.تأثير الرش بحمض الساليسيليك والسيلكون لنبات الباذنجان المزروع في تربة رملية في بعض مؤشرات النمو والإنتاج و كفاءة استخدام الماء

*أ.د. سوسن سليمان، **أ.د. منى بركات، *** م.سفانة الكوسا

(الإيداع: 29 تشرين الثاني 2023 ، القبول: 26 نيسان 2023)

الملخص:

تم اجراء الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في منطقة صنوبر جبلة، في تربة رملية، باستخدام نباتات الباذنجان (صنف النواعير)، وذلك لدراسة تأثير الرش الورقي بحمض الساليسيليك (50-100-150 ppm)، والسيليكون (100-150-200 ppm) في بعض مؤشرات النمو الخضري والثمري لنبات الباذنجان وفي كفاءة استخدام الماء.

ادى رش النباتات بالسيليكون وحمض الساليسيليك الى زيادة معنوية في عدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي، كذلك الوزن الجاف لكل من الفروع والجذور، وكذلك عدد الأزهار والثمار العاقدة ونسبة العقد والإنتاج، مقارنة مع الشاهد وكانت أكثر المعاملات تفوقاً تلك التي استخدم فيها التركيز الأعلى من السيليكون وحمض الساليسيليك.

كما ازدادت كفاءة استخدام الماء (كمية الماء اللازم لإنتاج 1 كغ من الثمار)، نتيجة المعاملة بالسيليكون وحمض الساليسيليك وكانت أكثر المعاملات تفوقاً ، المعاملةSi3 (200 ppm) تليها المعاملتين Si2 وSA3 (150ppp).

كذلك انتاجية نبات الباذنجان ازدادت معنويا بزيادة تركيز محلول الرش في جميع معاملات الرش بالسيليكون وحمض الساليسيليك على معاملة الشاهد، وكانت أكثر المعاملات تفوقاً Si3 تليها المعاملة SA3.

الكلمات مفتاحية: باذنجان -سيلكون -حمض الساليسيليك .

*أستاذ في قسم علوم التربة والمياه-كلية الزراعة-جامعة تشرين-اللاذقية-سوريا

** أستاذ في قسم علم البساتين-كلية الزراعة-جامعة تشرين-اللاذقية-سوريا

***طالبة في قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة-جامعة تشرين-اللاذقية-سوريا

Effect of spraying with salicylic acid and silicon on eggplant grown in sandy soil on some indicators of growth production and water use efficiency

Dr. Mona Barakat, ** Dr. Sawsan Suleiman, *** Safana Al-Kousa*

(Received: 29 November 2023, Accepted: 26 April 2023)

Abstract:

The study was conducted at the Agricultural Scientific Research Center in the Sanobar Jableh region, in sandy soil, using eggplant plants (the Noria class), in order to study the effect of foliar spraying with salicylic acid (50-100-150 ppm) and silicon (100-150-200 ppm). In some indicators of vegetative and fruiting growth of eggplant plant and in water use efficiency.

Spraying the plants with silicon and salicylic acid resulted in a significant increase in the number of leaves and the leaf surface area, as well as the dry weight of each of the branches and roots, as well as the number of flowers and fruit set and the percentage of set and production, compared with the control, and the most superior treatments were those in which the highest concentration of silicon and salicylic acid was used. .

The water use efficiency (the amount of water required to produce 1 kg of fruits) increased as a result of the treatment with silicon and salicylic acid. The most superior treatment was Si3 (200 ppm), followed by Si2 and SA3 (150ppm).

Also, the productivity of eggplant plant increased significantly by increasing the concentration of the spray solution in all treatments of spraying with silicone and salicylic acid over the control treatment, and the most

superior treatment was Si3 followed by SA3 treatment.

Key words: eggplant, silicone, salicylic acid

*Professor in the Department of Soil and Water Sciences - Faculty of Agriculture - Tishreen University - Lattakia - Syria
**Professor in the Department of Horticulture - Faculty of Agriculture - Tishreen University - Lattakia - Syria
***Student at the Department of Soil and Water Sciences - Faculty of Agriculture - Tishreen University - Lattakia - Syria

1-المقدمة :

تشغل مساحة الأراضي الرملية القابلة للاستصلاح في المنطقة الساحلية حوالي 13000هكتار (زيدان وعلوش،1998)، وهي ذات إنتاجيه ضعيفة بسبب ضعف قدرتها على الاحتفاظ بالماء الذي يعد العامل الأكثر أهمية للحصول على إنتاج زراعي جيد. يعد محصول الباذنجان (*Solanum Melongena*) من نباتات العائلة الباذنجانية، وتعد الهند والصين الموطن الأصلي للباذنجان. وهو من الخضار الصيفية المهمة في أغلب دول العالم وهو من الأغذية الغنية بمضادات الأكسدة والفيتامينات وخاصة فيتامين C، حيث تبلغ نسبته 15-70 ملغ في واحد كغ من الثمار الطازجة، كما يعد مصدراً جيداً للأملاح المعدنة خاصة الحديد والمنغنيز والكالسيوم والفوسفور، كما أن للباذنجان قيمة غذائية هامة تتضح عند مقارنته بغيره من الخضار، اذ يحوي 100غرام من الثمار الطازجة على(5.70 غ كربوهيدرات، و 1.01 غ بروتين، و 0.19 غ دهون، و 3.4 غ الياف)، كما تتميز الثمار بمحتوى جيد من بعض الفيتامينات، اذ يحوي 100غ من الباذنجان على (B1 -0.039 ، و B2-0.037، و B3-0.64 ، و B6-0.064).

يعد الباذنجان من المحاصيل الحساسة لنقص الماء في التربة، إذ يصبح طعم الثمار مراً في هذه الظروف. **تزيد المواد العضوية عادةً من كفاءة الترب الرملية على الاحتفاظ بالماء، ومنها الهيدروجيل. كما توجد بعض العناصر المعدنية كالسيليكون، ومنظمات النمو كحمض الساليسيليك التي يمكن ان تزيد من كفاءة النبات في تحمل الاجهادات المائية وبالتالي المحافظة على حياته وانتاجيته** (*Urun et al.*,2015) .

يعد حمض الساليسيليك أحد الاحماض العضوية الفينولية ذات الطبيعة الهرمونية ، حيث يستخرج بشكل طبيعي من أوراق وقلف أشجار الصفصاف (salix trees)، ويستعمل كمنظم نمو طبيعي، صيغته الكيميائية (C6H4 (OH)COOH) ويكون على شكل بلورات، وهو متوسط الذوبان في الماء، وذواب بشكل كبير في المذيبات القطبية العضوية، وتعد خصائصه الفيزيائية مثالية تقريبا لنقله الى مسافات طويلة في اللحاء، لذلك يتم نقله بشكل فعال ويمكن أن يستقلب او يرتبط بمركبات أخرى، كما يمكن ان يتم نقله بسرعة من نقطة تطبيقه أو تصنيعه الى الانسجة البعيدة.

يؤثر الرش بحمض الساليسيليك على مجموعة من العمليات البيو كيميائية المتنوعة في النبات، ومنها إنبات البذور (cutt and klessig 1992.)، وإغلاق الثغور (larque-saavedra 1979)، ونفاذية الاغشية الخلوية (Barkosky and Einhellig 1993)، ومعدل التمثيل الضوئي، والنمو (*khan et al* . , 2010).

أظهرت نتائج (Darwish , 2014)، أن المعاملة الأولية بحمض السالسليك قد زادت من تحمل نبات التبغ للإجهاد الضوئي، وأجريت بعض الدراسات باستخدام حمض السالسليك للتخفيف من آثار الملوحة على نبات الريحان (*Shekoofeh et all* .2011; *Delavari et all* .2012).

أشار (*Talaat et al* .2014)، إلى أن رش نباتات الخلة البلدية (Ammi Visnaga) بحمض السالسليك (0.1 ميلي مول) قد أدى الى زيادة ارتفاع النبات ، وعدد الأوراق والأفرع ومعدل الوزن الرطب والجاف.

