دراسة تأثير تطعيم نبات البندورة المزروع في البيوت المحمية في زيادة قدرته على تحمل الاجهادات الملحية

م. نجوى احمد* د. رمزي مرشد** د. صفاء نجلا***

(الإيداع: 25 حزيران 2020 ، القبول: 28 آيلول 2020)

الملخص:

نفذ البحث في محطة بستان الباشا– اللاذقية التابعة لشركة سليمان الزراعية الخاصة، في شهر أيلول 2019. طعم الهجين Jollanar على الأصل Defenser. زرع الهجين والنباتات المطعمة في البيت المحمي، وطبق عليها ثلاثة مستويات من الملوحة (0، 50، 100 ملغ/ل من NaCl النقي). تم اجراء القياسات المتعلقة بالحالة المائية (الضغط الأسموزي للنبات ومحتواه من الكلوروفيل) والإنتاجية (وزن الثمرة الرطب غ، قطر الثمار مم، إنتاجية كغ/م^2) ونوعية الثمار (الصلابة، محتوى المادة الجافة% وTSSوالحموضة الكلية%، فيتامين C والليكوبين، ومحتوى Na وCl) دورياً مرة كل أسبوعين. بينت النتائج أن الملوحة أدت إلى زيادة معنوية في الضغط الاسموزي لكن التطعيم خفف منه (–0.85 ميغاباسكال). أدت الملوحة إلى انخفاض إنتاجية النباتات غير المطعمة نتيجة انخفاض وزن الثمرة وقطرها، إلا أن عملية التطعيم أدت لزيادتها. في الوقت الذي أدت فيه الملوحة إلى زيادة محتوى الثمار في النباتات غير المطعمة من المادة الجافة وTSS وفيتامين C والليكوبين ومحتوى Na وCl، وانخفاض صلابتها، أدت عملية التطعيم إلى حدوث ظاهرة التكيف الأسموزي للنبات، فانخفض الضغط الأسموزي ومحتوى Na وCl وازداد محتوى الكلوروفيل والمادة الجافة وTSS. هذا ولم يؤثر التطعيم في صلابة الثمار ولا في محتواها من الليكوبين.

الكلمات المفتاحية: البندورة، البيوت المحمية، تطعيم، عناصر معدنية، ضغط اسموزي، مضادات أكسدة، ملوحة

* طالبة دكتوراة، قسم علوم البستنة، جامعة دمشق

**أستاذ مساعد في قسم علوم البستنة كلية الزراعة جامعة دمشق.

*** أستاذ مساعد في قسم علوم البستنة كلية الزراعة جامعة دمشق.

A study the effect of greenhouses- tomato grafting on increasing its tolerance for salinity stress

PhD. Najwa Ahmad[*], Dr. Ramzi Murshed[**], Dr. Safaa Najla[***]

(Received: 25 June 2020, Accepted: 28 September 2020)

Abstract:

The research was carried out at the Bostan Al-Basha station Lattakia in Sulaiman Agricultural company, in September 2019. The hybrid "Jollanar" was grafted on the rootstock "Defenser". The hybrid and grafted plants were planted in the greenhouse. Three levels of Salinity (0, 50, 100 mg /L of NaCl) were applied. The measurements of plant water status (osmotic pressure and chlorophyll content), yield components (fruit wet weight and diameter, yield kg/m^2), and fruit quality parameters (firmness, contents of dry matter, TSS, total acidity, vitamin C, lycopene and Na and Cl contents) were achieved every two weeks.

The results showed that salinity led to a significant increase in osmotic pressure, while grafting reduced it (-0.85 MPa). Salinity led to lower plant yield, due to a lower weight and diameter of the fruit, but grafting led to its increase. While, the salinity led to an increase of fruit dry matter, TSS and vitamin C lycopene, Na and Cl content, and to a decrease of firmness, grafting of plant induced an "osmotic adjustment" where osmotic pressure and Na and Cl contents decreased and the contents of chlorophyll, dry matter and TSS increased. The firmness of the fruit and its lycopene content did not affected with grafting.

Key words: Tomato, Grafting, Mineral elements, Osmotic pressure, Antioxidants, Salinity, greenhouses

[*] PhD. Student, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Damascus,

[**]Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Damascus.

[***]Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Damascus.

1- مقدمة: Introduction

تعد البندورة (*Lycopersicon esculentum* Mill.) إحدى المحاصيل البستانية الأكثر شعبية في العالم، وهي ثاني أكثر الخضار المنتجة حول العالم، بعد البطاطا العادية (FAO, 2018). تبلغ المساحة المزروعة عالمياً نحو 5.8 مليون هكتار بإنتاجية قدرها 243.9 مليون طن (FAOSTAT, 2018). أما محلياً، يعد إنتاج البندورة بالغ الأهمية للمزارعين في سورية كمصدر هام للدخل بسبب إنتاجيتها العالية والتكلفة المنخفضة نسبياً، كما ويعد إنتاج البندورة في البيوت المحمية مهم لعائدات التصدير. بلغ اجمالي مساحة الأراضي المكشوفة والمزروعة بمحصول البندورة لعام 2018 في سورية 10179 هكتار بإنتاجية قدرها 497481 طن، أما البيوت البلاستيكية المخصصة لهذا المحصول فقد بلغت مساحتها 3878 هكتار بإنتاجية قدرها 581754 طن (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2018).

