Morphysiological-behavioral evaluation of several tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) varieties under the influence of drought stress induced with polyethylene glycol (PEG-6000)

Dr. Majd Darwish*
Dr. Rabea Zaini**
Dr. Nizar Moula***
Hanin Mohemmed****

(Received 29 / 5 / 2023. Accepted 6 / 9 /2023)

□ ABSTRACT □

The experiment was carried out in the scientific research laboratory (Tishreen University/Faculty of Agricultural Engineering) during the agricultural season (2022). Drought stress induced with polyethylene glycol (PEG-6000) concentrations (0-5-10-15-20) % was applied, by using seedlings of three tobacco varieties (Virginia VK51- Burly 21- Katrina), that were grown in glass containers (1 Liter capacity) containing a nutrient solution (Auckland), which was prepared in a laboratory. The experiment was designed according to a complete randomized design (RCD) with three replicates per treatment. The research aimed to study the behavior of the varieties used under the influence of drought stress and to determine the most stressful concentrations. So, a number of morphysiological characteristics as plant height (cm), total leaf area (cm^2), net photosynthesis rate ($g/cm^2/day$) and total content of chlorophyll and carotenoids (µg/g fresh weight) were measured. The results showed a stimulating effect of drought stress applied at 5% PEG-6000, which was noticeable in plant height and leaf area of the three varieties. As for the rest of the traits, the applied drought stress led to a significant decrease in the net photosynthesis rate and the content of chlorophyll and carotenoids compared to the control in the three varieties. The research concluded that Katrina variety was more stress-tolerant at the highest concentration 20% PEG-6000, followed by Burly 21 and Virginia VK51, due to the decrease by about 50-71-96 and 31-38-40% in net photosynthesis rate and total leaf area, respectively, compared to the control for each variety.

Keywords: Tobacco, Drought Stress, PEG-6000.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Associate Professor in the Department of Field Crops, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. majds26@yahoo.com**
** **Researcher -Center for Practical Agricultural Research - Lattakia - Syria**
*** **Associate Professor -Department of Field Crops, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**
**** **phD graduate student in the college of Agricultural Engineering- Tishreen University- Lattakia-Syria.**

تقييم السلوكية المورفسيولوجية لعدة أصناف من التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) تحت تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جليكول (PEG-6000)

د. مجد درويش*

د. ربيع زيني**

د. نزار معلا ***

حنين محمد****

(تاريخ الإيداع 29 / 5 / 2023. قبل للنشر في 6 / 9 / 2023)

□ ملخّص □

نُفِّذت التجربة في مخبر البحث العلمي (جامعة تشرين/كلية الهندسة الزراعية) خلال الموسم الزراعي (2022)، حيث تم تطبيق الإجهاد الجفافي المصطنع باستخدام البولي ايتيلين جليكول PEG-600 وبتراكيز (0-5-10-15-20) % في أوعية زجاجية سعة 1 ليتر تحتوي على محلول مغذي (Auckland) تم تحضيره مخبرياً وذلك على شتول في طور الورقة الثانية لثلاثة أصناف من التبغ (فرجينيا VK51-برلي 21-كاترينا) وصممت التجربة وفق تصميم العشوائية الكاملة (RCD) بثلاثة مكررات لكل معاملة. هدف البحث إلى دراسة سلوكية الأصناف المستخدمة تحت تأثير الإجهاد الجفافي وتحديد التراكيز الأكثر إجهاداً، حيث تم قياس بعض المؤشرات المورفسيولوجية كارتفاع النبات (سم)، مساحة المسطح الورقي (سم^2/نبات)، كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم) والمحتوى الكلي من الكلوروفيل والكاروتينات (ميكروغرام/غ/ وزن رطب). أظهرت النتائج وجود تأثير محفز للإجهاد الجفافي المطبق بتركيز 5 % والذي كان ملحوظاً في صفة ارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي لدى الأصناف الثلاثة. أما بالنسبة لباقي الصفات فقد أدى الإجهاد الجفافي المطبق إلى انخفاض معنوي في كفاءة عملية التمثيل الضوئي ومحتوى الكلوروفيل والكاروتينات مقارنة مع نباتات الشاهد للأصناف الثلاثة. واثبتت نتائج البحث إلى أن الصنف كاترينا كان أكثر تحملاً للإجهاد المطبق يليه على الترتيب صنفي البرلي 21 والفرجينياVK51وذلك بالنظر إلى نسبة الانخفاض عند المعاملة بالتركيز الأعلى (20) % PEG-6000 وبلغت عند صفتي معدل التمثيل الضوئي (50 – 71– 96 %) ومساحة المسطح الورقي الكلي (31 – 38 – 40 %) على التوالي وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

الكلمات المفتاحية: التبغ، الإجهاد الجفافي، PEG-6000.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

***استاذ مساعد – قسم المحاصيل الحقلية بكلية الهندسة الزراعية- جامعة تشرين- اللاذقية، سورية. majds26@yahoo.com**

**** باحث – مركز البحوث العملية الزراعية – اللاذقية – سورية**

***** أستاذ مساعد – قسم المحاصيل الحقلية بكلية الهندسة الزراعية- جامعة تشرين- اللاذقية، سورية.**

******طالبة دكتوراه – قسم المحاصيل الحقلية بكلية الهندسة الزراعية- جامعة تشرين- اللاذقية، سورية.**

مقدمة:

التبغ من الفصيلة الباذنجانية *Solanaceae* والجنس *Nicotiana* الذي يضم 70 نوعاً، نوعان فقط ذات قيمة زراعية واقتصادية هما *Nicotiana tabacum*التبغ المزروع و*Nicotiana rustica* التنباك [1].

يُعد الجنس *Nicotiana*، واحداً من الأجناس القليلة التي تضم عدداً كبيراً من الأنماط المنتشرة في العالم وفي بيئات مختلفة، وعلى الرغم من التنوع الكبير إلاّ أن استعمال النوع *N. tabacum* هو المسيطر والمنتشر مقارنةً بالأنواع الأخرى، كما أن النوع *N. rustica* (التنباك) مزروع بمساحات قليلة مقارنة بالنوع المزروع *N. tabacum* والذي يعتبر من أكثر الأنواع أهمية في الزراعة المعاصرة والتجارة العالمية [2].

