مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 3 (2024): 161-174

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.3 (2024): 161-174

تقييم استجابة نبات الخس للرش الورقي بالبوتاسيوم والكالسيوم تحت ظروف الإجهاد الجفافي

سوار زهر الدين[1]، رولا بايرلي[2]، بسام العطا الله[3]

1طالبة ماجستير- قسم البساتين- كلية الهندسة الزراعية- جامعة دمشق- تعمل في مخبر البروتينات والفيزيولوجيا- مركز البحوث العلمية الزراعية بالسويداء- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

2 أستاذ مساعد في قسم علوم البستنة- كلية الهندسة الزراعية- جامعة دمشق.

3باحث رئيس مخبر البروتينات والفيزيولوجيا- مركز البحوث العلمية الزراعية بالسويداء- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

الملخص:

نُفّذ البحث في محطة بحوث عرى/ مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية في عام 2021 بهدف دراسة تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم والكالسيوم في نمو وإنتاجية نبات الخس تحت ظروف الإجهاد الجفافي. تمّت الزراعة تحت ثلاثة مستويات مختلفة من الري (60-80-100% من السعة الحقلية)، واستُخدم الرش الورقي بمركبات البوتاسيوم (0- 1- 2 غ/ ل) والكالسيوم (0- 0.5- 1 غ/ ل). أظهرت النتائج أن الزيادة التدريجية في مستوى الجفاف أدّت إلى انخفاض تدريجي في جميع المؤشرات المدروسة (المورفولوجية والفيزيولوجية والإنتاجية)، كما أدّت المعاملة بالبوتاسيوم والكالسيوم إلى تحسين جميع مؤشرات الدراسة بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة تحت جميع مستويات الجفاف المدروسة. كما أظهرت نتائج التفاعل بين معاملات السعة الحقلية ومعاملات الرش الورقي عدم وجود فروقاً معنوية مقارنةً مع الشاهد في معاملة الري 100% بالنسبة للمؤشرات المورفولوجية والإنتاجية، بينما تفوقت معاملة البوتاسيوم (2غ/ ل) والكالسيوم (1غ/ ل) معنوياً في محتوى الآزوت (3.781%) على الشاهد (3.038%)، وتفوّقت معاملة البوتاسيوم (2غ/ ل) والكالسيوم (0.5غ/ ل) في محتوى الفوسفور (0.5432%) على الشاهد (0.4489%). أما في معاملة الري 80% فقد تفوقت معاملة البوتاسيوم (2غ/ ل) والكالسيوم (0.5غ/ ل) معنوياً على الشاهد في معظم المؤشرات المدروسة، وسجلت بالنسبة لمؤشر الغلة5.812 كغ/م^2 مقارنةً مع الشاهد (4.312كغ/ م^2)، واستمرت هذه المعاملة بالتفوق المعنوي على الشاهد في معاملة الري 60%، حيث سجلت بالنسبة لمؤشر الغلة 6.484 كغ/ م^2 مقارنةً مع الشاهد(3.841 كغ/ م^2).

الكلمات المفتاحية: الخس، الجفاف، البوتاسيوم، الكالسيوم، الغلة.

تاريخ الايداع:2022/10/6
تاريخ القبول: 2023/1/23

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

ISSN: 2789-7214 (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy

Evaluation of the response of lettuce plant to foliar spray with potassium and calcium under drought stress conditions

Sewar Zaheraldeen[1], Roula Bayrli[2], Bassam Al Atalah[3]

1Master student/ Horticulture department- Faculty of Agricultural Engineering- Damascus University- working in Laboratory of Proteins and Physiology- Sewida Research Center/ General commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR)

2Assistant Doctor- Horticulture department- Faculty of Agricultural Engineering- Damascus University.

3Main Researcher- of Proteins and Physiology- Sewida Research Center- GCSAR-

Abstract:

This research was conducted in Erah Research Station/ Sewida Agricultural Research Center/ General Commission for Scientific Agricultural Research/ Syria in 2021. The aim of this research was studying the effect of foliar spraying with potassium (K) and calcium (Ca) on lettuce plants under drought conditions. The cultivation was achieved under three different levels of irrigation (100-80-60% of the field capacity), and three concentrations of foliar spraying with potassium (0-1-2 mg/l) and calcium (0-0.5-1mg/l) compounds were applied. The results showed that the gradual increase in drought level led to a gradual decrease in all indicators (morphological-physiological- productivity traits). In addition, the treatment with potassium and calcium improved all indicators studied compared to untreated plants under all studied drought levels. The results of the interaction between drought level and spraying did not show any differences compared to the control in the irrigation level 100% for morphological and productivity indicators, but the treatment (2 g/ l K+1g/ l Ca) was significantly superior in nitrogen content (3.781%) compared to the control (3.038%), and the treatment (2 g/ l K+0.5g/ l Ca) was significantly higher in phosphor content (0.5432%) compared to the control (0.4489%). As for the irrigation level 80%, the treatment (2 g/ l K+0.5g/ l Ca) was significantly superior compared to the control in most of indicators studied, and it recorded a significant increase in yield (5.812 kg/ m^2) compared to the control (4.312kg/ m^2), and the treatment (2 g/ l K+0.5g/ l Ca) was significantly superior compared to the control in irrigation level 60%, and it recorded(6.484 kg/ m^2) compared to the control (3.841kg/ m^2).

Keywords: Lettuce, Drought, Potassium, Calcium, Yield.

Received: 6/10/2022
Accepted: 23/1/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة والدراسة المرجعية:

يُعد الخس من أكثر الخضار الورقية واسعة الانتشار في كثير من دول العالم (Coelho et al., 2005, 1027) ذلك كونه من الخضار القليلة التي يستفاد من كامل محتواها الغذائي. حيث يستهلك بصورة طازجة بعكس الخضار القابلة للطهي. ينتمي الخس (*Lactuca sativa* L.) إلى الفصيلة النجمية Asteraceae وهو نبات حولي شتوي. ويُصنّف من النباتات الغنية بالحديد والألياف والفيتامينات خاصةً فيتامين C، وهو مصدر هام لبعض المركبات المفيدة للجسم كالفينوليك أسيد والأسكوربيك أسيد والكاروتينات (Kim *et al*., 2016, 19) . يلعب الخس وخاصةً الأحمر دوراً في الوقاية من أمراض القلب والشرايين (Liorach *et al*., 2008, 1028). في عام 2020 بلغت المساحة المزروعة بالخس في سورية 2250 هكتار، والإنتاجية 46188 طن، والغلة 20528 كغ/ هكتار (إحصائيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2020).