إن التعداد السكاني في تزايد مستمر، ومن المتوقع أن يصل إلى 6 بليون في نهاية عام 2050. في الوقت الذي تتناقص فيه إنتاجية الغذاء بسبب عوامل متعددة، منها تأثيرات الإجهادات اللاحيوية المختلفة والمتنوعة على المحاصيل الخضرية (Mahajan و Tuteja، 2005). تعد الملوحة من المشاكل الواسعة الانتشار في كثير من مناطق العالم وتشكل خطراً كبيراً على الزراعة المستدامة (Abbasi وآخرون، 2016)، ومن المحتمل أن تجتاح أكثر من 50% من الأراضي الصالحة للزراعة بحلول عام 2050 (Dasgan وآخرون، 2009). تختلف المحاصيل في قدرتها على تحمل الإجهادات الملحية تبعاً لقدرتها على مراكمة المركبات الأسموزية (Oknin وآخرون، 1999)، ووفقاً لذلك تصنف في بعض الدراسات على أنها نصف متحملة للملوحة (Del Amor وآخرون، 2001) في حين تصنفها أخرى كحساسة للملوحة (Dehyer و Gordon، 2005). تؤدي عملية التطعيم إلى زيادة نمو وإنتاجية النباتات (Singh وآخرون، 2020)، فالنباتات المطعمة أكثر حيوية وذات قطر ساق أكبر بالمقارنة مع النباتات غير المطعمة (Ioannou، 2001)، كما زاد محتوى العناصر المعدنية في الأجزاء الهوائية بعد التطعيم على أصول قوية (Salehi–Mohammadi وآخرون، 2009)، فقد أدى التطعيم إلى زيادة معدل امتصاص العناصر الملغذية، ومن ثم إلى زيادة معدل التركيب الضوئي (Hu وآخرون، 2006؛ Feng وآخرون، 2019). طعم Cuartero وآخرون (2006) الصنف التجاري Jaguar على كل من مجموعه الجذري ذاته (J/J) وعلى الأصل Radja (J/R) وعلى الأصل Volgoradsjik (J/V)، زرعت جميعها تحت ظروف من الملوحة تتأرجح بين 0–50 mM من NaCl، تبين النتائج أن إنتاج النبات من الثمار ازداد عن 60% في كلا التركيبين مقارنة بـ (J/J). وأكد Al–Harbi وآخرون (2017) أن إنتاجية نباتات البندورة المطعمة كانت أعلى مقارنة مع إنتاجية النباتات غير المطعمة بحوالي 7–8%. تبين الدراسات أن التطعيم يؤثر في درجة حموضة عصير الثمرة وفي الطعم والنكهة ومحتوى السكريات واللون والكاروتينات والبنية التشريحية (Davis وآخرون، 2008). سجّل Khah وآخرون (2006) عدم وجود فروق معنوية في محتوى المواد الصلبة الذائبة في البندورة غير المطعمة والبندورة المطعمة على الأصول 'Beaufort' و'Maxifort'. في حين سجّل Di Gioia وآخرون (2010) انخفاضاً في محتوى ثمار البندورة من فيتامين C بنحو 14– 20% عند تطعيم النباتات على الأصلين السابقين. بينت الدراسات أيضاً أن محتوى الثمار من مضادات الأكسدة ومنها الليكوبين كانت أكبر في نباتات بندورة المطعمة مقارنة مع غير المطعمة (Fernández–García وآخرون، 2004؛ Martinez–Rodriguez وآخرون، 2008). بينت بعض الدراسات أن الحد من تثبيط النمو الناتج عن الإجهاد الملحي في النباتات المطعمة على أصول مختلفة، قد يكون له علاقة بتحسين التمثيل الضوئي ونشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة في النبات (He وآخرون، 2009). تبين الدراسات أن الملوحة تقلل من نمو النبات وإنتاجيته (Abbasi وآخرون، 2016). رغم تعدد الأيونات المساعدة على حدوث الملوحة (الصوديوم، الكالسيوم، المغنيزيوم، الكلور، الكبريتات والبيكربونات) إلا أن الكلور والصوديوم الأكثر دراسة. بينت الدراسات أن هذه الشوارد تسبب تدهوراً في بنية التربة بالإضافة إلى سمية النباتات (Hasegawa وآخرون، 2000). على

الرغم من الآثار السلبية للإجهادات الملحية، كخفض معدل النمو (Tyler وآخرون، 2008) والإنتاجية، إلا أن بعض الدراسات تؤكد بأنها تحسن النوعية المذاقية للثمار (Adams، 1991؛ Singh وآخرون، 2020)، فقد ازداد محتوى الثمار من المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة عند زيادة الناقلية الكهربائية لمياه الري (Willumsen وآخرون، 1996). كما أدت الملوحة إلى زيادة محتوى الثمار من الأحماض والكاروتينات والفيتامينات والليكوبين وحسنت لون الثمار وصلابتها (Petersen وآخرون، 1998). تبين بعض الدراسات أيضاً أن الإجهادات تلعب دوراً في تشجيع تركيب مضادات الأكسدة في البندورة والتي يأتي الليكوبين على رأسها (De Pascale وآخرون، 2003؛ Krauss وآخرون، 2006)، في حين تؤكد دراسات أخرى أن محتوى الثمار من الليكوبين لا يتغير مع تغير مستوى الملوحة من 2 إلى 9 ds/ m (Krumbein وآخرون، 2006).

تشكل الملوحة في سورية خطراً كبيراً، نتيجة لتملح مساحات واسعة من الأراضي الزراعية الخصبة وخروجها من الاستثمار (خصوصاً في حوض الفرات، وقسم من البليخ، والغاب، والخابور، وغوطة دمشق، والساحل السوري) نظراً لغياب أنظمة الصرف الفعالة وارتفاع المياه إلى الحد الحرج وزيادة الملوحة في الطبقات السطحية للتربة، بالإضافة إلى اعتماد المزارعين على مصادر مياه متداخلة مع مياه البحر كما هي الحال في الزراعات المحمية في الساحل السوري (تقرير المشروع الإقليمي، 2015). أمام هذا الواقع، اتجهت الأنظار نحو إتباع ممارسات زراعية تسمح بإعادة استغلال مثل هذه المساحات في الزراعة. يعد استخدام هجن البندورة المستنبطة والمعروفة بكونها متحملة للملوحة (Zhen وآخرون، 2010) أحد الحلول الممكنة، لكن ارتفاع أسعار البذور الهجينة يشكل عبئاً اضافياً للمزارع. كما أن استخدام المركبات المضادة للملوحة (Anti salt)، مثل السيليكات، في الزراعة أصبح رائجاً في الوقت الحالي، دون الأخذ بعين الاعتبار الأثر المتبقي لهذه المركبات. في هذا السياق، يمكن أن تكون عملية التطعيم على الأصول المتحملة للملوحة من البدائل التي تضمن عائداً اقتصادياً مع المحافظة على البيئة وصحة الانسان.

2- **هدف البحث:** مما سبق كانت فكرة البحث وهدفه: دراسة تأثير مستويات عديدة من الإجهاد الملحي في إنتاجية البندورة المحمية ونوعية ثمارها، ودراسة تأثير عملية التطعيم في تحمل البندورة للإجهاد الملحي.

3- **مواد البحث وطرائقه:Material and Methods :**

موقع وتاريخ إجراء البحث: نفذ البحث في بستان الباشا– جبلة– اللاذقية، في صالة بلاستيكية تابعة لشركة سليمان الزراعية الخاصة، بدءاً من منتصف أيلول 2019 حتى نهاية نيسان 2020.

المادة النباتية: استخدم (Jollanar F1) كطعم، من إنتاج شركة HM.Clause، وهو هجين غير محدود النمو، ملائم للزراعة المحمية وللزراعة المتأخرة الصيفية أو الزراعات الخريفية، ذو إنتاجية عالية، ثماره ذات لون أحمر فاقع حجمها كبير، مقاوم لمرض الفيوزاريوم والفرتيسيليوم والنيماتودا.

استخدم للتطعيم أصل البندورة Defenser F1 من إنتاج شركة HM.Clause الذي يستخدم في الزراعات المكشوفة والبيوت المحمية، ويتميز بقدرته على تحسين إنتاجية ونوعية الثمار، وبمقاومته لبكتريا الذبول والنيماتودا والفيوزاريوم والفيرتيسليوم وفيروس موزاييك البندورة.

تحضير الشتول: زرعت بذور الأصل بتاريخ 2019/8/3، وزرعت بذور الطعم بعدها بثلاثة أيام في صالة إنتاج الشتول في صواني فلينية تحوي 220 فتحة أبعادها (3×3×7سم)، واستخدمت مادة التورب المعقم كوسط للزراعة. تم ترطيب التورب جيداً بعد تعبئته في الصواني واستكملت عملية الترطيب بماء مذاب فيه سماد ذواب متوازن بمعدل 1غ/ل (20:20:20%، N:P:K). زرعت البذور بمعدل بذرة واحدة في الجورة على عمق 0.5سم. غطيت الصواني بعد الزراعة بشريحة من البولي

ايتلين للحفاظ على الحرارة والرطوبة المناسبتين لإنبات البذور، والذي بدأ بعد حوالي 5 أيام من الزراعة، عندئذٍ أزيلت الأغطية عن الصواني وتقديم عمليات الخدمة اللازمة للشتول.

