مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (4) العدد (11) 2020
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (4) No. (11) 2020

تأثير الرش الورقي بحمض الأسكوربيك في بعض الخصائص الإنتاجية والنوعية لنبات التبغ البلدي (Nicotiana tabacum L.) تحت ظروف الإجهاد المائي

نزار علي معلا *

قمر محمد صوفان **

(تاريخ الإيداع 1 /11 / 2020 . قُبل للنشر 21 / 12 / 2020)

□ **الملخّص** □

نُفذت التجربة خلال الموسم الزراعي 2019 م وذلك بزراعة شتول التبغ البلدي (شك البنت) في أكياس بلاستيكية تم توزيعها وفقاً للتصميم التام العشوائية (CRD) في أحد البيوت البلاستيكية التابعة لكلية الهندسة الزراعية في جامعة تشرين– محافظة اللاذقية– سورية، وبثلاث مكررات لكل معاملة. يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير المعاملة بحمض الأسكوربيك رشاً على المجموع الخضري وبتراكيز (200، 300 و400 ملغ/ل) في بعض خصائص النمو والإنتاجية والنوعية لنباتات التبغ البلدي وذلك قبل اسبوعين من ري النبات بمحلول يحوي البولي ايتيلين غليكول (PEG) وبتراكيز (15، 30 و45 %) والذي يعادل ضغط اسموزي (−0.52، −1.04 و−1.56 ميغا باسكال). تم قياس مجموعة من المؤشرات المورفوفيزيولوجية: (ارتفاع النبات (سم) المؤشرات المورفيزيولوجية (مساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2)، معدل التمثيل الضوئي (ملغ/سم^2/يوم))، الوزن النوعي للأوراق (غ/سم^2))، المؤشرات البيوكيميائية (المحتوى من الكلوروفيل والكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب)، محتوى البرولين في الأوراق (ميكرومول/غ وزن رطب)، المحتوى من الماء الأوكسجيني (نانومول/غ وزن رطب)) والمؤشرات الإنتاجية (الغلة الورقية الخضراء والجافة غ/نبات). أدت معاملة الإجهاد المائي إلى حدوث تأثيرات سلبية تناسبت طرداً مع شدة الإجهاد المائي في نمو وإنتاجية التبغ البلدي. زادت المعاملة بحمض الأسكوربيك لوحدها وبشكل خاص عند التركيز المنخفض المستخدم (200) ملغ/ل من نمو وإنتاجية التبغ البلدي وكان ذلك في أغلب المعايير والمؤشرات المدروسة. كما حسنت المعاملة بحمض الأسكوربيك، أيضاً عند التركيز (200) ملغ/ل من مؤشرات النمو والإنتاجية لنباتات التبغ مما زاد تحملها للإجهاد المائي. وهكذا، يمكن الاقتراح باستخدام معاملة الرش الورقي بحمض الأسكوربيك وبتركيز (200) ملغ/ل لغرض تحسين نمو التبغ البلدي وغلته الورقية الخضراء والجافة وزيادة تحمله للإجهاد المائي.

الكلمات المفتاحية: التبغ، حمض الأسكوربيك، الإجهاد المائي.

* مدرس في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

** طالب دراسات علياَ، ماجستير، في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

Foliar Application Effect of Ascorbic Acid on Some Productivity and Quality Characteristics in Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) under Water Stress

Nizar Moalla*
kamar soufan**

(Received 1 / 11 / 2020 . Accepted 21 / 12/ 2020)

□ ABSTRACT □

The experiment was carried out during the agricultural season 2019, by the cultivation of tobacco seedlings in plastic pots that were distributed according to the complete randomized design (CRD) in a greenhouse at the Faculty of Agriculture, Tishreen University- Lattakia-Syria, with three replicates per treatment. The aim of research was to study the effect of ascorbic acid (AS) treatments (200, 300 and 400 mg/L) on some plant growth, productivity and quality of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) plants, that were treated with AS spray before soil treatments by Poly Ethylene Glycol (PEG) solutions (15, 30 and 45 %), corresponding to final osmotic potentials -0.52, -1.04 and -1.56 MPa, two weeks ago. So, the morpho-phological (plant height (cm)), the mor-physiological (photosynthesis rate ($mg/cm^2/day$) and specific leaf weight (mg/cm^2), the biochemical (chlorophyll and carotenoids contents (µg/g FW), proline content (µg/g FW) and hydrogen peroxide (H_2O_2) (nmol/g FW)) and the productivity characteristics (fresh and dry leaves yield (g/plant) have been studied. The treatment with PEG, especially at the high concentration, conducted to negative effects on the growth and the productivity of tobacco. The treatment with ascorbic acid, especially at 200 mg/L, increased the growth and productivity of tobacco, as indicated in all the studied traits and characteristics. The ascorbic acid pretreatment, particularly at 200 mg/L, also improved the growth and productivity of tobacco plant, and increased its tolerance to water stress. It is concluded that ascorbic acid spray, especially at 200 mg/L concentrations, can be suggested to improve the plant growth, the fresh and dry leaves and the tobacco tolerance to water stress.

Keywords: Tobacco, Ascorbic acid, Water stress.

* PhD in Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Master student in Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

المقدمة:

يُعد التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) بأصنافه المختلفة من المحاصيل ذات الأهمية الاقتصادية المتميزة، وقطعت زراعته شوطاً لا بأس به على مستوى القطر، وقد انتشرت هذه الزراعة منذ بداية القرن الماضي وتركزت بشكل أساسي في المنطقة الساحلية، إذ أولت الدولة زراعته أهمية خاصة، فتم إحداث المؤسسة العامة للتبغ التي تشرف على زراعته وتسويقه من المناطق المختلفة (طالب، 2016).

يُعد التبغ من المحاصيل الاستراتيجية الهامة في القطر العربي السوري لدوره الكبير في التجارة الخارجية، فهو يساهم في دعم ميزانية الدولة عبر تأمينه القطع الأجنبي فضلاً عن دوره في تشغيل قطاع واسع من الأيدي العاملة من فنين وعمال وفلاحين (رقية، 2003).

يُصنف التبغ نباتياً ضمن الفصيلة الباذنجانية (*Solanaceae*)، ويضم الجنس *Nicotiana* حوالي 70 نوعاً نباتياً مختلفاً، تم تمييز نوعين فقط ذوي أهمية تكنولوجية وهما: *Nicotiana tabacum* L و *Nicotiana rustica* L، وتم تقسيم الجنس *Nicotiana* إلى ثلاثة تحت أجناس وهي *Tabacum*، *Rustica* و*Petunioids* وذلك بالاعتماد على دراسات حديثة للمورثات النيكليوتيدية والسيتوبلازمية للأنواع المنتمية لهذا الجنس (Knapp *et al.*, 2004).

على الرغم أن التبغ من النباتات الثلاثية الكربون (C3) إلا أنه ذو كفاءة تمثيل ضوئي مرتفعة، كما أنه من أكثر المحاصيل قابلية للتكيف الواسع مع التغيرات الحاصلة في التربة والمناخ والعمليات الزراعية (Stoskopf, 1981). يستجيب محصول التبغ وبحساسية عالية للمجهدات البيئية المختلفة والظروف المتعلقة بالتربة (Darwish *et al.*, 2015)، ويتأثر تراكم المادة الجافة في النبات عموماً بعدة عوامل منها: الفترة الزمنية من الزراعة حتى القطاف ومدى إتاحة العناصر الغذائية في التربة وتوفر الرطوبة (Overman, 1999).