يُزرع التبغ في أغلب دول العالم في ظروف بيئية متباينة، ويضم عدداً كبيراً من الطرز والأصناف التي تختلف عن بعضها البعض في الصفات والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتصنيعية وذلك عند زراعتها في مناطق ذي ظروف بيئية مختلفة من حيث المناخ والتربة الذين يحددان كمية ونوعية الأوراق الناتجة [3].

إن الهدف من زراعة التبغ هو الحصول على الأوراق التي تُستخدم لتحضير السجائر بأنواعها المختلفة، والسيجار، وتبغ الغليون، ومسحوق النشوق وتبغ المضغ وغيرها من المنتجات التدخينية، وتستخدم الأوراق بالإضافة لما سبق ذكره لتحضير سلفات النيكوتين المستخدم في مكافحة الحشرات الضارة [1]. يُعد محصول التبغ من أكثر المحاصيل قابلية للتكيف الواسع مع التربة والمناخ والعمليات الزراعية ومنها عمليات الخدمة الزراعية كالتسميد [3].

يؤثر الإجهاد الجفافي على نمو نبات التبغ في مرحلة البادرة، والنمو الخضري، والإزهار، والنضج ويكون أسوأ تأثير على المحصول والجودة في مرحلة النمو القوي. وتعتمد أهمية التبغ إلى حد كبير على كمية المحصول وجودة أوراقه، وكلاهما يتأثر بعملية التمثيل الضوئي. لا يؤثر الجفاف على بنية الخلايا وعمل الأوراق فحسب، بل يؤثر أيضًا على التقاط الطاقة الضوئية، وامتصاص الضوء، ونقل الإلكترون، وتبديد الحرارة، وبالتالي على التمثيل الضوئي. وتعد زيادة كفاءة التمثيل الضوئي للأوراق تحت تأثير الجفاف أمراً مهماً لإنتاج التبغ [4].

تؤثر الرطوبة بشكل كبير في كمية المحصول ونوعيته، وتلعب مواعيد تعريض النباتات للجفاف دوراً هاماً في هذا المجال [5]. فالجفاف حسب [6] من أهم العوامل البيئية التي تؤثر سلباً في نمو النبات وفي العمليات الفيزيولوجية والحيوية والاستقلابية وعاملاً محدداً ومهماً في توزع النباتات وإنتاجيتها. وذكر [7] أن الإجهاد المائي الذي يحدث في مراحل مختلفة من نمو نبات التبغ يؤدي إلى انخفاض الغلة الورقية، وقلة تراكم المواد الجافة.

قام [8] بتطبيق الإجهاد المائي بواسطة البولي ايتيلين جليكول بتركيز 20%على نبات التبغ. وأظهرت النتائج أن نباتات التبغ التي تعرضت للجفاف استخدمت تراكم الأسموليت مثل البرولين والسكريات الذائبة والبوتاسيوم من أجل موازنة ضغطها الأسموزي وتقليل الأصباغ والبروتينات الضوئية. كما تسبب الإجهاد الناتج عن الجفاف في الإجهاد التأكسدي وزيادة إنتاج الأشكال النشطة من الأوكسجين، وكما زاد نظام الدفاع المضاد للأكسدة غير الإنزيمي لنباتات التبغ بما في ذلك الأنثوسيانين والفلافونوئيد والفلافونول والبيتا كاروتين، والتي يمكن اعتبارها خطوة رئيسية لمقاومة الجفاف.

تبدي النباتات تبايناً وراثياً تحت ظروف الإجهاد المائي مما ينعكس على أطوالها، وتراكم المادة الجافة فيها [9،10]، إن الانخفاض في معدل نمو المحصول ومعدل التمثيل الضوئي الذي لوحظ عند تطبيق الإجهاد الجفافي غير عائد إلى نقص الماء المتاح وإنما عائد إلى انخفاض نشاط عمل الثغور أو توقفه تحت تأثير الإجهاد الجفافي [11].

وجد [12] في دراسته حول تأثير الإجهاد الجفافي (% 25 PEG-6000) على نبات التبغ أن الإجهاد الناتج عن الجفاف يتسبب في تدهور صبغيات التمثيل الضوئي حيث بلغ محتوى كل من الكلوروفيل والكاروتينات (1.35 و 0.18 ملغ/غ) وذلك بالمقارنة مع الشاهد (1.74 و0.29 ملغ/غ) على التوالي.

وجد [13] أن معدل التمثيل الضوئي قد انخفض تحت إجهاد الجفاف (PEG-6000)، مما يشير إلى حدوث تثبيط ضوئي في أوراق التبغ، مشيراً إلى إن الإجهاد الجفاف يقلل من كفاءة معدل التمثيل الضوئي لأنه يتسبب في تلف جهاز التمثيل الضوئي فهو يؤثر أيضًا على نقل الإلكترونات أثناء عملية التمثيل الضوئي حيث بلغ معدل التمثيل الضوئي (0.7 غ/سم^2/يوم) تحت تأثير الإجهاد الجفافي مقارنة مع الشاهد (0.8 غ/سم^2/يوم).

وُجد أن حجم الخلايا كاملة النمو، ينخفض إلى الخمس عند تعرض النبات للإجهاد المائي الشديد باستخدام (كلوريد الصوديوم أو البولي ايتيلين جليكول) مقارنة بالنباتات غير المجهدة. وقد يرجع السبب في نقص نمو النباتات المجهدة إلى فقد خلاياها للامتلاء، أو تناقص قدرة تلك الخلايا على التمدد بسبب زيادة صلابة جدرها. بل وجد أن الإجهاد المائي الطفيف من البولي ايتيلين جليكول(هذه المادة تقلل الجهد المائي للوسط دون أن يمتصها النبات, وبالتالي تحاكي تأثير الجفاف على النبات) لمدة يوم واحد يزيد من لدانة جدر خلايا الورقة عن طريق تقليل محتواها من حمضي الفيريوليك والداي فيريوليك (Ferulic and diferulicacids) اللذين يزيدان من صلابة الجدر الخلوية، وذلك مقارنة بالنباتات غير المجهدة [14].

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

1- انخفاض الإنتاجية وتقلص المساحة المزروعة بتبغي البرلي والفيرجينيا بالنظر إلى احتياجهما المائي الكبير نسبياً، فضلاً عن تدني الخصائص النوعية والتكنولوجية لهذه الأصناف، ما تسبب بتغير جغرافي لمناطق زراعتها في القطر.