تطعيم الشتول: قبل إجراء التطعيم بأسبوع، رويت الشتول على فترات متباعدة، ورويت قبل التطعيم بيوم. عند وصول الشتول إلى الحجم المناسب (2–3 أوراق حقيقية)، تم اختيار الشتول السليمة وذات الأقطار المتماثلة، وطعمت بطريقة التطعيم اللساني.

العناية بالشتول المطعمة: بعد التطعيم مباشرة، نقلت الصواني إلى غرفة النمو حيث تتوفر الظروف المناسبة لالتحام أنسجة الأصل والطعم (حرارة 24م°، رطوبة نسبية 90%) لمدة 5 أيام. بعد الالتحام، رفعت درجة الحرارة وخفضت الرطوبة النسبية تدريجياً لمدة 4 أيام بهدف أقلمة الشتول المطعمة مع ظروف الوسط الخارجي، ثم نقلت الشتول المطعمة إلى صالة إنتاج الشتول، وقدمت لها عمليات الخدمة المختلفة من ري ووقاية من الآفات والأمراض. بلغت نسبة نجاح التطعيم 100%.

زراعة الشتول المطعمة: أضيف كومبوست متخمر بمعدل 1طن/ دونم وقُلّب مع التربة. ثم سويت التربة وعقمت بسائل ميتام الصوديوم 50% بمعدل 126ل/دونم. زرعت الشتول في الأرض الدائمة بتاريخ 2019/9/28 في خطوط مفردة على مصاطب بعرض 70سم، وبلغت المسافة بين النبات والآخر 40 سم، كانت الخطوط مفصولة عن بعضها بممرات الخدمة البيتونية بعرض 100سم، وكانت الكثافة الزراعية 1.7 نبات/م^2. رويت الشتول مباشرة بعد التشتيل. قدمت للشتول كافة الخدمات الزراعية من ري، تسميد ثانوي مع مياه الري وفق المعدلات التقليدية، مكافحة، عزيق، تقليم، تربيط وتنزيل. كما تمت تربية النباتات وفق نظام التربية على ساق واحدة.

معاملات التجربة:

طبقت ثلاثة مستويات من الملوحة (0، 50، 100 ملغ/ل من NaCl النقي)، على كل من النباتات المطعمة وغير المطعمة وذلك بعد ظهور العنقود الأول2019/11/22. استعملت مياه الري (Ec=645 ميكرومو/سم) للشاهد ولتحضير التراكيز المختلفة.

المؤشرات المدروسة: أجريت القياسات المتعلقة بالأوراق على 5 أورق/مكرر في كل شهر من تطبيق الاجهاد الملحي. كما أجريت القياسات المتعلقة بالثمار كل اسبوعين على 5 ثمار ناضجة/مكرر.

<u>الضغط الأسموزي للنبات (MPa)</u>: تم قياس الضغط الاسموزي للأوراق بواسطة جهاز أوزمومتر (OM 815, VOGLEL, Löser).

<u>وزن الثمرة الرطب (غ) وقطرها (مم)</u>: تم وزن الثمار بواسطة ميزان حساس (Sartorius, 0.1±0.001 g, India). واستعمل البياكوليس لقياس قطر الثمار.

<u>الإنتاجية (كغ/م^2)</u>: حسبت إنتاجية المكرر كاملاً وقدرت للمتر المربع الواحد.

<u>محتوى الثمار من المادة الجافة (%)</u>: جففت الثمار في مجففة على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة 72 ساعة (حتى ثبات الوزن)، وقدرت نسبة المادة الجافة باستخدام معادلة Gonzalez و Gonzalez–Vilar (2003):

نسبة المادة الجافة = (الوزن الجاف/ الوزن الرطب) x 100

<u>صلابة الثمار (كغ/سم^2)</u> ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة والحموضة الكلية (%): قدرت الصلابة باستخدام جهاز البينترومتر (Effegi penetrometer, Alfonsine, Italy) ذو مسبار بقطر 7.9 mm، وقد تم أخذ قياسين من الجهة الطرفية والجانبية لكل ثمرة. كما تم قياس المواد الصلبة الذائبة باستخدام الريفركتومتر الرقمي (Refractometer Digital, RL. Atago, model pocket PAL–1, 0–53, Germany). كما تم

تحديد الحموضة بأخذ 5 مل من راشح عصير الثمار، وأكمل الحجم حتى 100 مل بالماء المقطر، ثم تمت المعايرة بماءات الصوديوم (n 0.1)، حتى الوصول لدرجة pH=8.1، ثم حسبت الحموضة على أساس الحمض السائد في البندورة (حمض السيتريك):

$$\text{النسبة المئوية للحموضة\%} = \frac{\text{حجم } NaOH \text{ المستهلك} \times \text{عيارية } NaOH \times 64 \times 100}{\text{حجم العصير (مل)} \times 1000}$$

محتوى النبات من الكلوروفيل (ملغ/غ رطب): تم تقدير محتوى النباتات من الكلوروفيل باستخدام جهاز المطياف الضوئي وفقاً لطريقة Porra (2002). أخذ 1غ من الأوراق، وأضيف لها الأستون 80% حتى زوال اللون، بعد تثفيل المستخلص على درجة 4 م° لمدة 15 دقيقة و3000 دورة /دقيقة، تم قياس الامتصاصية على طول موجتين (646.6 – 663.6 نانومتر) وحسب الكلوروفيل وفق المعادلة التالية:

$$\text{Total chlorophyll (µ/ml)} = 17.76\times A_{646.6} + 7.34\times A_{663.6}$$

محتوى الثمار من مضادات الأكسدة اللا أنزيمية (فيتامين C (ملغ/100غ) والليكوبين (ملغ/كغ)): تم تقدير محتوى الثمار من فيتامين C وفق طريقة Murshed وآخرون (2008)، بأخذ 0.5غ من مسحوق الثمار ووضعها في 1مل من TCA (6%). ثم أخذ 10µL من الرشاحة الناتجة بعد التثفيل، وأضيف لها 40µL من محلول الفوسفات بتركيز 0.2mM (pH 7.4) و150µL من المحلول الملون المحضر مباشرة قبل الاستعمال (يتكون هذا المحلول من خلط 50µL من محلول TCA (10%) مع 40µL من H_3PO_4 (42%) و20µL من محلول كلوريد الحديد (3%) و40µL من 2.2–bipyridyl (4%))، بعد ذلك تمت قراءة الامتصاص على طول موجة 525 nm بواسطة جهاز قياس الطيف الضوئي. ولقياس محتوى الثمار من الليكوبين، أخذ 3غ من مسحوق الثمرة وخفف بإضافة 5مل من الكحول الإيتيلي المطلق. ثم أضيف إلى العينة 20 مل من الكحول الإيتيلي المطلق و30 مل من الميتانول و80مل من مزيج مكون (2% من ثنائي كلور الميتان + أيتر البترول)، بعد إكمال المستخلص النهائي إلى 100 مل تم قياس الامتصاصية على جهاز السبكتروفوتومتر عند طول موجة 502 nm (Liu وآخرون، 2010)، وتم تحديد تركيز الليكوبين باستخدام المنحنى القياسي الخاص بالليكوبين وفق المعادلة:

$$\text{Lycopene (mg/ kg FW)} = A_{502}/0.3078/\ W*F$$

A: قيمة الامتصاصية عند طول موجة 502 nm، W: وزن العينة، F: معدل التخفيف. 0.3078 هو قيمة انحدار المنحني المعياري.