يُعد الجفاف من أهم العوامل البيئية التي تؤثر سلباً في نمو النبات وفي العمليات الفيزيولوجية والحيوية والاستقلابية، وعاملاً محدداً ومهماً في توزع النباتات وإنتاجيتها، وواحداً من بين العوامل الأكثر تأثيراً في مردود المحاصيل على المستوى العالمي (Henin, 1976 ؛ Galle, 2002). وأشار كل من (2002) El-Aref, و(2000) Mohamed *et al.* لضرورة زيادة الاهتمام بعامل الجفاف للاستفادة قدر الإمكان من الأرض القابلة للزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة. وذكر (2002) Wilkinson *et al.* أن الإجهاد المائي الذي يحدث في مراحل مختلفة من نمو نبات التبغ يؤدي إلى انخفاض الغلة الورقية، وقلة تراكم المواد الجافة. كما أوضح Maw *et al.* (1997) أن الفترة الأكثر حرجاً على إنتاجية نبات التبغ كانت خلال الفترة الممتدة بين مرحلة النمو الخضري النشيط وبدء دخول النبات مرحلة الإزهار أي من الأسبوع السادس حتى الأسبوع الحادي عشر من الزراعة. كما أشار McNee *et al.* (1978) أن الفترة الأكثر حساسية لرطوبة التربة لنبات التبغ تكون خلال فترة النمو النشط السريع، وأن الإجهاد المائي في مرحلة التبرعم قلل من مساحة الأوراق المحصودة، في حين أعطى الإجهاد المائي خلال فترة الإزهار أوراق ذات قيمة تجارية منخفضة. وأول تأثير للجفاف يشمل نقص المحتوى المائي في التربة وتغير المحتوى المائي في الأنسجة النباتية ويشمل تغير جهد الماء ومكوناته ويلي ذلك زيادة مقاومة الثغور لحركات الغازات وبخار الماء ونقص في التمثيل الضوئي وتثبيط لنمو النبات ونقص الإنتاج النباتي وزيادة معدل شيخوخة الأوراق وتساقطها (Molnar *et al.*, 2002 ؛ Lawlor and Cornic, 2002). كما لاحظ (2010) Cha-um *et al.* أن الإجهاد المائي يؤدي إلى تراكم السكريات الذوابة والبرولين في كل من الأوراق والجذور. حيث ذكر (2002) Mittler *et al.*

أن البرولين من الأحماض الأمينية المتراكمة تحت الظروف المجهدة (الإجهاد المائي والملحي)، إذ يوفر الطاقة للنمو والبقاء، وبالتالي يساعد النباتات على تحمل هذه الإجهادات المختلفة.

إن حمض الأسكوربيك (فيتامين C) هو فيتامين قابل للذوبان في الماء يحفز النمو من خلال تنشيط العديد من التفاعلات الإنزيمية (Kefelic, 1981). بَين Palaniswamy *et al.* (2003) أن حمض الأسكوربيك هو أحد المكونات الضرورية والأساسية في النباتات، والذي تحتاج إليه للمحافظة على نموها الطبيعي، حيث أنه يؤدي عدة وظائف داخل الأنسجة النباتية ويزيد من مقاومة النباتات للظروف البيئية الغير ملائمة، بالإضافة لدوره في حماية المكونات الحية للخلايا من التأثير الضار لدرجة الحرارة والأكسدة الضوئية (Photooxidative stress) وتحفيزه لانقسام الخلايا. ويعد حمض الأسكوربيك من منظمات النمو بالإضافة لكونه عاملاً مضاداً للأكسدة (Smirnoff and Wheeler, 2000). وفقاً لنتائج Hussein and Khursheed (2014) فإن استخدام الرش الورقي لحمض الأسكوربيك بتركيز 200 ملغ/ل على نباتات القمح يخفف من الآثار الضارة للإجهاد المائي عبر تقليل الاضطرابات الغذائية، وتحفيز الاصطناع الحيوي لصبغات التمثيل الضوئي، والمحافظة على مستوى مناسب من الماء ضمن النبات وزيادة المحتوى من الكربوهيدرات والبرولين. وتبعاً لنتائج Dolatabadian *et al.* (2010) كان لتطبيق الرش الورقي بحمض الأسكوربيك بتركيز 150 ملغ/ل أثراً في زيادة في الوزن الجاف والخضري لنباتات الذرة وزيادة في وزن الحبوب، كما وأنه خفف من تأثير الإجهاد المائي على النباتات. ووجد El-Ghamriny *et al.* (1999) أن الرش الورقي لنباتات البندورة بحمض الأسكوربيك وبتركيز 100 ملغ/ل أدى إلى زيادة عدد الأوراق على النبات وزيادة في محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات.

بناءً على ما سبق، يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الرش الورقي بحمض الأسكوربيك في نمو وإنتاجية التبغ البلدي تحت ظروف الإجهاد المائي الصنعي.

مواد البحث وطرائقه:

نُفذ البحث في الفترة الممتدة من شهر أيار وحتى أواخر شهر تموز لعام 2019 في البيت البلاستيكي التابع لكلية الزراعة- جامعة تشرين- محافظة اللاذقية ، كما أُجريت التحاليل الكيميائية في مخابر الكلية ذاتها.

أُجري تحليل كيميائي لعينة من التربة، تم الحصول عليه من مشتل كلية الزراعة لاستخدامها في الأكياس المراد زراعتها، وذلك لمعرفة قوامها ومحتواها من العناصر الغذائية، وجاءت النتائج كما هو مبين في الجدول (1).

جدول (1): خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في موقع الزراعة.

السعة التبادلية	PH	EC	المحتوى الكلي %		تحليل ميكانيكي (ملغ/كغ) تربة جافة					
ميلي مكافئ/100غ تربة		ds/m	$CaCo_3$	O.M.	K_2O	P_2O_5	N	رمل	سلت	طين
28	8.2	0.32	50	1.66	120	20	0.3	71	12	17

تميزت التربة بأنها رملية فقيرة بالآزوت والمادة العضوية وذات محتوى جيد من البوتاسيوم وغنية بالفوسفور، كما أن سعتها التبادلية منخفضة نظراً لغناها بالرمل. استخدم في هذا البحث شتول صنف التبغ بلدي (شك البنت)، حيث يمتاز هذا الصنف بإنتاجية جيدة وبمحتوى مرتفع من النيكوتين (أصناف القوة) وتجفف أوراقه في الظل.

تمت زراعة الشتول في تجربة عاملية باستخدام التصميم التام العشوائي (CRD) وبمعدل ثلاثة نباتات لكل معاملة (n=3)، وذلك في أكياس بلاستيكية ذات أبعاد (60×40) سم بسعة (25) كغ تربة، احتوت على تربة تم تحضيرها كخليط من الرمل والطين بنسبة (1:2) من تربة مشتل الكلية وأُجريت المعاملات المدروسة كما يلي:

– الرش بحمض الأسكوربيك AS:

تم الرش بحمض الأسكوربيك بمعدل رشتين خلال الشهر الأول من التشتيل (أي بمعدل رشة كل أسبوعين) بالتراكيز التالية:

ملغ/ل AS_0 = 0، ملغ/ل AS_1= 200، ملغ/ل AS_2 = 300، ملغ/ل AS_3= 400

– معاملات الإجهاد المائي P:

تم استخدام مادة البولي ايتيلين غليكول (PEG–6000) كنسب مئوية (%) وما يعادلها من ضغط اسموزي (Osmotic potential) (Muscolo *et al.*, 2014) لإحداث الإجهاد المائي المصطنع عبر الري بمعدل ريتين، بين الرية والثانية أسبوعين، وذلك بعد الرش بحمض الأسكوربيك بأسبوع لتكون معاملات الإجهاد كمايلي:

– P_0: رويت النباتات بالماء العذب فقط.

– P_1: رويت النباتات بمحلول يحوي PEG–6000 بتركيز 15 % (V/W) ما يعادل ضغط اسموزي –0.51 ميغا باسكال.

– P_2: رويت النباتات بمحلول يحوي PEG–6000 بتركيز 30 % (V/W) ما يعادل ضغط أسموزي –1.02 ميغا باسكال.

– P_3: رويت النباتات بمحلول يحوي PEG–6000 بتركيز 45 % (V/W) مايعادل ضغط أسموزي –1.53 ميغا باسكال.

تم ارواء النباتات بمحلول مغذي تم تحضيره من سماد معدني ذواب (NPK) (20–20–20) وفقاً لمتطلبات التسميد اللازمة للنباتات ومحتوى التربة من العناصر الغذائية وبمعدل مرتين كل أسبوع، خلال فترة النمو النشيط وحتى مرحلة الإزهار. وتم إجراء عمليات الخدمة الزراعية فيما بعد من مكافحة وري وفقاً للتوصيات المتعلقة بكيفية زراعة التبغ والعناية به والمعتمدة من قبل المؤسسة العامة للتبغ في سورية.

دُرست الخصائص والصفات التالية:

1. الصفات المورفولوجية:

– ارتفاع النبات Plant Height (سم/نبات): وذلك بقياس ارتفاع النبات (سم) لثلاثة نباتات (n=3) من كل معاملة تجريبية بدءاً من مستوى سطح التربة حتى القمة النامية مع دخول النباتات مرحلة الإزهار.

