديد أفضل تركيز لهذ المركبات.

مواد البحث وطرائقه:

نفذت التجربة في حقول قسم البستنة وهندسة الحدائق، بكلية الزراعة، جامعة ديالى، للموسم الشتوي 2018/2019 م لدراسة تأثير الرش بحامض السالسليك وعنصر الزنك والتداخل بينهم في صفات النمو وحاصل الطماطة الكرزية في البيوت البلاستيكية ومدى تأثير هذه العوامل في نمو حاصل الطماطة الكرزية صنف (HUERTO Y JARDIN) BATLLE، وهو من الأصناف المحدودة النمو. تم تنفيذ تجربة عاملية باستخدام تصميم القطاعات كاملة العشوائية (RCBD) تحت تأثير عاملين؛ الأول الرش بحامض السالسليك بأربعة تراكيز (0، 50، 100، 150) مغ/لتر والتي رمزت (SA0، SA50، SA100، SA150) التي رشت على النبات على شكل مسحوق حامض السالسليك (ألماني المنشأ)، والعامل الثاني هو الرش بعنصر الزنك بثلاثة تراكيز (0، 50، 100) مغ/لتر، والتي رمز لها (Zn0، Zn50، Zn100) والتي رشت على النباتات على شكل الزنك المخليبي Zn-EDTA الذي يحتوي 78% Zn. زرعت بذور الطماطة الكرزية في أطباق فلينية مملوءة بالبتموس بتاريخ 2018/10/15 بمعدل بذرة واحدة لكل عين داخل البيت البلاستيكي، مع اتباع برنامج وقائي لحماية الشتلات من الفطريات والأمراض حتى موعد الزراعة بتاريخ 2018/12/12. أجريت عملية تهيئة الحقل قبل الزراعة والمتمثلة بالحرثة والتسوية وإضافة السماد العضوي قبل نقل الشتلات، ثم زرعت الشتلات بجانب أنبوب الري وعلى جانبي المسطبة، والمسافة بين النبات والآخر (40 سم)، وعدد النباتات لكل وحدة تجريبية 16 نبات. واستمرت عملية خدمة المحصول والري بحسب الحاجة بأوقات منتظمة. رش النبات بحامض السالسليك وعنصر الزنك على المجموع الخضري لنبات الطماطة الكرزية ثلاث مرات ابتداءً من 2019/1/2 وتاني وثالث رشة بعد 15 يوم من الرشة الأولى والثانية بالتعاقب. تم تقدير تركيز الكلوروفيل بحسب طريقة (Goodwin, 1976) واستخلاص الكلوروفيل من الأوراق باستعمال الأسيتون (80%). تم تقدير فيتامين C في الثمار من خلال معايرة راشح العصير مع صبغة 2,6 dichloro phenol indo phenol بعدها استخرج حامض الاسكوربيك من الثمار (Ranganna, 1977). وتم تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية لعصير الثمار Total soluble solid وذلك بأخذ قطرة من

العصير لخمسة ثمار تامة النضج من كل وحدة تجريبية وقيست بواسطة جهاز الريفراكتوميتر (ATA GO) Pocket refractometer. حسب حاصل النبات الواحد عن طريق تقسيم الحاصل المتراكم لجميع الجنيات على عدد النباتات الكلية في الوحدة التجريبية والبالغ عددها (16) نبات. وتم حساب محتوى الماء النسبي Relative Water Content حسب طريقة (Turner, 1981) وذلك بأخذ أوراق النبات الطرية الكاملة الأتساع بعمر (55) يوم من ثلاث مناطق وهي: العليا والوسطى والسفلى وحسب وزنها الطري مباشرة بعد القطع، ثم وضعت في أكياس نايلون شفافة محكمة الأغلاق تحوي ماء مقطر تحت درجة حرارة وإضاءة الغرفة ولمدة (24) ساعة ثم بعد ذلك استخرجت ونشفت سطحياً بواسطة ورق تنشيف، وحسب وزنها الممتلئ، ثم جفقت بفرن كهربائي لحين ثبات الوزن، وحسب وزنها الجاف. وبعد ذلك طبقت المعادلة الآتية:

$$R. W. C. = (FW - DW)/(TW - DW) * 100$$

حيث أن : R. W. C. = محتوى الماء النسبي F.W = الوزن الطري (غ)

T.W. = الوزن الامتلاني (غ) D.W = الوزن الجاف (غ)

وتم تحليل متوسطات المكررات لجميع الصفات المدروسة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة باستخدام البرنامج الاحصائي SSP وأجري اختبار لمتوسطات الصفات حسب اختبار دنكن عند مستوى معنوية (0.05).