تُعد منطقة حوض المتوسط من أكثر المناطق عرضةً للتغيرات المناخية، وتتصف المنطقة بتذبذب معدل الهطول المطري وعجز الماء (Mansour *et al*., 2018, 681). وبالإضافة لذلك يعد القطر العربي السوري من الأقطار ذات الموارد المائية المحدودة، نتيجة لذلك أصبح نقص الموارد المائية عاملاً رئيساً يحد من تنمية الإنتاج الزراعي. يعاني القطّاع الزراعي بشكل دائم من خسائر كبيرة في الإنتاج بسبب التأثيرات الناتجة عن الجفاف. وعموماً يُعد الجفاف من أكثر الإجهادات غير الإحيائية التي تحد من إنتاج النباتات في جميع أنحاء العالم، حيث أنه يؤدي إلى تقليل نمو النبات، ويؤثر على محتواه المائي (Farooq *et al*, 2012, 1). كما ويسبب الجفاف تغيرات سلبية للعمليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية داخل النبات، مما يؤدي إلى خفض النمو والإنتاجية (Kappor *et al*., 2020, 1). لذلك لجأ الباحثون إلى إيجاد تقنيات للحفاظ على إنتاج النبات تحت ظروف الجفاف، ومنها معاملة البذار قبل الزراعة أو استخدام الرش الورقي بمواد كيميائية أو مواد مضادة للنتح للتقليل من النتح ومساعدة النبات على النمو تحت ظروف الجفاف.

يُعد الرش الورقي بالمركبات السمادية كالبوتاسيوم (Wasaya *et al*., 2021, 663) والكالسيوم (Birgin *et al*., 2021, 2971) من أحد الطرق الفعّالة وسهلة التطبيق وذات الكلفة المنخفضة في معالجة الجفاف (Khani *et al*., 2020, 12)، خاصةً إذا ما قورنت مع طرائق التربية التقليدية التي تحتاج لوقت وجهد كبيرين وكلفة مرتفعة للوصول إلى الطرز المتحملة للجفاف. ومع طرائق التقانات الحيوية التي وإن كانت تختصر زمن التربية إلا أنها مكلفة جداً. وبالتالي فإن استخدام الرش الورقي يمكن أن يكون حلاً لمشكلة الجفاف، كما أنه يحافظ على الطرز المحلية من الاندثار خاصةً أنه يمكن تطبيقه على الطرز المحلية المتأقلمة مع البيئة. يُعد البوتاسيوم من العناصر الضرورية لنمو وإنتاجية النبات، وله دوراً كبيراً في تنشيط العديد من الأنزيمات ويدخل في العديد من العمليات الحيوية مثل تشكل البروتينات، وانفتاح وانغلاق المسام، ونقل الطاقة، كما له دوراً مثبتاً في تعزيز تحمل النبات تجاه الإجهادات غير الحيوية (Waraich *et al*., 2011, 295-296). كما ويعمل البوتاسيوم على تنظيم الجهد الأسموزي للخلايا النباتية والتحكم بنفاذيتها، ويساهم في عملية التمثيل الضوئي وانتقال نواتجه، وانقسام الخلايا، بالإضافة إلى دوره في مقاومة النبات للظواهر الفيزيولوجية والأمراض النباتية المختلفة (Hussain *et al*., 2011, 622).

وبشكل مشابه للبوتاسيوم، يلعب الكالسيوم دوراً حيوياً في نمو النبات، حيث يعمل على تنشيط العديد من العمليات الحيوية (Sarwat *et al*., 2013, 97). ويُعد الكالسيوم عنصراً مهماً داخل الخلايا حيث يتوسط عملية الاستجابة للهرمونات وعمليات التطور المتنوعة، كما يُعد مكوناً مهماً في بنية جدر وأغشية الخلايا (Hepler and Winship, 2010, 148). كما ويلعب الكالسيوم دوراً كبيراً في تنظيم آليات الاستجابة المختلفة للنبات تحت الظروف البيئية مثل الجفاف والحرارة والبرودة والملوحة

(Cousson, 2009, 53). وقد يعود التأثير الإيجابي للكالسيوم في تحسين تحمل النبات للإجهاد إلى تنظيم حالة الماء ونشاط الأنظمة المضادة للأكسدة وتحسين محتوى أصبغة التمثيل الضوئي والتوازن الغذائي (Kurtyka *et al*., 2008, 55)

