أثر الرش الورقي بالماء الأوكسجيني (H_2O_2) في تحمل التبغ البلدي (*Nicotiana tabacum* L.) للإجهاد الجفافي المُحدث بالبولي ايتيلين غليكول (PEG)

مجد محمد درويش * [1]

(1). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: د. مجد درويش، البريد الإلكتروني: majds26@yahoo.com)

تاريخ الاستلام:2021/12/2 تاريخ القبول:2022/06/3

الملخص:

نُفذ البحث في إحدى الأراضي التابعة لناحية المزيرعة ضمن محافظة اللاذقية خلال الموسم الزراعي 2021 بزراعة شتول التبغ صنف البلدي–شك البنت (*Nicotiana tabacum* L.) في قطع تجريبية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات لكل معاملة. هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الإجهاد الجفافي المُحدث بالبولي ايتيلين غليكول PEG (0، 10، 20، 30 و40 %) أو الرش بالماء الأوكسجيني H_2O_2 (0، 10، 20 و30 ميلي مول)، أو الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في بعض خصائص النمو والإنتاجية لصنف التبغ المدروس. تم قياس ارتفاع النبات (سم) ومجموعة من المؤشرات: المورفوفيزيولوجية (مساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2)، صافي التمثيل الضوئي (ملغ/سم^2/يوم)) ، البيوكيميائية (المحتوى الكلي من الكلوروفيل والبرولين (ميكروغرام/غ وزن رطب) والسكريات الذوابة (%)) والإنتاجية (غلة الأوراق الجافة هوائياً (غ/نبات). سببت معاملات الإجهاد الجفافي، وبشكل خاص عند التركيزين 30 و40 % PEG انخفاضاً معنوياً ($P<0.05$) في أغلب صفات ومؤشرات النمو والإنتاجية المدروسة. في المقابل، أدى الرش بالماء الأوكسجيني بمفرده وخصوصاً عند التراكيز 10 و20 ميلي مول إلى زيادة معنوية ($P<0.05$) في أغلب الصفات المدروسة، كما وحسنت معاملات الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي وبشكل ملموس نمو وإنتاجية النبات وذلك عند كافة معاملات الرش 10 و20 و30 ميلي مول، فيما عدا معاملة الرش بالتركيز 30 ميلي تحت ظروف الإجهاد الجفافي 40 % PEG والتي أدت لتأثير سلبي في مجمل الخصائص المدروسة. وهكذا يمكن الاقتراح برش نباتات التبغ البلدي بتراكيز 10–20 ميلي مول من الماء الأوكسجيني بمفرده أو تلك النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي، المنخفض والمتوسط الشدة، نظراً للدور الإيجابي في تحسين النمو وزيادة الغلة الورقية من التبغ.

الكلمات المفتاحية: الماء الأوكسجيني، التبغ، الإجهاد الجفافي، البولي ايتيلين غليكول.

المقدمة:

انتشرت زراعة التبغ قديماً في القارة الأمريكية وفي بعض الجزر القليلة المنتشرة في جنوب المحيط الهادي، ونظراً للتأثير المخدر للمادة شبه القلوية (النيكوتين) التي يحتويها التبغ، فقد استُخدم منه حوالي عشر أنواع من قبل السكان القدماء لأماكن نشوء

وانتشار التبغ في طقوسهم الدينية وفي مجالات طبية، كما واستخدم ايضاً للمتعة بالتدخين (Gerstel, 1976). ويذكر المؤرخون أن أول زراعة للتبغ في أسيا الصغرى كانت في منطقة اللاذقية، ومنها انتقلت إلى تركيا واليونان والدول الأخرى المجاورة، حيث تتصدر سورية زراعة التبغ في الوطن العربي التي تعود زراعته إلى عام 1590 م (عن رقية، 2003).

يُنتج سنوياً من التبغ عالمياً حوالي 6.7 مليون طن، حيث تحتل الصين المرتبة الأولى في الإنتاج بنسبة 39.6 % من الإنتاج العالمي تليها الهند (8.3 %)، البرازيل (7 %) ومن ثم الولايات المتحدة الأمريكية (4.6 %) (FAOSTAT, 2018).

التبغ من المحاصيل الصناعية الهامة في سورية، حيث يحتل المرتبة الثالثة بعد القطن والشوندر السكري من حيث المساحة المزروعة، ويُزرع التبغ في كثير من المحافظات وبشكل رئيسي في محافظتي اللاذقية وطرطوس تليها حلب ومنطقة الغاب، كما تطورت زراعته لتشمل مناطق أخرى جديدة، هذا وتبلغ المساحة المزروعة في سورية من التبغ بحدود 15 ألف هكتار سنوياً، تنتج بحدود (20–24) ألف طن من التبغ الجاف (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2018). تعود أهمية هذا المحصول لدوره الهام في التجارة الخارجية ما يؤمن جزء من القطع الأجنبي لدعم ميزانية الدولة، وفي تشغيل العديد من الفلاحين والعمال والفنيين في مجال إنتاج التبغ وتصنيعه وتسويقه، حيث يحول جزء من التصنيع إلى الاستهلاك المحلي والجزء الأخر للتصدير (عن رقية، 2003).

يُعد الجفاف من أهم العوامل البيئية التي تؤثر سلباً في نمو النبات وفي العمليات الفيزيولوجية والحيوية والاستقلابية وفي تنظيم التعبير المورثي (Shinozaki and Yamaguchi-Shinozaki, 2007)، وعاملاً محدداً في توزع النباتات وإنتاجيتها، وواحداً من بين العوامل الأكثر تأثيراً في مردود المحاصيل على المستوى العالمي (Galle, 2002 ؛ Luo, 2010). أشار كل من El-Aref, (2002) و Mohamed *et al*. (2000) لضرورة زيادة الاهتمام بعامل الجفاف للاستفادة قدر الإمكان من الأرض القابلة للزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة. يشتمل تأثير الجفاف، في الواقع، على تغير المحتوى المائي في الأنسجة النباتية ويلي ذلك زيادة مقاومة الثغور لحركة الغازات وبخار الماء ونقص في التمثيل الضوئي وتثبيط لنمو النبات وانخفاض انتاجيته وزيادة معدل شيخوخة الأوراق وتساقطها (Molnar *et al*., 2002 ؛ Lawlor and Cornic, 2002).

يُعد محصول التبغ من أكثر المحاصيل قابلية للتكيف الواسع مع ظروف التربة والمناخ والعمليات الزراعية المنفذة، حيث يستجيب هذا المحصول بحساسية عالية للعوامل الجوية والظروف المتعلقة بالتربة، ومنها مدى توفر رطوبة التربة، هذا وأن تغيراً ولو طفيفاً في هذه الظروف البيئية السابقة يمكن أن يؤدي إلى تعديل في إنتاجية ونوعية الأوراق الجافة (Bai *et al*., 2007).

تؤثر الرطوبة بشكل كبير في كمية المحصول ونوعيته، حيث يؤدي تعرض النباتات للجفاف في المرحلة الثانية من النمو إلى ضرر كبير في النمو النباتي فيقل ادخار المادة الجافة في أوراق النبات، في حين تؤدي الظروف الرطبة الزائدة إلى انخفاض وزن وحدة المساحة الورقية نظراً للبطء الحاصل تراكم المادة الجافة، أما من حيث التركيب الكيميائي للأوراق فإن الرطوبة المناسبة (أعوام ماطرة، ري) يساهم في زيادة ماءات الفحم بالأوراق بعكس البروتينات والنيكوتين والأحماض العضوية التي تقل كميتها (عن رقية، 2003). هذا وتتعلق نوعية الأوراق، لاسيما نسيج الأوراق وسماكتها بعامل الرطوبة بشكل اساسي، وتكون الأوراق عند محافظة الأوراق على توازن مائي منتظم أقل سماكة وأفضل نمواً وذات نسيج عمادي قليل نسبياً وأقل تراصاً وبشرة خارجية أكثر رقة (Anderson, 1985).