النتائج والمناقشة:

تركيز الكلوروفيل في النبات (مغ/لتر):

يظهر من نتائج الجدول (1) أن استخدام مستويات الرش بحامض السالسليك أدت إلى زيادة معنوية في تركيز الكلوروفيل في أوراق النبات إذ تفوق مستوى الرش SA₁₅₀ مسجلاً أعلى تركيز بمتوسط بلغ (1.32) مغ/لتر متفوقاً على مستوى SA₀ و SA₅₀ و SA₁₀₀، ويعزى سبب زيادة تركيز الكلوروفيل في الأوراق إلى دور حامض السالسليك في المحافظة على ثبات وبناء الكلوروفيل، إذ إن للحامض دور في حث الإنزيمات المضادة للأوكسدة كإنزيمات Peroxidase و Catalase و Superoxide Dismutase و Peroxidase Glutathione إذ تحافظ هذه الإنزيمات على خلايا البلاستيدات من الهدم والتحلل عند زيادة الجذور الحرة Ros من البلاستيدات (المنفجج، 2011)، وهذا ما يتفق مع (Al-mafriji and Al-Shammari, 2017) اللذان أشارا إلى دور حامض السالسليك في رفع كفاءة الجذور النباتية لامتصاص العناصر خصوصاً النتروجين، بالإضافة إلى زيادة تثبيت CO₂ وقدرة الحامض في المحافظة على إنزيم Nitrate Redudctase والمحافظة على البروتينات من التحلل.

أما بالنسبة لتأثير الرش بعنصر الزنك فقد أثر معنوياً في زيادة تركيز الكلوروفيل في الأوراق النباتية إذ بلغ أعلى متوسط له (1.33) مغ/لتر عند مستوى الرش Zn₁₀₀ بينما أقل متوسط لهذه الصفة بلغ (0.90) مغ/لتر عند مستوى عدم الرش وبنسبة زيادة بلغت (47.78%)، إذ إن التغذية الجيدة بالزنك تحفز عملية التمثيل الضوئي، لذا سيزداد تركيز الدائبات الناتجة من هذه العملية، إذ يوجد الزنك في جميع أنسجة البناء الضوئي كما يدخل في تركيب الإنزيمات الكربونية (Nawaz et al., 2015).

ويشارك عنصر الزنك في تكوين الكلوروفيل المجهز للغذاء والضروري لإجراء عمليات الانقسام والاستطالة للخلايا وهذا يؤدي إلى زيادة نسبة النمو الخضري بالتالي زيادة الغذاء المصنع داخل النبات، وهذا بدوره سوف يسهم في زيادة صفات حاصل الثمار المتكون في النبات (المفرجي والعبيدي، 2019).

وكان للتداخل بين مستويات الرش بحامض السالسليك وعنصر الزنك تأثيراً معنوياً في تركيز الكلوروفيل في الأوراق النباتية، إذ بلغ أعلى متوسط لهذه الصفة عند مستوى التداخل ($Zn_{100} + SA_{150}$) بلغ (1.65) مغ/لتر وأقل متوسط بلغ (0.48) مغ/لتر عند مستوى عدم الرش لعامل التجربة، إذ إن للزنك دوراً مهماً في البناء الضوئي، فهو يحفز بناء إنزيم Enolase المشارك في إنتاج مركبات غنية بالطاقة أثناء هدم الغلوكوز في سيتوبلازم الخلية، ويحفز بناء إنزيم Aldolase المسؤول عن هدم الكربوهيدرات، ومن ثم تحرير طاقة على هيئة ATP الضرورية في عمليات النقل والنشاط وزيادة امتصاص العناصر التي يعتمد امتصاصها على وجود طاقة، كما ويحفز الزنك إنزيم Cytochromes وهي بروتينات ناقلة للأيون، وهو بذلك يعمل على رفع كفاءة النبات في تحرير الطاقة وامتصاص العناصر وزيادة المركبات الحيوية داخل النبات (المفرجي والشمري، 2017).