وُجد أنَّ الرش الورقي بالبوتاسيوم على السبانخ بالتركيز 27.6 كغ/ هكتار قد أدّى إلى زيادة معنوية في طول النبات وطول الجذور والوزن الجاف والكلوروفيل الكلي، بينما أدى الجفاف إلى تأثير معاكس (Gilani *et al*., 2020, 1). كما تبين أن الرش الورقي بمادة بيكربونات البوتاسيوم بتركيز 10 ميلي مول على الريحان قد زاد بشكل معنوي من محتوى الكلوروفيل والوزن الرطب والجاف ومحتوى الفينولات ونشاط الانزيمات المضادة للأكسدة تحت ظروف الإجهاد الجفافي (Burbulis *et al*., 2022, 1716). كما حقّق استخدام الرش الورقي بأوكسيد البوتاسيوم بالتركيزين 3.6 و5.4 غ/ل على الفول السوداني تأثيراً معنوياً في بعض الصفات الإنتاجية وكانت مرحلتي الإزهار وتشكل القرون أكثر المراحل حساسية للجفاف (مهنا وآخرون، 2021، 11). بالإضافة لذلك فقد أدّى استخدام البوتاسيوم بالتركيزين0.5 و1 غ/ل على هجينين من عباد الشمس إلى تحسين نشاط التمثيل الضوئي والعلاقات المائية داخل النبات (Hussain *et al*., 2016, 1805). ومن جهة أخرى قد تبين أن استخدام البوتاسيوم كسماد ورقي على نبات الشوندر السكري بالتراكيز {10، 20، 40، 80 مغ/ كغ} تحت ظروف الإجهاد الجفافي نتج عنه زيادة في محتوى الماء النسبي للأوراق وقلل من تلف الأغشية، كما قلل من إنتاج مضادات الأكسدة غير الأنزيمية كردة فعل للنبات على وجود الإجهاد (Aksu and Altay, 2020, 15). كما أدى تطبيق الرش الورقي بالبوتاسيوم على نبات الذرة بتركيز 2 غ/ ل إلى تغيرات في بعض صفات النمو، حيث زاد المحتوى المائي النسبي بنسبة 10%، والكلوروفيل الكلي بنسبة 9%، والبرولين بنسبة 12% بوجود الإجهاد الجفافي (Wasay*a et al*., 2021, 663). كما أدّى الرش الورقي بكبريتات البوتاسيوم بالتركيزين 2 و5مغ/ ل إلى زيادة في غلة نبات الذرة المعرّض للجفاف(Shahzad *et al*., 2017, 496).

أدى تطبيق الرش الورقي بالكالسيوم (لاكتات الكالسيوم) بالتركيز 1.5 ملغ/ ل على الخس تحت ظروف الجفاف إلى زيادة محتوى الأنثوسيانين والفوسفور والفلافويندات والآزوت والكالسيوم، كما زاد نشاط مضادات الأكسدة(الكاتلاز والبيروكسيداز) في النباتات المجهدة مقارنةً مع النباتات غير المعاملة، علاوةً عن زيادة كفاءة استخدام الماء نتيجة مساهمة الكالسيوم في الحفاظ على حالة الماء في الأوراق(Khani *et al*., 2020, 11) كما قُيم تأثير الرش الورقي بكلوريد الكالسيوم على الخس تحت الظروف غير المجهدة، وبينت النتائج التأثير الإيجابي للكالسيوم في النمو والإنتاجية والمعايير الفيزيولوجية، حيث أدى التركيز 20 ميلي مول إلى زيادة في النمو الخضري لنبات الخس وعدد الأوراق ووزن الرأس ومعدل المساحة الورقية ومحتوى النبات من الكلوروفيل والكاروتينات وبعض العناصر الصغرى والكبرى (Youssef *et al*., 2017, 1). كما أدى الرش الورقي بكلوريد الكالسيوم بالتركيزين 5 و10 ميلي مول إلى زيادة في بعض صفات النمو والغلة والمؤشرات البيوكيميائية للفليفلة الحلوة تحت ظروف الجفاف، وبالمقابل لم يُلاحظ أية فروق معنوية في محتوى الكلوروفيل والكاروتينات، ونسبة الكلوروفيل إلى الكاروتينات (Manaf *et al*., 2017, 335). كذلك وُجد انّ الرش الورقي بكبريتات الكالسيوم بتركيز 1% قد زاد من الوزن الجاف للبندورة المعرضة للجفاف وكذلك زاد محتوى الكلوروفيل الكربوهيدرات وحافظ على نمو النبات(Birgin *et al*., 2021, 2971). ومن جهة أخرى تبين أن الرش الورقي بالكالسيوم على نبات الذرة المعرض لظروف الإجهاد الجفافي له نتائج إيجابية، حيث حسن بشكل كبير من نمو النبات، والماء المتاح، والتمثيل الضوئي، والناقلية المسامية، وتراكم السكريات الذائبة الكلية، كما أدى التركيز الأمثل للكالسيوم 40مغ/ لتر إلى زيادة محصول حبوب الذرة في ظل ظروف الجفاف (Naeem *et al*., 2017, 116).

اعتماداً على ما سبق، هدف البحث الحالي إلى دراسة تأثير الرش الورقي المشترك للبوتاسيوم والكالسيوم في بعض الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية والإنتاجية لنبات الخس تحت ظروف الإجهاد الجفافي.

مواد البحث وطرائقه:

المادة النباتية:

استُخدم في هذه الدراسة صنف الخس البلدي (*Lactusa sativa* .L)، حيث تم الحصول على بذوره من البحوث العلمية الزراعية، وتم تشتيلها في مشتل خاص، يتميز هذا الصنف بأوراقه البيضاوية أو المستطيلة الشكل، ولها نصل عريض، وتلتف الأوراق حول البرعم الطرفي لتشكل رأساً أخضر. كما تنتشر زراعته في الدول العربية بما فيها سورية.

موقع الدراسة:

نُفذت الدراسة في محطة بحوث عرى/ مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال العام 2021. تقع المحطة على خط طول 36.34 وخط عرض 32.37، وعلى ارتفاع 1066 م عن سطح البحر، وهي في منطقة الاستقرار الثانية وذات معدل هطول مطري سنوي 250 ملم. تشير نتائج التحليل الكيميائي للتربة أنَّ درجة pH 7.71، والناقلية الكهربائية 0.21 ديسيسمنز/ م، ونسبة كربونات الكالسيوم 2.48%، ونسبة المادة العضوية 2.007%، ونسبة الآزوت 0.15%، والبوتاسيوم 630 (P.P.M)، والفوسفور 14.8 (P.P.M)، بينما كانت نتائج التحليل الميكانيكي للتربة 24% رمل، و60% طين، و16% سلت.

الزراعة:

حُرثت التربة بعمق 35 سم، ثم عُزقت، وسُويت، وتمت إضافة السماد المعدني حسب تحليل التربة، وحسب المنصوح به من قبل دائرة الموارد الأرضية/ مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية، بواقع 115 كغ/ هكتار من السماد المعدني المتوازن (20، 20، 20). زرعت البذور بتاريخ 2021/8/1 في مشتل خاص، ثم زُرعت الشتول في الحقل بعمر شهر واحد بتاريخ 10/ 2021/9. تمت الزراعة في خطوط المسافة بينها 40 سم، وبين النباتات على الخط الواحد 40 سم. وتم الري بالتنقيط بمعدل تصريف 4 ل/ سا لكل نقاطة.