ذكر Shang *et al*. (2010) أن الإجهاد الجفافي يؤثر سلباً في نمو وتطور نبات التبغ في مختلف مراحل انتاج الشتول والنمو الخضري القوي والإزهار والنضج. وبين Wilkinson *et al*. (2002) أن الإجهاد الجفافي 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 بالنسبة لتوفر الماء كانت خلال الفترة الممتدة بين مرحلة النمو الخضري النشيط وبدء دخول النبات مرحلة الإزهار أي من الأسبوع السادس حتى الأسبوع الحادي عشر من الزراعة. تم الإشارة لأن الإجهاد الجفافي الذي يؤثر سلباً في عملية التمثيل الضوئي ويحدث خللاً في عملية الاستقلاب وضرراً في الخلايا النباتية عبر إحداثه الإجهاد التأكسدي، يقود إلى تراكم السكريات الذوابة والبرولين في كل من الأوراق والجذور، حيث ذكر Mittler *et al.* (2002) و Reddy *et al.* (2004) 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.

تعتمد دراسة تأثير الجفاف في النبات، عموماً، على تعريض النبات إلى بيئات ذات رطوبة منخفضة نسبياً أو بتعريض جذور النبات إلى بيئة ذات جهد مائي منخفض، ويتم ذلك من خلال التحكم في كمية ماء الري أو في عدد مرات الري أو باستخدام بعض المركبات العضوية لتخفيض جهد ماء التربة ومنها: المانيتول أو البولي ايتيلين غليكول التي تعتمد على مبدأ سحب الماء من النبات بوجود فرق في الجهد الحلولي مابين الوسط الداخلي والخارجي وحسب تركيز المحلول (Skribanek and Tomcsányi, 2008).

اظهرت نتائج الدراسات في السنوات الأخيرة دوراً ايجابياً للماء الأوكسجيني في زيادة نمو النبات فضلاً عن تحسن الإنتاجية والنوعية، فقد أثبت أن المعاملة بتركيز مناسب من الماء الأوكسجيني يمكن أن يؤثر في العديد من العمليات الفيزيولوجية، فضلاً عن دوره كمرسال (Signaling molecule) يُساهم بتنشيط الآليات المسؤولة عن التخلص من أنواع الأوكسجين التفاعلية (ROS) وإزالة أثرها السمي (Liu *et al.*, 2010 ؛ Gondim *et al.*, 2013 ؛ Khan *et al.*, 2018). وتُشير المعلومات المتاحة إلى أن H_2O_2 يُنظم مباشرةً آلية التعبير لدى العديد من المورثات التي تشكل جزءاً هاماً من نظام الدفاع تجاه الإجهادات والاستجابة شديدة الحساسية لدى النباتات (Kovtun *et al.*, 2000)، ومنها مضادات الأكسدة، وبروتينات دفاع الخلايا وبروتينات الإنزيمات كالكيناز والفوسفاتاز (Hung *et al.*, 2005). أشار Gechev *et al.* (2002)، في هذا السياق، لدور الماء الأوكسجيني في حماية نبات التبغ من الإجهاد التأكسدي عبر تنشيط الإنزيمات المضادة للأكسدة.

كما وأُثبتت فعالية الماء الأوكسجيني H_2O_2 كوسيط إشارة لإنتاج كل من الأيتيلين وحمض الساليسيليك وغيرها من هرمونات النمو النباتية وبشكل خاص أثناء استجابة النبات لظروف الإجهاد، أي بمثابة الرسول الثاني في نقل الإشارة لمسارات الاستجابة، مما يؤدي إلى تأقلم الإجهاد، وبشكل خاص تنظيم عمل الثغور الورقية تحت ظروف الإجهاد الجفافي (Ge *et al.*, 2015)، وتنشيط انزيم سكروز فوسفات سنتاز (SPS) وهكذا تراكم أكبر للسكريات الذوابة في الأنسجة النباتية (Uchida *et al.*, 2002). أدت المعاملة بالماء الأوكسجيني رشاً على بادرات التنباك وبتراكيز 15–30 ميلي مول لزيادة مساحة المسطح الورقي وإنتاجية النبات فضلاً عن تحسن بعض الخصائص التكنولوجية–التصنيعية للأوراق (درويش وشعبان، 2019). وفي دراسة حول تأثير الرش بالأحماض الأمينية والماء الأوكسجيني في نمو وتطور نبات الذرة السكرية، أدى الرش بالماء الأوكسجيني بتراكيز 10–20 ميلي مول لتحفيز نمو وإنتاجية العرانيس لنباتات الذرة السكرية فضلاً عن تحسين محتوى الحبوب من البروتينات والسكريات الكلية الذوابة (درويش وأخرون، 2020). وفي دراسة أخرى، حول تأثير الرش بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك في بعض الصفات الفيزيولوجية والإنتاجية لنبات الفول البلدي (قبيلي وأخرون، 2021)، لوحظ عند الرش بالماء الأوكسجيني بتراكيز 10–20 ميلي مول زيادة في ارتفاع النبات ومساحة مسطحه الورقي وعدد القرون ووزن البذور الجافة هوائياً.

أهمية وأهداف البحث:

تبرز اهمية البحث بالنظر للدور السلبي للإجهاد الجفافي في مختلف العمليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية التي تؤثر في نمو وتطور نباتات المحاصيل وإنتاجيتها ايضاً، وخاصةً في ظل قلة توفر المقنن المائي اللازم للنبات. يُعد التبغ البلدي من المحاصيل الصناعية الهامة ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة، وإن تحقيق مستوى انتاجي من غلته الورقية يتطلب استخدام العديد من التقنيات والمعاملات الزراعية، وخاصة في ظروف قلة المياه، ومنها تطبيق معاملات الرش بالماء الأوكسجيني. يبرر هذا أهمية دراسة تأثير الإجهاد الجفافي في عدد من مؤشرات النمو والإنتاجية والتي يمكن استخدامها لاحقاً في برامج التحسين الوراثي للتبغ وتحديد مقدار الضرر الذي يتسبب به هذا الإجهاد في غلة نبات التبغ الورقية فضلاً عن امكانية زيادة تحمل الإجهاد عبر الرش بالماء الأوكسجيني.

يهدف هذا البحث إلى: (1) نمو وتطور وإنتاجية التبغ البلدي تحت تأثير الإجهاد الجفافي المُحدث بالبولي ايتيلين غليكول (PEG 6000)، (2) تحديد مستويات الإجهاد الجفافي والذي يمكن لنبات التبغ تحملها مع اعطاء إنتاجية جيدة من أوراق التبغ الجافة هوائياً.

المواد وطرائق البحث:

نُفذت التجربة في إحدى الأراضي التابعة لناحية المزيرعة في ريف محافظة اللاذقية، والتي ترتفع عن سطح البحر حوالي 400 م، في الفترة الممتدة من بداية شهر نيسان وحتى أواخر شهر تموز من عام 2021، وتمت التحاليل البيوكيميائية في مخابر كلية الزراعة بجامعة تشرين. أُجريت العمليات الأساسية لتحضير الأرض للزراعة من تنظيف للأرض، حراثة خريفية عميقة مع اضافة الأسمدة العضوية المتخمرة (2–2.5 طن/دونم) والمعدنية الأساسية بما يحقق المعادلة السمادية الموضوعة من قبل المؤسسة العامة للتبغ G.O.T. وهي 20–40 كغ/دونم لكل من اليوريا 46 %، السوبر فوسفات الثلاثي 46 % وسلفات البوتاسيوم 50 % وذلك وفقاً لمعطيات تحليل التربة، ومن ثم تمت عمليات تسوية وتنعيم للأرض.