محتوى الثمار من عنصري الصوديوم والكلور:

أخذ 1غ من المسحوق الجاف للثمار ورمد بالمرمدة (550م°) لمدة أربع ساعات لحين زوال اللون الأسود للرماد. ثم أضيف 5 مل من حمض كلور الماء (25%) للعينة المرمدة، وأكمل الحجم بالماء المقطر إلى 50مل. وضعت العينات في حمام مائي على درجة حرارة 90م° لمدة نصف ساعة، ثم تم ترشيح المستخلص باستخدام ورق ترشيح. لتقدير الصوديوم، باستخدام جهاز المطياف باللهب، حيث يؤدي اللهب إلى تهيج ذرات الصوديوم لتصدر أشعة ضوئية تتناسب شدتها طرداً مع تركيز شوارد الصوديوم في العينة، ويتم تحديد شدة الأشعة بواسطة حساس مناسب وفق طريقة Tendon (2005). تم رسم الخط البياني للمنحني المعياري لكلور الصوديوم NaCl المجفف على درجة حرارة 100م° لمدة 3 ساعات للتخلص من الرطوبة فيه لتحضير محاليل قياسية منه، وتم حساب محتوى الصوديوم باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{Na (\%)} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم المحلول الكلي} \times 23}{\text{وزن العينة} \times 1000} \times 100$$

تم تقدير عنصر الكلور وفق طريقة Gaines وزملاؤه (1984)، وقد تمت عملية الاستخلاص باستخدام نترات الكالسيوم (0.01 مول) وكاشف كرومات البوتاسيوم (5%) والمعايرة باستخدام محلول نترات الفضة (1% نظامي) لحين ظهور اللون البني المحمر. وحسب المحتوى من الكلور باستخدام المعادلة التالية:

Cl (%) = (حجم نترات الفضة المستهلكة× نظامية نترات الفضة× حجم المستخلص×100×35.5) /حجم المستخلص المستخدم للمعايرة× وزن العينة×1000

تصميم التجربة والتحليل الاحصائي:

صممت التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة. بحيث احتوت على 3 مستويات من الملوحة توزعت على 6 معاملات و3 مكررات، زرع في كل مكرر 16 نبات. وبالتالي يكون عدد النباتات الكلي 288 نبات. حللت البيانات باستخدام برنامج R Project النسخة R–2.5.6 وذلك لحساب قيمة أقل فرق معنوي بين المتغيرات المدروسة ($LSD_{5\%}$).

4– النتائج:

الضغط الأسموزي لنبات البندورة ومحتواه من الكلوروفيل:

أدى الاجهاد الملحي لزيادة الضغط الأسموزي للنبات (بالقيمة المطلقة) سواء في الهجين غير المطعم أو المطعم (جدول 1). فقد زاد في حالة الهجين غير المطعم بمقدار 0.16 و0.21 مقارنة مع الشاهد (0.82– ميغاباسكال)، في حين زاد في حالة النبات المطعم بمقدار 0.14 و0.2 مقارنة مع الشاهد (0.74– ميغاباسكال). إن عملية التطعيم للبندورة خفضت معنوياً (بالقيمة المطلقة) من الضغط الأسموزي فقد بلغ 0.85– ميغاباسكال في حين بلغ 0.94– ميغاباسكال في النباتات غير المطعمة.

الجدول رقم (1) : تأثير معاملات الاجهاد الملحي والتطعيم في الضغط الأسموزي لنبات البندورة ومحتواه من الكلوروفيل

حالة النبات	معاملة الاجهاد الملحي	الضغط الأسموزي (MPa)		المحتوى من الكلوروفيل (ملغ/غ رطب).	
هجين غير مطعم	0	−0.82 b	−0.94b	4.01 b	3.99b
	50	−0.98 e		3.99 b	
	100	−1.03 f		3.98 b	
هجين مطعم	0	−0.74 a	−0.85a	4.21 b	4.36a
	50	−0.88 c		4.18 b	
	100	−0.94 d		4.69 a	
LSD%5		0.03	0.06	0.42	0.18

*يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

يلاحظ من الجدول 1 أن الاجهاد الملحي لم يؤثر معنوياً في محتوى نباتات الهجين غير المطعم من الكلوروفيل، بينما يلاحظ زيادة معنوية في الكلوروفيل عند النباتات المطعمة عند تعريضها للإجهاد الشديد (100 ملغ/ل من NaCl) فقط (4.69 ملغ/غ رطب) مقارنة مع الشاهد (4.21 ملغ/غ رطب). أما فيما يتعلق بتأثير التطعيم في هذا الكلوروفيل، يلاحظ وجود فروق معنوية بين النباتات المطعمة وغير المطعمة على الترتيب (4.36 ، 3.99 ملغ/غ رطب).

وزن الثمرة الرطب وقطرها وإنتاجية النبات:

أدى الإجهاد الملحي إلى تناقص معنوي في وزن الثمرة الرطب (جدول 2). ففي النباتات غير المطعمة، سجل وزن الثمرة فرقاً معنوياً بين الشاهد (146.74غ) ومعاملتي الاجهاد 50 و100ملغ/ل على الترتيب (112.89 و101.36غ)، دون أن تسجل فروقاً معنوية بين معاملتي الاجهاد. أما في النباتات المطعمة، فقد سجلت معاملة الشاهد (164.28غ) فرقاً معنوياً مع معاملتي الاجهاد (148.96 و133.48غ، على الترتيب لكل من معاملة 50 و100ملغ/ل)، اللتان سجلتا بدورهما فروقاً معنوية فيما بينهما. أدت عملية التطعيم إلى زيادة معنوية في الوزن الرطب للثمرة بنسبة 19.20% بالمقارنة مع النباتات غير المطعمة (120.33غ).

كذلك أدى الاجهاد الملحي إلى لانخفاض معنوي في قطر الثمرة في النباتات غير المطعمة (جدول 2). فقد انخفض في معاملتي الاجهاد 50 و100 ملغ/ل، بمقدار 16.64% و28.96% مرة بالمقارنة مع الشاهد (50.90 مم) ، وبنفس المقدار بالمقارنة مع الشاهد (60.69 مم) في النباتات المطعمة. كما أدت عملية التطعيم إلى زيادة معنوية في قطر الثمار (51.21 مم) بالمقارنة مع النباتات غير المطعمة (43.16 مم).