بينت تجربة أجراها (*Shemi et al .,2021*)، لدراسة الفعالية النسبية للتطبيق الورقي لحمض الساليسيليك (SA) في محتوى الكلوروفيل وكذلك الماء النسبي (RWC) وخصائص تبادل الغازات وأنشطة الأنزيمات المضادة للأكسدة، وتراكم أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS)، وخصائص إنتاج نباتات الذرة المعرضة لظروف الاجهاد المائي(50 ٪ من السعة الحقلية) خلال مراحل النمو الحرجة، فقد وجد ان المعاملة بحمض الساليسليك قد حسنت بشكل كبير من الصفات المورفولوجية ، والمحصول ومكوناته ، ومحتوى RWC ، ومحتوى الكلوروفيل لنبات الذرة في ظل الجفاف، و زيادة نشاط الإنزيمات ومحتوى البرولين والسكريات الذوابة.

يؤكد بحث قام به *(Villagra et al.,2021)* ،حيث خضعت نباتات توت الماكي (*Aristotelia chilensis*)البالغة من العمر سنة واحدة إلى اجهاد مائي (60٪ من السعة الحقلية)، أن تطبيق الـ SA (0.5 mM)، قد زاد من نمو النبات بنسبة 13.5%، كما حسن تمثيل ثنائي أوكسيد الكربون بنسبة 41.9٪ ، و ناقلية الثغور بنسبة 40.7٪ في النباتات المجهدة مائياً، كما زاد نشاط أنزيمات (SOD و APX) بنسبة 85٪ و 60٪ على التوالي في النباتات المعاملة بالـ SA، كذلك حسن من إجمالي محتوى الفينول بنسبة % 30 ومن القدرة المضادة للأكسدة بنسبة 60%.

تشير دراسة أجراها(*Ma et al.*,2022)، على النباتات الطبية *(Fritillaria przewalskii)*) لمعرفة تأثير رشها بحمض الساليسيليك (SA) تحت ظروف إجهاد الجفاف، حيث تعرضت النباتات لثلاثة أنظمة ري ، 75–80٪ شاهد (CK)، –60 65٪ إجهاد متوسط (M) و 40–45٪ إجهاد شديد (S) من السعة الحقلية وثلاثة مستويات من (SA) (0.0، 0.5 و 1.0 mM)، فقد أدى الرش الى زيادة كبيرة في محتوى الماء النسبي (RWC) والكربوهيدرات الكلية القابلة للذوبان في الأوراق وبرولين الأوراق و (الكلوروفيل b) في ظروف الإجهاد المائي المعتدل والشديد.

أظهرت نتائج تجربة قام بها (*Zamaninejad et al.,2013*)، على نبات الذرة، أن رش حمض الساليسيليك بتراكيز (0 و 0.5 و 1 و 1.5 mM) قد أثر على النمو، والصفات المورفولوجية ، وأدى الى زيادة محصول الذرة ، وارتفاع الساق ، ومساحة المسطح الورقي ، وعدد الصفوف ، وعدد الحبوب / صف، وطول الكوز، وقد كان لتركيز 1 mM من حمض الساليسيليك في مرحلة 10–12 ورقة التأثير الأكبر في تخفيف إجهاد الجفاف.

أجري بحث بهدف تقليل خسائر محصول عباد الشمس المرتبطة بقلة مياه الري، باستخدام حمض الساليسيليك (SA)، و ثلاثة أنظمة ري (100 ، 85 و 70٪) من السعة الحقلية، وثلاثة مستويات من الـ SA (0.0، 0.5، 1.0mM على التوالي)، أظهرت النتائج أن نباتات عباد الشمس المعاملة بالـ 0.5 SA و 1.0 SA قد خفضت النقص في محصول البذور من 21.0٪ إلى 15.8 و 14.4٪ وكذلك 46.2٪ إلى 40.8 و 40.1٪ تحت ظروف WR85٪ و WR70٪ على التوالي، وبالتالي أصبحت المعاملة بحمض الساليسيليك في برامج ري عباد الشمس، إجراءً حاسماً لتوفير المياه وتخفيف خسائر الغلة الناتجة عن إجهاد الجفاف (*El–Bially et al* .,2022).

بينت الدراسة ان معاملة نباتات القمح بحمض الساليسليك (0 –100–200–ppm300) قد سبب زيادة في محصول الحبوب تحت اجهاد الجفاف (دحل و كازم، 2017).

يوجد السيليكون بشكل أساس على شكل سيليكات أو ألومينوسيليكات، أما في محلول التربة فيوجد على شكل حمض السليسيك H_4SiO_4

(Epstien,1994) ، كما يوجد في النبات بشكل رئيسي على شكل أكسيد السيليكون SiO_4.

تبين أنه بالرغم من أنه يمكن أن يتواجد بغزارة في النبات، إلا أن وظائفه الفيزيولوجية ليست مدروسة بشكل جيد كما هو حال باقي العناصر الأخرى، مثل الأوكسجين والهيدروجين والكربون، ويتم امتصاص السيليكون من قبل النبات على شكل حمض السليسيك H_4SiO_4.

تم استخدام السيليكون بتركيز (0–350 كغ /هـ) مع نوعين من الأرز تقليدي caiapo و حديث maravilha مع او بدون اجهاد مائي (0.0250–0.050 باسكال) على التوالي. ففي ظل ظروف الاجهاد المائي، خفض السيلكون محتوى البرولين في الأجزاء الخضرية والتكاثرية في نبات الأرز مع زيادة نشاط البيروكسيديز في مرحلة تكاثر النبات مما يشير الى تحمل الاجهاد المائي (2016. *mauad et al*).

كذلك، تبين أن إضافة السيلكون الى النباتات المعرضة لإجهاد الـ UV، يزيد من محتوى الكلوروفيل والسكريات القابلة للذوبان، والانثوثيانين، والفلافونيدات، ومضادات الاكسدة والمركبات التي تمتص الاشعة فوق البنفسجية(UV)، كما يؤثر على معدل التمثيل الضوئي ومحتوى البرولين وسمية المعادن.

وجد أيضا أنه عند إضافة السيلكون تحت ظروف الجفاف يزيد من نشاط البيروكسيديز، ومحتوى السكريات الذائبة الكلية، ومحتوى الماء النسبي، ومعدل التمثيل الضوئي، كما يقلل نشاط الكاتلاز (*cermeli et al* 2022).

أجري بحث لدراسة تأثير إضافة السيلكون في تخفيف الاثار السلبية لإجهاد الجفاف على شتلات القمح الربيعي (*Cholewa et al* 2021)، فقد أدت إضافة السيليكون (H_4SiO_4: 1.0 و 1.5 ملي مولار)، إلى تحسين نمو النباتات، كما زاد بشكل ملحوظ تركيز صبغات التمثيل الضوئي وخفض محتوى (malondialdehyde) في الأوراق، كما كان له تأثير إيجابي في إمداد الأوراق بالنترات، وبالنتيجة فإن استخدام السيليكون قد حسن نمو شتلات القمح وخفف بشكل فعال من الآثار السلبية الناجمة عن إجهاد الجفاف.

لخص (Wang et al., 2021) الآليات الأساسية التي تؤثر في قدرة الـ (Si) على التخفيف من آثار إجهاد الجفاف على النباتات وهي : تعزيز امتصاص المياه ونقلها، وتنظيم سلوك الثغور، وتراكم المواد الذائبة، ومواد التنظيم الاسموزي، وتحفيز اليات الدفاع عند النبات المرتبط بالإشارة وبالتالي الحفاظ على توازن الماء في النبات بالكامل.

هناك العديد من الاستراتيجيات لتحمل النباتات المعاملة بالسيلكون للجفاف(Khattab,2021)، كتشكيل حاجز ميكانيكي من(Si) المترسبة في جدران الخلايا والمسافات بين الخلايا، وكذلك أوعية نسيج الخشب، بالإضافة إلى ذلك ، يعدل السيليكون عملية التمثيل الغذائي للنبات ويغير الأنشطة الفسيولوجية، وبالتالي يعزز تحمل إجهاد الجفاف، كما له دور في إنتاج وتراكم بعض مركبات التنظيم الاسموزي، ومضادات الأكسدة، وحماية الجزيئات الكبيرة وزيادة إغلاق الثغور في النباتات المعاملة بالسيليكون، التي تعاني من إجهاد الجفاف.

2–أهمية البحث وأهدافه:

تمتاز التربة الرملية بضعف قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وناقليتها الهيدروليكية العالية، فضلاً عن صرفها المفرط للماء بعيداً عن منطقة جذور النباتات، مما يؤدي إلى نقص كفاءة استفادة النبات من مياه الري، والعناصر الغذائية بالإضافة إلى تأثيرات سلبية من الناحية الزراعية والبيئية.