الجدول 1. تأثير الرش بحامض السالسليك وعنصر الزنك والتداخل بينهما في الكلوروفيل الكلي لنبات الطماطة الكرزية (مغ/لتر)

متوسطات (SA)	تركيز عنصر الزنك مغ/لتر			تركيز حامض السالسليك مغ/لتر
	Zn 100	Zn 50	Zn 0	
0.93 B	1.37 ab	0.95 b	0.48 c	SA ₀
1.02 B	1.12 b	0.91 b	1.02 b	SA ₅₀
1.10 AB	1.19 b	1.09 b	1.04 b	SA ₁₀₀
1.32 A	1.65 a	1.24 ab	1.06 b	SA ₁₅₀
	1.33 A	1.05 B	0.90 B	متوسطات Zn

* قيم المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة لكل عامل أو تداخلاتها كلاً على انفراد لا تختلف معنوياً وفق اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى معنوية 0.05.
* تشير الحروف الكبيرة إلى مقارنة التأثيرات للعوامل الرئيسية والحروف الصغيرة إلى مقارنة متوسطات التداخل.

تركيز فيتامين C في الثمار (مغ/لتر):

يشير الجدول (2) لوجود تأثير معنوي في محتوى الثمار من فيتامين C بمعاملة النبات بمستويات مختلفة من حامض السالسليك، إذ ازدادت النسبة معنوياً بزيادة مستويات حامض السالسليك، وتفوقت معاملة رش الحامض SA₁₅₀ التي سجلت نسبة مقدارها (83.64%) على المستوى بدون رش SA₀ الذي بلغت نسبتها (80.46%) ومستوى SA₅₀ الذي سجل نسبة مقدارها (81.60%) والمستوى SA₁₀₀ الذي سجل نسبة مقدارها (82.62%)، وقد يعود السبب إلى دور حامض السالسليك في تحسين نمو النبات ومقاومته لجميع الإجهادات التي يمكن أن يتعرض لها النبات، ويعمل هذا الحامض على رفع كفاءة عملية البناء الضوئي وتمثيل CO₂ وزيادة تراكم المادة الجافة، ورفع قدرة النبات على زيادة امتصاص العناصر (Yazdanpanah et al., 2011)، ويعتقد (Ahmed and Hayat, 2007) أن لحامض السالسليك القدرة على زيادة محتوى النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والأحماض النووية والأحماض الأمينية داخل النبات والمحافظة على عدم أكسدها.

أثر الرش بعنصر الزنك في زيادة محتوى الثمار من فيتامين C إذ تفوق مستوى الرش Zn₁₀₀ مسجلاً متوسط بلغ (82.45%) متفوقاً معنوياً على المستوى بدون رش Zn₀ الذي سجل متوسط بلغ (81.68%) ومستوى الرش Zn₅₀ الذي سجل متوسط مقداره (82.11%) بنسبة زيادة بلغت (0.94%، 0.41%) على التوالي، إذ يعد الزنك مضاداً للأكسدة إذ له دور دفاعي وتنظيمي للأكسدة التي تحصل في الغشاء الخلوي وذلك من خلال زيادة نشاط مضادات الأكسدة الدفاعية في الخلايا النباتية المتمثلة بإنزيمات الأكسدة مثل

peroxidase و catalase و superoxid dismutase كما يؤثر في زيادة محتوى حامض الأسكوربيك المضاد للأكسدة والمعادل للتأثير السام لجذور O_2 و H_2O_2 (Castillo- Gonzalez *et al.*, 2018). بالإضافة إلى دور الزنك في بناء الأغشية الخلوية واستمرارية عملها وحمايتها من الأكسدة (Oxidative damage)، وعمله في زيادة أيض البروتينات، واشتراكه في تنشيط أكثر من 300 إنزيم ولاسيما تلك المسؤولة عن إنتاج الأحماض النووية في الخلايا (المفرجي والعبدي، 2019). كان للتداخل بين رش العاملين تأثيراً إيجابياً في زيادة تركيز فيتامين C في الثمار إذ حقق مستوى التداخل ($SA_{150} + Zn_{100}$) أعلى نسبة بلغت (83.98%)، في حين كان أقل نسبة (79.88%) عند عدم رش العنصر والحامض وهذا يشير إلى تظافر المستويات العالية لعاملتي التجربة في الزيادة المعنوية التي حدثت في هذه الصفة.