أما في الانتاجية، فيلاحظ أنها انخفضت لدى النباتات غير المطعمة تحت تأثير الإجهاد الملحي إلى 25.79 و23.50كغ/م^2، في معاملتي الاجهاد 50 و100ملغ/ل، على التريتب بالمقارنة مع الشاهد (28.24 كغ/م^2)، علماً أنه لم تسجل الفروق المعنوية إلا بين الشاهد ومعاملة الإجهاد الشديد (جدول 2). أدت عملية التطعيم إلى زيادة معنوية في الإنتاجية بنسبة 16.93% بالمقارنة مع النباتات غير المطعمة (25.84 كغ/م^2).

الجدول رقم (2): تأثير معاملات الاجهاد الملحي والتطعيم في وزن الثمرة الرطب وقطرها وإنتاجية النبات.

حالة النبات	معاملة الاجهاد الملحي	وزن الثمرة		قطر الثمرة		الإنتاجية	
		غ	المتوسط	مم	المتوسط	كغ/م^2	المتوسط
هجين غير مطعم	0	146.74 b	120.33b	50.901b	43.16b	28.24bc	25.85b
	50	112.89 d		42.43c		25.79cd	
	100	101.36 d		36.16 d		23.50d	
هجين مطعم	0	164.28 a	148.91a	60.69 a	51.21a	33.88a	31.12a
	50	148.96b		50.55 b		31.24ab	
	100	133.48 c		42.38c		28.23bc	
LSD%5		12.71	14.28	2.79	5.47	3.28	2.39

*يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

صلابة الثمرة ومحتواها من المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة والحموضة الكلية:

أدى الاجهاد الملحي إلى زيادة معنوية في نسبة المادة الجافة في ثمار الهجين غير المطعم فبلغت 4.77 و5.49% على الترتيب في كل من معاملة الاجهاد 50 و100 ملغ/ل، بالمقارنة مع الشاهد (2.78%)، علماً أنه لم تسجل فروق معنوية بين معاملتي الاجهاد. في ثمار الهجين المطعم أيضاً، أدى الاجهاد الملحي إلى زيادة معنوية في نسبة المادة الجافة فبلغت 6.02 و7.09% على الترتيب في كل من معاملة الاجهاد 50 و100 ملغ/ل، بالمقارنة مع الشاهد (3.41%)، مع وجود فروق معنوية بين معاملتي الاجهاد. أدت عملية التطعيم إلى زيادة معنوية في نسبة المادة الجافة في الثمار (5.51%) مقارنة مع ثمار النباتات غير المطعمة (4.35%).

الجدول رقم (3): تأثير معاملات الاجهاد الملحي والتطعيم في صلابة الثمرة، محتواها من المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة والحموضة الكلية.

حالة النبات	معاملة الاجهاد الملحي	نسبة المادة الجافة		الصلابة		مواد صلبة ذائبة		حموضة كلية	
		%	المتوسط	كغ/سم^2	المتوسط	%	المتوسط	%	المتوسط
هجين غير مطعم	0	2.78D	4.35B	68.09A	53.06A	4.81C	5.59B	8.87A	8.99A
	50	4.77C		51.80B		5.72B		8.94A	
	100	5.49CB		39.28C		6.24 B		9.18A	
هجين مطعم	0	3.41D	5.51A	68.59 A	53.27A	5.68BC	6.34A	9.09A	9.20A
	50	6.02B		52.10B		6.01B		9.36A	
	100	7.09 A		39.13C		7.34 A		9.14A	
LSD%5		0.83	0.80	3.85	9.45	0.87	0.48	1.15	0.81

*يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

فيما يتعلق بصلابة الثمار فقد أدى الاجهاد الملحي إلى انخفاض معنوي (16.29 و28.8) على الترتيب في معاملتي الاجهاد 50 و100 ملغ/ل، على التوالي في النباتات غير المطعمة بالمقارنة مع الشاهد (68.09 كغ/سم^2)، مع تسجيل فروق معنوية بين معاملتي الاجهاد. نفس المنحى لوحظ في النباتات المطعمة، حيث أدى الاجهاد الملحي إلى انخفاض معنوي في صلابة الثمار (16.49 و29.46) في معاملتي الاجهاد 50 و100 ملغ/ل، على الترتيب في النباتات المطعمة بالمقارنة مع الشاهد (68.59 كغ/سم^2). هذا ولم يسجل فروق معنوية بين النباتات غير المطعمة (53.06 كغ/سم^2) والنباتات المطعمة (53.27 كغ/سم^2).

يلاحظ من الجدول 3، أن الاجهاد الملحي أدى إلى زيادة في محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة في النباتات غير المطعمة في كل من معاملتي الاجهاد 50 و100ملغ/ل على الترتيب (5.72 و6.24%)، بالمقارنة مع الشاهد (4.81%)، دون وجود فروق معنوية بين معاملتي الاجهاد. كذلك في النباتات المطعمة أدت معاملتي الاجهاد 50 و100ملغ/ل إلى زيادة في هذا المؤشر على الترتيب (6.01 و7.34%)، بالمقارنة مع الشاهد (5.68%)، دون وجود فروق معنوية بين معاملة الاجهاد 50ملغ/ل والشاهد، كما أدت عملية التطعيم إلى زيادة معنوية في محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة (6.34%) مقارنة مع ثمار النباتات غير المطعمة (5.59%).

لم يؤثر الاجهاد الملحي في محتوى الثمار من الحموضة الكلية، فقد بلغ في النباتات غير المطعمة (8.87، 8.94 و9.18%) على الترتيب، في الشاهد ومعاملتي الاجهاد 50 و100 ملغ/ل، في حين بلغ في النباتات المطعمة على الترتيب (9.09، 9.36 و9.14%). كذلك لم تؤد عملية التطعيم إلى تغيرات معنوية في حموضة الثمار.

بعض مضادات الأكسدة اللاأنزيمية للثمرة (فيتامين C والليكوبين):

يبين الجدول 4، أن معاملة الاجهاد الملحي 100 ملغ/ل للنباتات غير المطعمة حققت زيادة معنوية في محتوى الثمرة من فيتامين C (22.88 ملغ/100غ رطب) مقارنة مع الشاهد (18.91 ملغ/100غ رطب) وكذلك مع معاملة 50 ملغ/ل (19.77 ملغ/100غ رطب)، دون ملاحظة فروق معنوية بين المعاملة 50 ملغ/ل والشاهد. لوحظ نفس المنحى في النباتات المطعمة، أن معاملة الاجهاد الملحي 100 ملغ/ل حققت زيادة معنوية في محتوى الثمرة من فيتامين C (25.52 ملغ/100غ رطب) مقارنة مع الشاهد (21.22 ملغ/100غ رطب) وكذلك مع معاملة 50 ملغ/ل (21.46 ملغ/100غ رطب)، دون

وجود فروق معنوية بين المعاملة 50 ملغ/ل والشاهد. أدت عملية التطعيم إلى زيادة معنوية في محتوى الثمرة من فيتامين C (22.73 ملغ/100غ رطب) مقارنة مع النباتات غير المطعمة (20.52 ملغ/100غ رطب).