يعد نبات الباذنجان من الخضراوات عالية القيمة الغذائية، وهو حساس جدا لنقص الماء في التربة، لذلك فإنه من المهم إيجاد بعض الأساليب التي تؤمن احتياجاته المائية وتزيد مقاومته للإجهاد المائي.

ومن هنا كانت أهداف البحث:

دراسة تأثير رش نبات الباذنجان بعدة مستويات من حمض السالبسيليك وسيليكات الصوديوم في بعض مؤشرات النمو والإنتاج وكفاءة استخدام الماء .

3–مواد البحث وطرائقه Materials and Methods

3–1 –مكان إجراء البحث :

تم تنفيذ البحث عام 2020–2021، حيث أجريت تجربة الزراعة في منطقة الصنوبر في الحقول التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية.

3–2 – مواد البحث:

3–2–1– التربة:

تم جمع عينات التربة من نقاط متعددة في موقع الزراعة على عمق 0-25 سم.

بعد تجفيف التربة هوائيا وتنخيلها بمنخل اقطار فتحاته 2 مم، أجريت بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية للتربة، في مخابر كلية الزراعة – جامعة تشرين، وجمعت نتائجها في الجدول (1) بعض الخصائص الأساسية للتربة.

الصفة المدروسة	القيمة
Sand %	82
Clay %	11.38
Silt %	5.97
قوام التربة	رملي
CEC (meq/100 g soil)	6
$CaCO_3$%	45
O.M %	0.28
pH	7.2
EC مليموس/سم1:5	0.3

3-2-2-النبات المزروع: تم زراعة نبات الباذنجان (صنف النواعير)، وهو محب للرطوبة ويتطلب كميات كبيرة من الماء، ويساعد انخفاض الرطوبة في مرحلة العقد ونضج الثمار على ظهور الطعم المر، في الثمار فضلا عن تساقط الثمار والازهار.

3-2-3-**حمض الساليسيليك:**

حمض كربوكسيلي اروماتي وهو نوع من الاحماض الفينولية، يستخلص من بعض النباتات كالصفصاف الأبيض واكليلة المروج، وهو مصنف تحت مجموعة الهرمونات النباتية.

تم استخدام حمض السالسليك وفق التراكيز التالية (50-100-150ppm).

3-2-3-السيليكون:

هو عنصر كيميائي يصنف من اشباه الفلزات، ثاني أكثر العناصر وفرة في الأرض، يؤدي السيلكون العديد من الوظائف في النبات منها حماية النبات عند التعرض لفترات طويلة من الجفاف كما تم استخدام السيليكون وفق التراكيز التالية(100-150-200 ppm).

معاملات التجربة:

T0 :شاهد بدون أي معاملة.

SA1: رش الاوراق بحمض الساليسيليك 50ppm.

SA2: رش الاوراق بحمض الساليسيليك 100ppm.

SA3: رش الاوراق بحمض الساليسيليك 150ppm.

Si1: رش الاوراق بسيلكات الصوديوم 100ppm.

Si2: رش الاوراق بسيلكات الصوديوم150ppm.

Si3 : رش الاوراق بسيلكات الصوديوم 200ppm.

تمت رش الأوراق بحمض الساليسليك والسيلكون ثلاث مرات بفاصل 15 يوم بين الرشة والاخرى، حيث كانت الرشة الأولى بعد التشتيل بإسبوعين.

تحضير الأرض للزراعة:

تمت فلاحة الأرض على عمق 30 سم، وإضافة السماد العضوي بتاريخ 21 نيسان (2021) وتم تقسيمها الى قطع تجريبية، ثم تخطيطها بخطوط بواسطة الفرادة، حيث بلغت المسافة بين الخط والأخر 70سم، وزرعت الشتول بتاريخ 24 أيار بحيث كانت المسافة بين النبات والأخر 50سم.

التسميد:

تم إضافة السماد البلدي (زبل بقري) بمعدل 5 م3 /دونم أثناء الفلاحة، والاسمدة الكيميائية وفق المعدلات التالية:

50 كغ/دونم، نترات الامونيوم 33%

25 كغ/دونم، سوبر فوسفات 46%

25كغ/دونم، سلفات البوتاسيوم 50%.

تم إضافة الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية قبل الزراعة وخلطها مع التربة، أما السماد الآزوتي فقد أُضيف على أربع دفعات متساوية، الدفعة الأولى بعد ثلاث أسابيع من التشتيل والثانية بعد شهر من الأولى والثالثة بعد اول قطفة والرابعة بعد شهر من الثالثة

(*Vivenico et al.*,2013)، وقد تمت مراقبة مؤشرات النمو وإجراء عمليات الخدمة اللازمة.

الري:

تم الري بالتنقيط، باستخدام شبكات تصريف نقاطتها 2ليتر/ساعة ...كان الري 3ساعات في اليوم و3 مرات فقط بالاسبوع . حيث تم استهلاك 18 ليتر بالاسبوع ..تمت الزراعة لثلاث اشهر فكان استهلاك الماء خلال فترة الزراعة 234 لتر للنبات الواحد

المؤشرات النباتية المدروسة:

- مساحة المسطح الورقي (سم^2/نبات) جرى قياسه بعد 90 يوم من التشتيل من العلاقة التالية:

(أقصى طول للورقة X أقصى عرض للورقة) X 0.674 (معامل دليل الشكل الخاص لورقة نبات الباذنجان) Xعدد أوراق النبات.

- عدد الازهار الكلية: زهرة /نبات.
- عدد الثمار العاقدة: ثمرة /نبات.
- نسبة العقد %= عدد الثمار العاقدة /عدد الأزهار لكل نبات ×100.

- إنتاج النبات: وزن الثمرة × عدد الثمار.
- الإنتاج الكلي: إنتاجية النبات × الكثافة النباتية.

تصميم التجربة:

تم تصميم التجربة باستخدام القطاعات العشوائية الكاملة في ثلاث معاملات، بما في ذلك الشاهد، وبواقع ثلاث مكررات لكل معاملة، وبمساحة 9م^2 للمكرر، بمعدل 12 نبات في كل مكرر بكثافة نباتية 1.33نبات / م^2.

التحليل الإحصائي:

تم تحليل النتائج إحصائيا باستخدام برنامج Genstat 12، ومن اختبار ANOVA تم حساب أقل فرق معنوي(LSD) عند مستوى 5% لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات.

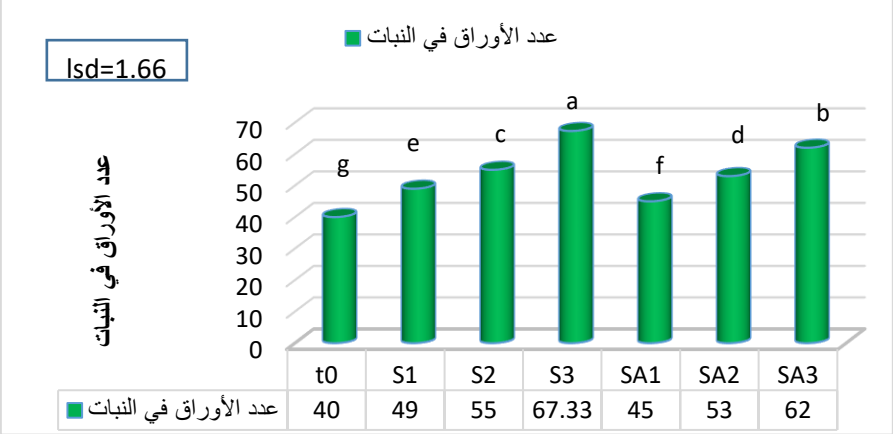
4-النتائج والمناقشة:

4-1-تأثير الرش بالسيليكون و حمض الساليسيليك في مؤشرات النمو الخضري:

1- عدد الأوراق:

أدى رش النباتات بحمض الساليسيليك الى زيادة معنوية في عدد الأوراق وذلك في جميع المعاملات مقارنة مع الشاهد شكل (1)، حيث تفوق الرش بحمض الساليسيليك 150ppm/ نبات بنسبة (55%) على الشاهد، وعلى المعاملتين SA2وSA1 بنسبة (12.5-32.5%) على التوالي كما أظهر (Gharib et al., 2006) في دراسة على نبات الريحان والمردقوش زيادة في عدد الأوراق.