الجدول 2. تأثير الرش بحامض السالسليك وعنصر الزنك والتداخل بينهما في النسبة المئوية (%) لفيتامين C في الثمار

متوسطات (SA)	تركيز عنصر الزنك مغ/لتر لتر			تركيز حامض السالسليك مغ/لتر لتر
	Zn 100	Zn 50	Zn 0	
80.46 D	80.92 j	80.58 k	79.88 l	SA ₀
81.60 C	81.94 g	81.60 h	81.26 i	SA ₅₀
82.62 B	82.96 d	82.62 e	82.28 f	SA ₁₀₀
83.64 A	83.98 a	83.64 b	83.30 c	SA ₁₅₀
	82.45 A	82.11 B	81.68 C	Zn متوسطات

* قيم المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة لكل عامل أو تداخلاتها كلاً على انفراد لا تختلف معنوياً وفق اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى معنوية 0.05.
* تشير الحروف الكبيرة إلى مقارنة التأثيرات للعوامل الرئيسية والحروف الصغيرة إلى مقارنة متوسطات التداخل.

المواد الصلبة الذاتية الكلية T.S.S.

يظهر من نتائج الجدول (3) أن استخدام مستويات الرش بعنصر الزنك أثرت معنوياً في زيادة تركيز المواد الصلبة الذاتية الكلية في النبات إذ بلغ أعلى متوسط له (4.10%) عند مستوى الرش Zn_{100} بينما أقل متوسط لهذه الصفة بلغ (3.60%) عند مستوى عدم الرش وينسبة زيادة بلغت (13.89%) إذ أن التغذية الحيدة بالزنك تحفز عملية التمثيل الضوئي، لذا سوف يزداد تركيز الذائبات الناتجة من هذه العملية (Taiz and Zeiger, 2010)، وقد يعود السبب في ذلك للدور الكبير لعنصر الزنك الذي إن نقصت كميته داخل النبات والتي تؤدي إلى إحداث تغييرات كبيرة في التركيب المورفولوجي والفسلجي للنبات متمثلة بتحويلات في الغشاء، وحصول تغييرات في تمثيل الكربوهيدرات وتكوين السايبتوكرومات، والنيكلوتيد والكلوروفيل، فضلاً عن الانخفاض في الإنزيمات الحاوية على الزنك في (Mohammad, 2018). أما بالنسبة لتأثير الرش بحامض السالسليك فقد أدت إلى زيادة معنوية في T.S.S. لنبات الطماطة الكرزية إذ تفوق مستوى الرش SA_{150} مسجلاً أعلى تركيز بمتوسط بلغ (4.97%) متفوقاً على مستوى SA_0 و SA_{50} و SA_{100} . ويعزى سبب ذلك إلى دور حامض السالسليك في تنشيط عملية بناء الكلوروفيل ومنع فقدان الهرمونات (الأوكسين والسايبتوكانين) مما يزيد من عملية انقسام الخلايا ونمو النبات ما ينعكس إيجابياً على تراكم المواد الغذائية (Zarghami, 2014) وكان للتداخل بين مستويات الرش

بحامض السالسليك وعنصر الزنك تأثيراً معنوياً في نسبة T.S.S. إذ بلغ أعلى متوسط لهذه الصفة عند مستوى التداخل ($Zn_{10} + SA_{150}$) بلغ (5.83%) وأقل متوسط بلغ (2.90%) عند مستوى عدم الرش للعاملين المدروسين.

الجدول 3. تأثير الرش بحامض السالسليك وعنصر الزنك والتداخل بينهما بنسبة المواد الصلبة الكلية الذاتية (%)

متوسطات (SA)	تركيز عنصر الزنك مغ/لتر. لتر ⁻¹			تركيز حامض السالسليك مغ/لتر. لتر ⁻¹
	Zn 100	Zn 50	Zn 0	
3.23 B	3.50 cd	3.30 d	2.90 d	SA ₀
3.21 B	3.57 cd	2.80 d	3.27 d	SA ₅₀
3.43 B	3.50 cd	3.20 d	3.60 cd	SA ₁₀₀
4.97 A	5.83 a	4.43 B c	4.63 b	SA ₁₅₀
	4.10 A	3.43 B	3.60 B	متوسطات Zn

*قيم المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة لكل عامل أو تداخلاتها كلاً على انفراد لا تختلف معنوياً وفق اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى معنوية 0.05.