المعاملات المدروسة:

تمت زراعة النباتات في الحقل تحت ثلاثة مستويات للري 100 و80 و60% من السعة الحقلية، التي قُدرت حسب الطريقة الوزنية (Sutcliffe, 1968)، وتم تطبيق أربع معاملات من الرش الورقي المشترك، بالإضافة إلى معاملة الشاهد دون رش في كل مستوى ري، وبذلك كانت المعاملات المدروسة كما يلي:

المعاملة الأولى: الشاهد دون رش، والمعاملة الثانية: 1غ/ ل سلفات البوتاسيوم و0.5 غ/ ل كربونات الكالسيوم، والمعاملة الثالثة 1غ/ ل سلفات البوتاسيوم و1 غ/ ل كربونات الكالسيوم، والمعاملة الرابعة 2غ/ ل سلفات البوتاسيوم و0.5 غ/ ل كربونات الكالسيوم، والمعاملة الخامسة 2 غ/ ل سلفات البوتاسيوم و1 غ/ ل كربونات الكالسيوم.

المؤشرات المدروسة:

قِيست كافة المؤشرات المدروسة على ثلاثة نباتات مختارة عشوائياً من كل مكرر.

أولاً: المؤشرات المورفولوجية

عدد الأوراق في النبات: وذلك بعد كامل الأوراق على النبات.

طول النبات: حُدد طول النبات باستخدام مسطرة مرقمة من نقطة الاتصال مع سطح التربة حتى أعلى نقطة في المجموع الخضري.

ثانياً: المؤشرات الفيزيولوجية

الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الخضري (غ): حُسب الوزن الرطب على أساس متوسط وزن النبات الواحد لكل معاملة، وحُسب الوزن الجاف بعد التجفيف لمدة 48 ساعة في الفرن على الدرجة 70 مْ (Youssef *et al*., 2017, 2).

كما تم تقدير كلاً من محتوى الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم حسب الطريقة اللونية باستخدام كاشف نيسلر (Peech *et al*., 1947) لقياس محتوى الآزوت، وحسب طريقة كاشف بارتون (Reuter and Robinson, 1997) لقياس محتوى الفوسفور، وباستخدام جهاز التحليل الطيفي باللهب (Tendon, 2005) لقياس محتوى البوتاسيوم.

ثالثاً: المؤشرات الإنتاجية

الغلة (كغ/م^2): تم حساب غلة القطعة بتقدير الوزن الرطب لكل معاملة في 1 متر مربع.

مؤشر ثباتية الغلة: تم حسابه وفقاً ل Bouslama and Schapaugh (1984)من خلال العلاقة التالية:

الإنتاجية تحت ظروف الإجهاد (كغ/ م^2)/ الإنتاجية تحت ظروف الشاهد(كغ/ م^2).

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

صُممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة، حيث وُزعت معاملات الري على القطع الرئيسة، ومعاملات الرش على القطع الثانوية، وشملت 15 معاملة كررت كل معاملة 3 مرات. كل مكرر يحوي 9 نباتات. حُللت البيانات باستخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه، واستُخدم اختبار أقل فرق معنوي للمقارنة بين المتوسطات على مستوى تباين 5% باستخدام برنامج الـ GenStat النسخة 12.

النتائج:

المؤشرات المورفولوجية

أثّرت جميع معاملات الجفاف سلبياً في المؤشرات المورفولوجية كما هو موضّح في الجدول رقم (1)، ومن جهة أخرى أدّى الرش الورقي المشترك بمركبات البوتاسيوم والكالسيوم بغض النظر عن التركيز إلى تحسين جميع خصائص النمو المورفولوجية تحت ظروف الإجهاد الجفافي بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة. في معاملة الري 100% لُوحظ عدم وجود فروق معنوية لمعاملات الرش الورقي من حيث عدد الأوراق وطول النبات. بينما في معاملة الري 80%، تفوقت المعاملةK (2 غ/ ل) وCa (0.5غ/ ل) معنوياً على بقية المعاملات بما فيها الشاهد K(0غ/ ل) وCa(0 غ/ل) في مؤشر عدد الأوراق، كما تفوقت معظم المعاملات معنوياً على الشاهدK (0غ/ ل) وCa(0 غ/ل) من حيث طول النبات عدا المعاملة بـK (1 غ/ ل) وCa (0.5غ/ ل). أما في السعة الحقلية 60%، تفوقت كل المعاملات معنوياً على الشاهد من حيث طول النبات وعدد الأوراق فعلى سبيل المثال، أعطت معاملة K (2 غ/ ل) وCa (0.5غ/ ل) أعلى طول للنبات (32.75 سم) وأكبر عدد للأوراق (57 ورقة).

الجدول(1): تأثير الرش الورقي بمركبات البوتاسيوم الكالسيوم في المؤشرات المورفولوجية لنبات الخس تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملات		المؤشرات المورفولوجية	
السعة الحقلية%	Ca+K غ /ل	عدد الأوراق	طول النبات / سم
100	0 غ/ ل K+0غ/ ل Ca(الشاهد)	50.89^{ab}	25.89^{bc}
	1 غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	52.56^{ab}	26.73^{b}
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	56.11^{ab}	28.81^{ab}
	2 غ/ ل K+0.5غ/ ل Ca	57.67^{a}	29.28^{ab}
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	54.22^{ab}	28.61^{b}
80	0 غ/ ل K+0غ/ ل Ca(الشاهد)	38.22^{c}	21.52^{d}
	1 غ/ ل K+0.5غ/ ل Ca	39.33^{c}	22.67^{cd}
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	40.00^{c}	27.58^{b}
	2 غ/ ل K+0.5غ/ ل Ca	51.50^{ab}	29.11^{ab}
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	41.17^{c}	26.56^{bc}
60	0 غ/ ل K+0غ/ ل Ca(الشاهد)	34.67^{c}	18.67^{d}
	1غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	50.83^{ab}	26.11^{bc}
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	52.00^{ab}	29.44^{ab}
	2 غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	57.00^{ab}	32.75^{a}
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	49.44^{b}	29.11^{ab}
$^{0.05}$LCD		7.64	4.01
%Cv		9.4	8.9