تم استخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات لكل معاملة من المعاملات التجريبية المستخدمة البالغ عددها 20 معاملة، إذ قُسمت الأرض إلى قطع عددها 60 قطعة تجريبية وبمساحة 4×2 م^2 لكل قطعة مع ترك مسافة 1 م بين كل قطعة واخرى وبكل الاتجاهات كممر للخدمة، وكما قُسمت كل قطعة تجريبية إلى 4 خطوط تبعد عن بعضها البعض مسافة 1 م، وكانت المساحة الإجمالية للتجربة 841 م^2.

استخدمت في الزراعة شتول صنف البلدي (شك البنت) عبر زراعة البذور، والتي تم الحصول عليها من المؤسسة العامة للتبغ، في مساكب حتى الحصول على شتول بثلاثة أوراق جاهزة للتشتيل، والبلدي هو صنف محلي المنشأ من أصناف القوة (2.5–5 % نيكوتين)، وتم تجفيف الأوراق عند النضج في مناشر خاصة وبعيداً عن اشعة الشمس المباشرة فاكتسبت الأوراق بعد التجفيف اللون الأحمر الفاتح إلى الغامق.

أُجري تحليل للتربة المراد زراعتها لمعرفة قوامها ومحتواها من العناصر الغذائية، بعد أن أُخذت عينات من أماكن مختلفة من الأرض وعلى عمق 10–15سم، في مركز البحوث الزراعية في محافظة اللاذقية– منطقة الهنادي وفق الجدول (1).

الجدول (1): التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة موقع الزراعة

تحليل ميكانيكي (ملغ/كغ) تربة جافة						المحتوى الكلي %		EC	PH	السعة التبادلية
طين	سلت	رمل	N	P_2O_5	K_2O	O.M.	$CaCo_3$	ds/m		ميلي مكافئ/100غ تربة
52	14	34	0.9	27	130	1.35	45	0.24	7.9	54.1

تتميز التربة بأنها طينية غير متملحة، فقيرة بالآزوت والمادة العضوية وذات محتوى جيد من البوتاسيوم وغنية بالفوسفور، مائلة إلى القلوية وسعتها التبادلية جيدة.

تم رش النباتات بتراكيز مختلفة (0، 10، 20 و30 ميلي مول) من الماء الأوكسجيني H_2O_2 (35 %) (HP) (EKA,) (KEMI, Sweden) بمعدل 3 رشات بعد التشتيل وبفارق أسبوع بين الرشة والأخرى، وتم استخدام مادة البولي ايتيلين غليكول (PEG-6000) لإحداث الإجهاد الجفافي (Osmotic potential) وبتراكيز (0، 10، 20، 30 و40 %) وذلك بثلاثة ريات، وبفارق زمني أسبوع بين الرية والأخرى، وذلك في مرحلة النمو الخضري النشط، أي بعد التشتيل بشهر، وبمعدل 3 لتر للنبات في الرية الواحدة والتي تمثل حاجة النبات من الماء يومياً (عن رقية، 2003)، وهكذا كانت المعاملات كما يلي:

- Con: تم رش وري النباتات بالماء العذب فقط.
- H_{10}: تم رش النباتات بالماء الأوكسجيني بتركيز 10 ميلي مول وأُجري الري باستخدام الماء العذب.
- H_{20}: تم رش النباتات بالماء الأوكسجيني بتركيز 20 ميلي مول وأُجري الري باستخدام الماء العذب.
- H_{30}: تم رش النباتات بالماء الأوكسجيني بتركيز 30 ميلي مول وأُجري الري باستخدام الماء العذب.
- P_1: رويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 10 % (V/W)، ما يعادل ضغط اسموزي −0.35 ميغا باسكال بدون رش بالماء الأوكسجيني.
- P_2: رويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 20 % (V/W)، ما يعادل ضغط اسموزي −0.7 ميغا باسكال بدون رش بالماء الأوكسجيني.
- P_3: رويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 30 % (V/W)، ما يعادل ضغط اسموزي −1.05 ميغا باسكال بدون رش بالماء الأوكسجيني.
- P_4: رويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 40 % (V/W)، ما يعادل ضغط اسموزي −1.4 ميغا باسكال بدون رش بالماء الأوكسجيني.
- $H_{10}P_1$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 10 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 10 %.
- $H_{10}P_2$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 10 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 20 %.
- $H_{10}P_3$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 10 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 30 %.
- $H_{10}P_4$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 10 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 40 %.
- $H_{20}P_1$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 20 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 10 %.
- $H_{20}P_2$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 20 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 20 %.
- $H_{20}P_3$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 20 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 30 %.
- $H_{20}P_4$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 20 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 40 %.
- $H_{30}P_1$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 30 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 10 %.
- $H_{30}P_2$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 30 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 20 %.
- $H_{30}P_3$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 30 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 30 %.
- $H_{30}P_4$: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 30 ميلي مول ورويت النباتات بمحلول يحوي PEG-6000 بتركيز 40 %.

تمت عملية التشتيل في الأرض الدائمة بتاريخ 2021/4/1 ضمن القطع التجريبية التي تم إعدادها سابقاً، حيث وضعت الشتول في جور على خطوط وبمسافة زراعية 25 × 30 سم: أي 25 سم بين الجورة والأخرى و30 سم بين الخط والأخر وبمعدل بادرتين في الجورة الواحدة، وبعد حوالي اسبوع تمت عملية التفريد باستبقاء أقوى النباتات. أجريت عمليات الخدمة الزراعية من عزيق، مكافحة وري وفقاً لتوصيات المؤسسة العام للتبغ المتعلقة بزراعة التبغ البلدي.

تم تعليم 5 نباتات بشكل عشوائي من الخطين الأوسطين لكل قطعة تجريبية لقياس الخصائص والصفات المورفولوجية والمورفوفيزيولوجية والبيوكيميائية، وذلك بعد مرور حوالي شهرين من التشتيل، في حين تم قياس غلة الأوراق الجافة هوائياً عند الوصول لمرحلة النضج أي بعد حوالي ثلاثة أشهر من التشتيل، كمايلي:

1. الصفات المورفولوجية:

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

2. الصفات المورفوفيزيولوجية:

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

المساحة الورقية (سم^2)= لأقصى 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 وفقاً للباحث (Williams, 1946):

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

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.

3. الصفات البيوكيميائية:

– المحتوى الكلي من الكلوروفيل في الأوراق (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 645 و662 نانومتر ثم من معادلات وفقاً لطريقة الباحث (Lichtenthaler, 1987).

– المحتوى من البرولين في الأوراق (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 السكريات الكلية الذوابة في الأوراق (%): تم تحليل محتوى أوراق التبغ من السكريات الكلية الذوابة وفقاً لطريقة (Dubois *et al.*,1956). حيث تم سحق 100 ملغ من أوراق التبغ البلدي الطازجة في 4 مل من الإيثانول 80 %، ثم وضعت الأنابيب في حمام مائي ساخن 80 °م لمدة 10 دقائق حتى يجف المستخلص الكحولي. ثم إضافة الفينول 5 % وحمض الكبريت المركز (96 %، ك=1.86) إلى المزيج فينتج لون أصفر بني. تم قياس الامتصاص الضوئي على طول موجة 490 نانومتر باستخدام جهاز Spectrophotometer ومن ثم تقدير نسبة السكريات في العينات بالاعتماد على منحى قياسي للغلوكوز النقي.

4. غلة الأوراق الجافة Leaves Dry Weight: إنتاجية نبات التبغ 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 بالماء الأوكسجيني (H_2O_2) في ارتفاع النبات (سم) ومساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2) ومعدل التمثيل الضوئي(ملغ/سم^2/يوم) تحت ظروف الإجهاد الجفافي:

اظهرت النتائج (جدول 2) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث صفة ارتفاع نباتات التبغ (سم). أدى الإجهاد الجفافي إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في صفة ارتفاع النبات والذي بلغ 47، 45، 42 و35 سم عند نباتات المعاملة بالإجهاد الجفافي P_1، P_2، P_3 وP_4 على التوالي مقارنةً مع ارتفاع النبات (53) سم عند الشاهد.