الجدول رقم (4): تأثير معاملات الاجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الثمرة من فيتامين C والليكوبين.

حالة النبات	معاملة الاجهاد الملحي	فيتامين C		الليكوبين	
		ملغ/100غ رطب	المتوسط	ملغ/كغ رطب	المتوسط
هجين غير مطعم	0	18.91c	20.52b	63.61c	66.31a
	50	19.77c		63.83c	
	100	22.88ab		71.47ab	
هجين مطعم	0	21.22bc	22.73a	65.89bc	69.77a
	50	21.46bc		66.63bc	
	100	25.52a		76.80a	
LSD%5		2.94	1.49	6.22	4.72

*يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

أدت معاملة الاجهاد الملحي 100 ملغ/ل لزيادة معنوية في محتوى الثمرة من الليكوبين (71.47ملغ/كغ رطب) مقارنة مع كل من الشاهد (63.61 ملغ/كغ رطب) وكذلك مع معاملة 50 ملغ/ل (63.83 ملغ/كغ رطب)، دون ملاحظة فروق معنوية بين المعاملة 50 ملغ/ل والشاهد. كذلك في النباتات المطعمة، لوحظ أن معاملة الاجهاد الملحي 100ملغ/ل حققت زيادة معنوية في محتوى الثمرة من الليكوبين (76.80ملغ/كغ رطب) مقارنة مع الشاهد (65.89ملغ/كغ رطب) وكذلك مع معاملة 50ملغ/ل (66.63ملغ/كغ رطب)، دون تسجيل فروق معنوية بين المعاملة 50ملغ/ل والشاهد. لم تحدث عملية التطعيم زيادة معنوية في محتوى الثمرة من الليكوبين (69.77 ملغ/كغ رطب) مقارنة مع النباتات غير المطعمة (66.31 ملغ/كغ رطب).

محتوى الثمرة من Na و Cl:

الجدول رقم (5): تأثير معاملات الاجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الثمرة من Na و Cl.

حالة النبات	معاملة الاجهاد الملحي	Na		Cl	
		ppm	المتوسط	ppm	المتوسط
هجين غير مطعم	0	32.80e	52.83a	276.00cd	333.60a
	50	48.38c		310.20bc	
	100	77.31a		414.60a	
هجين مطعم	0	12.79f	37.60b	251.00d	286.67b
	50	40.58d		266.80d	
	100	59.43b		342.20b	
LSD%5		5.87	10.52	35.15	30.52

*يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

يلاحظ من الجدول 5 أن الاجهاد الملحي أدى إلى زيادة تدريجية في محتوى الثمار من العناصر Na وCl. ففي النباتات غير المطعمة ازداد محتوى Na بمقدار 57.57% و32.2% في معاملتي الاجهاد 100 و50 ملغ/ل، على التوالي مقارنة مع الشاهد (32.80ppm). بينما ازداد محتوى Cl بمقدار 11.03% و33.43% مقارنة مع الشاهد (276ppm). أما في النباتات المطعمة في معاملتي الاجهاد 100 و50 ملغ/ل ازداد محتوى Na بمقدار 78.48% و68.48%، على التوالي مقارنة مع الشاهد (12.79 ppm). بينما ازداد محتوى Cl بمقدار 26.65% و5.92% مقارنة مع الشاهد (251ppm). يلاحظ أن عملية التطعيم أدت إلى خفض محتوى النباتات من Na وCl (37.60 و286.67 ppm، على التوالي) مقارنة مع النباتات غير المطعمة (52.83 و333.60 ppm، على التوالي).

5– المناقشة:

يتضح من نتائج البحث أن تطعيم هجين البندورة Jollanar على الأصل Defenser F1 ساهم في تحسين تحمل نباتات البندورة للملوحة، الأمر الذي أدى إلى زيادة الإنتاجية بنسبة 16.93% بالمقارنة مع النباتات غير المطعمة (25.85 كغ/م^2). تتوافق هذه النتيجة مع دراسات سابقة، ربطت الإنتاجية العالية للنباتات المطعمة من خلال زيادة عدد الثمار و/ أو وزنها (Estan وآخرون، 2005). كما ساهمت عملية التطعيم بتعويض الانخفاض في وزن الثمرة وقطرها الملاحظة عند النباتات غير المطعمة.

تعد الحالة المائية للنبات شديدة الحساسية للملوحة لذلك فهي المؤشرات الأساسية في تحديد مدى استجابته للإجهاد (Yeo وآخرون، 1985). في دراستنا، أدى التطعيم لخفض الضغط الأسموزي للنبات بالقيمة المطلقة إلى –0.85 ميغاباسكال (جدول 1) ومحتوى الثمار من Na^+ وCl^- (جدول 5) نتيجة الحد من نقلهما عبر جذور الأصل إلى الأجزاء الهوائية. تشير تغيرات هذين المؤشرين (الضغط الاسموزي ومحتوى Na^+ وCl^-) لحدوث ظاهرة التكيف الأسموزي (Osmotic adjustment) نتيجة تراكم بعض المركبات الأسموزية الذائبة مثل السكريات والأحماض الأمينية (Gorham وآخرون، 1985). تتوافق هذه النتائج أيضاً مع دراسات سابقة أشارت إلى أنه كلما كان محتوى Na^+ وCl^- في النبات أقل فإن النبات يكون أكثر تحملاً للإجهاد الملحي (Martinez-Rodriguez وآخرون، 2008؛ Huang وآخرون، 2011؛ Al-Harbi وآخرون، 2017). تعزى زيادة إنتاجية النباتات المطعمة ليس فقط لانخفاض ضغطها الاسموزي ومحتواها من Na^+ وCl^-، بل أيضاً يمكن ارجاعها إلى زيادة معدل امتصاص الماء والمواد الملغذية نتيجة قوة نمو الأصل من جهة (Ruiz وآخرون، 1997) وإلى الهرمونات النباتية (Sharma وZheng، 2019)، وخاصة السيتوكينينات، المصنعة في المجموع الجذري للأصل القوي والتي تنتقل إلى الطعم وتزيد من قوة نموه وقدرته على الاصطناع الضوئي (Ghanem وآخرون، 2011). أشارت الدراسات إلى أن قدرة النبات على الاصطناع الضوئي ترتبط بمحتواه من الكلوروفيل (Smith وBenitez، 1955)، والذي ينخفض مع الاجهاد الملحي (جدول 1). نتيجة نشاط أنزيم كلوروفيلاز المحطم له (Mittova وآخرون، 2003). على الرغم من أن محتوى الكلوروفيل قد ازداد بعملية التطعيم إلا أن هذه الزيادة لم تكن معنوية، ويفسر ذلك من خلال اختلاف ظروف الزراعة وتوافق الهجين مع الأصل. في الوقت الذي أدت فيه الملوحة إلى زيادة محتوى المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة، لم تؤثر في الحموضة الكلية للثمار (جدول 3)، وهذا يتفق مع دراسات سابقة (Trajkova وآخرون، 2006). إلا أن الملوحة أدت لتناقص صلابة الثمار (جدول 3)، وهذا أيضاً يتفق مع بعض الدراسات التي فسرت هذا الانخفاض بتغيرات كيميائية في مركبات الجدر الخلوية مثل الهيميسيليلوز (Sakamoto وآخرون، 1999). كما أدى الإجهاد إلى زيادة محتوى الثمار من فيتامين C والليكوبين (جدول 4)، وهذا يتوافق مع الدراسات التي فسرت ذلك بدورهما في كنس الجذور الحرة وحماية جزيئات DNA وأنزيمات الاستقلاب من ضرر الأكسدة (Liu وآخرون، 2010). تؤكد معظم الأبحاث على أن نوعية ثمار الخضار تتحسن بالتطعيم، فمثلاً حسب Fernández–García وآخرون (2004)