كذلك أدى تطبيق السيليكون على النباتات الى زيادة معنوية في عدد الأوراق بالمقارنة مع الشاهد، وقد تفوقت المعاملة بالسيلكون 200 ppm/ نبات بنسبة(68.32 %) على الشاهد وعلى المعاملات S1, S2 بنسبة (22.5-37.5%) على التوالي والذي يمكن ان يكون نتيجة لدوره في زيادة امتصاص العناصر الغذائية وبالتالي استطالة وتمدد الخلايا وتسريع النمو وزيادة عدد الفروع وبالتالي عدد الأوراق (Kaya et al.,2006).



الشكل رقم (1): تأثير الرش بالسيليكون وحمض الساليسيليك على عدد أوراق نبات الباذنجان.

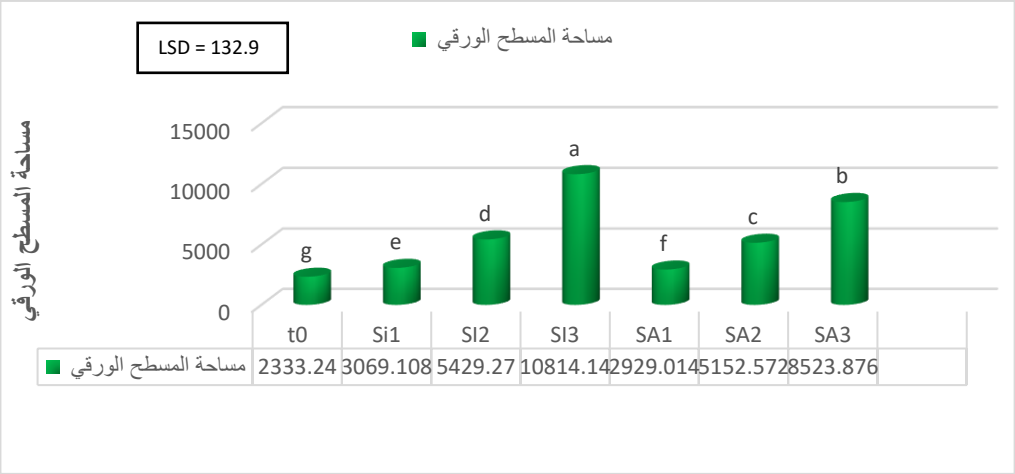
4-2- مساحة المسطح الورقي :

أظهرت النتائج (الشكل رقم 2) أن معاملة النباتات بحمض الساليسيليك قد أدَّت الى زيادة مساحة المسطح الورقي مقارنةً بنباتات الشاهد، وقد تفوقت المعاملة بالـ SA 150ppm بنسبة (256%) (كيف تمَّ حساب هذه النسب) على باقي المعاملات

25.54-120.8%على التوالي. وهذا يعود الى دور حمض الساليسليك في زيادة النمو نتيجة زيادة مستوى الانقسام الخلوي داخل الأنسجة النباتية القمية والمسؤولة عن زيادة النمو (ارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي وعدد الافرع) sardoei (Ram et al 2014). (.et al.2014)

كما يلعب الـ SA دوراً في حركة الثغور، حيث يخفّض معدل النتح من الأوراق، وبالتالي، يزداد محتوى الماء النسبي ومعدل التمثيل الضوئي وكذلك نسبة الكلوروفيل ((Chen, 2014 ; Zhang, 2018).

كما بيّنت النتائج أنَّ معاملة النباتات بالسيليكون قد حسنت مساحة المسطح الورقي، حيث تفوقت المعاملة ppm200 معنوياً على باقي المعاملات، بنسبة 363.48% على باقي المعاملات بما في ذلك الشاهد، وقد يرجع هذا الى دوره في عملية البناء الضوئي من خلال زيادة نسبة الكلوروفيل ومعدل التمثيل الضوئي وسلوك الثغور وتخفيض قيم معدل النتح من الأوراق بالإضافة الى ذلك وجد ان السيلكون المتراكم في خلايا البشرة يؤثر على زاوية الورقة مما يجعلها قائمة ويزيد من تعرضها للضوء وهذا يتفق مع النتائج التي أشار لها (Kaya et al.2006)، (Zhiming et al.2014).



الشكل رقم (2) تأثير الرش بالسيليكون و حمض الساليسيليك على مساحة المسطح الورقي لنبات الباذنجان.

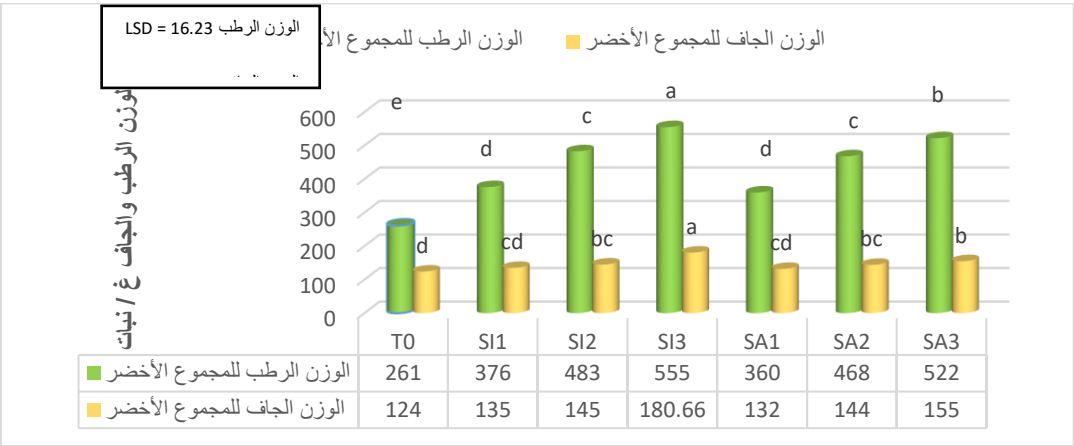
4-3- الوزن الرطب والجاف للمجموع الأخضر:

أدت المعاملة بحمض الساليسيليك (ppm150-100-50) الى زيادة في وزن المجموع الخضري مقارنة بالشاهد بنسبة (37.93-79.31-100 %) على التوالي، وقد تفوقت المعاملة بالـSA 150 ppm على باقي المعاملات بما في ذلك الشاهد.

كما ازداد الوزن الجاف نتيجة المعاملة بالـSA في الظروف نفسها معنويا مقارنة بنباتات الشاهد بنسبة (6.45-16.12-25%)على التوالي(شكل 3).

أظهرت النتائج أيضاً أن النباتات المعاملة بالسيليكون قد تفوقت بشكل واضح في وزن المجموع الخضري الرطب والجاف على نباتات الشاهد، وذلك بنسبة (44.06-85.05-112.65 %) للوزن الرطب، وبنسبة (8.87-16.93-45.69 %) للوزن جاف، كما تبين النتائج تفوق المعاملة بالسيليكون ppm200 بمعنوية عالية على باقي المعاملات بما في ذلك الشاهد، وذلك في ظروف نقص الماء، وهذا قد يكون بسبب دور السيلكون في زيادة سمك الورقة وزيادة صلابتها مما يجعلها أكثر احتفاظا بالماء وتحملا لعوامل الاجهاد المائي، مما يؤدي الى تخفيض فقد الماء عن طريق النتح وبالتالي زيادة سمك الساق

ونمو المجموع الجذري والخضري وذلك عن طريق زيادة حجم وصلابة الحزم الوعائية وبالتالي زيادة معدلات نقل العناصر الغذائية من المجموع الجذري الى باقي أجزاء النبات وكذلك نواتج التمثيل الحيوي من الأوراق الى المجموع الجذري zou et al .,2007).(Epstein et al.,2001).