تشير الأرقام المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروقات معنوية على مستوى تباين 5%

المؤشرات الفيزيولوجية:

أدّى الازدياد التدريجي في معاملات الجفاف إلى انخفاض تدريجي في المؤشرات الفيزيولوجية، حيث يبين الجدول (2) التأثير السلبي لمعاملات الجفاف والتأثير الإيجابي للرش الورقي بمركبات البوتاسيوم والكالسيوم على محتوى كلاً من N، P، K والوزن الرطب والجاف للنبات. في السعة الحقلية 100% تفوقت المعاملةK (2 غ/ ل) وCa (0.5غ/ ل) معنوياً على الشاهد K (0غ/ ل) وCa(0 غ/ل) في محتوى البوتاسيوم والفوسفور حيث سجلت3.960 و0.543%، على التوالي، وكانت المعاملة K (2غ/ ل) وCa(1غ/ل) متفوقة معنوياً على الشاهد في محتوى الآزوت، بينما لم يلاحظ وجود فروقاً معنوية بين المعاملات الأخرى، كما لم يلاحظ وجود فروقاً معنوية بين كافة المعاملات بالنسبة للوزن الرطب والجاف. أما في السعة 80% كانت المعاملة (2 غ/ ل) و (1 Caغ/ ل)متفوقة معنوياً على الشاهد بالنسبة لمحتوى الآزوت والفوسفور وكانت كل المعاملات متفوقة معنوياً على الشاهد في محتوى البوتاسيوم. كما كانت المعاملة (2 غ/ ل) وCa (0.5غ/ ل)متفوقة معنوياً على الشاهد بالنسبة للوزن الرطب والجاف حيث سجلت413.3 و25.45غ، على التوالي. وفي السعة الحقلية 60% كانت المعاملة (2 غ/ ل) وCa (0.5غ/ ل)متفوقة معنوياً على الشاهد في محتوى الآزوت والفوسفور وكانت كل المعاملات متفوقة على الشاهد بالنسبة لمحتوى البوتاسيوم، وأيضاً تفوقت نفس المعاملة على الشاهد بالنسبة للوزن الرطب والجاف.

الجدول(2): تأثير الرش الورقي بمركبات البوتاسيوم والكالسيوم في المؤشرات الفيزيولوجية لنبات الخس تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملات		المؤشرات الفيزيولوجية				
السعة الحقلية%	Ca+K غ/ ل	%N	%P	%K	الوزن الرطب/غ	الوزن الجاف/غ
100	0غ/ لK+0غ/ ل Ca(الشاهد)	3.038^{fgh}	0.449^{bcd}	2.770^{c}	407.2^{abc}	24.47^{abcd}
	1 غ/ ل K+ 0.5غ/ ل Ca	3.335^{efg}	0.504^{abc}	3.400^{b}	422.5^{ab}	25.01abc
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	3.598^{def}	0.505^{abc}	3.320^{b}	455.0^{a}	27.38^{a}
	2 غ/ ل K+ 0.5غ/ ل Ca	3.546^{defg}	0.543^{a}	3.960^{a}	465.3^{a}	28.59^{a}
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	3.781^{cde}	0.511^{ab}	4.020^{a}	442.8^{a}	26.03^{ab}
80	0 غ/ ل K+0غ/ ل Ca(الشاهد)	2.862^{gh}	0.405^{de}	2.480^{c}	306.7^{d}	18.90^{de}
	1 غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	4.143^{bcd}	0.444^{cd}	3.320^{b}	317.1^{cd}	19.33^{cde}
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	3.801^{cde}	0.512^{ab}	3.290^{b}	320.0^{cd}	19.46^{cde}
	2 غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	4.410^{abc}	0.464^{bcd}	3.490^{b}	413.3^{abc}	25.45^{ab}
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	4.547^{ab}	0.557^{a}	3.470^{b}	331.9^{bcd}	20.41^{bcde}
60	0 غ/ ل K+0غ/ ل Ca (الشاهد)	2.345^{h}	0.364^{e}	2.093^{d}	273.2^{d}	16.04^{e}
	1غ/ ل K+0.5غ/ ل Ca	3.608^{def}	0.402^{de}	3.410^{b}	410.2^{abc}	24.21^{d}
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	3.743^{cdef}	0.498^{abc}	3.180^{b}	419.1^{ab}	24.90^{ab}
	2 غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	4.982^{a}	0.534^{a}	3.350^{b}	461.1^{a}	25.01^{abc}
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	3.370^{efg}	0.419^{de}	3.320^{b}	404.0^{abc}	24.00^{abcd}
$^{0.05}$LCD		0.709	0.067	0.333	96.44	5.80
%Cv		11.5	8.5	6.1	14.8	14.9

تشير الارقام المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروقات معنوية على مستوى تباين5 %.

المؤشرات الإنتاجية:

يوضّح الجدول(3) تأثير الرش الورقي بمركبات البوتاسيوم والكالسيوم في المؤشرات الإنتاجية لنبات الخس تحت ظروف الإجهاد الجفافي. حيث أثّرت جميع معاملات الجفاف سلبياً في المؤشرات الإنتاجية وبالمقابل أدّى الرش الورقي المشترك للبوتاسيوم والكالسيوم إلى تحسين هذه المؤشرات تحت ظروف الجفاف بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة. حيث لم تُسجل هذه المؤشرات فروقاً معنوية بين كل المعاملات المدروسة في السعة الحقلية 100%، بينما في السعة الحقلية 80 و60% كانت المعاملة K (2غ/ ل) وCa (0.5 غ/ ل) متفوقة معنوياً على الشاهد حيث سجلت الغلة 5.812 و6.484 كغ/ م^2، على التوالي. ومن جهة أخرى أعطت المعاملة K (2غ/ ل) وCa (0.5 غ/ ل) عند السعة 80% أعلى مؤشر لثباتية الغلة (0.888) تلاها معاملة الشاهد. أمّا عند السعة 60% فأعطت ذات المعاملة أعلى مؤشر لثباتية الغلة (0.991) بالمقارنة مع باقي المعاملات.