2. المؤشرات المورفوفيزيولوجية:

– مساحة المسطح الورقي الكلي Plant Leaf Area (PLA) (سم^2): حيث تم حساب مساحة الورقة (سم^2) عند بدء الإزهار من المعادلة التالية:

مساحة الورقة الواحدة (سم^2)= أقصى طول للورقة (سم) × أقصى عرض للورقة (سم) × (0.6443)

(0.6443): ثابت تصحيح مساحة الورقة للتبغ (عرب، 2001).

ومن ثم تم حساب مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات:

PLA (سم^2/نبات)= مجموع مساحة جميع أوراق النبات.

– معدل التمثيل الضوئي الصافي Net Photosynthesis Rate (ملغ/سم^2/يوم): ويُحسب من المعادلة التالية (Williams, 1946):

$$NPR = \frac{(Log\ eL2\ \ - Log\ eL1\ )(W2 - W1)}{(T2 - T1)(L2 - L1)}$$

NPR: صافي إنتاج التمثيل الضوئي، ملغ/سم^2/يوم، *L2* و*L1*: مساحة الأوراق (سم^2) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب، *W2*و*W1*: وزن النبات الجاف في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب، *T2* و*T1*: عدد الأيام بين المرحلتين عدد الأيام بين المرحلتين (عند بداية مرحلة النمو الخضري النشيط ونهاية هذه المرحلة أي عند 30 و60 يوم من التشتيل).

– الوزن النوعي للأوراق Specific Leaf Weight (غ/سم^2): تم تحديد الوزن النوعي للأوراق (SLW) بعد قياس الوزن الجاف للأوراق مع بداية النضج الفني للأوراق وفقاً للباحث (Pearce *et al.*, 1968):

SLW= وزن الأوراق الجافة (غ/نبات)/المساحة الورقية (سم^2/نبات)

3. المؤشرات البيوكيميائية:

– المحتوى من الكلوروفيل والكاروتينات Chlorophyll and Carotenoids Contents (ميكروغرام/غ وزن رطب): وذلك بسحق عينات معروفة الوزن من أوراق التبغ البلدي في الأسيتون النقي ومن ثم قياس الامتصاص الضوئي للمستخلص باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر على أطوال الموجات 470، 645 و662 نانومتر ثم من معادلات وفقاً لطريقة الباحث (Lichtenthaler, 1987).

– محتوى البرولين في الأوراق Proline content (ميكرومول/غ وزن رطب):

تم تحليل محتوى الأوراق من البرولين وفقاً لطريقة (Bates *et al.*, 1973). حيث تم سحق 100 ملغ من أوراق التبغ البلدي الطازجة في 5 مل من المحلول المائي لحمض سلفوساليسيليك (3 %). أُوخذ 2 مل من المستخلص وأضيف له 2 مل من محلول النينهدرين المنشط للتفاعل (نينهدرين+ حمض الخل الثلجي+ حمض أورثوفوسفوريك) و2 مل من حمض الخل الثلجي. ثم وضعت الأنابيب في حمام مائي ساخن 100 °م لمدة ساعة، وبعد التبريد على الماء المثلج تم وضع 4 مل من التولوين. تم قياس الامتصاص الضوئي على طول موجة 520 نانومتر باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر Spectrophotometer ومن ثم تقدير نسبة البرولين في العينات بالاعتماد على منحى قياسي للبرولين النقي.

– المحتوى من الماء الأوكسجيني H_2O_2 (نانومول/غ وزن رطب):

تم استخلاص الماء الأوكسجيني (H_2O_2) وفقاً لطريقة الباحث Velikova *et al.* (2000) مع بعض التعديلات. تم سحق 100 ملغ من أوراق التبغ بوجود 1 مل من حمض ثلاثي كلور أسيتيك 0.1 % TCA. وُضع 0.5 مل من الرشاحة السائلة في أنبوب اختبار زجاجي، مع 0.5 مل ميكروليتر من 10 ميلي مول تامبون فوسفات البوتاسيوم (KH_2PO_4/K_2HPO_4) (pH 7) و1 مل ميكروليتر من محلول يوديد

البوتاسيوم النظامي KI. تم قياس الامتصاص الضوئي على طول موجة 390 نانومتر باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر Spectrophotometer، ومن ثم تقدير تركيز الماء الأوكسجيني بالاعتماد على منحى قياسي لتراكيز الماء الأوكسجيني للشاهد ومن ثم نُسب هذا التركيز بالنانومول إلى الوزن الرطب أو الجاف لعينات أوراق التبغ.

4. صفات الغلة الورقية:

– الغلة من الأوراق الخضراء Leaves Fresh Weight : إنتاجية المساحة المزروعة بالتبغ البلدي من الأوراق الخضراء (غ/نبات).

– محصول الأوراق الجافة Leaves Dry Weight: إنتاجية المساحة المزروعة بالتبغ البلدي من الأوراق الجافة هوائياً (غ/نبات).

تم إجراء تحليل التباين للبيانات عبر البرنامج R statistical software باستخدام الاختبار ANOVA معTukey وستعُرض النتائج بشكل متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE) والفروقات ذات معنوية عند مستوى الاحتمالية $P<0.05$.

النتائج والمناقشة:

1– تأثير الرش بحمض الأسكوربيك (AS) في ارتفاع النبات (سم) تحت ظروف الإجهاد المائي:

تُشير معطيات الجدول (2) إلى وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث ارتفاع نباتات التبغ (سم).

أدى الإجهاد المائي إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في صفة ارتفاع النبات والذي بلغ 48، 47 و44 سم عند النباتات المعاملة بالإجهاد المائي P_1، P_2 وP_3 على التوالي مقارنةً مع ارتفاع النبات (51) سم عند الشاهد.

زادت المعاملة بحمض الأسكوربيك لوحدها من ارتفاع النبات بشكل معنوي ($P<0.05$) وكان هذا التأثير الايجابي أكثر وضوحاً عند المعاملة AS_1 (65 سم) بالمقارنة مع المعاملة AS_2 (60 سم) والمعاملة AS_3 (52 سم) والشاهد (51) سم، في حين لوحظ عند معاملة الأسكوربيك والإجهاد المائي معاً وبشكل خاص عند مستويات الإجهاد المنخفضة زيادة في ارتفاع النبات، وكانت هذه الزيادة أكثر معنوية ($P<0.05$) عند المعاملة AS_1P_1 (55 سم) مقارنةً ببقية المعاملات والشاهد.

جدول (2): ارتفاع نباتات التبغ (سم) التي تم رشها بعدة تراكيز من حمض الأسكوربيك تحت مستويات مختلفة من الإجهاد المائي.

	مستويات الإجهاد المائي			
المعاملة	**P_0**	**P_1**	P_2	P_3
AS_0	51 ± 1^{d}	48 ± 2^{de}	47 ± 2^{de}	44 ± 2^{e}
AS_1	65 ± 2^{a}	55 ± 2^{c}	52 ± 1^{d}	50 ± 1^{d}
AS_2	60 ± 2^{b}	55 ± 2^{c}	52 ± 1^{d}	49 ± 1^{d}
AS_3	52 ± 2^{d}	57 ± 2^{bc}	51 ± 2^{d}	48 ± 1^{d}

تُشير الرموز (P) الري بالبولي ايتيلين غليكول (15، 30 و45 %)، (AS) المعاملة بحمض الأسكوربيك (0 و200 و300 و400 ملغ/ل). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)،n=3 ، وأحرف مختلفة (a, b, c, d) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA–Tukey test).

إن ارتفاع النبات يزداد مع طول فترة نموه والتي بدورها تتأثر بالظروف البيئية المحيطة بالنبات بما فيها ظروف التغذية (Sokolov *et al.*, 1971). وربما يعزى سبب اختزال ارتفاع نباتات التبغ عند تعرضها للإجهاد المائي إلى قلة انقسام خلايا الساق والأوراق وصغر حجمها نتيجةً لانخفاض الجهد المائي فيهما بسبب نقص جاهزية ماء التربة مما يؤدي إلى انخفاض كفاءة اعتراض وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية وإنتاج المادة الجافة (المعماري، 2000). في هذا السياق، أشار Whalley (1998) لأن معدل استطالة الخلايا حساساً جداً للجفاف، فالجفاف يعمل على تثبيط النمو نتيجة نقص ضغط امتلاء الخلايا ويسبب نقص وصول الماء إلى الأنسجة النامية نظراً لعدم قدرة الجذور على النمو وامتصاص الماء والأملاح المعدنية.