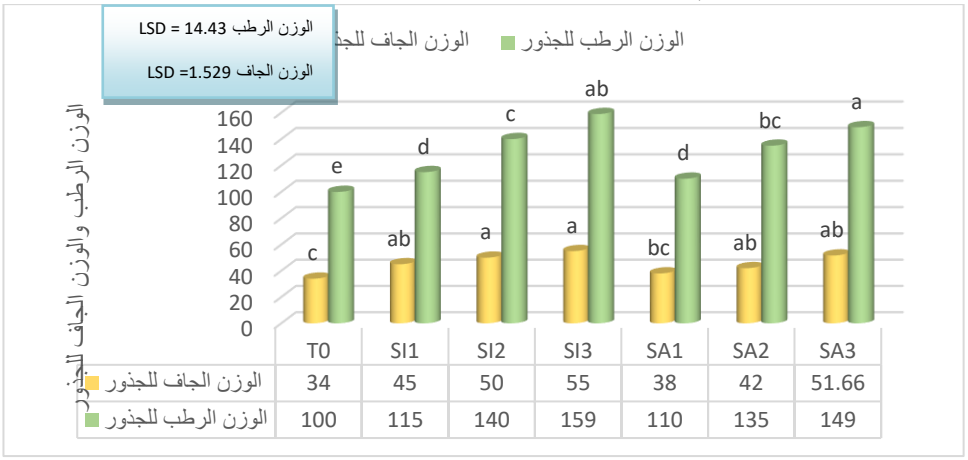
	T0	SI1	SI2	SI3	SA1	SA2	SA3
الوزن الرطب للمجموع الأخضر	261	376	483	555	360	468	522
الوزن الجاف للمجموع الأخضر	124	135	145	180.66	132	144	155

الشكل رقم (3): تأثير الرش بالسيليكون و حمض الساليسيليك في الوزن الرطب والجاف للنبات.

4-7- الوزن الرطب و الجاف للمجموع الجذري :

أدى رش النباتات بحمض الساليسيليك الى زيادة معنوية في الوزن الرطب للمجموع الجذري في النباتات المعاملة بالتراكيز(ppm150-100-50)مقارنة مع نباتات الشاهد وزيادة معنوية للوزن الجاف للمجموع الجذري في النباتات المعاملة بالتركيزين(ppm150-100)مقارنة مع نباتات الشاهد والنباتات المعاملة بالتركيز(ppm 50) ويبين الشكل (4) تأثير الرش بالسيليكون و حمض الساليسيليك في الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري..

كذلك الأمر بينت النتائج أنه عند رش السيليكون أدى الى زيادة معنوية في الوزن الرطب والجاف للجذور لجميع النباتات المعاملة به مقارنة مع نباتات الشاهد في الظروف السابقة نفسها.



	T0	SI1	SI2	SI3	SA1	SA2	SA3
الوزن الجاف للجذور	34	45	50	55	38	42	51.66
الوزن الرطب للجذور	100	115	140	159	110	135	149

الشكل رقم (4): تأثير الرش بالسيليكون و حمض الساليسيليك في الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري.

يؤدي نقص الماء إلى إغلاق الثغور تدريجياً مع انخفاض مماثل في عملية التمثيل الضوئي وكفاءة استخدام المياه (Anjum وآخرون. 2011). كما يخفض نقص الماء تركيز ثاني أكسيد الكربون الداخلي وكذلك كفاءة استخدام المياه (WUE) ومعدل النتح، مما يؤدي الى انخفاض عملية التمثيل الضوئي، (Hayat et al. 2008).

تبين من النتائج زيادة معطيات النمو الخضري لنباتات الباذنجان التي تنمو في تربة رملية وفي ظروف نقص الري نتيجة المعاملة بحمض الساليسليك والسيلكون، فقد ازداد عدد الأوراق، ومساحة المسطح الخضري وكذلك الوزن الرطب والجاف للنباتات المعاملة بالمركبات المدروسة بشكل معنوي على الشاهد.

كذلك، يلعب الـ SA دورا في حركة الثغور، حيث يخفض معد النتح من الأوراق، وبالتالي، يزداد محتوى الماء النسبي ومعدل التمثيل الضوئي وكذلك نسبة الكلوروفيل(Zhang et al.,2018; Chen .,2014).

كما يلعب دوراً في منع اكسدة الهرمونات الداخلية من خلال تأثيره المباشر في تشجيع وحث الاوكسينات بغرض تحفيزها انقسام الخلايا وتنشيط الخلايا المرستيمية في الجذر وزيادة عدد الشعيرات الجذرية (Ram et ; sardoei et al.,2014 al., 2014).

تتراكم أنواع الأوكسجين التفاعلية (ROS) أثناء الجفاف ، وهي سامة عند مستويات مرتفعة ، بسبب انخفاض نشاط سلسلة نقل الإلكترون (Hasanuzzaman et al., 2020). تؤدي مستويات ROS المرتفعة إلى تعطيل البروتينات وتثبيط نشاط العديد من الإنزيمات المشاركة في مسارات التمثيل الغذائي، وأكسدة الدهون والحمض النووي (Hossain et al., 2014). وبالتالي، يمكن أن تتسبب أنواع الأكسجين التفاعلية في إتلاف الغشاء الخلوي، والجزيئات الكبيرة الأساسية (مثل صبغات التمثيل الضوئي والبروتينات والحمض النووي والدهون) ، وبالتالي تقليل محتويات الكلوروفيل والكاروتينات.

اما بالنسبة للسيلكون فقد يعود دوره الى زيادة مستوى السايتكوكينينات والاوكسينات التي تلعب دوراً في زيادة الانقسام الخلوي، وزيادة النمو، وسمك الورقة، وزيادة صلابتها، وطولها، مما يجعلها أكثر احتفاظاً بالماء ، وبالتالي يؤدي الى تخفيض فقد الماء عن طريق النتح، وزيادة سمك الساق ونمو المجموع الجذري والخضري، وذلك عن طريق زيادة حجم وصلابة الحزم الوعائية وبالتالي زيادة معدلات نقل العناصر الغذائية من المجموع الجذري الى باقي أجزاء النبات وكذلك نواتج التمثيل الحيوي من الأوراق الى المجموع الجذري، (Helaly et al.,2017)وقد وجد (Alam et al .,2020) زيادة تحمل نباتات البطيخ(*Cucumis melo* L.) للجفاف نتيجة المعاملة بالسيليكون وذلك عن طريق زيادة النمو وعدد الأوراق في النبات، كذلك فقد زاد طول الثمار، وقطرها، وسمك اللب، والإنتاج الكلي للفاكهة أعلى معنوياً عند تطبيق Si.

يمكن لـ Si أن يقلل من الإجهاد الناجم عن عوامل غير حيوية مختلفة ، بما في ذلك الجفاف(Zargar et al.,2019) . وذلك من خلال آليات مختلفة. حيث يمكن أن يترسب الـ Si الذي يمتصه النبات على شكل SiO2 في الجدر الخلوية للأوراق ، وبالتالي ينخفض معدل التبخر والاجهاد الاسموزي. (Rizwan et al.,2015).

كما وجد ان المعاملة بالـ Si تزيد من امتصاص العناصر المغذية وتبادل الغازات ، مما يؤدي إلى زيادة معدل التمثيل الضوئي.كذلك، تؤثر معاملة نباتات البندورة المجهدة بالـ Si بشكل إيجابي على عملية التمثيل الضوئي ، مقارنةً بالنباتات غير المعاملة بالـ Si (Zhang.,2018; Chen.,2014)

كما وجد ان تطبيق Si يعزز عوامل النمو الداخلية ، مما يؤدي إلى تطوير جذور أكثر كثافة (قطر الجذر ، والمساحة ، والحجم ، والطول) والكتلة الحيوية للنباتات المجهدة (Wang et al., 2021).

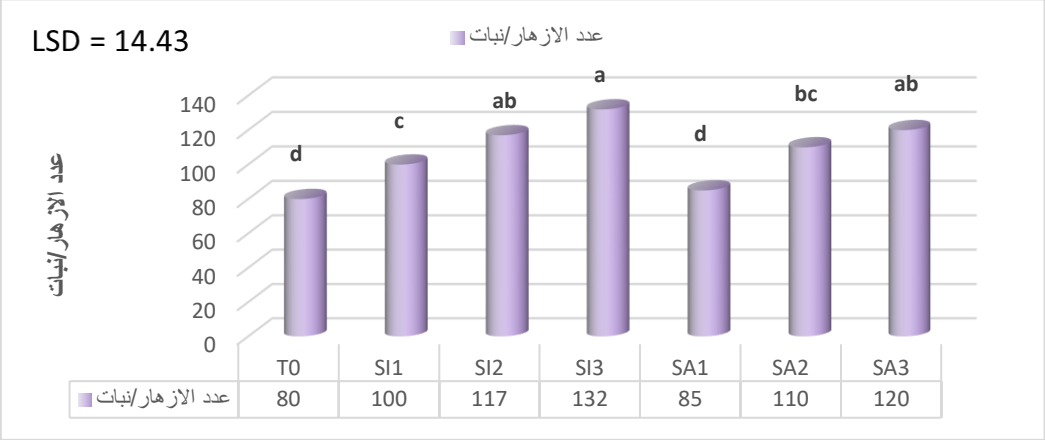
وقد حسنت المعاملة بالسيليكون Si معدل التمثيل الضوئي في نباتات البندورة والقمح تحت ظروف الجفاف (Alzahrani.2018; Cao.2020). كما أدى التطبيق الخارجي للسيليكون إلى زيادة تحمل نقص الماء في الذرة (Zea mays L.) من خلال تحسين كفاءة التمثيل الضوئي ، وناقلية الثغور ، وسلامة الغشاء الخلوي Abd El-Mageed et al.,2020).