الجدول(3): تأثير الرش الورقي بمركبات البوتاسيوم والكالسيوم في المؤشرات الإنتاجية لنبات الخس تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملات		المؤشرات الإنتاجية	
السعة الحقلية%	Ca+K غ/ ل	الغلة كغ/ م^2	مؤشر ثباتية الغلة
100	0غ/ لK+0غ/ ل Ca(الشاهد)	5.726^{abc}	
	1 غ/ ل 0.5K غ/ ل Ca	5.941^{ab}	
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	6.398^{a}	
	2 غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	6.543^{a}	
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	6.227^{a}	
80	0غ/ لK+0غ/ ل Ca(الشاهد)	4.312^{d}	(2) 0.753
	1 غ/ ل K+0.5غ/ ل Ca	4.459^{cd}	(3) 0.750
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	4.500^{cd}	(5)0.703
	2 غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	5.812^{abc}	(1) 0.888
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	4.668^{bcd}	(4)0.749
60	0غ/ لK+0غ/ ل Ca(الشاهد)	3.841^{d}	(5) 0.670
	1غ/ ل K+0.5 غ/ ل Ca	5.768^{abc}	(2) 0.971
	1 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	5.894^{ab}	(3) 0.921
	2 غ/ ل K+0.5غ/ ل Ca	6.484^{a}	(1) 0.991
	2 غ/ ل K+1 غ/ ل Ca	5.681^{abc}	(4) 0.912
$^{0.05}$LCD		1.356	
%CV		14.8	

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروقات معنوية على مستوى تباين5%، وتشير الأرقام بين الأقواس إلى ترتيب الغلة (كغ/م^2) حسب مؤشر ثباتية الغلة.

المناقشة:

يؤدي الجفاف إلى ضعف نشاط الجذر في امتصاص العناصر المعدنية وانتشار الأيونات وحركة الماء مما يؤثر في العمليات الاستقلابية والفيزيولوجية والحيوية (Dubey and Pessarakli, 2001, 643)، وهذا يفسر زيادة نمو النبات (طول النبات وعدد الأوراق) عند السعة 100%. من جهة أخرى، أدى استخدام الرش الورقي بمركبات البوتاسيوم والكالسيوم إلى تحسين نمو النبات تحت ظروف الجفاف، وقد يعزى السبب في ذلك إلى دور الكالسيوم، فهو يُعد من العناصر المهمة في تكوين بنية جدر الخلايا، وفي تكوين المغزل عند انقسام الخلايا وزيادة عددها وبالتالي زيادة في بنية ونمو النبات (Hepler and Winship, 2010,148)، مما يؤثر بشكل إيجابي على غلّة النبات وإنتاجيته. بالمقابل زيادة تركيز الكالسيوم من 0.5 إلى 1 غ/ ل أثّر بشكل سلبي على الغلة عند السعات الحقلية 80 و60%، وقد يعزى السبب في ذلك لأن زيادة تركيز الكالسيوم قد يسبب تنشيط الأوكزالات مما يقلل من تصنيع السكريات وانتقالها، وقد يؤثر في امتصاص العناصر الأخرى وخاصةً عنصر المغنزيوم الذي يؤثر على النمو الجذري والخضري في النبات، مما يؤدي إلى خفض في نمو النبات وغلّته (Hall, 1977)، من جهة أخرى يُعد البوتاسيوم من العناصر الكبرى المهمة لنمو النبات، حيث له دوراً مهماً في تشجيع عمل أكثر من 60 أنزيماً تُبقي الأوراق في حالة نشطة، كما يعمل على

تنظيم حركة وتجهيز منظمات النمو(ياسين، 2001، 634)، وتحفيز نشاط هرموني الجبريلين والأكسين اللذان يشجعان استطالة النبات (الوائلي، 2018، 29)، كما أنه يعزز الحالة المائية للنبات، ويزيد من انتقال نواتج التمثيل الضوئي، وبالتالي زيادة غلة النبات. بينت نتائج مشابهة التأثير الإيجابي للرش الورقي بالكالسيوم على الخضار الورقية مثل الخس (Youssef *et al*., 2017, 1)، والسبانخ (Gilani *et al*., 2020, 1). يُعزى تفوق محتوى الآزوت عند سعة 80% مقارنةً مع السعة 100% إلى تراكم الأحماض الأمينية التي لم يتم تحويلها إلى بروتين تحت ظروف الجفاف، حيث أن الأنزيم المسؤول عن اختزال النترات إلى أحماض أمينية تأثر بشكل سلبي تحت ظروف الجفاف (Alam, 1999, 286).

أدى الرش الورقي المشترك للبوتاسيوم والكالسيوم إلى زيادة امتصاص النبات من العناصر، إذ يعد البوتاسيوم من العناصر الهامة لنمو النبات والحفاظ على سلامة الأغشية الخلوية وضغط الانتباج داخل الخلايا، كما يخفض من إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية(Reactive Oxygen Species) وتأثيرها الضار على الخلايا تحت ظروف الجفاف(Wei *et al*., 2013, 5)، بالإضافة لذلك يساهم البوتاسيوم في إنتاج الكتلة الحيوية للجذور وزيادة المساحة السطحية لها، وبالتالي زيادة امتصاص الجذر للماء والعناصر المعدنية تحت ظروف الجفاف(Rad and Hajiboland, 2017,128). كما يُعد الكالسيوم من العناصر الهامة لتكوين جدار الخلية وتكوين بكتات الكالسيوم الضرورية لبناء الصفيحة الوسطى التي تنظم دخول هذه العناصر إلى الخلايا (Tejashvini and Thippeshappa, 2017, 1032)، ويعمل على زيادة امتصاص عنصر الآزوت حيث يقوم بتنشيط الأنزيمات المسؤولة عن امتصاصه وكفاءة استخدامه داخل النبات (Ibrahim *et al*., 2016, 684)، كما يعمل على تنظيم حالة الماء وضغط الانتباج وتحسين محتوى أصبغة التمثيل الضوئي والعناصر(Kurtyka *et al*., 2008, 55). بينت نتائج مشابهة تأثير الرش الورقي بلاكتات الكالسيوم على نبات الخس، حيث سبب زيادة في تركيز الآزوت في الأوراق عند السعة 100%، بينما أدّى الجفاف إلى زيادة تركيز الفوسفور في الأوراق بالمقارنة مع الشاهد (Khani *et al*., 2020, 17).