* تشير الحروف الكبيرة إلى مقارنة التأثيرات للعوامل الرئيسية والحروف الصغيرة إلى مقارنة متوسطات التداخل.

حاصل النبات الواحد (كغ/نبات):

تبين النتائج في الجدول (4) حصول زيادة معنوية واضحة في حاصل النبات الواحد لنباتات الطماطة الكرزية مع زيادة تركيز حامض السالسليك إذ تفوق مستوى الرش SA_{150} بمتوسط بلغ (2.21) كغ/نبات على المستوى بدون رش الذي بلغ متوسطه (1.07) كغ/نبات، إذ يشترك حامض السالسليك مع عنصر الزنك كونهما من أهم مضادات التأكسد غير الإنزيمية Non- Antioxidant Enzymatic حيث يعملان على تثبيط وتأخير عملية الأكسدة من خلال فعلها كمانح للهيدروجين أو الإلكترون ومن ثم تتداخل مع الجذور الحرة أو المواد المؤكسدة مفقدةً لقدرتها التخريبية لخلايا النبات (Gupta, 2015)، وأشار المفرجي والشمري (2017) بأن حامض السالسليك يحث عملية التزهير ويطيل من عمر الزهرة ويؤخر الهرم ويؤدي إلى زيادة معدل أيض الخلية بالرغم من وجوده بكميات قليلة جداً في النبات، ولكنه يشجع بعض العمليات الفسلجية ويثبط أخرى اعتماداً على تركيزه، وكل هذه العوامل مجتمعة يمكن أن تفسر دور حامض السالسليك، التي أدت إلى زيادة نمو النبات وهذه العوامل مجتمعة انعكست إيجابياً على زيادة نسبة العقد في الأزهار وزيادة حاصل النبات، كما تفوق مستوى الرش Zn_{100} و Zn_{50} حيث سجلا أعلى متوسط بلغ (1.99 و 1.95) كغ/نبات وتفق بذلك على مستوى عدم الرش Zn_0 الذي سجل متوسط بلغ (1.07) كغ/نبات بنسبة زيادة بلغت (85.98%)، إذ إن للزنك دوراً هاماً في عملية التلقيح Pollination من خلال تأثيره في تشكيل أنبوب اللقاح، ومشاركته في عملية التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والبروتينات والهرمونات ودوره في تنظيم أيض النتروجين وتوسيع الخلايا والبناء الضوئي ومن وظائف الزنك الرئيسية هو التعبير عن الجينات وتنظيمها، وله دور في تنظيم العمليات البيولوجية مثل التزهير، والتكوين الجنيني، ويزيد من مقاومة النباتات للأمراض (Mohammed, 2018). أثر مستوى التداخل ($SA_{150} + Zn_{100}$) معنوياً في حاصل النبات الواحد (2.99) بينما كان أقل متوسط لهذه الصفة (0.64) عند مستوى التداخل ($SA_0 + Zn_0$) وبنسبة زيادة معنوية بلغت (367.19%).

الجدول 4. تأثير الرش بحامض السالسليك وعنصر الزنك والتداخل بينهما في حاصل النبات الواحد (كغ/نبات)

متوسطات (SA)	تركيز حامض السالسليك	تركيز عنصر الزنك مغ/لتر لتر
--------------	----------------------	-----------------------------

	Zn 100	Zn 50	Zn 0	مغ/لتر لتر
1.06 D	1.44 fe	1.11 g	0.64 h	SA₀
1.52 C	1.67 dc	1.58 de	1.31 f	SA₅₀
1.87 B	1.84 c	2.48 b	1.30 f	SA₁₀₀
2.21 A	2.99 a	2.62 b	1.03 g	SA₁₅₀
	1.99 A	1.95 A	1.07 B	Zn متوسطات

*قيم المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة لكل عامل أو تداخلاتها كلاً على انفراد لا تختلف معنوياً وفق اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى معنوية 0.05.
* تشير الحروف الكبيرة إلى مقارنة التأثيرات للعوامل الرئيسية والحروف الصغيرة إلى مقارنة متوسطات التداخل.