أدت معاملات الرش بالماء الأوكسجيني لوحدها إلى زيادة ارتفاع النبات بشكل معنوي ($P<0.05$) وكان هذا التأثير الايجابي أكثر وضوحاً عند المعاملة H_2 (71) سم) بالمقارنة مع المعاملة H_1 (62) سم) والمعاملة H_3 (54) سم) والشاهد، ولوحظ عند معاملة الماء الأوكسجيني والإجهاد الجفافي معاً وبشكل خاص عند مستويات الإجهاد المنخفضة P_1 وP_2 زيادة في ارتفاع النبات، وكانت هذه الزيادة أكثر معنوية ($P<0.05$) عند المعاملة H_2P_1 (64) سم) وH_2P_2 (62) سم) مقارنةً ببقية المعاملات والشاهد، وسجل أقل ارتفاع للنبات عند معاملة الرش بالماء الأوكسجيني والإجهاد الجفافي (40 % بولي ايتيلين غليكول) H_3P_3 (33) سم).

الجدول (2): ارتفاع نباتات التبغ (سم)، المسطح الورقي الكلي (سم^2) ومعدل التمثيل الضوئي الصافي (ملغ/سم^2/يوم) التي تم رشها بعدة تراكيز من الماء الأوكسجيني تحت مستويات مختلفة من الإجهاد الجفافي.

الصفة المدروسة	معاملات الرش	مستويات الإجهاد الجفافي				
		P_0	P_1	P_2	P_3	P_4
ارتفاع النبات (سم)	H_0	53 ± 1^{c}	47 ± 2^{d}	45 ± 2^{d}	42 ± 2^{de}	35 ± 3^{ef}
	H_1	62 ± 2^{b}	55 ± 2^{c}	52 ± 1^{c}	45 ± 1^{d}	42 ± 1^{de}
	H_2	71 ± 2^{a}	64 ± 2^{b}	62 ± 1^{b}	47 ± 1^{d}	46 ± 1^{d}
	H_3	54 ± 3^{c}	45 ± 2^{d}	43 ± 2^{de}	39 ± 2^{e}	33 ± 2^{f}
المسطح	H_0	2855 ± 75^{cd}	2214 ± 85^{e}	2024 ± 85^{de}	1752 ± 90^{f}	1334 ± 84^{g}

الورقي الكلي (سم^2)	H_1	3491 ± 95^{b}	2558 ± 95^{d}	2215 ± 95^{e}	2083 ± 93^{ef}	1536 ± 93^{fg}
	H_2	4125 ± 97^{a}	3066 ± 99^{c}	2587 ± 92^{d}	2325 ± 91de	1725 ± 91^{fg}
	H_3	2898 ± 94^{c}	2332 ± 98de	2116 ± 95^{ef}	1705 ± 95^{f}	1105 ± 95^{h}
معدل التمثيل الضوئي (ملغ/سم^2/يوم)	H_0	0.16 ± 0.005^{c}	0.08 ± 0.005^{i}	0.08 ± 0.005^{f}	0.06 ± 0.005^{fg}	0.05 ± 0.005^{g}
	H_1	0.19 ± 0.004^{b}	0.13 ± 0.006^{de}	0.11 ± 0.006^{e}	0.09 ± 0.005^{ef}	0.08 ± 0.005^{f}
	H_2	0.22 ± 0.005^{a}	0.17 ± 0.005^{c}	0.14 ± 0.005^{d}	0.12 ± 0.005^{e}	0.11 ± 0.005^{e}
	H_3	0.17± 0.005^{c}	0.11 ± 0.005^{e}	0.09 ± 0.005^{ef}	0.05 ±0.006^{g}	0.04 ±0.006^{h}

تُمثل الرموز (P) الري بالبولي ايتيلين غليكول (10، 20، 30 و40 %)، (H) الرش بالماء الأوكسجيني (10، 20 و30 ميلي مول). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3 ، وأحرف مختلفة (a, b, c, d, e, f, g, h) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA-Tukey test).

بينت نتائج الجدول (2) انخفاضاً معنوياً (*P<0.05*) في مساحة المسطح الورقي الكلي لدى نباتات معاملات الإجهاد الجفافي، وكان هذا الانخفاض ملحوظاً بشكل أكبر مع زيادة شدة الإجهاد فبلغت قيمة المسطح الورقي عند المعاملات P_1، P_2، P_3 وP_4 2214، 2024، 1752 و1334 سم^2 على التوالي وذلك بالمقارنة مع الشاهد (2855 سم^2). أدى رش نباتات التبغ بالماء الأوكسجيني إلى زيادة معنوية (*P<0.05*) في مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات، وكانت هذه الزيادة ملحوظة بشكل أكبر عند تراكيز الرش 10 و20 ميلي مول، فبلغ المسطح الورقي عند المعاملة H_2 (4125 سم^2) بالمقارنة مع 3491 و2898 سم^2 عند كلا المعاملتين H_1 وH_4 على التوالي. كما وزادت معاملات الرش بالماء الأوكسجيني معنوياً (*P<0.05*) من مساحة المسطح الورقي الكلي لنباتات التبغ النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي وذلك بالمقارنة مع معاملات الإجهاد لوحده، وسُجل أعلى زيادة في مساحة المسطح الورقي عند معاملات الرش بالماء الأوكسجيني بالتراكيز 10 و20 ميلي مول وبشكل أكثر وضوحاً مع انخفاض شدة الإجهاد الجفافي، فبلغت أكبر قيمة للمسطح الورقي 3066 سم^2 عند المعاملة H_2P_1 وأصغرها 2083 سم^2 عند المعاملة H_1P_3، هذا ولوحظ انخفاضاً معنوياً (*P*<0.05) في مساحة المسطح الورقي الكلي عند الرش بالماء الأوكسجيني بالتركيز 30 ميلي مول للنباتات النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي الشديد P_4، فبلغت قيمة المسطح الورقي 1105 سم^2.

أوضحت النتائج (جدول 2) وجود فروق معنوية (*P*<0.05) بين المعاملات المدروسة من حيث معدل التمثيل الضوئي الصافي للنبات (ملغ/سم^2/يوم)، حيث خفضت معاملات الإجهاد الجفافي معدل التمثيل الضوئي، فبلغت قيمته 0.08، 08. 0، 0.06 و0.05 ملغ/سم^2/يوم على التوالي عند المعاملات P_1، P_2، P_3 وP_4 مقارنة بالشاهد (0.16 ملغ/سم^2/يوم). وأشارت النتائج (جدول 2) تفوق معنوي (*P*<0.05) لمعاملتي الرش بالماء الأوكسجيني (*P*<0.05) بالتراكيز 10 و20 ميلي مول في هذا المؤشر، وكانت هذه الزيادة ملحوظة بشكل أكبر عند المعاملة 20 ميلي مول فبلغت قيمة معدل التمثيل الضوئي الصافي عندها 0.22 ملغ/سم^2/يوم، في حين سجل معدل التمثيل الضوئي قيمة 0.19 و0.17 ملغ/سم^2/يوم على التوالي عند المعاملتين H_1 وH_3. بينت نتائج الجدول (2) فيما يخص التداخل بين عاملي الرش بالماء الأوكسجيني والإجهاد الجفافي أن معدل التمثيل الضوئي الأعلى قد سُجل عند المعاملة H_2P_1 والذي بلغ 0.17 ملغ/سم^2/يوم تلاه المعاملة H_2P_2 (0.14 ملغ/سم^2/يوم) وH_2P_3 (0.13 ملغ/سم^2/يوم)، بينما لوحظ انخفاضاً معنوياً (*P*<0.05) في معدل التمثيل الضوئي عند معاملة الرش بالماء الأوكسجيني 30 ميلي مول مع زيادة شدة الإجهاد لجفافي فبلغت قيمة هذا المؤشر 0.05 و0.04 ملغ/سم^2/يوم على التوالي عند المعاملتين H_3P_3 وH_3P_4.