إن التأثير الإيجابي لحمض الأسكوربيك يظهر من خلال تأثيره على الانقسام الخلوي ونمو الخلايا في النباتات (Noctor and Foyer, 1998). وقد يعود سبب زيادة ارتفاع نباتات التبغ إلى دور حمض الأسكوربيك عند استخدامه بالتركيز الملائم في انقسام الخلايا وتوسعها وتنشيط عملية التمثيل الكربوني وما ينتج عنها من مواد تستعمل في زيادة النمو ومنها ارتفاع النبات (Smirnoff, 1996). وأشار El-Ghamriny *et al.*, 1999) إلى دور حمض الأسكوربيك (200 ملغ/ل) في زيادة النمو الخضري، حيث لوحظ زيادة معنوية في ارتفاع النباتات وعدد الأوراق على النبات والوزن الجاف لنباتات البندورة. وقام Bardisi (2004) برش نباتات الثوم بحمض الأسكوربيك بتراكيز (100-200 ملغ/ل) فلاحظ زيادة في ارتفاع النبات وعدد الأوراق على النبات والوزن الجاف للنبات، إضافةً إلى ارتفاع في محتوى الأوراق من الكلوروفيل.

2. تأثير الرش بحمض الأسكوربيك (ASA) في مساحة المسطح الوقي الكلي (سم^2/نبات) تحت ظروف الإجهاد المائي:

أظهرت نتائج الجدول (3) انخفاضاً معنوياً ($P<0.05$) في مساحة المسطح الورقي الكلي لدى النباتات المعرضة للإجهاد المائي، وكان هذا الانخفاض ملحوظاً بشكل أكبر عند المعاملات P_1، P_2 وP_3 فبلغت 2154، 2130 و1892 سم^2 على التوالي وذلك بالمقارنة مع الشاهد (2797 سم^2).

أدى رش نباتات التبغ بحمض الأسكوربيك إلى زيادة معنوية ($P<0.05$) في مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات، وكانت هذه الزيادة ملحوظة بشكل أكبر عند تركيز حمض الأسكوربيك المنخفض، فبلغ المسطح الورقي عند المعاملة AS_1 (4109 سم^2) بالمقارنة مع 3581 و2988 سم^2 عند كلا المعاملتين AS_2 وAS_3 على التوالي.

كما حسنت جميع معاملات الرش بحمض الأسكوربيك من مساحة المسطح الورقي الكلي لنباتات التبغ النامية تحت ظروف الإجهاد المائي وذلك بالمقارنة مع المعاملات المجهدة بدون رش، وسُجل أعلى زيادة في مساحة المسطح الورقي عند استخدام التركيز المنخفض من حمض الأسكوربيك وبشكل أكثر وضوحاً مع انخفاض شدة الإجهاد المائي، فبلغت أكبر قيمة للمسطح الورقي 3134 سم^2 عند المعاملة AS_1P_1 وأصغرها 2214 سم^2 عند المعاملة AS_3P_3.

يُعد المسطح الورقي الذي يُشكله النبات مؤشراً مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بظروف التغذية المتُاحة للنبات، كما ويُساهم في زيادة غلة النبات نظراً لدوره الأساسي في عملية التمثيل الضوئي (عبد العزيز، 2009).

إن انخفاض المساحة الورقية في حالة العجز المائي هو سلوك يبديه النبات لتخفيف الأثر السلبي للإجهاد (Fussell *et al.*, 1991 ؛ Keim and Kroustard, 1981)، ويعزى سبب هذا الانخفاض في المساحة الورقية تحت تأثير الإجهاد المائي إلى انخفاض محتوى الماء النسبي للنبات والذي يؤدي إلى انخفاض معدل نمو الأجزاء الخضرية وما للماء من دور مهم في عملية انقسام الخلايا واستطالتها ووفرة العناصر الغذائية في التربة وسهولة امتصاصها ومن ثم انخفاض عملية البناء الضوئي مما يؤدي بالتالي إلى انخفاض المساحة الورقية (Hsiao, 1973).

جدول (3): مساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2) لنباتات التبغ التي تم رشها بعدة تراكيز من حمض الأسكوربيك تحت مستويات مختلفة من الإجهاد المائي.

	مستويات الإجهاد المائي			
المعاملة	P_0	P_1	P_2	P_3
AS_0	2797 ± 95^{de}	2154 ± 95^{h}	2130 ± 68^{h}	1892 ± 85^{i}
AS_1	4109 ± 95^{a}	3134 ± 95^{c}	2437 ± 95^{ef}	2363 ± 93^{f}
AS_2	3581 ± 97^{b}	2866 ± 99^{d}	2378 ± 92^{f}	2225 ± 91^{g}
AS_3	2988 ± 94^{cd}	2632 ± 98^{e}	2319 ± 95^{fg}	2214 ± 95^{g}

تُشير الرموز (P) الري بالبولي ايتيلين غليكول (15، 30 و45 %)، (AS) المعاملة بحمض الأسكوربيك (0 و200 و300 و400 ملغ/ل). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)،n=3 ، وأحرف مختلفة (a, b, c, d) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA–Tukey test).

لحمض الأسكوربيك دور هام في نمو النبات وتوسيع جدار الخلية، فضلاً عن دوره في زيادة امتصاص النبات للمغذيات ومنها NPK والتي ينعكس تأثيرها على النمو الخضري للنبات (hussein *et al.*, 2011). إذ لاحظ بعض الباحثين أن له تأثيراً مشابهاً لتأثير منظمات النمو المشجعة للنمو، فقد أشاروا إلى دور حمض الأسكوربيك في تشجيع عملية البناء الضوئي من خلال علاقة ارتباط قوية بين المساحة الورقية والزيادة في النمو الخضري ومحتوى النبات من حمض الأسكوربيك (Ahmed and Morsy, 2001) وهذا ما يفسر الزيادة الملحوظة في مساحة المسطح الورقي عند الرش بحمض الأسكوربيك سواءً تحت ظروف الشاهد أم الإجهاد المائي.

3. تأثير الرش بحمض الأسكوربيك (ASA) في معدل التمثيل الضوئي الصافي (ملغ/سم^2/يوم) تحت ظروف الإجهاد المائي:

نلاحظ من بيانات الجدول (4) وجود فروق معنوية (*P<0.05*) بين المعاملات المدروسة من حيث المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (NPR). حيث خفضت معاملات الإجهاد المائي معدل التمثيل الضوئي، فبلغت قيمته (0.05، 05. 0 و0.04 ملغ/سم^2/يوم على التوالي عند المعاملات P_1، P_2 وP_3 مقارنة بالشاهد AS_0P_0 (0.15 ملغ/سم^2/يوم).

زادت معاملات الرش لنباتات التبغ بحمض الأسكوربيك معدل التمثيل الضوئي الصافي وكانت هذه الزيادة أكثر معنوية (*P<0.05*) عند معاملات التراكيز المنخفضة فبلغ التمثيل الضوئي الصافي 0.20، 0.18 و0.17 ملغ/سم^2/يوم على التوالي عند المعاملات AS_1، AS_2 وAS_3 مقارنةً بالشاهد والذي بلغ 0.15 ملغ/سم^2/يوم.

كما وأظهرت معاملة الرش بحمض الأسكوربيك للنباتات عند الإجهاد المائي معدلاً لعملية التمثيل الضوئي أكثر ارتفاعاً مقارنةً بمعاملة الإجهاد لوحده، هذا ولوحظ تفوقاً معنوياً ($P<0.05$) حتى على نباتات الشاهد نفسه في معدل التمثيل الضوئي عند المعاملة AS_1P_1 (0.16 ملغ/سم^2/يوم). كما وتبين بأنه مع تركيز رش بحمض الأسكوربيك وشدة إجهاد أكثر انخفاضاً، يكون معدل التمثيل الضوئي أعلى مقارنةً ببقية التراكيز المستخدمة وعند مستويات الإجهاد الأخرى.

يُعد الإجهاد المائي أحد أهم العوامل المؤثرة على معدل التمثيل الضوئي في المناطق شبه الجافة (Havaux, 1988). يعود هذا الانخفاض الملحوظ في معدل التمثيل الضوئي تحت تأثير الإجهاد المائي لكون الماء عاملاً اساسياً لمجمل التفاعلات الكيميائية– الضوئية والكيميائية–الحيوية اللازمة لتثبيت الكربون في عملية التمثيل الضوئي، حيث تم الإشارة في هذا السياق إلى أن الإجهاد المائي وخلال فترة قصيرة يؤدي إلى توقف مؤقت للنمو يليه تناقص في شدة التمثيل الضوئي (Turner and Begg, 1978).