4-4-تاثير الرش بالسيليكون و حمض الساليسيليك في مؤشرات النمو الثمري:

1- عدد الأزهار الكلي :

يوضح الشكل (5)، أن معاملة النباتات بحمض الساليسيليك(100-150 ppm) قد أدت الى زيادة معنوية في عدد الازهار بنسبة (37.5-50%)، على التوالي مقارنة مع الشاهد.

كذلك أدى الرش بالسيليكون الى تحسين عدد الازهار معنويا في النباتات المعاملة بالسيليكون (Si3,Si2,Si1) بنسبة (25-46-65%) على التوالي. مقارنة بالشاهد.

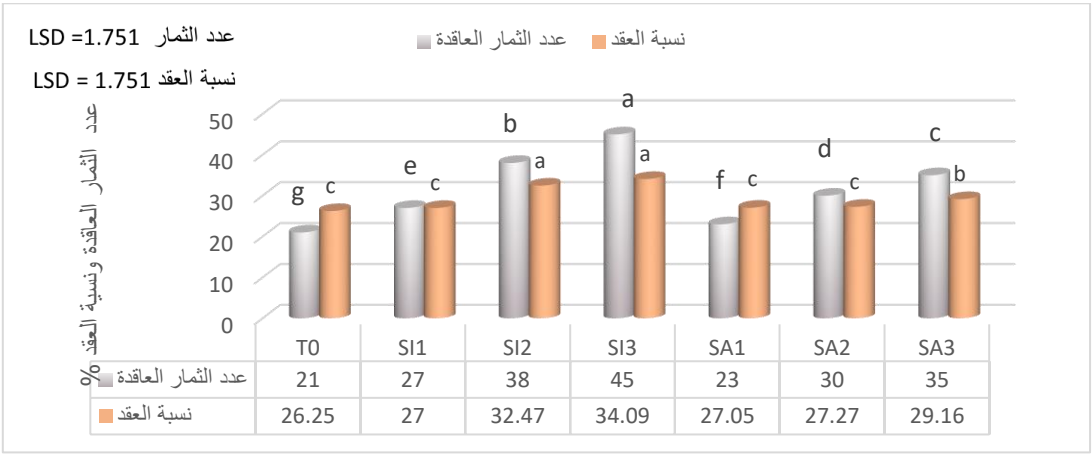


الشكل رقم (5): تأثير الرش بالسيلكون و حمض الساليسليك في عدد الأزهار الكلي.

4-5- عدد الثمار العاقدة ونسبة العقد :

يبين الشكل (6)، تفوق النباتات المعاملة بحمض الساليسيليك(100-150 ppm) في عدد الثمار العاقدة (42.85-66.66 %)، كما تفوقت المعاملة بالتركيز 150 ppm في نسبة العقد بنسبة (11.08%) مقارنة مع الشاهد والمعاملات الأخرى في ظروف نقص الماء.

**كما أظهرت النباتات المعاملة بالسيليكون زيادة في عدد الثمار العاقدة بنسبة (28.5-80.95-80.95%)، كذلك زادت نسبة العقد نتيجة المعاملة بالسيليكون (150-200 ppm) مقارنة بالشاهد والتركيز 100ppm (29.86-23.69%)على التوالي.

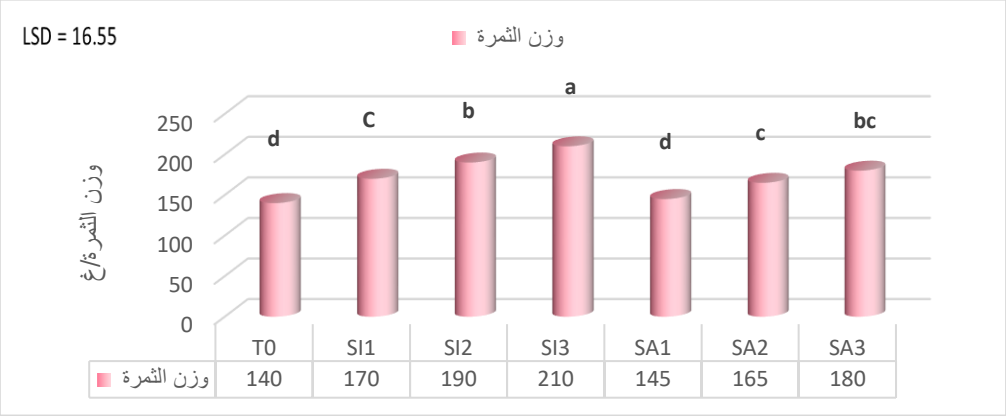


الشكل رقم (6)ك تأثير الرش بالسيليكون و حمض الساليسيليك في عدد الثمار العاقدة ونسبة العقد.

4-6- وزن الثمرة :

أدت المعاملة بحمض الساليسيليك (100-150ppm) إلى زيادة معنوية في وزن ثمار الباذنجان بنسبة (17.85-28.57%) على التوالي مقارنة مع الشاهد.

كذلك، أدت المعاملة بالسيليكون إلى زيادة معنوية في وزن الثمار، مقارنة مع نباتات الشاهد بنسبة (21.42-35.71-50%) للمعاملات(Si3,Si2,Si1) على التوالي (شكل7).



الشكل رقم(7): تأثير الرش بالسيليكون وحمض الساليسيليك في وزن الثمرة/غ

تشير النتائج إلى تحسين مؤشرات النمو الثمري نتيجة المعاملة بحمض الساليسليك والسيليكون في ظروف نقص الماء، وقد يكون ذلك نتيجة لدور الحمض في تحسين عملية التمثيل الضوئي والاصطناع الغذائي وبالتالي زيادة المواد الغذائية المصنعة التي تنتقل الى الثمار والتي تساعد على نموها وزيادة حجمها (Bastam et al.,2012 ؛ Ghasemzadeh and Jaafar., 2013)

وقد وجد (Zulfiqar et al., 2021) أن التطبيق الورقي للـ SA قد أدى إلى تحسين مساحة الورقة ، وقطر الرأس ، ومحصول البذور / رأس ، ومؤشر البذور ، ومحصول البذور/ هكتار ، ومحتوى البذور الزيتية، وكذلك WUE لنباتات عباد الشمس.

يتوافق ذلك مع (*Mehrabian et al.*, 2011; *Ali et al* ., 2011) الذين وجدوا زيادة في محصول بذور عباد الشمس ومكوناته عند استخدام الـ SA ،وقد يعود ذلك لتأثيره على العمليات الفيزيولوجية والكيميائية الحيوية التي أدت الى تحسين النمو الخضري وانتقال العناصر الغذائية.

كذلك أدى الرش بالسيلكون الى زيادة معنوية في مؤشرات النمو الثمري تحت نفس ظروف نقص الماء،

وقد وجدت الدراسات أن إضافة الـ Si تؤدي الى زيادة مستويات الـ IAA ، وحمض الجبريليك ، والسيتوكينين ، وتقلل من مستويات حمض الأبسيسيك(Helaly et al.,2017)، حيث يلعب حمض الجبرليك دورا في زيادة انتاج الافرع الجانبية وخاصة الزهرية، مما يزيد من عدد الازهار(Rizwan et al.,2015)، وتزيد السايتوكينينات النمو الزهري لأنها تساهم في تحول البراعم الخضرية الى زهرية، مع المحافظة على عدم تساقط الأعضاء الزهرية خلال عملية التلقيح، والسبب هو تراكم هذه الهرمونات في أجزاء الزهرة كما تزيد سرعة العقد وبالتالي تسبب ارتفاع انتاج الثمار.