ارتفاع محتوى المواد الصلبة الذائبة المترافق مع حموضة عالية يعطي نكهة أفضل للبندورة، كما أن زيادة Na وCl بشكل معتدل في الثمار، لكن مع الحذر من زيادتها الكبيرة، يمكن أن يحسن النكهة (Gillette، 1985). بناءً على ذلك، فإن ثمار النباتات المطعمة يمكن أن تكون ذات قيمة غذائية عالية (Huang وآخرون، 2009). إضافة لذلك فإن فيتامين C والليكوبين يعدان من مضادات الأكسدة ذات التأثير الحيوي في صحة الانسان من خلال دورهما في كنس الجذور الحرة والمحافظة على ثبات بروتينات الغشاء (Miura وآخرون، 2000)، ولذلك يصنفان من ضمن العوامل الأساسية في جودة الثمار. لوحظ أن التطعيم أدى لزيادة معنوية في محتوى المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة وفيتامين C، في حين لم يؤثر في صلابة الثمار ومحتواها من الحموضة الكلية والليكوبين. يفسر التعارض في النتائج مع دراسات سابقة، نتيجة اختلاف مدى التوافق بين الأصل والطعم، إضافة لاختلاف معاملات وظروف التجربة.

6- <u>الاستنتاجات</u>:

1. انخفضت مؤشرات الإنتاجية عند نباتات البندورة غير المطعمة عند تعرضها للملوحة، وأصبح الانخفاض معنوياً عند مستوى ملوحة 100ملغ/ل. في حين ساهم التطعيم في زيادة تحمل النباتات للملوحة، وزيادة الإنتاجية ومؤشراتها بالمقارنة مع النباتات غير المطعمة.

2. أدى الإجهاد الملحي إلى زيادة الضغط الأسموزي للنبات، وزيادة محتوى الثمار من المادة الجافة وTSS وفيتامين C والليكوبين ومحتوى Na وCl، وانخفاض صلابتها. أدت عملية التطعيم لحدوث ظاهرة التكيف الأسموزي للنبات، حيث انخفض الضغط الاسموزي وزاد محتوى الكلوروفيل والمادة الجافة وTSS وانخفض محتوى Na وCl. كما لم يؤثر التطعيم في صلابة الثمار ولا محتواها من الليكوبين.

7- <u>التوصيات</u>:

ننصح باعتماد الأصل(Defenser) كأصل متحمل للملوحة من أجل تطعيم هجين البندورة (Jollanar) بالزراعات المحمية في الساحل السوري لما له من أثر إيجابي في مقاومة الإجهاد الملحي وزيادة إنتاجية النباتات كماً ونوعاً.

8-المراجع:

1- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، (2018). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية التخطيط، قسم الإحصاء الزراعي.

2- تقرير المشروع الإقليمي (التكيف مع ظاهرة التغير المناخي في البيئات الهامشية لمنطقة غرب آسيا وشمال افريقيا من خلال التنويع المستدام للمحاصيل والثروة الحيوانية)، (2015). المركز الدولي للزراعة الملحية والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

3- Abbasi, H., Jamil, M., Haq, A., Ali, S., Ahmad, R., and Malik, Z., (2016). Salt stress manifestation on plants, mechanism of salt tolerance and potassium role in alleviating it: a review. Zemdirbyste Agric. 103: 229–238. [doi.org/10.13080/z-a.2016.103.030].

4-Adams, P., (1991). Effects of increasing the salinity of nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. J. Hortic. Sci. 66: 201-207.

5-Al-Harbi, A., Hejazi, A., and Al-Omran, A., (2017). Responses of grafted tomato (*Solanum lycopersiocon* L.) to abiotic stresses in Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences. 24: 1274–1280.

6-Cuartero, J., Bolarin, M.C., Asins, M.J., and Moreno, V., (2006). Increasing salt tolerance in tomato. J. Exp. Bot. 57: 1045–1058.

7-Dasgan, H.Y., Kusvuran, S., Abak, K., Leport, L., Larhe, F., and Bouchereau, A., (2009). The relationship between citrulline accumulation and salt tolerance during the vegetative growth of melon (*Cucumis melo* L.). Plant Soil Environ. 55(2): 51–57.

8-Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Hassell, R., Levi, A., King, S.R., and Zhang, X., (2008). Grafting effects on vegetable quality. HortScience. 43: 1670–1672.

9-Del Amor, F.M., Martinez, V., and Cerda, A., (2001). Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. Hortscience 36: 1260–1263.

10-De-Pascale, S., Angelino, G., Graziani, G., Maggio, A., Bieche, B., and Branthome X., (2003). Effect of salt stress on water relations and antioxidant activity in tomato. Acta-Horticulturae. 613: 39-46.

11-Di-Gioia, F., Serio, F., Buttaro, D., Ayala, O., and Santamaria, P., (2010). Vegetative growth, yield, and fruit quality of 'Cuore di Bue', an heirloom tomato, as influenced by rootstock. J. Hortic. Sci. Biotec. 85(6): 477-482.

12-Dehyer, R., Gordon, I., 2005. Irrigation water quality-I-salinity and soil structure stability. Nat. Resour. Sci. 55, 55–60.

13-Estan, M.T., Martinez-Rodriguez, M.M., Perez-Alfocea, F., Flowers, T.J., and Bolarin M.C., (2005). Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. J. Exp. Bot. 56: 703–712.

14-FAOSTAT: Food And Agriculture Organization Of The United Nations. (2018). http://faostat.fao.org/.

15-Feng, X., Guo, K., Yang, C., Li, J., Chen, H., and Liu, X., (2019). Growth and fruit production of tomato grafted onto wolfberry (*Lycium chinense*) rootstock in saline soil. Scientia Hortic. 255, 298–305. [doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.028].

16-Fernández-García, N., V. Martinez, A. Cerda, and M. Carvajal (2004). Fruit quality of grafted tomato plants grown under saline conditions. J. Hort. Sci. Biotechnol. 79: 995–1001.

17-Gaines, T.P., Parker, M.B., and Gascho G.J., (1984). Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. Agron. J. 76: 371-374.

18-Ghanem, M.E., Albacete, A., Smigocki, A.C., Frébort, I., Pospisilova, H., Martínez-Andújar, C., Acosta, M., Sánchez-Bravo, J., Lutts, S., Dodd, I.C., and Pérez-Alfocea, F., (2011). Root-synthesized cytokinins improve shoot growth and fruit yield in salinized tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. J. Exp. Bot. 62, 125–140. [doi.org/10.1093/jxb/erq266.].