جدول (4): معدل التمثيل الضوئي الصافي (ملغ/سم^2/يوم) لنباتات التبغ التي تم رشها بعدة تراكيز من حمض الأسكوربيك تحت مستويات مختلفة من الإجهاد المائي.

	مستويات الإجهاد المائي			
المعاملة	P_0	P_1	P_2	P_3
AS_0	0.15 ± 0.006^{d}	0.05 ± 0.005^{i}	0.05 ± 0.005^{i}	0.04 ± 0.005^{i}
AS_1	0.20 ± 0.005^{a}	0.16 ± 0.006^{c}	0.10 ± 0.006^{f}	0.08 ± 0.005^{g}
AS_2	0.18 ± 0.005^{b}	0.14 ± 0.005^{d}	0.09 ± 0.005^{fg}	0.08 ± 0.005^{h}
AS_3	0.17 ± 0.005^{bc}	0.13 ± 0.005^{e}	0.08 ± 0.005^{g}	0.06 ± 0.006^{gh}

تُشير الرموز (P) الري بالبولي ايتيلين غليكول (15، 30 و45 %)، (AS) المعاملة بحمض الأسكوربيك (0 و200 و300 و400 ملغ/ل). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)،n=3 ، وأحرف مختلفة (a, b, c, d) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA–Tukey test).

يلعب حمض الأسكوربيك دوراً هاماً في زيادة تركيز النتروجين في الأوراق الذي يدخل بدوره في تركيب الكلوروفيل، إضافةً إلى أهميته في المحافظة على الكلوروفيل المتكون في الأوراق من الأكسدة باعتباره عاملاً مضاداً للأكسدة الأمر الذي يساهم في استمرارية نشاط جهاز التمثيل الضوئي حتى وتحت ظروف قلة الماء (Oertli, 1987). كما وأشار Choudhury *et al.* (1993) إلى خصائص حمض الأسكوربيك المضادة للأكسدة والتي تحمي صبغيات التمثيل الضوئي من تأثير الإجهاد التأكسدي المتسبب عن قلة المياه.

4. تأثير الرش بحمض الأسكوربيك (ASA) في الوزن النوعي للأوراق (غ/سم^2) تحت ظروف الإجهاد المائي:

نلاحظ من بيانات الجدول (5) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث الوزن النوعي للأوراق (غ/سم^2). إذ خفضت معاملات الإجهاد المائي الوزن النوعي للأوراق، فبلغ 0.009، 0.007 و0.005 غ/سم^2 عند المعاملات P_1 ، P_2 وP_3 على التوالي.

زادت معاملات الرش لنباتات التبغ بحمض الأسكوربيك من الوزن النوعي للأوراق وكانت هذه الزيادة أكثر معنوية ($P<0.05$) عند المعاملة AS_1 (0.022) غ/سم^2 وذلك بالمقارنة مع المعاملة AS_2 (0.018 غ/سم^2) والمعاملة AS_3 (0.017 غ/سم^2).

تُظهر النتائج بالنسبة للمعاملة بحمض الأسكوربيك والإجهاد المائي معاً تحسناً ملحوظاً أكثر معنوية في الوزن النوعي للأوراق عند معاملات الرش بحمض الأسكوربيك بالتراكيز المنخفضة وذلك كلما انخفضت شدة الإجهاد المائي المطبق، فبلغت أعلى قيمة لهذا المؤشر عند المعاملة AS_1P_1 0.017 غ/سم^2 مقارنةً بقيمته 0.011 و0.010 غ/سم^2 عند المعاملات AS_2P_3 وAS_3P_3 على التوالي.

يمكن أن يُفسر هذا الانخفاض الملحوظ في الوزن النوعي لأوراق التبغ تحت ظروف الإجهاد المائي، للتأثير السلبي للإجهاد في معدل التمثيل الضوئي وبالتالي قلة تراكم المادة الجافة في الأوراق، فقد أظهرت نتائج دراسة أجراها Cha-um *et al.* (2010) باستخدام جهود حلولية مختلفة من البولي ايتيلين غليكول، انخفاضاً في مساحة المسطح الورقي، الوزن الجاف والوزن الرطب للنبات، فضلاً عن انخفاض محتوى الأوراق من اليخضور ومعدل التمثيل الضوئي.

أما بالنسبة للأثر الإيجابي للمعاملة بحمض الأسكوربيك في الوزن النوعي للأوراق، حيث أشار بعض الباحثين إلى دور هذا المركب في زيادة النمو الخضري للنبات، فقد وجد Midan (1986) أن رش نباتات البندورة بحمض الأسكوربيك وبتركيز 200 ملغ/ل أدى لزيادة عدد الأفرع المتكونة على النباتات وبالتالي الوزن الجاف للمجموع الخضري.

جدول (5): الوزن النوعي (غ/سم^2) لأوراق نباتات التبغ التي تم رشها بعدة تراكيز من حمض الأسكوربيك تحت مستويات مختلفة من الإجهاد المائي.

	مستويات الإجهاد المائي			
المعاملة	P_0	P_1	P_2	P_3
AS_0	0.016 ± 0.0003^{c}	0.009 ± 0.0003^{f}	0.007 ± 0.0003^{j}	0.005 ± 0.0003^{k}
AS_1	0.022 ± 0.0004^{a}	0.017 ± 0.0003^{bc}	0.016 ± 0.0003^{c}	0.012 ± 0.0003^{e}
AS_2	0.018 ± 0.0004^{b}	0.016 ± 0.0003^{c}	0.014 ± 0.0004^{d}	0.011 ± 0.0003^{ef}
AS_3	0.017 ± 0.0004^{bc}	0.016 ± 0.0003^{c}	0.011 ± 0.0004^{ef}	0.010 ± 0.0003^{f}

تُشير الرموز (P) الري بالبولي ايتيلين غليكول (15، 30 و45 %)، (AS) المعاملة بحمض الأسكوربيك (200 و300 و400 ملغ/ل). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)،n=3 ، وأحرف مختلفة (a, b, c, d) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA-Tukey test).

5. تأثير الرش بحمض الأسكوربيك (ASA) في محتوى الأوراق الكلي من الكلوروفيل والكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب)، البرولين (ميكروغرام/غ وزن رطب) والماء الأوكسجيني (نانومول/غ وزن رطب) تحت ظروف الإجهاد المائي:

أظهر تحليل التباين (الشكل A وB) وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات من حيث محتوى الأوراق الكلي من الكلوروفيل والكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب).

أدت المعاملة بالإجهاد المائي لانخفاض معنوي ($P<0.05$) في محتوى أوراق التبغ الكلي من الكلوروفيل والكاروتينات، وازداد هذا الانخفاض مع زيادة الإجهاد، حيث بلغ محتوى الكلوروفيل حوالي 516، 485 و380

(ميكروغرام/غ وزن رطب) والكاروتينات حوالي 31، 29 و24 (ميكروغرام/غ وزن رطب) عند معاملات الإجهاد المائي P_1، P_2 وP_3 على التوالي مقارنةً بالشاهد (566 و35 ميكروغرام/غ وزن رطب كلوروفيل وكاروتينات).

حسنت جميع معاملات الرش بحمض الأسكوربيك من محتوى الكلوروفيل والكاروتينات لدى أوراق نباتات التبغ النامية في جميع تراكيز البولي ايتيلين غليكول P_1، P_2 وP_3، وكان هذا التأثير الإيجابي أكثر وضوحاً عند الرش بحمض الأسكوربيك وبالتراكيز المنخفضة وذلك بالمقارنة مع معاملات الإجهاد لوحدها والشاهد، فقد بلغ محتوى الكلوروفيل الكلي 814، 791 و731 ميكروغرام/غ وزن رطب ومحتوى الكاروتينات الكلية 62، 44 و43 ميكروغرام/غ وزن رطب على التوالي في أوراق نباتات المعاملات AS_1، AS_2 وAS_3.

وكما وتشير النتائج إلى تفوق المعاملات التي تم رشها مسبقاً بحمض الأسكوربيك على معاملات الإجهاد المائي والشاهد في محتوى أوراقها الكلي من الكلوروفيل والكاروتينات، وكان هذا التفوق معنوياً بشكل أكبر عند التراكيز والمستويات المنخفضة من حمض الأسكوربيك والإجهاد المائي، حيث سجل أعلى محتوى عند المعاملة AS_1P_1 (756 و44 ميكروغرام/غ وزن رطب كلوروفيل وكاروتينات على التوالي) وأقل محتوى عند المعاملة AS_3P_3 (605 و35 ميكروغرام/غ وزن رطب كلوروفيل وكاروتينات على التوالي).