تُشير الدراسات إلى أن الإجهاد الجفافي يستطيع تثبيط نمو اعضاء النبات جميعها، هذا وتعتمد درجة التثبيط على كل من النوع والصنف النباتي ونوع العضو النباتي ومرحلة النمو والتطور وعلى معدل انخفاض جهد الماء في كل من الوسط البيئي المحيط وأنسجة النبات (Sinhaabu and Rup Kumar, 2003). ويرجع تثبيط الجفاف للنمو كما بين 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 وهكذا قلة في انقسام الخلايا وصغر في حجمها. تم الإشارة، في هذا السياق، لأن الجفاف المسبب نقص الامتلاء ترافق مع تراكم مثبط النمو حمض الأبسيسيك في النبات (Li *et al*., 2018).

يمكن أن يُفسر هذا الانخفاض الملحوظ في معدل التمثيل الضوئي تحت ظروف الإجهاد الجفافي، للتأثير السلبي للإجهاد في معدل التمثيل الضوئي وبالتالي قلة تراكم المادة الجافة في الأوراق، فقد اظهرت نتائج دراسة أجراها Chen *et al*. (2019) حول تأثير الإجهاد الجفافي باستخدام البولي ايتيلين غليكول PEG على صنفين من التبغ انخفاضاً في معدل نمو النبات (مساحة المسطح الورقي والوزن الرطب للنبات)، فضلاً عن انخفاض محتوى الأوراق من الكلوروفيل ومعدل التمثيل الضوئي الصافي. وعزى باحثون أخرون الانخفاض الملحوظ في معدل التمثيل الضوئي تحت تأثير الإجهاد الجفافي لكون الماء عاملاً اساسياً لمجمل التفاعلات الكيميائية–الضوئية والكيميائية–الحيوية اللازمة لتثبيت الكربون في عملية التمثيل الضوئي، حيث تم الإشارة لأن الإجهاد الجفافي وخلال فترة قصيرة يؤدي إلى توقف مؤقت للنمو يليه تناقص في شدة التمثيل الضوئي (Turner and Begg, 1981). كما وتبين بأن النباتات المجهدة جفافياً تقوم بغلق مساماتها لتجنب المزيد من فقد الماء وبالتالي تتناقص تراكيز (CO_2) الداخلة عبر الثغور وهذا يؤدي إلى تناقص صافي إنتاجية التمثيل الضوئي (Ullah *et al*., 2021).

وهكذا فإن الانخفاض الحاصل في المساحة الورقية تحت تأثير الإجهاد الجفافي يمكن أن يُعزى إلى قلة محتوى الماء النسبي في النبات 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 والذي يقود بدوره إلى انخفاض عملية التمثيل الضوئي وانخفاض المساحة الورقية (Hsiao, 1973).

أما التأثير الإيجابي للمعاملة رشاً بالماء الأوكسجيني والملحوظ في مؤشرات نمو تبغ الفرجينيا كصفة ارتفاع النبات، مساحة المسطح الورقي للنبات ودليل المساحة الورقية، فيمكن أن يعود للدور الذي يلعبه الماء الأوكسجيني H_2O_2 عند تواجده بتركيز منخفض في النبات، حيث يُساهم، وبشكل محفز، عبر التحكم في افراز العديد من الهرمونات النباتية كالأوكسينات، الجبريللين، حمض الساليسيليك وحمض الأبسيسيك، في تنظيم مجموعة واسعة من العمليات الحيوية النباتية كانقسام الخلايا النباتية واستطالتها، التشكل والتمايز الخلوي (Dat *et al*., 2000 ؛ Foreman *et al*., 2003 ؛ Tsukagoshi *et al*., 2010 ؛ Bhattacharjee, 2012).

ويُفسر هذا التأثير السلبي في انخفاض مؤشرات النمو النباتي كارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي للنبات، هذا وخاصةً اذا ترافق ذلك مع زيادة تراكيز الماء الأوكسجيني المستخدم، بالنظر إلى الدور الهام للماء الأوكسجيني في تنظيم عمل الأوكسينات المسؤولة عن انقسام خلايا الساق واستطالتها، ليُصبح تأثيره عكسياً مع زيادة تراكمه في الخلايا النباتية مسبباً خللاً في تشكل الأوكسينات وفي الناقلية القطبية لها وحركتها ضمن النبات الأمر الذي يؤدي لتثبيط عملها (Joo *et al*., 2005)؛ وهكذا فإن

السمية أو الأضرار المرتبطة بتأثير الماء الأوكسجيني من جهة، ودوره في نقل الإشارات الخلوية من جهة أخرى، تتطلب أن يكون تركيزه خلوياً ضمن المستوى المتحكم به (Noctor *et al.*, 2014).

2. تأثير الرش بالماء الأوكسجيني (H_2O_2) في محتوى الأوراق الكلي من الكلوروفيل (ميكروغرام/غ وزن رطب)، البرولين (ميكروغرام/غ وزن رطب) والسكريات الكلية الذوابة (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي:

لوحظ من معطيات الجدول (3) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث المحتوى الكلي للكلوروفيل (ميكروغرام/غ وزن رطب)، أدت المعاملة بالإجهاد الجفافي لانخفاض معنوي ($P<0.05$) في محتوى أوراق التبغ الكلي من الكلوروفيل، وازداد هذا الانخفاض مع زيادة شدة الإجهاد، حيث بلغ محتوى الكلوروفيل حوالي 505، 475، 412 و374 (ميكروغرام/غ وزن رطب) عند معاملات الإجهاد الجفافي P_1، P_2، P_3 وP_4 على التوالي مقارنةً بالشاهد (587 ميكروغرام/غ وزن رطب). زادت معاملات الرش بالماء الأوكسجيني، وبشكل خاص عند الرش بالتراكيز 10 20 ميلي مول، من محتوى الكلوروفيل في أوراق نباتات التبغ، حيث بلغ محتوى الكلوروفيل 635 و698 ميكروغرام/غ وزن رطب على التوالي عند المعاملتين H_1 وH_2.

الجدول (3): محتوى أوراق النبات من الكلوروفيل الكلي (ميكروغرام/غ وزن رطب)، البرولين (ميكروغرام/غ وزن رطب) والسكريات الكلية الذوابة (%) التي تم رشها بعدة تراكيز من الماء الأوكسجيني تحت مستويات مختلفة من الإجهاد الجفافي.