4-8- إنتاجية النبات و كفاءة استخدام الماء:

يبين الجدول (3) أن كمية الماء المصروفة لإنتاج 1كغ من ثمار الباذنجان قد بلغ 79.59 ليتر في نباتات الشاهد، في حين كانت كمية الماء اللازمة لإنتاج نفس الوزن لدى معاملة النبات بحمض الساليسيليك(50-100-150 ppm /نبات) هي

(59.66 –47.27 – 37.14 ليتر)على التوالي، كما كانت عند المعاملة بالسيلكون (100–150–200 ppm/نبات)،(50.98 –37.93–32.77 ليتر)على التوالي مما يدل على توفير كميات لا بأس بها من ماء الري.

يلاحظ أيضاً من الجدول 3 أن جميع المعاملات تفوقت معنوياً على الشاهد سواء معاملات الرش بحمض الساليسيليك أو بالسيليكون في الإنتاج الكلي مقارنة مع الشاهد وصلت إلى 9.5 كغ/ م^2 في المعاملة Si3 .

الجدول رقم (3): إنتاجية النبات ومقدار التوفير في كمية ماء الري.

المعاملات	كمية الماء اللازم انتاج 1كغ من الباذنجان (ل)	مقدار التوفير بماء الري بالنسبة للشاهد (%)	انتاج النبات (غ/نبات)	الإنتاج الكلي (كغ/م^2)
T0	79.59a	–	g 2940	g 3.910
Si1	50.98 c	%35.9	e 4590	e 6.104
Si2	37.93e	%52.23	c 6169	c 8.204
Si3	32.77f	%58.8	a 7140	a 9.494
SA1	59.66b	%25	f 3922	f 5.210
SA2	47.27 d	%40.06	d 4950	d 6.583
SA3	37.14e	%53.43	b 6300	b 8.797
LSD	1.751	–	1.751	0.00948

قد يعود السبب في انخفاض كمية الماء المصروفة في معاملات حمض الساليسيليك والسيليكون لفعاليتهما في زيادة نمو المجموع الجذري، و لتأثيرهما في بعض العمليات الفيزيولوجية متل فتح وغلق الثغور، وبالتالي تقليل الماء المفقود بالتبخر، (Hayat, Ahmed.,2007)، (Khattab, Hemmat.,2021)، (Wang et al., 2021)، وقد وجد أن التطبيق الخارجي للسيليكون قد أدى إلى زيادة تحمل نقص الماء في الذرة (Zea mays L)، من خلال تحسين كفاءة التمثيل الضوئي ، وناقلية الثغور ، وسلامة غشاء الخلية

(Abd El–Mageed et al .,2020)

قد تكون المعاملة بحمض الساليسيليك قد أدت الى زيادة في إنتاجية النباتات مقارنة مع الشاهد في هذه الدراسة، والذي قد يعود لدوره في تحسين التمثيل الضوئي ، وناقلية الثغور ، والتبادل الغازي ، ومعدل امتصاص ثاني أكسيد الكربون ، ومحتوى الكلوروفيل

. (Babar et al. 2014)

وقد ذكرت العديد من الدراسات زيادة السيليكون تحمل الإجهاد الحيوي والاحيوي (Crusciol et al.,2009) كذلك الامر في ظل ظروف الإجهاد المائي، فقد أظهرت النباتات المعاملة بالسيليكون نشاطًا متزايدًا لأنزيم البيروكسيداز ، وهو إنزيم مرتبط بآليات دفاع النبات،حيث يمنع البيروكسيداز أكسدة الدهون (Dubey, Verma.,2003). وبالتالي يعمل السيليكون على استقرار الغشاء الخلوي ، مما يقلل نفاذيته تحت ظروف الإجهاد (Fauteux et al., 2006) .

وفي ظروف نقص الماء، يزيد الـ Si من نمو النبات، وعدد الأوراق ، ونسبة الفروع/الجذور ، والتعبير عن الجينات المرتبطة بالتمثيل الضوئي ، والمحتوى المائي النسبي ، ومحتويات بعض الهرمونات النباتية ، ونشاط أسكوربات بيروكسيداز ،

ومستويات حمض الأسكوربيك والجلوتاثيون والكاروتينات(Cermelj et al.,2022)، مما يؤدي الى زيادة تحمل النباتات للاجهاد المائي حيث ينعكس ذلك على نموها وانتاجيتها.

5- الاستنتاجات :

أدى استخدام الرش الورقي لنبات الباذنجان بحمض الساليسيليك بالتراكيز (50-100-150 ppm)، والسيليكون بالتراكيز (100-150-200 ppm) إلى:

1- تفوق جميع معاملات الرش بالسيليكون وحمض الساليسيليك معنوياً على معاملة الشاهد في جميع مؤشرات النمو الخضري والثمري لنباتات، وكانت أكثر المعاملات تفوقاً تلك التي استخدم فيها التركيز الأعلى من السيليكون وحمض الساليسيليك.
2- تفوق جميع معاملات الرش بالسيليكون وحمض الساليسيليك معنوياً على معاملة الشاهد في كفاءة استخدام الماء وكانت أكثر المعاملات تفوقاً ، المعاملةSi3 (200 ppm) تليها المعاملتين Si2 وSA3 (150ppp).
3- ازدادت إنتاجية نبات الباذنجان معنوياً بزيادة تركيز محلول الرش في جميع معاملات الرش بالسيليكون وحمض الساليسيليك على معاملة الشاهد، زكانت أكثر المعاملات تفوقاً Si3 تليها المعاملة SA3.

6-المقترحات:

رش النباتات المزروعة في التربة الرملية او في ظروف نقص الماء بحمض الساليسليك 150 ppm والسيليكون 200ppm، وذلك لدورهما في تخفيض كمية الماء اللازمة للنمو والإنتاج، وكذلك تحسين نمو النباتات.

6-المراجع:

المراجع العربية :

– جاسم. علي، عبود. سارة. (2016) تأثير الرش بالسيليكون على بعض صفات النمو لستة تراكيب وراثية من الحنطة في تربة ملحية. مجلة الفرات للعلوم الزراعية – 9(1):179–189 ، 2016.

2–جاسم. علي، البدري. سرمد (2016). تأثير التداخل بين الاثريل و السليكون، في نمو الذرة الشامية (Zea mays ssp.everta)عند قطع ريه في مرحلة النمو الخضري. مجلة الفرات للعلوم الزراعية – 8 (3): 103 – 113، (2016).

3–جاسم. علي حسين، هادي. كرار فلاح. (2017) . تأثير الرش بالسيليكون والجبريلين في نمو نبات البازلاء. مجلة الفرات للعلوم الزراعية –9(4):86–96.

4-دحل. كاظم. (2017). *تأثير حامض الساليسيلك في نمو وحاصل حنطة الخبز تحت ظروف الجفاف*. مجلة كربلاء للعلوم الزراعية (المجلد الرابع – العدد الثاني) 2017.

5–زيدان علي، علوش غياث (1998). الدراسة القومية حول تدعيم البحوث المشتركة، في مجال استصلاح الأراضي الرملية في الوطن العربي. المنظمة العربية للتنمية الزراعية. الخرطوم، السودان.

6–مطر عبد الله، زيدان رياض (1985). المدخل العلمي لتحليل التربة. مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة تشرين سورية.

1. Alam, A.; Hariyanto, B.; Ullah, H.; Salin, K.R.; Datta, A. Effects of silicon on growth, yield and fruit quality of cantaloupe under drought stress. Silicon 2020, 13, 3153–3162. [CrossRef]
2. Ali Z, Basra S M A, Muni H, Mahmood A, Yousaf S, J. Agric. Soc. Sci, 2011, 7, 56.