يمكن أن يُفسر هذا الانخفاض في محتوى صبغات التمثيل الضوئي بكون أن الإجهاد المائي يؤثر وبشكل مباشر في عمل وتركيب الصانعات الخضراء مما يؤدي إلى خفض محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية (Holaday, 1992).

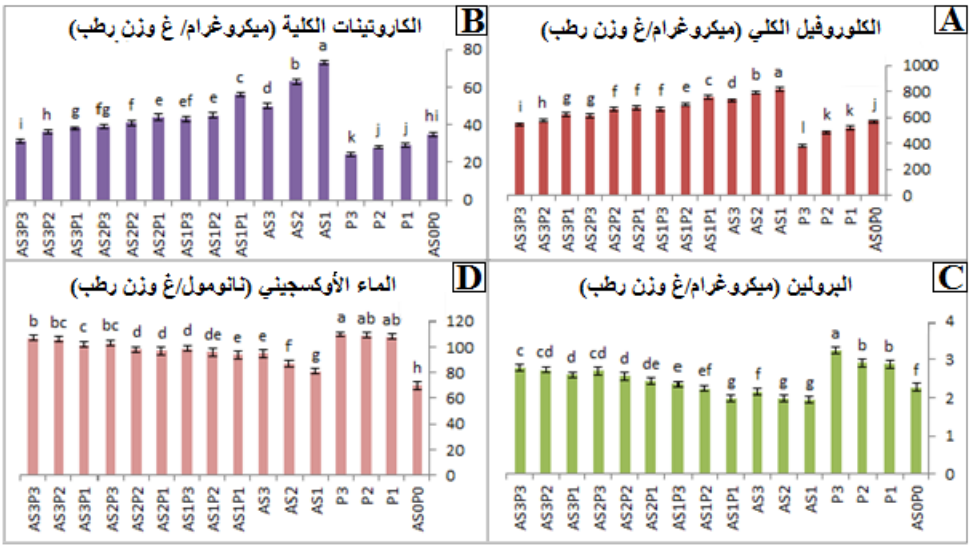
أما من حيث التأثير الإيجابي لحمض الأسكوربيك في محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات، فبالإضافة لدوره في زيادة محتوى الأوراق من النتروجين الذي يدخل في تركيب الكلوروفيل فهو من المركبات المضادة للأكسدة والذي يمنع تحطم صبغات التمثيل الضوئي بفعل الأكسدة التي قد تكون ناجمة عن الإجهاد المائي، حيث تم الإشارة في هذا السياق لدور حمض الأسكوربيك في زيادة نشاط عملية التمثيل الضوئي، نمو وتطور واتساع جدار الخلية النباتية، التعبير المورثي والمساهمة في اصطناع العديد من الهرمونات النباتية (Arrigoni and De Tullio, 2002 ؛ Smirnoff and Wheeler, 2000 ؛ Gest *et al.*, 2013 ؛ Pignocchi and Foyer, 2003).

أشارت نتائج الشكل (C 1) لوجود فروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث محتوى الأوراق من البرولين (ميكروغرام/غ وزن رطب).

أدى الإجهاد المائي لزيادة معنوية ($P<0.05$) في محتوى أوراق التبغ من البرولين، فبلغ محتوى البرولين 2.7، 2.8 و3.2 ميكرومول/غ وزن رطب عند المعاملات P_1، P_2 وP_3 وذلك بالمقارنة مع الشاهد (2.2 ميكرومول/غ وزن رطب). كما وأدى الرش المسبق بحمض الأسكوربيك لنباتات التبغ النامية في ظروف الإجهاد المائي لزيادة معنوية ($P<0.05$) في تركيز البرولين بالمقارنة مع الشاهد، وسجل أعلى قيمة للبرولين عند المعاملة AS_3P_3 (2.5 ميكروغرام/غ وزن رطب).

إن الإجهاد المائي يؤدي إلى تراكم السكريات الذائبة والبرولين في كل من الأوراق والجذور، ويزداد البرولين كلما ازداد الإجهاد المائي حدة (Cha-um *et al.*, 2010). وحسب (Shtereva *et al.*, 2008) فقد لوحظ ارتفاع تركيز البرولين في أوراق البندورة كمؤشر لتحمل النبات للإجهاد المائي. وسجلت العديد من

الأبحاث علاقة طردية بين كمية البرولين المتشكلة وتحمل الجفاف (Savitskaya, 1967 ؛ Shultz and Matthews, 1993).



الشكل 1. يُظهر محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (A)، الكاروتينات الكلية (B)، البرولين (C) والماء الأوكسجيني (D) في نبات التبغ البلدي *Nicotiana tabacum* L.، لدى نباتات الشاهد (AS_0P_0)، نباتات المعاملة بحمض الأسكوربيك (AS) (200، 300 و400) ملغ/ل ونباتات المعاملة بالبولي ايتيلن غليكول (P) (15، 30 و45)%. تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA– Tukey test).

وأظهرت نتائج (الشكل 1 D) وجود فروق معنوية (*P<0.05*) بين المعاملات المدروسة من حيث محتوى الأوراق من الماء الأوكسجيني (H_2O_2)، حيث أدى الإجهاد المائي لزيادة معنوية (*P<0.05*) في محتوى أوراق التبغ من الماء الأوكسجيني فبلغ 108، 109 و110 نانومول/غ وزن رطب عند المعاملات P_1، P_2 وP_3 على التوالي مقارنةً بالشاهد (70 نانومول/غ وزن رطب). في هذا السياق أشارت نتائج Sharifi and Armirnia. (2015) إلى زيادة في محتوى H_2O_2 ضمن ورقة العلم لنبات القمح المعرض للإجهاد المائي.

ونظراً لأهمية حمض الأسكوربيك على اعتباره من المركبات المضادة للأكسدة (Antioxydantes compounds) تساهم في التخلص من أنواع الأوكسجين التفاعلية (ROS) (Smirnoff, 2000). وأشار Darwish *et al.* (2014) إلى دور حمض الأسكوربيك وأهمية تراكمه في النبات في إزالة الأثر السمي لأنواع الأوكسجين التفاعلية (ROS)، وبشكل خاص H_2O_2، المسبب للإجهاد التأكسدي.

6. تأثير الرش بحمض الأسكوربيك (ASA) في غلة النبات من الأوراق الخضراء والجافة (غ/نبات) ونسبة التصافي (%) تحت ظروف الإجهاد المائي:

تُشير معطيات الجدول (6) لوجود فروق معنوية (*P*<0.05) بين المعاملات المدروسة من حيث غلة الأوراق الخضراء والجافة (غ/نبات).

خفضت معاملة الإجهاد المائي معنوياً ($P<0.05$) غلة أوراق التبغ، حيث بلغت غلة الأوراق الخضراء 90، 79 و75 (غ/نبات) والجافة 21، 21 و20 (غ/نبات) عند المعاملات P_1، P_2 وP_3 على التوالي وذلك بالمقارنة مع الشاهد (123 و35 غ/نبات). كما وانخفضت نسبة التصافي (%) عند معاملات الإجهاد المائي المذكورة فبلغت 23، 25 و27 % على التوالي بالمقارنة مع الشاهد 28 %.

جدول (6): يُظهر الجدول وزن الأوراق الخضراء (غ/نبات)، وزن الأوراق الجافة (غ/نبات)، نسبة التصافي % في نباتات التبغ، لدى نباتات الشاهد (AS_0P_0)، نباتات المعاملة بحمض الأسكوربيك (AS) (200، 300 و400 ملغ/ل)، نباتات المعاملة بالبولي ايتيلن غليكول (P) (15، 30 و45 %) ونباتات المعاملة بحمض الأسكوربيك والبولي ايتيلن غليكول معاً.