2- إمكانية تحسين تحمل نبات التبغ للإجهاد الجفافي عبر تحديد أي التراكيز من البولي ايتيلين جليكول (PEG-600) ذي أثر محفز ومثبط للنمو.

أهداف البحث:

1- دراسة المؤشرات المورفسيولوجية مخبرياً لعدة أصناف من التبغ تحت ظروف مستويات مختلفة من الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلن جليكول PEG-6000 لتحديد أي المستويات المحفزة والمثبطة للنمو.

2- تأثير الإجهاد الجفافي في بعض خصائص النمو، الإنتاجية والنوعية والمؤشرات الإنزيمية لبادرات أصناف التبغ المزروعة، عبر زراعتها في أنابيب تحوي محلول مغذي أوكلاند، لتحديد أي الأصناف الأكثر حساسية للإجهاد وعند أي المستويات من الإجهاد الجفافي.

3- معرفة مدة استجابة أصناف التبغ، الأكثر حساسية للإجهاد، لتأثير المعاملة بالإجهاد المحفز بالبولي ايتيلن جليكول PEG-6000 تحت ظروف المستوى الأكثر ضرراً من الإجهاد الجفافي.

طرائق البحث و مواده:

1-الموقع:

نُفذت التجربة في مخبر البحث العلمي (جامعة تشرين/كلية الهندسة الزراعية)، خلال الفترة الممتدة من منتصف شهر أيار وحتى حزيران للعام 2022 م، حيث تراوحت درجة الحرارة 25-30 درجة مئوية نهاراً مع إضاءة بأشعة الشمس حوالي 6-8 ساعات يومياً.

2- المادة النباتية:

استُخدم في هذا البحث ثلاثة أصناف من التبغ (فيرجينيا كوتساكا51 (VK51)- برلي روديسي21- كاترينا) تم الحصول عليها من المؤسسة العامة للتبغ- اللاذقية، حيث تمتاز هذه الأصناف بإنتاجية عالية وبمحتوى منخفض من النيكوتين وبمتطلبات مائية كبيرة كونها تزرع مروية في الساحل السوري.

3-ظروف النمو والمعاملات المستخدمة:

تم تطبيق الإجهاد الجفافي المصطنع باستخدام البولي ايتيلين جليكول وبتراكيز (0-5-10-15-20) % وذلك في أوعية زجاجية سعة 1 ليتر تحتوي على محلول مغذي (Auckland) والذي تم تحضيره مخبرياً:

1 M KNO_3 ; 1 M $Ca(NO_3)2.H_2O$; 1 M $MgSO_4.7H_2O$; 1 M KH_2PO_4; 0.01 M FeEDDHA

حيث استخدمت شتول في طور الورقة الثانية وتم تبديل المحلول المغذي دورياً كل (3) أيام مع تهوية للجذور طيلة فترة تنفيذ البحث.

أُجريت التجربة وفق تصميم العشوائية الكاملة (Complete Randomized Design) وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة وبالتالي بلغ عدد المعاملات (15). حيث تم استخدام مادة البولي ايتيلين غليكول (PEG-6000) كنسب مئوية (%) وما يعادلها من ضغط اسموزي (Osmotic potential) [15]، لإحداث الإجهاد المائي المصطنع تم إضافة مادة البولي ايتيلين جليكول (PEG-6000) إلى المحلول المغذي المحضر مسبقاً وذلك وفق التراكيز التالية:

P_0: الشاهد، لم تُعامل النباتات بالبولي ايتيلين جليكول (PEG).

P_5: 5 % PEG (V/W) ما يعادل ضغط اسموزي-0.18 ميغا باسكال.

P_{10}: 10% PEG (V/W) ما يعادل ضغط اسموزي -0.36 ميغا باسكال.

P_{15}: 15 % PEG (V/W) ما يعادل ضغط أسموزي -0.54 ميغا باسكال.

P_{20}: 20 % PEG (V/W) ما يعادل ضغط أسموزي -0.72 ميغا باسكال.

4-الصفات والخصائص المدروسة:

4- 1- ارتفاع النبات Plant Height (سم/ نبات):

وذلك بقياس ارتفاع النبات (سم) لنباتات كل معاملة تجريبية وذلك قبل دخول النباتات مرحلة تشكيل النورة الزهرية

4-2- مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات Plant Leaf Area (سم^2/نبات):

تم حساب مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات مع تشكل النورة الزهرية (أي بعد حوالي شهرين من التشتيل) من المعادلة التالية:

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

قُيست المساحة الورقية (سم^2) وفقاً للمعادلة: طول الورقة (سم)×عرض الورقة (سم)× 0.6443 وفق [16].

4-3- المحتوى من الكلوروفيل والكاروتينات Chlorophyll and Carotenoids Contents (ميكروغرام/غ وزن رطب): تم سحق عينات معروفة الوزن من أوراق التبغ الخضراء من النباتات الثلاث لكل معاملة 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 [17].

$$\text{Chl a } (\mu g\ mL^{-1}) = 11.24\ DO_{662} - 2.04\ DO_{645} \quad -1$$

$$\text{Chl b } (\mu g\ mL^{-1}) = 20.13\ DO_{645} - 4.19\ DO_{662} \quad -2$$

$$\text{Chl } (\mu g\ mL^{-1}) = \text{Chl a} + \text{Chl b} \quad -3$$

$$\text{Car } (\mu g\ mL^{-1}) = (1000\ DO_{470} - 1.90\ \text{Chl a} - 63.14\ \text{Chl b}) / 214 \quad -4$$

ومن ثم تم تقدير المحتوى الكلي من الصبغات بالنسبة إلى الوزن الطري للأوراق (ميكروغرام/غ وزن رطب).

4-4- كفاءة عملية التمثيل الضوئي Net Photosynthesis Rate (غ/سم^2/يوم): [18].

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

NPR: صافي انتاج التمثيل الضوئي غ/سم^2/يوم، L2وL1: مساحة الأوراق (سم^2) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب، W2وW1: وزن النبات الجاف (غ) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب، T2وT1: عدد الأيام بين المرحلتين (عند بداية مرحلة النمو الخضري النشيط ونهاية هذه المرحلة أي عند 30 و60 يوم من التشتيل).