الصفة المدروسة	معاملات الرش	مستويات الإجهاد الجفافي					
		P_0	P_1	P_2	P_3	P_4
الكلوروفيل الكلي (ميكروغرام/غ وزن رطب)	H_0	587 ± 20^{c}	505 ± 18^{de}	475 ± 16^{e}	412 ± 19^{f}	374 ± 15^{g}
	H_1	635 ± 16^{b}	571 ± 14^{c}	515 ± 13^{de}	471 ± 12^{e}	415 ± 14^{f}
	H_2	698 ± 21^{a}	645 ± 16^{b}	608 ± 15^{bc}	520 ± 16^{d}	488 ± 16^{e}
	H_3	576 ± 15^{c}	512 ± 13^{de}	467 ± 12^{de}	398 ± 11^{fg}	324 ± 13^{h}
البرولين (ميكروغرام/غ وزن رطب)	H_0	2.3 ± 0.1^{ab}	2.9 ± 0.1^{c}	3.4 ± 0.2^{cd}	4.2 ± 0.2^{e}	4.7 ± 0.2^{f}
	H_1	2.3 ± 0.1^{ab}	2.5 ± 0.1^{ab}	2.9 ± 0.1^{c}	3.6 ± 0.2^{d}	4.1 ± 0.2^{e}
	H_2	2.4 ± 0.2^{ab}	2.3 ± 0.1^{ab}	2.6 ± 0.1^{b}	2.7 ± 0.1^{bc}	3.4 ± 0.2^{cd}
	H_3	2.2 ± 0.2^{a}	2.5 ± 0.1^{ab}	3.2 ± 0.2^{cd}	3.7 ± 0.2^{de}	5.4 ± 0.3^{g}
السكريات الذوابة (%)	H_0	3.2 ± 0.1^{a}	4.3 ± 0.2^{c}	4.8 ± 0.2^{d}	5.4 ± 0.2^{f}	5.8 ± 0.2^{g}
	H_1	3.7 ± 0.1^{b}	3.9 ± 0.2^{bc}	4.5 ± 0.2^{cd}	4.8 ± 0.2^{d}	5.1 ± 0.2^{f}
	H_2	4.2 ± 0.2^{c}	4.2 ± 0.2^{c}	4.4 ± 0.1^{cd}	4.6 ± 0.2^{e}	4.7 ± 0.2^{d}
	H_3	3.5 ± 0.2^{ab}	4.4 ± 0.2^{cd}	4.5 ± 0.2^{cd}	4.8 ± 0.2^{d}	6.3 ± 0.3^{h}

تُمثل الرموز (P) الري بالبولي ايتيلين غليكول (10، 20، 30 و40 %)، (H) الرش بالماء الأوكسجيني (10، 20 و30 ميلي مول). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3 ، وأحرف مختلفة (a, b, c, d, e, f, g, h) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA-Tukey test).

وكما وتشير النتائج إلى تفوق معنوي ($P<0.05$) لنباتات المعاملات التي تم رشها مسبقاً بالماء الأوكسجيني على نباتات الإجهاد الجفافي في محتوى أوراقها الكلي من الكلوروفيل، وكان هذا التفوق ملحوظاً بشكل أكبر عند التراكيز والمستويات المنخفضة من الماء الأوكسجيني والإجهاد الجفافي، حيث سُجل أعلى محتوى عند المعاملة H_2P_1 (645 ميكروغرام/غ وزن رطب) وأقل محتوى عند المعاملة H_3P_4 (324 ميكروغرام/غ وزن رطب)، هذا وسجلت معاملة الرش بالماء الأوكسجيني بالتركيز المرتفع 30 ميلي مول انخفاضاً معنوياً ($P<0.05$) ملموساً في محتوى أوراق النباتات النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي وذلك بالمقارنة مع الشاهد.

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

تم الإشارة للتأثير الإيجابي للماء الأوكسجيني في زيادة المحتوى من الكلوروفيل والكاروتينات، لدور هذا الجزيء في تحفيز النباتات على النمو التطور، حيث بينت نتائج الباحث Darwish *et al.* (2014) دور الماء الأوكسجيني H_2O_2 المتراكم في أوراق النبات بتراكيز مخففة في حماية التبغ من تأثير الإجهاد التأكسدي كما لوحظ زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل. يتفق هذا مع ما توصل إليه درويش وشعبان (2019) ودرويش وأخرون (2020) وقبيلي وأخرون (2021) عن دور الرش بالماء الأوكسجيني في زيادة محتوى أوراق النبات من الكلوروفيل.

أشارت نتائج الجدول (3) لوجود فروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث محتوى الأوراق من البرولين (ميكروغرام/غ وزن رطب). أدى الإجهاد الجفافي لزيادة معنوية ($P<0.05$) في محتوى أوراق التبغ من البرولين، فبلغ محتوى البرولين 2.9، 3.4، 4.2 و4.7 ميكروغرام/غ وزن رطب عند المعاملات P_1، P_2، P_3 وP_4 وذلك بالمقارنة مع الشاهد (2.3 ميكروغرام/غ وزن رطب). ولم يلاحظ أية فروق معنوية ($P>0.05$) في محتوى الأوراق من البرولين بين معاملات الرش بالماء الأوكسجيني والشاهد. أدى الرش المسبق بالماء الأوكسجيني لانخفاض معنوي ($P<0.05$) في محتوى أوراق نباتات التبغ النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي من البرولين وذلك بالمقارنة مع نباتات الإجهاد الجفافي، حيث سُجلت أقل قيمة للبرولين عند المعاملة H_2P_1 (2.3 ميكروغرام/غ وزن رطب)، في حين لوحظ أعلى قيمة للبرولين عند المعاملة H_3P_4 (5.4 ميكروغرام/غ وزن رطب).

كما بينت نتائج الجدول (3) وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث محتوى الأوراق من السكريات الكلية الذوابة (%). أدى الإجهاد الجفافي لزيادة معنوية ($P<0.05$) في محتوى أوراق التبغ من السكريات الذوابة وبشكل مضطرد مع زيادة شدة الإجهاد، فبلغ محتوى السكريات 4.3، 4.8، 5.4 و5.8 % وزن عند المعاملات P_1، P_2، P_3 وP_4 وذلك بالمقارنة مع الشاهد (3.2 %). وزادت معاملات الرش بالماء الأوكسجيني 10 و20 ميلي مول معنوياً ($P<0.05$) من محتوى أوراق التبغ من السكريات الذوابة حيث بلغت نسبة السكريات الذوابة 3.7 و4.2 % على التوالي، في حيت لم تُسجل أية فروق معنوية ($P>0.05$) في محتوى الأوراق من السكريات الذوابة بين المعاملة H_3 والشاهد. خفضت معاملات الرش المسبق بالماء الأوكسجيني معنوياً ($P<0.05$) من محتوى السكريات الذوابة في أوراق نباتات التبغ النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي من وذلك بالمقارنة مع نباتات الإجهاد الجفافي، حيث سُجلت أقل قيمة للسكريات عند المعاملة H_1P_1 (3.9 %) والمعاملة H_1P_1 (4.2 %) وأعلى قيمة للسكريات عند المعاملة H_3P_4 (6.3 %).

إن الإجهاد الجفافي يؤدي إلى تراكم السكريات الذائبة والبرولين في كل من الأوراق والجذور، ويزداد البرولين كلما ازداد الإجهاد الجفافي حدة والذي أشار إليه Chen *et al.* (2019) في تجربته على نبات التبغ. كما ولوحظ ارتفاع تركيز البرولين في الأوراق كمؤشر لتأثر النبات بالجفاف أو الإجهاد المائي (Lotfi *et al.*, 2008 ؛ Shtereva *et al.*, 2008). وسجلت العديد من الأبحاث علاقة طردية بين كمية البرولين المتشكلة ومقاومة الجفاف (Shultz and Matthews, ؛ Savitskaya, 1967 1993). كما وأثبت Teh *et al.* (2016) أن تراكم البرولين ضروري لنشاط انزيمات استقلاب الآزوت كإنزيم جلوتامين سينتيتاز (GS) ونترات ريدوكتاز (NR) ما يؤثر ايجاباً في نمو النبات وتطوره.