المعاملة	غلة الأوراق الخضراء(غ/نبات)	غلة الأوراق الجافة (غ/نبات)	نسبة التصافي %
AS_0P_0	123 ± 5^{d}	35 ± 1.5^{d}	28 ± 1^{b}
P_1	90 ± 4^{e}	21 ± 0.6^{f}	23 ± 1^{c}
P_2	79 ± 4^{f}	20 ± 0.8^{f}	25 ± 2^{bc}
P_3	75 ± 3^{f}	20 ± 0.5^{f}	27 ± 1^{b}
AS_1	191 ± 7^{a}	62 ± 0.9^{a}	32 ± 1^{a}
AS_2	164 ± 6^{b}	54 ± 1.4^{b}	33 ± 1^{a}
AS_3	131 ± 5^{d}	43 ± 0.9^{c}	33 ± 1^{a}
AS_1P_1	143 ± 6^{c}	44 ± 1^{c}	31 ± 1^{ab}
AS_1P_2	134 ± 5^{cd}	42 ± 1.2^{c}	31 ± 2^{ab}
AS_1P_3	121 ± 4^{d}	33 ± 1.3^{d}	27 ± 1^{b}
AS_2P_1	120 ± 4^{d}	32 ± 1^{d}	27 ± 1^{b}
AS_2P_2	119 ± 4^{d}	30 ± 1.1^{cd}	25 ± 1^{bc}
AS_2P_3	102 ± 3^{e}	28 ± 1.4^{e}	27 ± 2^{bc}
AS_3P_1	117 ± 3^{d}	29 ± 1.2^{de}	25 ± 1^{bc}
AS_3P_2	98 ± 3^{e}	27 ± 0.9^{e}	28 ± 1^{b}
AS_3P_3	97 ± 3^{e}	23 ± 0.9^{f}	24 ± 1^{c}

تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري ((means ± SE، n=3) ، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة .($P<0.05$, ANOVA–Tukey test)

هذا ولوحظ زيادة معنوية ($P<0.05$) في غلة الأوراق (غ/نبات) ونسبة التصافي (%) عند معاملات الرش بحمض الأسكوربيك، وكان هذا التأثير الإيجابي في الغلة أكثر معنوية عند التركيز المنخفض من حمض الأسكوربيك فبلغت غلة الأوراق الخضراء 191، 164 و131 (غ/نبات) والجافة 62، 44 و43 (غ/نبات) ونسبة التصافي 32، 33 و33 % عند المعاملات AS_1، AS_2 وAS_3 على التوالي.

كما وحسنت معاملة الرش المسبق بحمض الأسكوربيك من تحمل النباتات لتأثير الإجهاد المتسبب عن الجفاف، وكان هذا التأثير الإيجابي ملحوظاً بشكل أكبر عند التركيز المنخفض من حمض الأسكوربيك، وسجل أكبر غلة من الأوراق الخضراء والجافة وأعلى نسبة تصافي عند مستويات الإجهاد المنخفضة، حيث

بلغت غلة الأوراق الخضراء 143 و134 غ/نبات والجافة 44 و42 غ/نبات ونسبة التصافي 31 % عند كلا المعاملتين AS_1P_1 وAS_1P_2 على التوالي.

يعد الجفاف السبب الرئيسي في انخفاض الإنتاج، حيث أثبتت النتائج أن انخفاض رطوبة التربة يؤدي إلى انخفاض الوزن الجاف للمجموع الخضري في نبات القمح (Nachit and Ketata, 1991). وإن انخفاض الوزن الجاف للنبات كان بسبب تأثر عملية البناء الضوئي، فضلاً عن قلة امتصاص العناصر الغذائية والمهمة في العمليات الحيوية الجارية في النبات، هذا بالإضافة إلى التأثير المباشر لانخفاض محتوى التربة من الماء المتاح مما يؤدي إلى إعاقة النمو الطبيعي للنبات وقلة تراكم المادة الجافة (Bano and Aziz, 2003).

ونظراً لدور المعاملة رشاً بحمض الأسكوربيك، وبشكل خاص عند التركيزين 200 و300 ملغ/ل، في زيادة معدل التمثيل الضوئي الصافي وبالتالي تراكم أكبر للمادة الجافة في أوراق النبات وزيادة معدل نمو المحصول، وهذا يمكن أن يُفسر الزيادة الملحوظة في غلة النبات الورقية الخضراء والجافة. وجد El–Sayed, (1991) أن معاملة درنات البطاطا بحمض الأسكوربيك أدت إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق على النبات فضلاً عن زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري.

الاستنتاجات والمقترحات:

أدى الإجهاد المائي ولاسيما عند التراكيز المرتفعة (30 و45 %) المستخدمة من البولي ايتيلين غليكول لانخفاض في نمو وإنتاجية نباتات التبغ البلدي، والذي ظهر واضحاً في أغلب الخصائص والصفات المدروسة ومنها: ارتفاع النبات (سم/نبات)، مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2/نبات)، المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (ملغ/سم^2/يوم)، الوزن النوعي للأوراق (غ/سم^2)، محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات، الغلة الورقية الخضراء والجافة (غ/نبات) ونسبة التصافي %. حسنت في المقابل معاملات الرش بحمض الأسكوربيك وبشكل خاص عند التراكيز (200–300 ملغ/ل) جميع المؤشرات المدروسة لنباتات التبغ البلدي النامية في ظروف الشاهد والإجهاد المائي. وهكذا يمكن الاقتراح باستخدام معاملات الرش بحمض الأسكوربيك، وبشكل خاص بتركيز 200 ملغ/ل، كمحفزات لغرض تحسين النمو، غلة الأوراق الخضراء والجافة، فضلاً عن دورها في زيادة تحمل الإجهاد المائي وذلك عند زراعة نباتات التبغ البلدي في بيئات جافة وشبه جافة.

المراجع:

1. المعماري، بشرى خليل (2000). *تأثير الشد المائي على ثبات الغشاء الخلوي ودالة الانقسام الميتوزي في صنفين من الحنطة*، مجلة التربية والعلم، 40: 11–19.
2. رقية، نزيه (2003). *التبوغ وتكنولوجيتها*، منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين، سورية، 332 ص.
3. طالب، وسيم (2016). *دراسة أثر ربحية أصناف التبغ المنتجة في السّاحل السّوري على الناتج المحلّي الزراعي خلال الفترة (2000–2011)*، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، مجلة جامعة تشرين. 37: 543–564.
4. عبد العزيز، محمد (2009). *تحليل النمو في الفول العادي تحت تأثير الكثافة النباتية*، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. 31: 9–22.
5. عرب، سائد (2001). *معادلات تحديد المسطح الورقي في تبغ الفرجينيا صنف*، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 39.
6. Ahmed, F.F. and M.H. Morsy (2001). *Response of Anna apple trees growth in the New Reclamed Land to application of some nutrients and ascorbic acid*. The Fifth Arabian Horti. Conference, Ismaillia, Egypt, Marcj, 24-28, pp 27–34.
7. Arrigoni, O. and M.C. De Tullio (2002). *Ascorbic acid: much more than just an antioxidan*t. Biochimica et Biophysica Acta. 1569:1–9.
8. Bano, A. and N. Aziz (2003). *Salt and drought stress in wheat and the role of abscisic acid*. Pakistan Journal of Botany. 35:871–883.
9. Bardisi, A. (2004). *Influence of vitamin C and salicylic acid foliar application on Garlic plants under sandy soil conditions*. Zagazig Journal of Agricultural Research. 31: 1335–1347.
10. Bates, L.S.; R.P. Waldren and I.D. Tear (1973). *Rapid determination of free proline for water-stress studies*. Plant and Soil. 39: 205–207.
11. Cha-um, S.; T. Takabe and C. Kirdmanee (2010). *Osmotic potential, photosynthetic abilities and growth characters of oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) seedlings in responses to polyethylene glycol-induced water deficit*. African Journal of Biotechnology. 9: 6509–6516.
12. Choudhury, N.K.; H.T. Choe and R.C. Huffaker (1993). *Ascorbate induced Zeaxanthin formation in wheat leaves and photoprotection of pigment and photochemical activities during aging of chloroplasts in light*, Plant Physiology. 141: 551–556.
13. Darwish, M.; F. Lopez-Lauri; M. El Maataoui; L. Urban and H. Sallanon (2014). *Pretreatment with alternation of light/dark periods improves the tolerance of tobacco (Nicotiana tabacum) to clomazone herbicide*. Journal of Photochemistry and Photobiology. 134: 49–56.
14. Darwish, M.; F. Lopez-Lauri; V. Vidal; M. El Maataoui and H. Sallanon (2015). *Alternation of light/dark period priming enhances clomazone tolerance by increasing the levels of ascorbate and phenolic compounds and ROS detoxification in tobacco* (*Nicotiana tabacum* L.) *plantlets*. Journal of Photochemistry and Photobiology. 148: 9–20.

15. Dolatabadian, A.; M. Sanavy; S.A. Mohammad and K.S. Asilan (2010). *Effect of ascorbic acid foliar application on yield, yield component and several morphological traits of grain corn under water deficit stress conditions*. Notulae Scientia Biologicae. 2: 45–50.