5- التحليل الإحصائي:

تم إجراء تحليل التباين للبيانات عبر البرنامج (R statistical software) باستخدام الاختبار (ANOVA) مع (Tukey) وعرضت النتائج بشكل متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE) والفروقات ذات معنوية عند مستوى الاحتمالية ($P<0.01$).

النتائج والمناقشة:

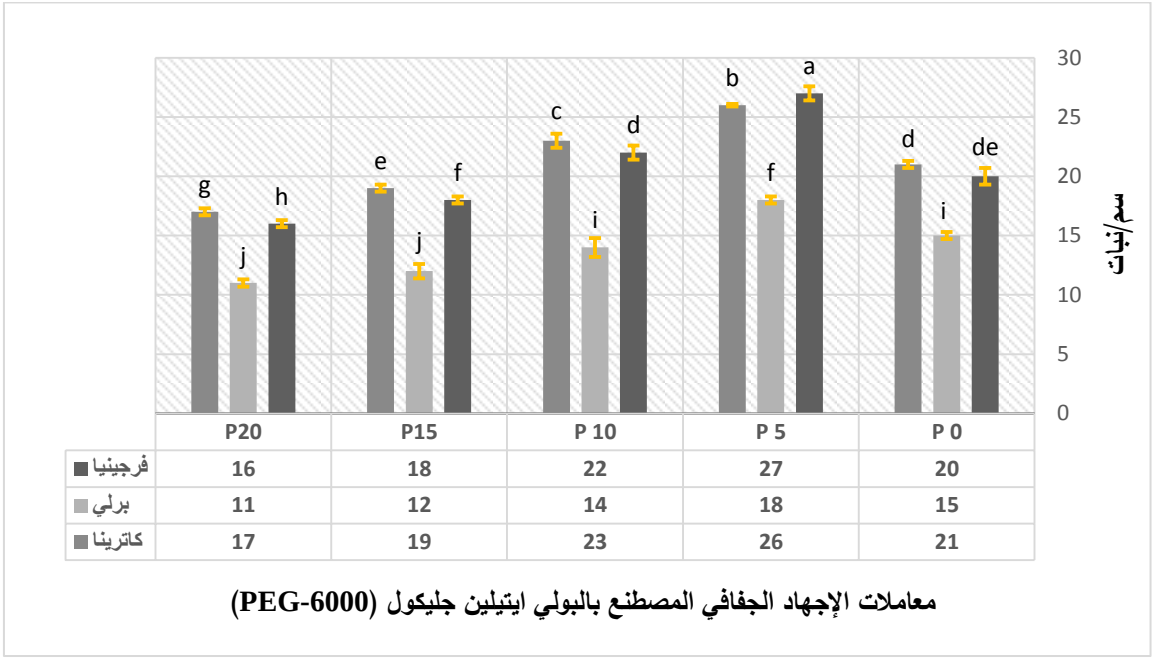
1- تأثير الإجهاد الجفافي في صفة ارتفاع النبات (سم/ نبات):

تُشير معطيات الشكل (1) إلى وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث ارتفاع النبات (سم) لدى الأصناف الثلاثة.

أدى الإجهاد الجفافي عند التركيز (5) % PEG إلى زيادة معنوية ($P<0.05$) في صفة ارتفاع النباتات والتي بلغت (27) سم عند صنف الفرجينيا VK51 و(18) سم عند صنف البرلي 21 و(19) سم عند صنف كاترينا. كما أن تطبيق الإجهاد الجفافي عند التركيز (10) % PEG كان له تأثير محفز في صفة ارتفاع النباتاتوالتي بلغت (22) سم عند صنف الفرجينيا VK51 و(14) سم عند صنف البرلي 21 و(23) سم عند صنف كاترينا، مقارنةً مع ارتفاع النباتات (20) سم لصنف الفرجينيا VK51 و(15) سم لدى صنف البرلي 21 و(21) سم لصنف كاترينا عند الشاهد. بالنسبة للتراكيز المرتفعة (15 و20) % PEG فأدت إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في صفة ارتفاع النباتات والتي بلغت (18 و16) سم عند صنف الفرجينيا VK51 و(12 و11) سم عند صنف البرلي 21 و(19 و17) سم عند صنف كاترينا على التوالي، مقارنةً مع ارتفاع النباتات (20) سم لصنف الفرجينيا VK51 و(15) سم لدى صنف البرلي 21 و(21) سم لصنف كاترينا عند الشاهد.

أظهرت النتائج بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي 21– كاترينا) عدم وجود تباين فيما بينها وذلك عند مقارنة تأثير تراكيز الإجهاد الجفافي المطبق وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

إن ارتفاع النبات يزداد مع طول فترة نموه والتي بدورها تتأثر بالظروف البيئية المحيطة بالنبات بما فيها ظروف التغذية [19]، وربما يعود سبب اختزال ارتفاع نباتات التبغ عند تعرضها للإجهاد الجفافي 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، في هذا السياق، أشار [20] إلى أن 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.



	P20	P15	P 10	P 5	P 0
فرجينيا	16	18	22	27	20
برلي	11	12	14	18	15
كاترينا	17	19	23	26	21

معاملات الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جليكول (PEG-6000)

الشكل (1). تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جليكول PEG–6000 في صفة ارتفاع النبات (سم/ نبات) لدى بادرات أصناف التبغ فيرجينيا VK51 وبرلي 21 وكاترينا. يمثل الرمز (P)المعاملة بالبولي ايتيلين غليكول وبتراكيز (5، 10، 15و20 %).

تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA-Tukey test).

2– تأثير الإجهاد الجفافي في صفة مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2/نبات):

تُشير معطيات الشكل (2) إلى وجود فروق معنوية (*P<0.05*) بين المعاملات المدروسة من حيث مساحة المسطح الورقي (سم^2/نبات) لدى الأصناف الثلاثة.