3. تأثير الرش بالماء الأوكسجيني (H_2O_2) في غلة النبات من الأوراق الجافة هوائياً (غ/نبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي:

اظهرت نتائج الجدول (4) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث غلة نبات التبغ من الأوراق الجافة هوائياً (غ/نبات)، حيث سبب الإجهاد الجفافي انخفاضاً معنوياً ($P<0.05$) في غلة أوراق التبغ الجافة والتي بلغت 28، 25، 20 و16 غ/نبات عند المعاملات P_1، P_2، P_3 وP_4 وذلك بالمقارنة مع الشاهد (38 غ/نبات). زادت معاملات الرش بالماء الأوكسجيني من غلة أوراق التبغ وبشكل خاص عند تركيزي الرش 10 و20 ميلي مول، حيث بلغت الغلة 51 و65 غ/نبات على التوالي، هذا ولم يكن الفرق معنوياً ($P>0.05$) بين غلة النبات من الأوراق عند المعاملة H_3 (40 غ/نبات) والشاهد. كما وحسنت معاملات الرش بالماء الأوكسجيني المسبق من تحمل نباتات التبغ للإجهاد الجفافي وكانت هذه الزيادة المعنوية ملحوظة بشكل أكبر عند معاملات الرش 10 و20 ميلي مول تحت ظروف الإجهاد الجفافي 10 و20 و30 % PEG، حيث سُجل أعلى قيمة للغلة الورقية 49 غ/نبات عند المعاملة H_2P_1 تلتها المعاملة H_2P_2 (46 غ/نبات) في حين كان أقلها 26 و25 و15 غ/نبات عند المعاملات H_1P_4، H_3P_3 وH_3P_4 على التوالي.

الجدول (4): غلة الأوراق الجافة هوائياً (غ/نبات) لنباتات التبغ البلدي التي تم رشها بعدة تراكيز من الماء الأوكسجيني تحت مستويات مختلفة من الإجهاد الجفافي.

المعاملة	مستويات الإجهاد الجفافي				
	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4
H_0	38 ± 1.5^{de}	28 ± 0.9^{g}	25 ± 0.7^{h}	20 ± 0.5^{i}	16 ± 0.6^{i}
H_1	51 ± 2.1^{b}	38 ± 0.8^{e}	35 ± 0.6^{ef}	33 ± 0.6^{f}	26 ± 0.7^{h}
H_2	65 ± 3.5^{a}	49 ± 1.2^{d}	46 ± 0.9^{c}	40 ± 0.7^{d}	37 ± 0.5^{e}
H_3	40 ± 1.5^{d}	35 ± 0.5^{ef}	28 ± 0.8^{g}	25 ± 0.6^{h}	15 ± 0.4^{i}

تُمثل الرموز (P) الري بالبولي ايتيلين غليكول (10، 20، 30 و40 %)، (H) الرش بالماء الأوكسجيني (10، 20 و30 ميلي مول). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3 ، وأحرف مختلفة (a, b, c, d, e, f, g, h) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA-Tukey test).

يُعد الجفاف السبب الرئيسي في انخفاض الإنتاج، حيث أثبتت النتائج أن انخفاض السعة الحقلية 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 الجاهز مما يؤدي إلى إعاقة النمو الطبيعي للنبات وقلة تراكم المادة الجافة (Bano and Aziz, 2003). وهكذا فإن التأثير السلبي للإجهاد الجفافي في معدل التمثيل الضوئي ومساحة المسطح الورقي ينجم عنه قلة تراكم المادة الجافة في الأوراق وانخفاض وزنها النوعي وغلتها الورقية الجافة، وهذا ماتم ملاحظته عند المستويات العالية من الإجهاد الجفافي المُحدث باستخدام البولي ايتيلين غليكول.

الاستنتاجات والتوصيات:

خلص البحث إلى التأثير السلبي لمعاملات الإجهاد الجفافي المُحدث بالبولي ايتيلين غليكول في نمو وإنتاجية نبات التبغ البلدي ولأهمية الرش بالماء الأوكسجيني في زيادة تحمل الإجهاد، حيث:

1- سبب الإجهاد الجفافي عند التراكيز العالية 30 و40 % PEG انخفاضاً ملحوظاً في أغلب مؤشرات النمو ما انعكس سلباً على غلة الأوراق الجافة هوائياً لنباتات التبغ البلدي المزروع.

2- أدى الرش بالماء الأوكسجيني لزيادة معنوية ($P<0.05$) في أغلب الخصائص والصفات المدروسة ومنها: ارتفاع النبات (سم/نبات)، المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2/نبات)، المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (ملغ/سم^2/يوم)، محتوى الأوراق من الكلوروفيل والبرولين (ميكروغرام/غ وزن رطب) والسكريات الذوابة (%) والغلة الورقية الجافة (غ/نبات) وكان ذلك ملموساً بشكل أكبر عند تراكيز الرش 10 و20 ميلي مول تحت ظروف الإجهاد الجفافي والشاهد.

وهكذا نوصي باستخدام معاملات الرش بالماء الأوكسجيني، وبتراكيز تتراوح بين 10-20 ميلي مول، لدورها في تحسين خصائص النمو وغلة النبات من الأوراق الجافة هوائياً وفي تحسين استجابة النبات وزيادة تحمله للإجهاد الجفافي وبالتالي امكانية زراعة نباتات التبغ البلدي تحت ظروف ندرة الإمطار في البيئات الجافة وشبه الجافة.

المراجع:

درويش، مجد وسليمان سلامة ووجيهة قاسم الشر (2020). استجابة بعض الخصائص الإنتاجية والنوعية لدى هجين الذرة السكرية (*Zea mays* var. saccharata) غولدن سويت (Golden Sweet Hybrid) لتأثير المعاملة بالماء الأوكسجيني H_2O_2 والأحماض الأمينية. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 7 (4): 232-248.

درويش، مجد وهبة شعبان (2019). تأثير المعاملة الأولية بالماء الأوكسجيني H_2O_2 في تحمل التنباك (*Nicotiana rustica* L.) للإجهاد التأكسدي المتسبب عن مبيد الأعشاب جليفوسات. مجلة جامعة تشرين-سلسلة العلوم البيولوجية. 14 (4).

رقية، نزيه (2003). التبوغ وتكنولوجيتها. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين، اللاذقية. 332 صفحة.

عرب، سائد (2001). معادلات تحديد المسطح الورقي في صنف تبغ الفرجينيا. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسة العلوم الزراعية. 39.

قبيلي، صالح؛ درويش، مجد ورهف داوود (2021). تأثير المعاملة بحمض الجبريلليك (GA_3) والماء الأوكسجيني (H_2O_2) رشاً على المجموع الخضري في بعض الخصائص الإنتاجية والنوعية لنبات الفول *Vicia faba* L. تحت الظروف المحلية (2021). مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية. 5 (8).

المجموعة الإحصائية الزراعية السورية (2018). وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي. سورية.

Anderson, R.A.; M.J. Kasperbaur; and H.R. Barton (1985). Shade during growth-Effects on chemical composition and leaf color of Air-cured burley tobacco. Agronomy Journal. 77, pp 543.

Bai, Y.F.; B.G. Xiao; J. Zhu; X.P. Lub; and Y.P. Lib (2007). Analysis on genetic contribution of agronomic traits to total sugar in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Field Crops Research. 98-103.

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.

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.

Bhattacharjee, S. (2012). An inductive pulse of hydrogen peroxide pretreatment restores redox-homeostasis and mitigates oxidative membrane damage under extremes of temperature in two rice cultivars (*Oryza sativa* L., Cultivars Ratna and SR26B). Plant Growth Regulation. 68: 395-410.

Chen, Z.; J. Xu; F. Wang; L. Wang; and Z. Xu (2019). Morpho-physiological and proteomic responses to water stress in two contrasting tobacco varieties. Scientific Reports. 9: 18523. https://doi.org/10.1038/s41598-019-54995-1.

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.

Dat, J.; S. Vandenabeele; E. Vranová; M. VanMontagu; D. Inzé; and F. Van Breusegem (2000). Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Sciences. 57: 779-795.

Dubois, M.; K.A. Gilles; J.K. Hamilton; P.A. Rebers; and F. Smith (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry. 28: 350-356.

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, Egypt. Pp 20-22.

FAOSTAT, 2018. http://Chartsbin. com/.