19-Gillette, M., (1985). Flavor effects of sodium chloride. Food Tech. 39, 47–52.

20-Gonzalez, L., and Gonzalez-Vilar, M., (2003). Determination of relative water content. In: Reigosa Roger, M. J. (ed.) Handbook of plant Ecophysiology Techniques. Springer Netherlands. Pp: 207-212.

21-Gorham, J., Wyn Jones, R.G., and McDonnell, E., (1985). Some mechanisms of salt tolerance in crop plants. Plant Soil., 89: 15-40.

22-Hasegawa, P.M., Bressan, P.A., Zhu, J., and Bohnert, H.J., (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51: 463-499.

23-He, Y., Zhu, Z., Yang, J., Ni, X., and Zhu, D., (2009). Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. Environ. Exp. Bot. 66: 270–278.

24-Hu, C.M., Y.L. Zhu, L.F. Yang, S.F. Chen, and Y.M. Hyang (2006). Comparison of photosynthetic characteristics of grafted and own-root seedling of cucumber under low temperature circumstances. Acta Bot. Boreali-Occident. Sin. 26: 247–253.

25-Huang, Y., Bie, Z.L., Liu, Z.X., Zhen, A., and Jiao, X.R., (2011). Improving cucumber photosynthetic capacity under NaCl stress by grafting onto two salt-tolerant pumpkin rootstocks. Biologia plantarum, 55(2): 285-290.

26-Huang, Y., Tang, R., Cao, Q., and Bie, Z., (2009). Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. Scientia Horticulturae. 122: 26-31.

27-Ioannou, N., (2001). Integrating soil solarization with grafting on resistant rootstocks for management of soil-borne pathogens of eggplant. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 76: 396-401.

28-Khah, E.M., Kakava, E., Mavromatis, A., Chachalis, D., and Goulas, C., (2006). Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. J. Appl. Hortic. 8: 3–7.

29-Krauss, S., Schnitzler, W.H., Grassmann, J., and Woitke, M., (2006). The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. J. Agric. Food Chem., 54: 441–448.

30-Krumbein, A., Schwarz, D., and Klaring H.P., (2006). Effects of environmental factors on carotenoid content in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown in a greenhouse. J. Appl. Bot. Food Qual., 80: 160–164.

31-Liu, W., Zhao, S., Cheng, Z., Wan, X., and Yan, Z., (2010). Lycopene and Citrulline Contents in Watermelon (*Citrullus lanatus*) Fruit with Different Ploidy and Changes during Fruit Development. Acta Hort., 871: 543-547.

32-Mahajan, S., and, Tuteja, N., (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. Arch Biochem Biophys. 444: 139-158.

33-Martinez-Rodriguez, M.M., Estan, M.T., Moyano, E., Garcia-Abellan, J.O., Flores, F.B., Campos, J.F., Al-Azzawi, M.J., Flowers, T.J., and Boların, M.C., (2008). The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an 'excluder' genotype is used as scion. Environ. Exp. Bot. 63: 392–401.

34-Mittova, V., Tal, M., Volokita, M., and Guy, M., (2003). Up-regulation of the leaf mitochondrial and peroxisomal antioxidative systems in response to salt-induced oxidative stress in the wild salt-tolerant tomato species *Lycopersicon pennellii*. Plant Cell Environ. 26: 845–856.

35-Miura, Y., Chiba, T., Miura, Sh., Tomita, I., Umegaki, K., Ikeda, M., and Tomita, T., (2000). Green tea polyphenols (flavan 3-ols) prevent oxidative modification of low density lipoproteins: An ex vivo study in humans. (J. Nutr. Biochem. 11:216 –222) © *Elsevier Science Inc*.

36-Murshed, R., Lopez-Lauri, F., Keller, C., Monnet, F., and Sallanon, H., (2008). Acclimation to Drought Stress Enhances Oxidative Stress Tolerance in *Solanum lycopersicum* L. Fruits. Plant Stress, 2: 145-151.

37-Oknin, V.I., Fedotova, A.V., Vein, A.M., Nevrol, Z.H., Psikhiatr, I.M., and Korsakova, S.S, (1999). Use of citrulline malate (stimol) in patients with autonomic dystonia associated with arterial hypotension. 99(1): 30-3.

38-Petersen, K.K., Willumsen, J., and Kaack K., (1998). Composition and taste of tomatoes as affected by increased salinity and different salinity sources. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 73: 205–215.

39-Porra, R.J., (2002). The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. Photosynthesis Research. 73: 149 - 156.

40-Ruiz, J.M., Belakbir, A., Lopez-Cantarero, I., and Romero, L., (1997). Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. Sci. Hort. 71: 227–234.

41-Sakamoto, Y., Watanabe, S., Akashima, T., and Okano, K., (1999). Effect of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato grown in hydroponics. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74: 690–693.

42-Salehi-Mohammadi, R., Khasi, A., Lee, S.G., Huh, Y.C., Lee, J.M., and Delshad, M., (2009). Assessing survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto Cucurbita rootstocks. Korean J. of hort. Sci. and Tech. 27(1): 1-6.

43-Sharma, A., and Zheng, B., (2019). Molecular responses during plant grafting and its regulation by auxins, cytokinins, and gibberellins. Biomolecules 9, 397. [doi.org/10.3390/biom9090397].

44-Singh, H., Kumar, P., Kumar, A., Kyriacou, M. C., Colla, G., and Rouphael, Y., (2020). Grafting Tomato as a Tool to Improve Salt Tolerance. *Agronomy*, 10, 263, doi:10.3390/agronomy10020263.

45-Smith, J.H.C., and Benitez, A., (1955). Chlorophylls analysis in plant materials. In: Peach, K., Tracey, M.V. (Eds.), In: Modern Methods of Plant Analysis, Springer-Verlag, Berlin. 4: 142–196.

46-Tendon, H.L.S., (2005). Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization, New Delhi. India. Pp: 76-111.

47-Trajkova, F., Papadantonakis, N., and Savvas, D., (2006). Comparative effects of NaCl and CaCl2 salinity on cucumber grown in a closed hydroponic system. HortScience. 41: 437–441.

48-Tyler, R.T., Shackel, K.A., and Matthews, M.A., (2008). Mesocarp cell turgor in *Vitis vinifera* L. berries throughout development and its relation to firmness, growth, and the onset of ripening. Planta. 228: 1067–1076.

49-Willumsen, J., Petersen, K.K., and Kaack, K., (1996). Yield and blossom-end rot of tomato as affected by salinity and cation activity ratios in the root zone. J. Hort. Sci., 71 (1): 81-98.

50-Yeo, A.R., Capron, S.J.M., and Flowers, T.J., (1985). The effect of salinity upon photosynthesis in rice (*Oryza sativa* L.): gas exchange by individual leaves relation to their salt content. J. Exp. Bot. 36: 1240–1248.

51-Zhen, A., Bie, Z.L., Huang, Y., Liu, Z.X., and Li, Q., (2010). Effects of scion and rootstock genotypes on the anti-oxidant defense systems of grafted cucumber seedlings under NaCl stress. Soil Sci. Plant Nutr. 56, 263–271.