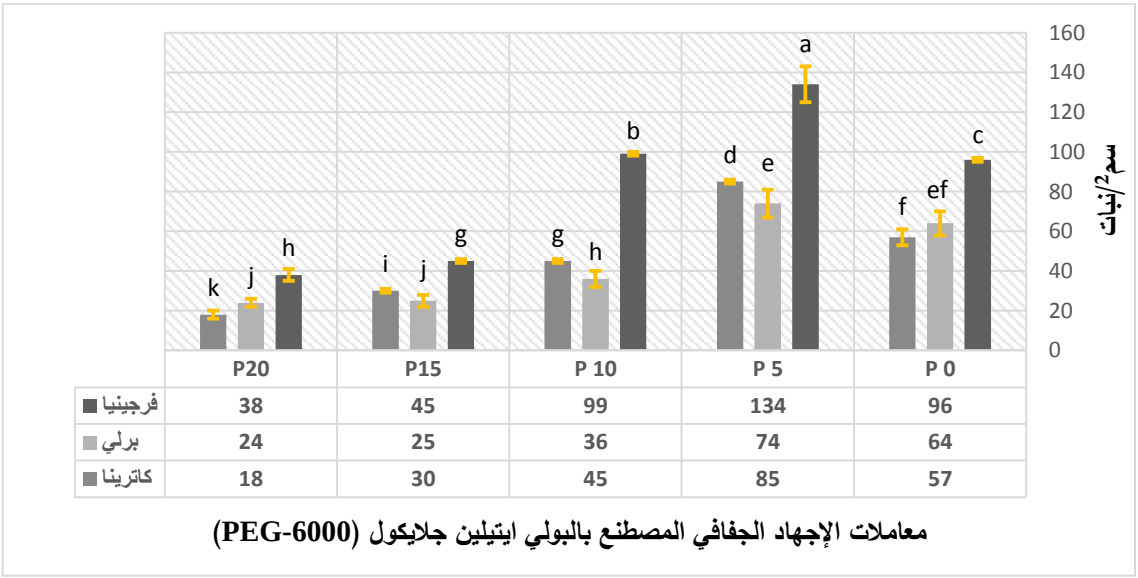
أدى الإجهاد الجفافي عند التركيز (5) % PEG إلى زيادة معنوية (*P<0.05*) في مساحة المسطح الورقي عند صنفي الفرجينيا VK51وكاترينا وبلغت (134 و85) سم^2/نبات على التوالي في حين كان التأثير غير معنوي (*P>0.05*) عند صنف البرلي 21 وبلغت المساحة (74) سم^2/نبات. أما بالنسبة لتأثير الإجهاد الجفافي عند التركيز (10) % PEG فقد أدى إلى زيادة معنوية (*P<0.05*) في مساحة المسطح الورقي عند نباتات صنف الفرجينيا VK51 وبلغ (99) سم^2/نبات في حين أدى إلى انخفاض معنوي (*P<0.05*) في مساحة المسطح الورقي لدى صنفي البرلي 21

وكاترينا وبلغت (36 و45) سم^2/نبات على التوالي، وذلك مقارنةً مع مساحة المسطح الورقي (96) سم^2/نبات لصنف الفرجينيا VK51 و(64) سم لدى صنف البرلي 21 و(57) سم لصنف كاترينا عند الشاهد.

بالنسبة للتراكيز المرتفعة (15 و20) % PEG فسببت انخفاضاً معنوياً ($P<0.05$) في مساحة المسطح الورقي والتي بلغت (45 و38) سم^2/نبات عند صنف الفرجينيا VK51 و(25 و24) سم^2/نبات عند صنف البرلي 21 و(30 و18) سم^2/نبات عند صنف كاترينا على التوالي، وذلك بالمقارنة مع الشاهد.

ونجد بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي 21– كاترينا) أن صنف كاترينا أظهر تحملاً أكبر عند زيادة تركيز الإجهاد الجفافي المطبق يليه صنف البرلي 21 والفرجينيا VK51 وبنسبة انخفاض في مساحة المسطح الورقي للنبات عند المعاملة بالتركيز الأعلى (20) % PEG حوالي (31– 38– 40 %) على التوالي وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

سبب الإجهاد الجفافي بالبولي ايتيلين غليكول ومع زيادة شدة الإجهاد انخفاضاً مضطرداً في صفة ارتفاع النباتات بالنظر للتأثير السلبي للإجهاد الجفافي في معدل استطالة الخلايا النباتية، حيث توافقت هذه النتيجة مع نتائج [21] على نبات القطن ونتائج [22،23] على نبات القمح.



	P20	P15	P 10	P 5	P 0
فرجينيا	38	45	99	134	96
برلي	24	25	36	74	64
كاترينا	18	30	45	85	57

معاملات الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جلايكول (PEG-6000)

الشكل (2). تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جليكول PEG–6000 في صفة مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2/نبات) لدى بادرات أصناف التبغ فيرجينيا VK51 وبرلي 21 وكاترينا. يمثل الرمز (P)المعاملة بالبولي ايتيلين غليكول وبتراكيز (5، 10، 15 و20 %). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA-Tukey test).

3– تأثير الإجهاد الجفافي في المحتوى الكلي للأوراق من الكلوروفيل (ميكروغرام/غ وزن رطب):

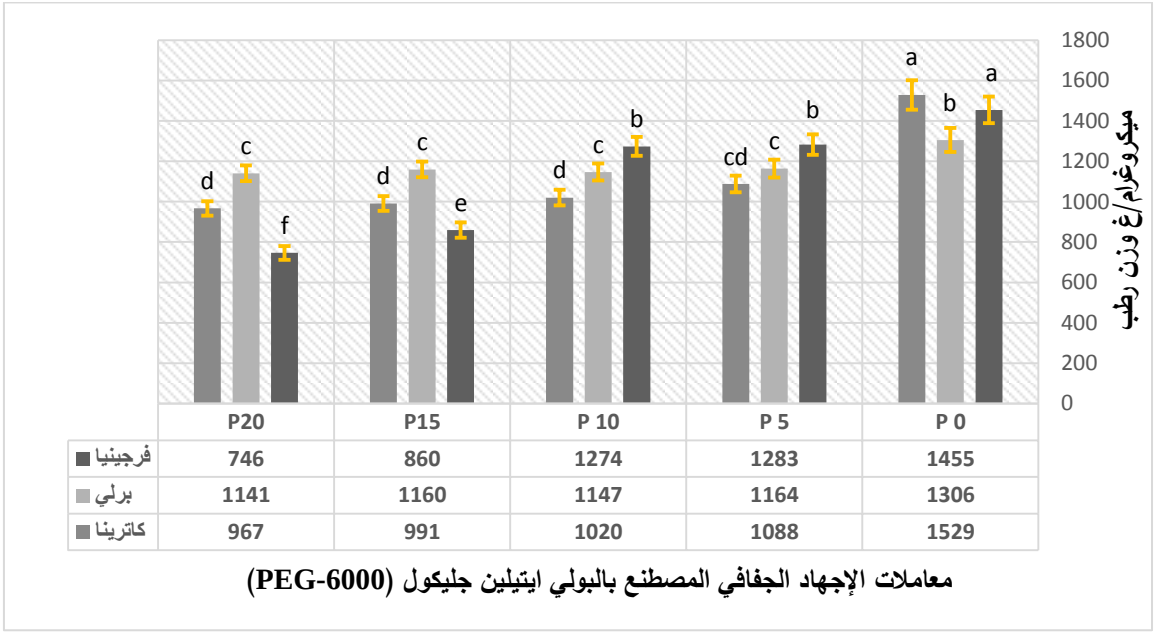
تُشير معطيات الشكل (3) إلى وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث المحتوى الكلي من الكلوروفيل في الأوراق (ميكروغرام/غ وزن رطب) لدى الأصناف الثلاثة.