المحتوى النسبي للماء في الأوراق (%):

تبين النتائج الموضحة في الجدول (5) التأثير المعنوي لحمض الساليليك في زيادة متوسط محتوى الماء النسبي فعند رفع التركيز من (0) إلى (150) مغ/لتر ازداد معدل محتوى الماء النسبي من (64.08) إلى (67.89) وبنسبة زيادة معنوية بلغت (5.95%). كما بين الجدول ذاته حدوث تأثير معنوي لمحتوى الماء النسبي في الأوراق النباتية نتيجة الرش بحامض الساليليك، إذ تفوق مستوى عدم رش الزنك على بقية مستويات الإضافة مسجلاً متوسط بلغ (67.63%) بينما أقل متوسط لهذه الصفة سجلت عند الإضافة Zn₁₀₀ بلغت (63.47%)، وهذا ربما يعود إلى أن رش الزنك زاد من تركيز كثير من المواد والمركبات داخل النبات مما أدى إلى انخفاض التخفيف وزيادة تركيز هذه المواد، إذ يدخل الزنك في تركيب الإنزيمات المختلفة للأوكسينات النباتية ودوره في تصنيع الحامض الأميني Tryptophan عند تكوين هرمون حامض الخليك IAA الذي يؤثر في زيادة الانقسام الخلوي ويحفز نشاط الخلايا الميرستيمية ودوره في حماية الخلايا النباتية من الأكسدة، وهذا يعمل على رفع قدرة النبات على سحب العناصر الغذائية وزيادة الاستفادة، كما أن الزنك يلعب دوراً هاماً ورئيسياً في تكوين الكلوروفيل وفي عملية البناء الضوئي وزيادة نسبة الأحماض النووية (محمد وآخرون، 2019 و Sharifi, 2016).

يوضح الجدول أن هناك تداخلاً معنوياً بين تركيز حامض الساليليك وعنصر الزنك في محتوى الماء النسبي، إذ سجلت أعلى قيمة لهذه الصفة عند معاملة التركيز SA₅₀ من حامض الساليليك وتركيز Zn₀ من عنصر الزنك وبلغت (72.80) بينما أقل قيمة (57.92) سجلت عند مستوى (SA₀ + Zn₁₀₀).

الجدول 5. تأثير الرش بحامض الساليليك وعنصر الزنك والتداخل بينهما في المحتوى النسبي للماء في الأوراق (%)

متوسطات (SA)	تركيز عنصر الزنك مغ/لتر لتر			تركيز حامض الساليليك مغ/لتر لتر
	Zn 100	Zn 50	Zn 0	
64.08 C	57.92 c	67.32 ab	66.99 ab	SA₀
66.82 B	65.58 ab	62.08 bc	72.80 a	SA₅₀

65.17 B	64.26 abc	67.20 ab	64.04 abc	SA ₁₀₀
67.89 A	66.10 ab	70.89 ab	66.68 ab	SA ₁₅₀
	63.47 C	66.87 B	67.63 A	متوسطات Zn

*قيم المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة لكل عامل أو تداخلاتها كلاً على انفراد لا تختلف معنوياً وفق اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى معنوية 0.05.
* تشير الحروف الكبيرة إلى مقارنة التأثيرات للعوامل الرئيسية والحروف الصغيرة إلى مقارنة متوسطات التداخل.

الاستنتاجات:

أثر الرش بحامض السالسليك وبتراكيزه المختلفة ولاسيما التركيز 150 مغ/لتر إيجابياً لمعظم الصفات المدروسة كذلك أظهر أيضاً الرش بعنصر الزنك تأثيراً معنوياً في الصفات المدروسة باستثناء صفة المحتوى النسبي للماء في الأوراق.