3. Alzahrani, Y.; Ku¸svuran, A.; Alharby, H.F.; Ku¸svuran, S.; Rady, M.M. The defensive role of silicon in wheat against stress conditions induced by drought, salinity or cadmium. Ecotoxicol. Environ. Saf. 2018, 154, 187 196. [CrossRef] 47. Mauad, M.; C
4. Anjum SA, Xie X, Wang L, Saleem MF, Man C, Lei W (2011) Morphological, physiological and biochemical responses of plants todrought stress. Afr J Agric Res 6:2026–2032
5. Arif Y, Sami F, Siddiqui H, Bajguz A, Hayat S (2020) Salicylic acid in relation to other phytohormones in plant: A study towards physiology and signal transduction under challenging environment. Environ Exp Bot 175:104040.
6. Babar S, Siddiqi EH, Hussain I, Hayat Bhatti K, Rasheed R (2014) Mitigating the effects of salinity by foliar application of salicylic acid in fenugreek. Physiol J.
7. Barkosky , R.R. , Einhellig , F.A. (1993) . Effects of salicylic acid on plant water relationship . Journal Chemical Ecology 19 : 237-247
8. Cermelj, A; Golob, A; Vogel-Mikuš, K; and Germ, M . 2022 . Silicon Mitigates Negative Impacts of Drought and UV-B Radiation in Plants. Plants 2022, 11, 91. https://doi.org/10.3390/plants11010091.
9. Cholewa, U; Sacała, E; and Dziągwa-Becker, M . 2021 .Silicon Mitigates Adverse Effects of Drought Stress in Wheat (Triticum aestivum L.) Seedlings. ONLINE PUBLICATION DATE: 2021-08-30.
10. Cutt , J.R .; Klessig , D.F. (1992) . Salicylic acid in plants : A changing perspective . Pharmaceutical Technology 16 : 25-34.
11. Darwish , M. (2014) . Salicylic acid pretreatment improves the tolerance of tobacco seedlings to alternation of light / dark periods stress . Jordan Journal of Agricultural Sciences 13 : 731-743.
12. Delavari , M. , Manoochehri , K.K .; Enteshari , S. , Baghizadeh , A. (2011) . Effect of salicylic acid and salt stress on Na and K content in Ocimum basilicum L. Iranian Journal of Plant Physiology 1 : 135-139.
13. El– Bially, m; Saudy, h ; Hashem, f; and El–Gabry.y.2022. Salicylic Acid as a Tolerance Inducer of Drought Stress on Sunflower Grown in Sandy Soil. Received: 3 December 2021 / Accepted: 8 February 2022.
14. El–Bially MA, Saudy HS, El–Metwally IM, Shahin MG (2022) Sunflower response to application of L–ascorbate under thermal stress associated different sowing dates. Gesunde Pflanz 74:87–96.
15. Epstein E (1994) The anomaly of silicon in plant biology. Proc Natl Acad Sci U S A 91:11–17

16. Fritillaria przewalskii Maxim Effets de l'application exogène d'acide salicylique sur la résistance à la sécheresse d'une plante médicinale, Fritillaria przewalskii Maxim. Received 2018-01-18; accepted 2019-04-26.
17. Hatamian M, Nejad RA, Kafi M, Souri MK, Shahbazi K (2020) Nitrateimproves hackberry seedling growth under cadmium application.Heliyon 6:e3247
18. Helaly, M. N., El-Hoseiny, H., El-Sheery, N. I., Rastogi, A. & Kalaji, H. M. Regulation and physiological role of silicon in alleviating drought stress ofmango. Plant Physiol. Biochem. 118, 31–44 (2017)
19. Hossain MA, Hoque MA, Burritt DJ, Fujita M (2014) Proline protect plants against abiotic oxidative stress: biochemical and molecular mechanisms. In: Ahmad P (ed) Oxidative damage to plants: antioxidant networks and signaling. Academic Press, Elsevier, Amsterdam, pp 477–522
20. Khan , N.A .; Syeed , S .; Masood , A .; Naza , R .; Iqbal , N. (2010) . Application of salicylic acid increases content of nutrients and antioxidativ metabolism in mung bean and alleviates adverse effects of salinity stress . International Journal of Plant Biology . (1) : 1-8.
21. Khan, W., Prithviraj, B., & F.A., Smith. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. J Plant Physiol. 160: 485-492
22. Khattab, H.2021. Chapter 15 Roles of Silicon in Improving Drought Tolerance in Plants: Advances and Future Prospects. Roles of Silicon In Improving Drought Tolerance in Plants.
23. 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
24. Larque - Saavedra , A. (1978) . The anti - transpirant effect of acetylsalicylic acid on Phaseolus vulagaris L. Physiologia Plantarum 43 : 126-128.
25. Ma, r; Xu, s; Chen, y; Guo, f; Wu, r ; Wang ,f; and Wang, x . 2021. Effects of exogenous application of salicylic acid on drought performance of medicinal plant,
26. Ma, r; Xu, s; Chen, y; Guo, f; Wu, r ; Wang ,f; and Wang, x . 2021. Effects of exogenous application of salicylic acid on drought performance of medicinal plant, Fritillaria przewalskii Maxim Effets de l'application exogène d'acide salicylique sur la résistance à la sécheresse d'une plante médicinale, Fritillaria przewalskii Maxim. Received 2018-01-18; accepted 2019-04-26.

Mauad2, M; Costa Crusciol, C; Nascente, A; and Pereira Lima, G . 2016 . Effects of silicon and drought stress on biochemical characteristics of leaves of upland rice cultivars. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 3, p. 532-539, jul-set, 2016.

28.Mehrabian Moghaddam N, Arvin MJ. Khajuee Nezhad GhR, Maghsoudi K, Seed and plan production journal, 2011, 27, 41. (In Persian).

Pokhrel Y, Felfelani F, Satoh Y, Boulange J, Burek P, Gädeke A, Gerten D, Gosling SN, Grillakis M, Gudmundsson L, Hanasaki N, Kim H, Koutroulis A, Liu J, Papadimitriou L, Schewe J, Schmied HM, Stacke T, Telteu CE, Thiery W, Veldkamp T, Zhao F, Wada Y (2021) Global terrestrial water storage and drought severity under climate change. Nat Clim Chang 11:226–233

Ram, A. Verma,P., and Gadi, A. (2014). Effect of floride and salicylic acid and on seedling growth and biochemical and parameters of watermelon (Citrullus lanatus) .Res. Report. Fluoride, 47(1): 49–55.

27. Rizwan,M.;Ali,S.;Ibrahim,M.;Farid,M.;Adrees,M.;Bharwana,S.A.;Zia-ur-Rehman, M.; Qayyum, M.F.;Abbas,F.Mechanisms of silicon-mediated alleviation of drought and salt stress

in plants: a review. Environ. Sci. Pollut. Res. 2015, 22, 15416-15431.

28. Sardoei, A.; Fahraji, S. and Ghasemi, H. (2014) .Effect of salicylic acid on rooting of poinsettia (Euphorbia pulcherrima L.). International J. advan. Bio. Biomedi. Res., 2 (6): 1883-1886.

29. Shekoofeh , E .; Sepideh , H .; Roya , R. (2012) . Role of mycorrhizal fungi and salicylic acid in salinity tolerance of Ocimum basilicum resistance to salinity . African Journal of Biotechnology 11 : 2223-2235

30. Shemi, r; Wang, r ; Niknam, n; and Hussain.s.2021. Effects of salicylic acid, zinc and glycine betaine on morpho-physiological growth and yield of maize under drought stress. Scientific Reports | (2021) 11:3195.

31. Talaat , I.M .; Khattab , H.I .; Ahmed , A.M. (2014) . Changes in growth , hormones levels and essential oil content of Ammi visnaga plants treated with some bioregulators . Bioscience 5 : 57-64.

32. URUN, G.B., YAMAN, Ü.R., KOSE, E. 2015 . Determination of Drying Characteristics and Quality Properties of Eggplant in Different Drying Conditions, Ital. J. Food Sci., vol. 27.

33. Villagra, j; Reyes-Díaz, m; Tighe-Neira, r; and Blancheteau, c . 2021. Salicylic Acid Improves Antioxidant Defense System and Photosynthetic Performance in Aristotelia chilensis Plants Subjected to Moderate Drought Stress. Plants 2022, 11, 639.
34. Wang, M; Wang, R; Alejandro Jose Mur, L; and Guo, S . 2021. Functions of silicon in plant drought stress responses. Horticulture Research (2021) 8:254.
35. Zamaninejad, m; Khorasani, s ; Moeini, m; and Heidarian.a.2013. Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of Corn (Zea mays L.) under drought condition. Euro. J. Exp. Bio., 2013, 3(2):153-161.
36. Zou, C.Q. , X. P. Gao, and F. S. Zhang. 2007. Effects of silicon application on growth and transpiration rate of maize. Chinese J. EcoAgri., 15(3): 55–57, 2007.
37. Zulfiqar F, Ashraf M (2021) Bioregulators: Unlocking their potential role in regulation of the plant oxidative defense system. Plant Mol Biol 105:11–41