لوحظ وجود انخفاض معنوي ($P<0.05$) في محتوى الكلوروفيل لدى الأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي 21– كاترينا) عند زيادة تركيز الإجهاد الجفافي المطبق، حيث سُجل أعلى محتوى من الكلوروفيل عند الشاهد للأصناف المدروسة وبلغ (1455، 1306، 1529 ميكروغرام/غ وزن رطب) على التوالي، أما

أقـــل محتـــوى للكلوروفيـــل فسُـــجل عنـــد تطبيـــق الإجهـــاد الجفـــافي بـــالتركيز (20) % PEG وبلـــغ (746، 1141، 967 ميكروغرام/غ وزن رطب) على التوالي.

بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة المدروسة، نجد أن صنف البرلي 21 أظهر مقاومة أكبر عند زيادة تركيز الإجهاد الجفافي المطبق يليه صنف كاترينا وفرجينيا VK51 بنسبة انخفاض عند المعاملة بالتركيز الأعلى (20) % PEG بلغت (12.6– 36.75– 48.7 %) على التوالي، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

يؤثر الإجهاد الجفافي في العمليات الفيزيولوجية والحيوية والاستقلابية في نبات التبغ فهو يؤدي إلى تلف جهاز التمثيل الضـوئي وإن زيـادة تركيـز الإجهـاد الجفـافي المطبـق يـؤدي إلـى تـدهور صـبغيات التمثيـل الضـوئي (الكلوروفيـل والكاروتينات) وهو ما توصل إليه كل من [12،13].



معاملات الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جليكول (PEG-6000)

الشكل رقم (3). تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جليكول PEG–6000 في محتوى الأوراق من الكلوروفيل (ميكروغرام/غ وزن رطب) لدى بادرات أصناف التبغ فيرجينيا VK51 وبرلي 21 وكاترينا. يمثل الرمز (P) المعاملة بالبولي ايتيلين غليكول وبتراكيز (5، 10، 15 و20 %). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة (a, b, c, d, e, f) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA-Tukey test).

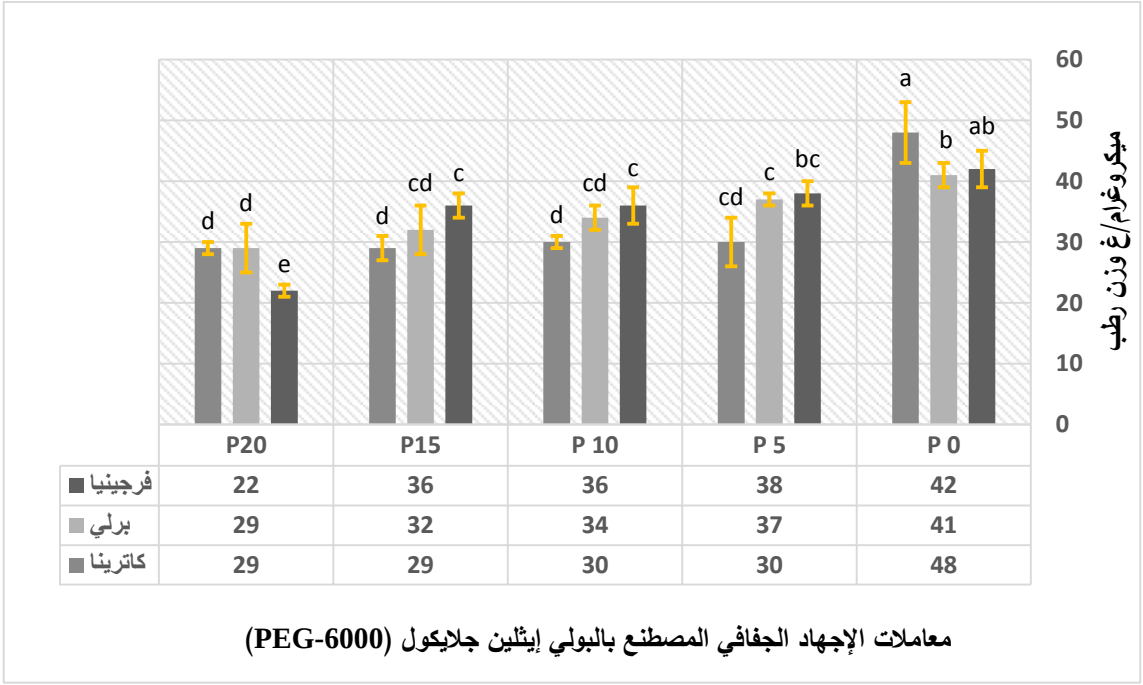
4– تأثير الإجهاد الجفافي في المحتوى الكلي للأوراق من الكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب):

تُشير معطيات الشكل (4) إلى وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث المحتوى الكلي من الكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب) لدى الأصناف الثلاثة.

لوحظ وجود انخفاض معنوي في محتوى الكاروتينات لدى الأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي 21 – كاترينا) عند زيادة تركيز الإجهاد الجفافي المطبق، حيث سُجل أعلى محتوى من الكاروتينات عند الشاهد وبلغ (42، 41، 48 ميكروغرام/غ وزن رطب) على التوالي، أما أقل محتوى للكاروتينات فسُجل عند تطبيق الإجهاد الجفافي بالتركيز (20) % PEG–6000 وبلغ (22، 29، 29 ميكروغرام/غ وزن رطب) على التوالي.