الاستنتاجات:

- أدى الرش الورقي المشترك بالبوتاسيوم والكالسيوم إلى تحسين جميع المؤشرات المورفولوجية والفيزيولوجية والإنتاجية بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة، مما يعني زيادة تحمل النبات للإجهاد، والحفاظ على نموه وإنتاجيته.
- عند السعة الحقلية 100%لم يحقق الرش الورقي بمركبات البوتاسيوم والكالسيوم فروق معنوية مقارنةً مع الشاهد بالنسبة لبعض المؤشرات، مما يعني أن استخدام هذه المركبات سيشكل خسارة اقتصادية للمزارع في ظروف السعة الحقلية 100%.
- أدّى استخدام الرش الورقي بمعاملة K(2غ/ ل) وCa (0.5غ/ ل) عند السعات الحقلية 80 و60% إلى إعطاء أفضل النتائج في معظم المؤشرات بالمقارنة مع الشاهد.

التوصيات:

- تطبيق الرش الورقي بمعاملةK (2غ/ ل) وCa (0.5غ/ ل) عند مستويات الجفاف80 و60% لما لها من دور مباشر في زيادة تحمل النباتات لظروف الإجهاد الجفافي.

التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. الـوائلي، حسـن.(2018). تـأثير التغذيـة الورقيـة بالبوتاسـيوم والبـورون فـي نمـو وحاصـل ونوعيـة محصـول زهـرة الشمس(*Helienthus annus* L.). رسالة ماجستير. قسم المحاصيل الحقلية. كلية الهندسة الزراعية. جامعة المثنى. 1-68.
2. عرب، مرح(2022). تأثير الإجهاد الجفافي والرش الورقي بالبوتاسيوم في الصفات المورفولوجية والإنتاجية لمحصول الفول السوداني. رسالة ماجستير. قسم المحاصيل الحقلية. كلية الهندسة الزراعية جامعة البعث. حمص: سورية. ص-ص:1-155.
3. مهنا، أحمد، عباس، فادي، وعرب، مرح .(2021). تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم على إنتاجية الفول السوداني تحت ظروف الإجهاد المائي. مجلة جامعة البعث للأبحاث العلمية الزراعية، مجلد: 43. عدد 19.ص-ص: 1-155. حمص: سورية.
4. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2020). قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتخطيط، دمشق، سورية.
5. ياسين، طه. (2001). أساسيات فزيولوجيا النبات. لجنة التعريب. جامعة قطر. الدوحة. ع. ص.634.
6. Aksu, G.; and Altay, H. (2020). The Effects of Potassium Applications on Drought Stress in Sugar Beet. Sugar Tech. 22(6): 1092–1102.
7. Alam, S. M. (1999). Nutrient uptake by plants under stress condition. In : Hand book of plant and crops stress, ed., M. Pessarakli, 285-313. New York: Marcel.
8. Birgin, O.; Akhoundnejad, Y.; and Dasgan, H. Y. (2021). The effect of foliar calcium application in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under drought stress in green houses conditions. Applied ecology and environmental research. 19(4): 2971-2982. Birlik: Turkey.
9. Bouslama¸ M.; Schapaugh, W. T .(1984). Stress tolerance in soybean. Part 1. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci. 24: 933-937.
10. Burbulis, N.; Blinstrubiene, A.; Baltusnikiene, A.; and Deveikyte, J.(2022). Foliar spraying with potassium bicarbonate reduces the negative impact of drought stress on sweet basil(*Ocimum basilicum* L.). J. Plants.11(13):1716-1730.
11. Coelho, A. F. S.; Gomes, E. P.; Gloria, M. B. A. (2005). Effect of irrigation level on yield and bioactive amine content of American lettuce. Journal. Sci. Food. Agric. 85: 026-1032.
12. Cousson, A. (2009). Involvement of phospholipase C-independent calcium-mediated abscisic acid signalling during *Arabidopsis* response to drought. Biol. Plant. 53 (1): 53-62. DOI: 10.1007/s10535-009-0008-0.
13. Dubey, R. S.; and Pessarakli, M. (2001). Physiological mechanisms of nitrogen absorption and assimilation in plants under stressful conditions. In: M. Passarakli (Ed.) Handbook of Plant and Crop Physiology (2nd Edn), Marcel Dekker Inc, New York, pp: 636-655.
14. Farooq, M. Wahid, A. Hussain, M. and Siddique, K. H. M. (2012). Drought Stress in Plants: An Overview. Plant responses to drought stress, PP: 1-33.
15. Gilani, M.; Danish, S.; Ahmed, N.; Rahi, A. A.; Akrem, A.; Younis, U., Irshad, I. and Iqbal, R. K. (2020). Mitigation of drought stress in spinach using individual and combined applications of salicylic acid and potassium. Pak. J. Bot, *52*(5): 1505-1513.
16. Hall, D. A.(1977). Some effect of varied calcium nutrition on growth and composition of tomato plants. Plants and Soil. 48: 198-211.
17. Hepler, P. K.; and Winship, L. J. (2010). Calcium at the cell wall cytoplast interface. J. Integr. Plant. Biol. 52(2): 147-160.
18. Hussain, F.; Malik, A. U.; Huji, M. A.; and Malghani, A. L. (2011). Growth and Yield response of two Cultivars of Mungbean (*Vigna radiata* L.) to different potassium levels. J. of Animal and plant Science. 21 (3): 622-625. Pakistan: Punjab.