المراجع:

- الخفاجي، مكي علوان (2014). منظمات النمو النباتية تطبيقاتها واستعمالاتها البستانية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. كلية الزراعة. جامعة بغداد. صفحة 131.
- المنتجي، حيدر ناصر حسين (2011). تأثير الرش بالبرين (حامض الاستيل سالسليك) في نمو وحاصل نبات الماش المعرض للجهد والجفاف. رسالة ماجستير. كلية التربية أبن الهيثم. جامعة بغداد.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2015). الكتاب السنوي الإحصاءات الزراعية. الخرطوم. المجلد 35.
- المفرجي، عثمان خالد وعبد الرسول حميد حسين العبيدي (2019). تأثير الصنف والرش بالبورون والزنك في صفات حاصل الثمار لثلاثة أصناف من الباذنجان. مجلة العلوم الزراعية والبيئة والبيطرة. 3(1).
- المفرجي، عثمان خالد ولؤي محمد الكريم الشمري (2017). تأثير التظليل والرش بحامض السالسليك في صفات النمو الخضري لصنفين من البطاطا *Solanum tuberosum* L. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. ملحق 4: 451-554.
- كاظم، نصير جواد وذياب رفاء محمد واحمد عبد الرضا (2009). دراسة تصنيفية كيميائية للنوعين *Salix acmophyll* Bios الحياة 1 (1) : 107 – 113.
- Akhtar, N.; M.S.M. Abdul; H. Akhter; and N.M. Katrun (2009). Effect of planting time and micronutrient as zinc chloride on the growth, yield and oil content of *Mentha piperita*. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research. 44(1):125-130.
- Alloway. B.J.A. (2008). Zinc in soil and crop nutrition, second edition, published by IZA & IFA, Brussels Belgium & Paris, France. Pp:220-225.
- Al- Mafriji , O.K. A.; and L.M. Alshammari (2017). Effect of shading and spraying with Salicylic acid on the properties of yield for two varieties of potato. Journal of Agricultural Environmental and Veterinary Sci., 4(1) : 28-43
- Broadly, M.R.; J. Philip; P.W. John; H.I. Elko; and A. lux (2006) Zinc in Plant. Tansley review. Bratislava, Slovakia. pp:20 -22 .

- Castillo-Gonzalez, J.; D.A. Ojeda-Barrios; A. Hernandez-Rodriguez; A.C. Gonzalez-franco; L. Robles-Hernandez; and G.R. Lopez-ochoa (2018). Zinc Metalloenzymes in Plants. *Interciencia*. 43(4): 242-248.
- Filgueira, F.A.R. (2013). Novo manual de olericultura: agrotecnologia modernana produção ecomercialização de hortaliças. Third revision. Federal University of Viçosa. Pp 421.
- Gibson, R.S. (2006). Zinc the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proc. Nutr. Soc.*, 65:51-60.
- Gokhan, H.; J.J. Hart; Y. Hong; I. Cakmak; and L. Kochian (2003). Zinc efficiency is correlated with enhanced expression and activity of zinc- requiring enzymes in wheat. *Plant Physiol.*, 131: 595-602.
- Gong, Y.; H. Sohn; L. Xue Firestone and G.L. Bjeldanes (2006). 3,3-Diindolylmethane is a novel mitochondrial H(+)-ATP synthase inhibitor that can induce p21(Cip1/Waf1) expression by induction of oxidative stress in human breast cancer cells. *Cancer Res*. 66(9): 4880–4887.
- Gupta, D.K.; G.M. Palma; and F.G. Corpas (2015). Reactive oxygen species and oxidative damage in plants under stress. Springer International Publishing Switzerland. Pp370.
- Hayat, S.; and A. Ahmed (2007). Salicylic acid : A plant hormone, Springer. Pp1-14.
- Kalogeropoulos, N.; A. Chiou; V. Pyriochou; A. Peristeraki; and V.T. Karathanos (2012). Bioactive phytochemicals in industrial tomatoes and their processing byproducts. *LWT- Food Sci. Technol.*, 49(2): 213-216.
- Khan, N.A.; S. Syeed; A. Masood; R. Naza; and N. Iqbal (2010). Application of salicylic acid increases content of nutrients and antioxidant metabolism in mung bean and alleviates adverse effects of salinity stress. *International Journal of Plant Biology*. (1): 1-8.
- Kim, K.; E. Wang; G. Sho; and W. Xio (2006). Oxidative stress in chlorotic leaves under zinc stress. *Plant Ph.*, 123(21): 1345-1349.
- Metraux, J.P. (2001). Systemic acquired resistance and salicylic acid: current state of Knowledge. *Eurp. J. Plant Path.*, 107 (1): 13-18.
- Mohammed, H.A. (2018). Effect of exogenous application of zinc and selenium on quality characteristic for sunflower plant under water stress. *Plant Archives*. 18 (2): 2661-2671.
- Nawaz, H.; N. Hussain; A. Yasmeen; M. Arif; M. Hussain; M.I. Rehmani; and A. Ahmed (2015). Soil applied zinc ensures high production and net returns of divergent wheat cultivars. *J. Environ. Agric. Sci.*, 2(1): 2313-8629.
- Preczenhak, A.P. (2014). Caracterização agrônômica de genótipos de mini-tomate. *Horticultura Brasileira*, 32(3): 348-356.
- Ranganna, S. (1977). Manual of analysis of fruit and vegetable products. Tata Mc- Garw Hill Publishing Company Limited, New Delhi, pp.634.
- Sharifi, R. (2016). Application of biofertilizers and zinc increases yield, nodulation and unsaturated fatty acids of soybean. *Zemdirbyste Agriculture*. 103(3): 251-258.
- Singh, B.; S. Kasera; K. Sudhir; S. Roy; S. Rana; and D. Singh (2017). Growth yield and quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum var cerasiforme*) as influenced by foliar application of Zinc and Boron *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* SP1: 911-914.
- Taiz, L.; and E. Zeiger (2010). *Plant Physiology*. 5th (ed.), Sinauer Associates, Sunderland, UK. Pp 629.