ونجد بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة أن صنف البرلي 21 أظهر مقاومة أكبر عند زيادة تركيز الإجهاد الجفافي المطبق يليه صنف كاترينا والفرجينيا VK51 بنسبة انخفاض عند المعاملة بالتركيز الأعلى (20) % PEG بلغت (29.26– 39.58– 47.61 %) على التوالي، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

يمكن أن يُفسر هذا الانخفاض في محتوى الكاروتينات في أوراق التبغ بكون أن الإجهاد الجفافي يؤثر وبشكل مباشر في عمل وتركيب الصانعات الخضراء ما يؤدي إلى خفض محتوى الأوراق من صبغات التمثيل الضوئي، ومع زيادة تركيز الإجهاد الجفافي المطبق ازداد تدهور صبغيات التمثيل الضوئي (الكلوروفيل والكاروتينات) وهو ما توصل إليه [24].



الشكل (4). تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جليكول PEG–6000 في محتوى الأوراق من الكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب) لدى بادرات أصناف التبغ فيرجينيا VK51 وبرلي 21 وكاترينا. يمثل الرمز (P)المعاملة بالبولي ايتيلين غليكول وبتراكيز (5، 10، 15 و20 %). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة (a, b, c, d, e, f) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA-Tukey test).

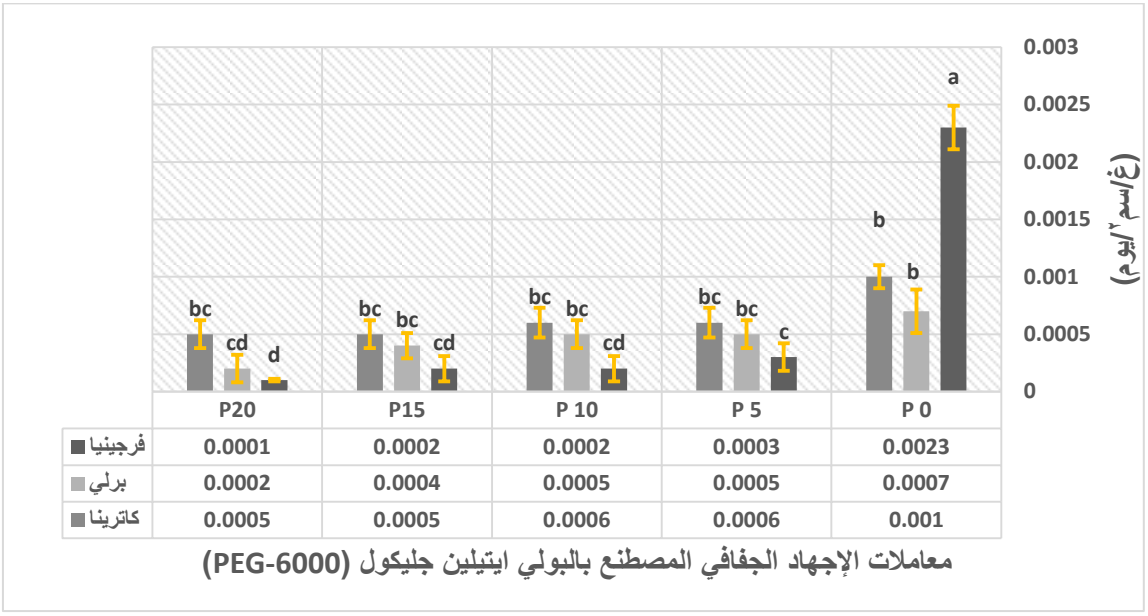
5– تأثير الإجهاد الجفافي في كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم):

تُشير معطيات الشكل (5) إلى وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة في كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم) لدى الأصناف الثلاثة.

لوحظ وجود انخفاض معنوي في كفاءة عملية التمثيل الضوئي لدى الأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي 21– كاترينا) عند زيادة تركيز الإجهاد الجفافي المطبق، حيث سُجلت أعلى كفاءة لعملية تمثيل الضوئي عند الشاهد وبلغت (0.0023، 0.0007، 0.001 غ/سم^2/يوم) على التوالي، أما أقل كفاءة عملية تمثيل الضوئي سُجلت عند تطبيق الإجهاد الجفافي بالتركيز الأعلى (20) % PEG وبلغت (0.0001، 0.0002، 0.0005 غ/سم^2/يوم) على التوالي.

ونجد بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة أن صنف كاترينا أظهر تحملاً أكبر لزيادة تركيز الإجهاد الجفافي المطبق يليه صنف البرلي 21 والفرجينيا VK51 وبنسبة انخفاض عند المعاملة التركيز الأعلى (20) % PEG بلغت حوالي (50– 71– 96 %) على التوالي، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

إن الإجهاد الجفاف يقلل من كفاءة معدل التمثيل الضوئي لأنه يتسبب في تلف جهاز التمثيل الضوئي فهو يؤثر أيضًا على نقل الإلكترونات أثناء عملية التمثيل الضوئي، وهو ما أشار إليه [12] إلى أن معدل التمثيل الضوئي قد انخفض تحت إجهاد الجفاف (PEG–6000)، مما يشير إلى حدوث تثبيط التفاعلات الكيميائية–الضوئية لجهاز التمثيل الضوئي في أوراق التبغ.



الشكل (5). تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بالبولي ايتيلين جليكول PEG–6000 في كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم²/يوم) لدى بادرات أصناف التبغ فيرجينيا VK51 وبرلي 21 وكاترينا. يمثل الرمز (P)المعاملة بالبولي ايتيلين غليكول وبتراكيز (5، 10، 15و20 %). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة (a, b, c, d, e, f) لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل مؤشر عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA-Tukey test).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1– أدى تطبيق الإجهاد الجفافي المُحدث بالتركيز المخفف 5 % من البولي ايتيلين جليكول (PEG) إلى زيادة معنوية في صفتي ارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي للنبات. في حين تفوقت معاملة الشاهد على باقي معاملات الإجهاد الجفافي المطبق وخصوصاً عند 15 و20 % PEG في جميع الصفات المدروسة (ارتفاع النبات (سم)، مساحة المسطح الورقي (سم^2/نبات)، محتوى الكلوروفيل والكاروتينات ميكروغرام/غ وزن رطب وكفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم)).

