تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون في بعض الصفات النوعية للشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في منطقة الغاب

مروه حسن* أ.د.نزيه رقيه** د. منال عثمان***

(الإيداع: 20 كانون الأول 2024، القبول: 20 كانون الثاني 2025)

الملخص:

نفذ البحث في مركز بحوث الغاب التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال الموسم الزراعي 2023، لدراسة تأثير الرش الورقي بالبورون والبوتاسيوم في إنتاجية وبعض الصفات النوعية للشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.) المعرض للإجهاد الجفافي خلال مرحلة النمو الخضري النشط إضافة إلى شاهد مروي طيلة موسم النمو. صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة لمرة واحدة وبثلاثة مكررات، حيث شغلت معاملات الاجهاد الجفافي والشاهد المروي القطع الرئيسة ومعاملات الرش بالبورون والبوتاسيوم (شاهد بدون رش، B، K وBK) القطع المنشقة. تم رش النباتات ثلاث مرات بعد 40، 60 و90 يوماً من الزراعة. شملت التجربة بالإضافة إلى دراسة مردود السكر النظري والفعلي بعض الصفات النوعية (النقاوة، استقطاب العجينة %، استقطاب العصير%، نسبة المادة الجافة في العصير %). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون في معاملات الري الكامل أو في معاملات الإجهاد الجفافي على باقي المعاملات الرش بكل من البوتاسيوم والبورون على انفراد وعلى الشاهد في مردود السكر النظري والفعلي واستقطاب العجينة ونقاوة العصير ومحتوى المادة الجافة في العصير، كما لاحظنا تفوق الرش الورقي بالبوتاسيوم على الرش الورقي بالبورون في غالبية الصفات في حين كان واضحا تفوق الرش الورقي بالبورون أو البوتاسيوم أو بمزيج منهما على الشاهد. خلصت الدراسة إلى إبراز أهمية الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون في التخفيف من الأثار السلبية للإجهاد الجفافي على إنتاجية والصفات النوعية للشوندر السكري.

الكلمات المفتاحية: الشوندر السكري، الرش الورقي، الإجهاد الجفافي، البوتاسيوم، البورون.

*طالبة ماجستير – مهندسة زراعية – مركز البحوث العلمية الزراعية – الغاب

**كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين

***باحثة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – دمشق

Effect of Foliar Application of Boron and Potassium on productivity Traits of Sugar Beet (*Beta Vulgaris* L.) Under Drought Stress in Al Ghab Region

Marwa Hassan* **Nazih Rkieh**** **Manal Othman*****

(Received: 20 December 2024, Accepted: 20 January 2025)

Abstract:

The research was carried out during 2023growing season at Agricultural Research Center of AlGhab, GCSAR, Syrian, in order to study the effect of foliar application of boron and potassium on productivity and some quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under drought stress during active vegetative growth phase compare to an irrigated control. The experiment designed according to the split plot design with three replicates, the main plots were allocated to drought stress and irrigated control treatments, while subplot were occupied with foliar spraying treatments (control, B, K and BK). Plants were sprayed three times at 40,60,90 days from sowing. The study included in addition to studying theoretical and extractable sugar yield per hectare many qualitative traits (theoretical sugar yield per hectare, extractable sugar yield per hectare, purity %, dough polarity %, juice polarity %, total soluble solids (Brix%). The results of statistical analysis showed that the foliar spraying of BK under both drought and full irrigation conditions was superior to all other treatments in (theoretical and extractable sugar yield, dough polarity, juice purity, and dry matter content in the juice), The obtained results also showed that the spraying of K surpassed spraying of B in most studied characteristics, while the spraying of K, B, BK was superior to control. The study concluded by highlighting the importance of foliar application of boron and potassium in reducing the negative effects of drought stress on the productivity and quality traits of sugar beet.

Keywords: Sugar beet, Foliar spraying, Drought stress, Potassium, Boron.

*Master's Student - Agricultural Engineer - Agricultural Scientific Research Center – Al-Ghab

**Faculty of Agricultural Engineering - Tishreen University

***Researcher at GCSAR, Damascus, Syria. (co-supervisor).

المقدمة والدراسة المرجعية:

ينتمي الشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.) إلى العائلة السرمقية Chenopodiaceae التي تضم حوالي 1400 نوع و105 أجناس موزعة على أنحاء العالم Brar وأخرون (2015) ويُعد ثاني أهم المحاصيل السكرية بعد قصب السكر (*Saccharum officinarum* L.)، حيث يؤمن حوالي 20% من كمية السكر المنتجة عالمياً ويأتي الباقي من قصب السكر Monteiroوأخرون (2018) يحتوي جذر الشوندر السكري على نسبة عالية من السكروز (14–20%) Paul وأخرون (2018) يوفر المادة الخام الأساسية لإنتاج السكر، حيث ان هذه النسبة تعتمد على عدة عوامل كالصنف المزروع والظروف البيئية ونضج المحصول ، كما يُسهم الشوندر السكري في تأمين المولاس اللازم لصناعة الخميرة والكحول والكثير من المنتجات الثانوية الأخرى Senecal,. and Leach,. (2019)كذلك يُستخدم الشوندر السكري في إنتاج مادة علفية جيدة للحيوانات وفي إنتاج الوقود الحيوي Cosynوأخرون (2011) بلغت المساحة المزروعة بمحصول الشوندر السكري عالمياً 4.63 مليون هكتار، والإنتاج نحو 264.56 مليون طن/هكتار (FAO, 2020).