Foreman, J.; V. Demidchik; J.H. Bothwell; P. Mylona; H. Miedema; M.A. Torres; P. Linstead; S. Costa; C. Brownlee; J.D. Jones; J.M. Davies; and L. Dolan (2003). Reactive oxygen species produced by NADPH oxidase regulate plant cell growth. Nature. 422: 442-446.

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.

Ge, X.M.; H.L. Cai; X. Lei; X. Zhou; M. Yue; and J.M. He (2015). Heterotrimeric G protein mediates ethylene-induced stomatal closure via hydrogen peroxide synthesis in Arabidopsis. The Plant Journal. 82: 138-150.

Gecheva, T.; I. Gadjeva; F. Van Breusegemb; D. Inzéb; S. Dukiandjieva; V. Tonevaa; and I. Minkova (2002). Hydrogen peroxide protects tobacco from oxidative stress by inducing a set of antioxidant enzymes. CLMS, Cellular and Molecular Life Science. 59: 001-7.

Gerstel, D.U. (1976). Tobacco. In Evolution of Crop Plants. Edited by Simmonds, N.W. Longman, London and New York. Pp 239.

Gondim, F.A.; R.S. Miranda; E. Gomes-Filho; and J.T. Prisco (2013). Enhanced salt tolerance in maize plants induced by H_2O_2 leaf spraying is associated with improved gas exchange rather than with non-enzymatic antioxidant system. The Theoretical and Experimental Plant Physiology. 25: 251-260.

Holaday, A.S.; S.W. Ritchie; 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.

Hsiao, T.C. (1973). Plant responses to water stress. Annual review of Plant Physiology. 24: 519-570.

Hung, S.H.; C.W. Yu; and C.H. Lin (2005). Hydrogen peroxide functions as a stress signal in plants. Botanical bulletin of Academia Sinica. 46: 1-10.

Joo, J.H.; H.J. Yoo; I. Hwang; J.S. Lee; K.H. Nam; and Y.S. Bae (2005). Auxin induced reactive oxygen species production requires the activation of phosphatidylinositol3-kinase. FEBS Letters. 579: 1243-1248.

Khan, T.A.; M. Yusuf; and Q. Fariduddin (2018). Hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism: Signalling and its effect under abiotic stress. Photosynthetica. 56, 4. doi: 10.1007/s11099-018-0830-8.

Kovtum, Y.; W.L. Chiu; G. Tena; and J. Sheen (2000). Functional analysis of oxidative stress-activated mitogen-activated protein kinase cascade in plants. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. 97: 2940-2945.

Lawlor, D.W.; and G. Cornic (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant Cell Environment. 5: 275-294.

Li, Z.; Y. Li; Y. Zhang; B. Cheng; Y. Peng; X. Zhang; X. Ma; L. Hung; and Y. Yan (20018). Indole-3-acetic acid modulates phytohormones and polyamines metabolism associated with the tolerance to water stress in white clover. Plant Physiology and Biochemistry. 129: 251-263.

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

Liu, Z.J.; Y.K. Guo; and J.G. Bai (2010). Exogenous hydrogen peroxide changes antioxidant enzyme activity and protects ultrastructure in leaves of two cucumber ecotypes under osmotic stress. Journal of Plant Growth Regulation. 29: 171-183.

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.

Luo, L.J. (2010). Breeding for water-saving and drought-resistance rice (WDR) in China. Journal of Experimental Botany. 61: 3509-3517.

Maw, B.W.; J.R. Stansell; and B.G. Mullinix (1997). Soil–plant–water relationships for flue-cured tobacco. University of Georgia, Research Bulletin of the Georgia Agricultural Experimental Station. 427, Pp 40.

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

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.

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.

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.

Noctor, G.; A. Mhamdi; and C.H. Foyer (2014).The roles of reactive oxygen metabolism in drought: not so cut and dried. Plant Physiology. 164: 1636-1648.

Reddy, A.R; K.V. Chaitanya; and M. Vivekanandan (2004). Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology. 61: 1189-1202.

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.

Shang, X.; H. Liu; X. Zhang; J. Lin; W. Duan; and T. Yang (2010). Growth and physiological characteristics of roots in different flue-cured tobacco varieties under drought stress. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica. 30: 357-361.

Shinozaki, K.; and K. Yamaguchi-Shinozaki (2007). Gene networks involved in drought stress response and tolerance. Journal of Experimental Botany. 58:221-227.

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.

Sinhaabu, A.; and K. Rup kumar (2003). Comparative responses of tree fuel wood yielding plants to PEG-induced water stress at seedling stage. Acta Physiologiae Plantarum. 25: 403-409.

Skribanek, A.; and A. Tomcsányi (2008). Predicting water stress tolerance of malting barley varieties with seedlings PEG-reactions. Acta Biologica Szegediensis. 52: 187-189.

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.

Teh, C.Y.; N.A. Shaharuddin; C.L. Ho; and M. Mahmood (2016). Exogenous proline significantly affects the plant growth and nitrogen assimilation enzymes activities in rice (*Oryza sativa*) under salt stress. Acta Physiologiae Plantarum. 38, 151. doi: 10.1007/s11738-016-2163-1.

Tsukagoshi, H.; W. Busch; and P.N. Benfey (2010). Transcriptional regulation of ROS controls transition from proliferation to differentiation in the root. Cell. 143: 606-616.

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.

Ullah, A.; R.S. Al-Rajhi; A.M. Al-Said; and M. Farooq (2021). Wheat genotypes with higher intrercellular CO_2 concentration, rat of photosynthesis, and antioxidant potential can better tolerate drought stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 21: 2378-2391.

Uchida, A.; A.T. Jagendorf; T. Hibino; T. Takabe; and T. Takabe (2002). Effects of hydrogen peroxide and nitric oxide on both salt and heat stress tolerance in rice. Plant Science. 163: 515-523.

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.

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.

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.

The Effect of Foliar spraying with Hydrogen Peroxide (H_2O_2) in Tobacco Tolerance to Drought Stress Induced by Polyethylene Glycol (PEG)

Majd Mohammad Darwish * (1)

(1). Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
(*Corresponding author: Dr. Majd Darwish. E-Mail: majds26@yahoo.com).

Received:2/12/2021 Accepted: 3/06/2022

Abstract

The research was carried out in Al-Mzeiraa village within Lattakia during the 2021 agricultural season, by planting tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seedlings in experimental plots according to the Randomized Complete Block Design (RCBD) and with three replicates per treatment. The aim of this research was to study the effect of drought stress induced with PEG concentrations (0, 10, 20, 30 and 40 %) or spraying with hydrogen peroxide H_2O_2 (0, 10, 20 and 30 mmol), or spraying with H_2O_2 under conditions of drought stress in some growth and productivity characteristics of the studied tobacco cultivar. Plant height (cm) and a number of morphological (total leaf area (cm^2), net photosynthetic ($mg/cm^2/day$)), biochemical (total content of chlorophyll and proline (µg/g fresh weight) and soluble sugars %) and productivity (dry leaf yield (g/plant)) indicators were measured. Drought stress treatments, especially at concentrations 30 and 40 % PEG, caused a significant decrease ($P<0.05$) in most of the studied growth and productivity traits. On the other hand, spraying with H_2O_2 alone, especially at concentrations of 10 and 20 mmol, resulted in a significant increase ($P<0.05$) in most of the studied traits. Also, spraying treatments with H_2O_2 under drought stress conditions significantly improved plant growth and productivity in all spraying treatments 10, 20 and 30 mmol, except for the treatment of spraying at a concentration of 30 mm under the conditions of drought stress 40 % PEG, which led to a negative effect on all the studied characteristics. Thus, it can be suggested to spray tobacco plants with a concentration of 10-20 mmol of H_2O_2 alone, or those grown under conditions (low and medium intensity) of drought stress, due to its positive role in improving growth and increasing the leaf yield of tobacco.

Keywords: Hydrogen peroxide, Tobacco, Drought stress, Polyethylene glycol.