2– أن الصنف كاترينا كان أكثر تحملاً للإجهاد المطبق يليه على الترتيب صنفي البرلي 21 والفرجينيا VK51وذلك بالنظر إلى نسبة الانخفاض عند المعاملة بالتركيز الأعلى (20) % PEG–6000 في صفتي معدل التمثيل الضوئي ومساحة المسطح الورقي للنبات وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

التوصيات:

1- استخدام التركيز المخفف 5 % من البولي ايتيلين جليكول (PEG-6000) والذي قد يكون له لدور فسيولوجي كإجهاد مخفف محفز في زيادة تحمل الإجهاد الجفافي وبالتالي امكانية زراعة نباتات التبغ البلدي تحت ظروف ندرة الإمطار في البيئات الجافة وشبه الجافة.

2- متابعة الدراسة على النباتات الناتجة عن معاملة الإجهاد المخفف المُحدث بالبولي ايتيلين جليكول (PEG-6000)، والاستفادة من سلوكية وخصائص صنف التبغ كاترينا، في تحمله للإجهاد الجفافي المطبق، لاستخدامها في برامج التحسين الوراثي للأصناف التي أظهرت حساسية أعلى للإجهاد الجفافي.

References:

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

-1. Ruqayyah, Nazih (2003). Tobacco and its technology, publications of the Directorate of University Books and Publications, Tishreen University, Syria, 332 pages.

2. Gerstel, D.U. *Segregation in new allopolyploids of Nicotiana. Discordant ratios from individual loci in 6x (N. tabacum x N. sylvestris).* Genetics. 48, 1976, 677-689.

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

4. Wang, Y., Li, J., Wang, J., Li, Z. *Exogenous H_2O_2 improves the chilling tolerance of manilagrass and mascarenegrass by activating the antioxidative system.* Plant Growth Regulation. 61, 2009, 195-204.

5. Anderson, J.A., Kolmer, J.A. *Rust. control in glyphosate-tolerant wheat following application of the herbicide glyphosate*. Plant Disease. 89, 1985, 1136-1142.

6. Gallé, Á., Csiszár, J., Tari, I., Erdei, L. *Changes in water and chlorophyll fluorescence parameters under osmotic stress in wheat cultivars*. Hungarian Congress on Plant Physiology, 2002.

7. Wilkinson, C.A., Reed, T.D., Johnson, C.S., Jones, J.L. *Flue-cured tobacco variety information for 2002*. Virginia Polytechnic Institute and State University, Tobacco, Publication. Blacksburg, Virginia, USA. 2002, 436-047.

8. Norastehnia, A., Farjadi, M. *The effect of the interaction between water stress and potassium nitrate on some of the physiological responses of Nicotiana tabacum L.*Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. 2, 2016, 260-271.

9. Maghsoudi, T., Yazdi, F.K., Joneydi, M.S., Sedighi, N.T., Davodi, H. *Sustainability of agricultural water management associations in Iran (Case study of Khuzestan Province)*. European Journal of Experimental Biology. 3, 2013. 545-550.

10. Jajarmi,A., Pariz,N., Effati, S., Kamyad, A.V. *Infinite horizon optimal control for nonlinear interconnected large-scale dynamical systems with an application to optimal attitude control*. Asian Journal of Control. 14. 2012, 1239-1250.

11. Wise, R.R., Ortiz-Lopez, A., Ort, D.R. *Spatial-distribution of photosynthesis during drought in field-grown and acclimated and non-acclimated growth chamber-grown cotton*. Plant Physiology. 100, 1992, 26-32.

12. Hu, Y., Ge, Y., Zhang, C., Ju, T., Cheng, W. *Cadmium toxicity and translocation in rice seedlings are reduced by hydrogen peroxide pretreatment.* Plant Growth Regulation. 59, 2009, 51–61.

13. Hu, W., Tian, S.B., Di, Q., Duan, S.H., Dai, K. *Effects of exogenous calcium on mesophyll cell ultrastructure, gas exchange, and photosystem II in tobacco (Nicotiana tabacum* L.*) under drought stress.* Photosynthetica. 56, 2018, 1204-1211.
14. Jenks, M.A., Hasegawa, P.M. *Plant abiotic stress*. Blackwell Publishing, 2005.
15. Muscolo, A., Sidari, M., Anastasi, U., Santonoceto, C., Maggio, A. *Effect of PEG-induced drought stress on seed germination of four lentil genotypes*. Journal of Plant Interactions. 9, 2014, 354-363.
16. عرب، سائد (2001). معادلات تحديد المسطح الورقي في صنف تبغ الفرجينيا، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسة العلوم الزراعية، العدد 39.
16- Arab, Saed (2001). Equations for determining leaf surface in the Virginia tobacco variety, Aleppo University Research Journal, Agricultural Sciences Series, Issue 39.
17. Lichtenthaler, H.K. *Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthesis biomebranes*. In Colowick, S.P., Kaplan, N.O. (Eds.) Methods in Enzymology. Academic Press, New York, 1987, 350-382.
18. Williams, R.F. *The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate.* Annals of Botany. 37, 1946, 41-71.
19. Sokolov, B.P., Domashnev, P.P., Makarendo, I.T. *Methods and results of breeding drought resistant maize hybrids*. Referativnyi Zhurnal. 8, 1971, 55123.
20. Whalley, W., Bengough, A., Dexter A. *Water stress induced by PEG decreases the maximum growth pressure of the roots of pea seedlings.* Journal of Experimental Botany. 49, 1998, 1689-1694.
21. Anwar, M., Saleem, M.A., Dan, M., Malik, W., Ul-Allah, S., Ahmad, M.Q., Hu, Z. *Morphological, physiological and molecular assessment of cotton for drought tolerance under field conditions*. Saudi Journal of Biological Sciences. 2021.
22. Ahmad, A., Aslam, Z., Ilyas, M.Z., Ameer, H., Mahmood, A., Rehan, M. *Drought stress mitigation by foliar feeding of potassium and amino acids in wheat*. Journal of Environmental and Agricultural Sciences. 18, 2019, 10-18.
23. Nemmar, M. *Contributionà l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de Blé dur(Triticum durum* Desf.*) et de Blé tendre(Triticum aestivum* L.*)*, évolution des teneurs en proline au cours du cycle de développement (Doctoral dissertation. 1983.
24. Holaday, A.S., Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. *Effect of water deficit on gas exchange parameters and ribulose 1-5 biphosphate carboxylase activation in wheat*. Environmental and Experimental Botany. 32, 1992, 403-410.