- Turner, N.C. (1981). Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*. 58:339-366.
- Yazdanpanah, S.; A. Baghizadeh; and F. Abbasi (2011). The interaction between drought stress and salicylic acid and ascorbic acid on some biochemical characteristics of *Satureja hortensis*. *Afric. J. Agric. Res.*, 6 (4): 798 – 807.
- Zarghami, M.; M. Shoor; A. Ganjali; N. Moshtaghi; and A. Tehranifar (2014). Effect of salicylic acid on morphological and ornamental characteristics of petunia hybrid at drought stress. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 4: 523-532.

Effect of Spraying Salicylic Acid and Zinc Element on Cherry Tomato *Solanum lycopersicum* L. Characteristics Under Greenhouse Conditions

Dhufr Gheni Omar⁽¹⁾ Othman Kalid AL-Mafargy^{*(1)} and Hussien Aziz Mohammed⁽²⁾

(1). Department of Horticulture and Landscape Design. College of Agriculture. Diyala University . Iraq

(2). Department of Soil Science and Water Resources .College of Agriculture. Diyala University. Iraq

(*Corresponding author: Dr. Othman Kalid AL-Mafargy. E-Mail: Othmanalwan@uodiyala.edu.iq).

Received: 13/05/2020

Accepted: 23/06/2020

Abstract

The experiment was conducted at a field of Horticulture and Landscaping Department, Gardening Engineering, Faculty of Agriculture, University of Diyala, during the autumn season of 2018/2019, to study the effect of spraying with zinc and salicylic acid on the total concentration of chlorophyll, concentration of ascorbic acid, total soluble solids, fruit weight and the percentage of water in the leaves of cherry tomato (cv. BATLLE) in order to understand some physiological effects of adding zinc and salicylic acid. The experiment was laid in Randomized Complete Block Design (RCBD) and replicated three times. Zinc element was sprayed in the form of chelated Zinc in three levels viz. 0, 50, and 100 mg/L, which were symbolized by Zn0 , Zn50 and Zn100 respectively. Salicylic acid was sprayed in four levels viz. 0, 50, 100, and 150 mg/L, which were symbolized by SA0, SA50, SA100 and SA150 respectively. The results showed that spraying the plant with high levels of salicylic acid SA150 resulted in a significant increase in all the characteristics under study. The results showed that increasing the concentration salicylic acid from (0) mg/L to (150) mg/L increased the concentration of chlorophyll in the leaves, ascorbic acid and total soluble solids in fruits, fruit weight and the percentage of water in the leaves by 41.93 % , 3.95%, 53.86%, 108.49% and 5.94% respectively. The Zn100 treatment had significantly the highest concentration of chlorophyll in the leaves, ascorbic acid and total soluble solids in the fruit and fruit weight. The treatment (Zn100+SA150) had significantly higher values than other interactions for all the characteristics under study except the percentage of water in the leaves, where the interaction (Zn0+SA50) surpassed the other treatments significantly.

Key words: Cherry tomato, Salicylic acid, Chelated zinc, Total soluble solid, Concentration of ascorbic acid.