16. El-Aref, H.M. (2002). *Employment of maize immature embryo culture for improving drought tolerance*. In 3rd Scientific Conference of Agriculture Sciences. Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut Egypt, pp 20–22.

17. El-Ghamriny, E.A.; H.M. Arisha and K.A. Nour (1999). *Studies on tomato flowering, fruit set, yield and quality in summer*. 1-Spraying with thiamine, ascorbic acid and yeast. Zagazig Journal of Agricultural Research. 26: 1345–1364.

18. El-Sayed, H.A. (1991). *Growth and yield of potato as affected by CCC, GA and vitamin C*. Journal of Agriculture Science, Mansoura University. 16: 648–652.

19. Fussell, L.K.; F.R. Biokirg and P. Bieler (1991). *Crop physiology and breeding for drought tolerance research and development*. Field crop Research. 27: 183–199.

20. Galle, A. (2002). *Changes in water and chlorophyll fluorescence parameters under osmotic stress in wheat cultivars*. Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology, S2–P05.

21. Gest, N.; H. Gautier and R. Stevens (2013). *Ascorbate as seen through plant evolution: the rise of a successful molecule*. Journal of Experimental Botany. 64:33–53.

22. Havaux, M. (1998). *Carotenoids as membrane stabilizers in chloroplasts*. Trends in Plant Science. 3: 147–151.

23. Henin, S. (1976). *Définition de la sécheresse et politique d'utilisation de l'eau*. Fourreges. 67: 13–2.

24. Holaday, A.S.; Ritchie S.W. and H.T. Nguyen (1992). *Effect of water deficit on gas exchange parameters and ribulose 1-5 biphosphate carboxylase activation in wheat*. Environmental and Experimental Botany. 32: 403–410.

25. Hsiao, T.C. (1973). *Plant responses to water stress. Annual rev of Plant Physiology*. 24: 519–570.

26. Hussein, M.M.; Kh.M. Abd El-Rheem and S.M. Khaled (2011). *Growth and nutrients status of wheat as affected by ascorbic acid and water salinity*. Nature and Science. 9: 64–69.

27. Hussein, Z.K. and M.Q. Khursheed (2014). *Effect of foliar application of ascorbic acid on growth, yield components and some chemical constituents of wheat under water stress conditions*. Jordan Journal of Agricultural Sciences. 173: 1–16.

28. Kefelic, V.I. (1981). *Vitamins and some other representative of non-hormonal plant growth regulators, Applied Biochemistry and Microbiology*. 17: 5–15.

29. Keim, D.L and W.E. Kroustard (1981). *Drought response of winter wheat cultivars growth under field stress conditions*. Crop Science. 21: 11–14.

30. Knapp, S.; M.W. Chase and J.J. Clarkson (2004). *Nomenclatural changes and a new sectional classification in Nicotiana* (*Solanaceae*). International Association for Plant Taxonomy. 53: 73–82.

31. Lawlor, D.W. and G. Cornic (2002). *Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants*. Plant Cell Environ. 25: 275–294.

32. Lichtenthaler, H.K. (1987). *Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthesis biomebranes*. In: Colowick, S.P.; Kaplan, N.O. (eds.). Methods in Enzymology. Academic Press, New York, pp 350–38.

33. Lotfi, N.; K. Vahdati; B. Kholdebarin and A. Reza (2010). *Soluble sugars and proline accumulation play a role as effective indices for drought tolerance screening in Persian walnut* (*Juglans regia* L.) *during germination. Issue Fruits*. 65: 97–112.

34. McNee, P.; L.A. Warrell and E.W.B. van den Muyzenberg (1978*). Influence of water stress on yield and quality of flue-cured tobacco*. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 18: 726–731.

35. Midan, A. (1986). *Effect of IAA, NAA, Vitamin C application on tomato growth, chemical constituents and yield*. Zagazig Journal of Agricultural Research. 13: 76–100.

36. Mittler, R. (2002). *Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance*, Trends in Plant Science. 7: 405–410.

37. Mohamed, M.A.H.; P.J.C. Harris and J. Henderson (2000). *In vitro selection and characterisation of a drought tolerant clone of Tagetes minuta*. Plant Science (Shannon). 159: 213–222.

38. Molnar, I.; L. Gaspar; L. Stéhli1; S. Dulai; E. Sarvari; I. Kiraly; G. Galiba and M. Molnar-Lang (2002). *The effects of drought stress on the photosynthetic processes of wheat and of Aegilops biuncialis genotypes originating from various habitats*. Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology, S2–P19.

39. Muscolo, A. ; M. Sidari; U. Anastasi; C. Santonoceto and A. Maggio (2014). *Effect of PEG-induced drought stress on seed germination of four lentil genotypes*. Journal of Plant Interactions. 9: 354–363.

40. Nachit, M. and H. Ketata (1991). *Selection of morphophysiological traits for multiple abiotics stresses resistance in durum wheat* (*Triticum turgidum* L. *Var*. *Durum*). In: Physiology– Breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments. INRA – ICARDA, Montpelier (France), 273–306.

41. Noctor, G. and C.H. Foyer (1998). *Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control*. Plant Molecular Biology. 49: 249–279.

42. Oertli, J.J. (1987*). Exogenous application of vitamins as regulators for growth and development of plants* — a review. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. 150: 375–391.

43. Overman, A.R. and R.V. Scholtz (1999). *Model for accumulation of dry matter and plant nutrients by corn*. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 30: 2059–2081.

44. Palaniswamy, U.R.; R.J. McAvoy; B.B. Bible and J.D. Stuart (2003). *Ontogenic variations of ascorbic acid and phenethyl isothiocyanate concentrations in watercress* (*Nasturtium officinale* R.Br.) *leaves*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51: 5504–5509.

45. Pearce, R.B.; R.H. Brown and R.E. Blaser (1968). *Photosynthesis of alfalfa leaves as influenced by age and environment*. Crop Science. 8: 677–680.

46. Pignocchi, C. and CH. Foyer (2003). *Apoplastic ascorbate metabolism and its role in the regulation of cell signalling*. Current Opinion in Plant Biology. 6:379–389.

47. Savitskaya, N.N. (1967). *Problem of accumulation of free proline in barley plant under conditions of soi1 water deficiency*. Russian Journal of Plant Physiology. 14: 737–739.

48. Sharifi, P. and R. Armirnia (2015). *Differential changes in photohormones, oxidative damage and yield of wheat Genotypes under drought stress at post anthesis stage*. Academic Research Journal of Agricultural Science and Research. 3: 32–44.

49. Shtereva, L.B.; T. Atanassova; T. Karcheva and V. Petkov (2008). *The effect of water stress on the growth rate, water content and proline accumulation in tomato calliand seedlings*. Acta Horticulturae. 789: 189–198.

50. Shultz, H.R. and M.A. Matthews (1993). *Growth, osmotic adjustment and cell- wall mechanics of expanding grape leaves during water deficits*. Crop Science. 33: 287–294.

51. Smirnoff, N. (1996). *The function and metabolism of ascorbic acid in plant*. Annals of Botany. 78: 661-669.

52. Smirnoff, N. (2000). *Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-facetted molecule*. Current Opinion in Plant Biology. 3: 229–235.

53. Smirnoff, N. and G.L. Wheeler (2000). *Ascorbic acid in plant: Biosynthesis and function*. Biochemistry and Molecular Biology. 35: 291–314.

54. Stoskopf, N.C. (1981). *Understanding crop production*. Reston Publishing Co., Inc. Reston, Virginie, Aprentic-Hall Co. USA.

55. Turner, J.E. and J.E. Begg (1978). *Responses of pasture plants to water deficits*. In: Wilson J.R. (ed.): Plants Relations in Pastures. CSIRO, Melbourne, pp 50–66.

56. Velikova, V.; I. Yordanov and A. Edreva (2000). *Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants*: Protective role of exogenous polyamines. Plant Science. 151: 59–66.

57. Whalley, W.; A. Bengough and A. Dexter (1998). *Water stress induced by PEG decreases the maximum growth pressure of the roots of pea seedlings*. Journal of Experimental Botany. 49: 1689–1694.

58. Wilkinson, C.A.; T.D. Reed and J.L. Johns (2002). *Flue-cured tobacco variety information for 2002*. Virginia Polytechnic Institute and State University, Tobacco, Publication 436-047. Blacksburg, Virginia, USA.

59. Williams, R.F. (1946). *The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate*. Annals of Botany. 37: 41–71.