19. Hussain, R. A.; Ashraf, M. Y.; Rashid, A.; Waraich, E. A.; and Hussain, M. (2016). Foliar nitrogen and potassium applications improve activities and water relations in sunflower under moisture deficit condition. Pak. J. Bot., 48(5): 1805-1811. Pakistan Botanical Society.
20. Ibrahim, M. F. M.; Faisal, A.; and Shehata, S. A.(2016). Calcium chloride alleviates water stress in sunflower plants through modifying some physio-biochemical parameters . American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 16(4): 677-693.
21. Kappor, D.; Bhardwaj, S.; Landi, M.; Sharma, A.; Ramakrishnan, M.; and Sharma, A. (2020). The Impact of Drought in Plant Metabolism: How to Exploit Tolerance Mechanisms to Increase Crop Production. Appl. Sci. 10(5692): 1-19. doi:10.3390/app10165692.
22. Khani, A.; Barzegar, T.; Nikbakht,J.; and Ghahremani, Z. (2020). Effect of foliar spray of calcium lactate on the growth, yield and biochemical attribute of lettuce (*Lactuca sativa* L.)under water deficit stress. Adv. Hort. Sci, 34(1): 11-24. DOI: 10.13128/ahsc8252.
23. Kim, M. J.; Moon, Y.; Tou, J. C.; and Mou, B.(2016). Nutritional valu, Bioactive compounds and health benefits of lettuce(*Lactuca sativa* L.). Journal of Food Composition and Analysis.49: 19-34.
24. Kurtyka, R.; Małkowski, E.; Kita, A.; and Karcz, W. (2008). Effect of Calcium and Cadmium on growth and accumulation of Cadmium, Calcium, Potassium and Sodium in maize seedlings. Polish. J. Environ. Stud. 17(1): 51-56.
25. Liorach, R.; Sanchez, A. M.; Barberan, F. A. T.; Gil, M. I.; and Ferreres, F. (2008). characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole.Food chem.108: 1028-1038.
26. Manaf, H. H.; Ashour, H. M.; and El-Hamady, M. M. (2017). Impact of calcium chloride on resistance drought and Blossom –end rot in sweet pepper(*Capsicum annum* L.) plants. Middle East Journal of Applied Sciences. 7(2): 335-348. Bader: Egypt.
27. Mansour, E.; Moustafa, E. S. A.; El- Naggar, N. Z. A.; Abdelsalam, A.; and Igartua, E. (2018). Grain yield stability of high-yielding barley genotypes under Egyptian conditions for enhancing resilience to climate change. Crop and Pasture Sci. 69(7): 681–690.
28. Naeem, M.; Naeem, M. S.; Ahmad, R.; Ihsan, M. Z.; Ashraf, M.Y.; Hussain, Y.; and Fahad, S. (2017). Foliar calcium spray confers drought stress tolerance in maize via modulation of plant growth,water relation,proline content and hydrogen peroxide activity. Archives of Agronomy and Soil Science.64(1): 116-131 . Faisalabad: Pakistan.
29. Peech, M.; Alexander, L. T.; Dean, L. A.; and Reed, J. F. (1947). Methods of soil analysis for soil fertility investigations.757(4): 25, Publisher: U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C.
30. Rad, S.B.; and Hajiboland, R.(2017). Effects of potassium application in drought –stressed tobacco(*Nicotiana rustical* L.) plants: comparison of root with foliar application. Annals of Agricultural Science. 62: 121-130.
31. Reuter, D. J. and J. B. Robinson. (1997). Plant analysis: an interpretation manual (2^{nd} edition). CSIRO publ., Australia.
32. Sarwat, M.; Ahmad, P.; Nabi, G.; and Hu, X. (2013). Ca^{+2} signals: the versatile decoders of environmental cues. Critical Reviews in Biotechnololgy. 33: 97-109. https://doi.org/ 10.3109/07388 551.2012.672398.
33. Shahzad, A. N.; Fatima, A.;Sarwar, N.; Bashir, S.; Rizwan, M.; Quayyum, M. F.; Qureshi, M. K.; Javaid, M. H.; and anmad, S.(2017). Foliar application of potassium sulfate partially alleviates pre-anthesis drought- induced kernel abortion in maize. Int. J. Agric. Biol. 19(3):495-501.
34. Sutcliffe, J.(1968). Plants and water. Studies in biology no. 14. 2^{nd}. pp81.
35. Tejashvini, A.; and Thippeshappa. G. N. (2017). Effect of foliar nutrition of different sources and levels of calcium fertilizer on nutrient content and uptake by tomato.INT. J. Curr. Microbiol. App. Sci.6(12): 1030-1036. Karnataka: India.

36. Tendon, H. L. S. (2005). Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization. 203 PP. New Delhi: India. Fertiliser Development and Consultation Organisation.
37. Waraich, E. A.; Ahmad, R.; Ashraf, M. Y.; Saifullah; and Ahmad, M. (2011). Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science.61(4): 291-304.
38. Wasaya, A.; Affan, M.; Yasir, T. A.; Rehman, A. U.; Mubeen, K.; Rehman, H. U.; Ali, M.; Nawaz, F.; Galal, A.; Iqbal, M. A.; Islam, M. S.; El-Sharnouby, M.; Rahman, M. H. U.; and EL- Sabagh, A. (2021). Foliar Potassium Sulfate Application Improved Photosynthetic Characteristics,Water Relations and Seedling Growth of Drought-Stressed Maize. Atmosphere, 12(6): 663-675 Rawalpindi: Pakistan.
39. Wei, J.; Li, C.; Li, Y.; Jiang, G.; Cheng, G.; and Zheng, Y.(2013). Effects of external potassium supply on drought tolerances of two contrasting winter wheat cultivars. Plos One. 8(7): 1-5
40. Youssef, S. M. S.; Abuelazm, N.; Elhady, S. A.; and El-shinawy, M. (2017). Foliar application with salicylic acid and calcium chloride enhanced growth and productivity of lettuce (*Lactuca sativa*).Egyptian Journal of Horticulture .44(1): 1-16. Egypt.