التغذية الورقية Foliar application هي عملية رش المحاليل المغذية على المجموع الخضري بتركيز يؤمن أقصى إفادة مع عدم حدوث ضرر في النبات ويتطلب توخي الدقة في تحديد التركيز المناسب ولاسيما لبعض العناصر المغذية الصغرى إذ قد يكون المدى ضيقاً بين حدي الاكتفاء والسمية (جاسم وآخرون، 2014). أشارت الأبحاث إلى دور التغذية الورقية في ضمان دخول العنصر المغذي إلى النبات ومن ثم في أيض الانسجة النباتية مباشرةً مما يقلل من استهلاك الطاقة اللازمة لانتقال الأيونات ضمن النبات فضلاً عن توفيرها الكثير من الجهد والوقت لتميزها بإمكانية خلط الأسمدة مع المبيدات ومنظمات النمو Raziyeh وأخرون (2013).

يُزرع الشوندر السكري في المناطق الجافة والمناطق متوسطية المناخ بشكل مروي، حيث يحتاج إلى عدد من الريات حتى يكمل نموه بصورةٍ طبيعية حتى النضج، ويؤثر الإجهاد المائي بشكل كبير في نمو وإنتاجية الشوندر السكري، حيث يُعدَّ أحد العوامل الرئيسية المسببة لتراجع غلته حتى تحت ظروف الزراعة المروية Abu-Ellail and El-Mansoub(2020)

يؤثر البورون بشكل كبير على الصفات النوعية للشوندر السكري وقد وجد Bithy وآخرون (2020) أنّ الرش ثلاث مرات بعد 40 و65 و90 يوماً من الزراعة بتركيز 150 ppm هو الأكثر فاعلية لزيادة محصول الشوندر السكري وتحسين نوعية العصير. كما وجد Shritinnahar آخرون (2020) أنّ الرش الورقي بالبورون حتى مستوى 150 ppm أدى إلى زيادة معنوية في صفات النمو لنباتات الشوندر السكري ونسبة السكروز ونقاوة العصير والمردود الجذري.

يعد البوتاسيوم واحداً من العناصر الغذائية الكبرى المهمة لنمو النبات إلى جانب النتروجين والفوسفور (Fageria, 2016) يلعب البوتاسيوم دورا مهما في تنظيم العمليات الفسيولوجية من حيث تنشيط الإنزيمات وتنظيم فتح وغلق الثغور ويتحكم في حركة الماء داخل وخارج خلايا الثغور، مما يساعد في تقليل فقد الماء (التبخر) وتعزيز كفاءة استخدام الماء. وتحسين جودة المحصول وزيادة الإنتاجية. و زيادة مقاومة الإجهاد بأشكاله المائي والحراري والمرضي. كما له دور كبير في دعم النمو والتطور وتحسين كفاءة التمثيل الضوئي. (Marschner, 2012). وجد Ali وآخرون (2019) أنّ رش نباتات الشوندر السكري بسيليكات البوتاسيوم أدى إلى تخفيف الآثار السلبية لإجهاد الجفاف وزيادة كفاءة استعمال السماد، وبالتالي يمكن أن يوفر في كمية السماد المضافة للنبات. أدى الرش الورقي بـ B و K إلى تحسين الخصائص المورفولوجية والفيزيولوجية والكمية والنوعية للشوندر السكري وتقليل الآثار الضارة لإجهاد الجفاف Yadollahiوأخرون (2021).

مبررات البحث Research Justifications يعتبر الإجهاد الجفافي أحد العوامل التي تحدّ من نمو وإنتاجية المحاصيل الحقلية، ومع تزايد انخفاض موارد المياه عام بعد أخر في الجمهورية العربية السورية أو في غيرها من البلدان فإنه يتوجب بذل جهود كبيرة لتحسين إدارة المياه في النظم الزراعية المختلفة، ومن هنا يأتي دور العناصر الغذائية في مساعدة النبات لمقاومة الإجهاد الجفافي، فالبوتاسيوم يلعب دوراً هاماً في تنظيم الضغط الأسموزي للخلية النباتية من خلال الحفاظ على القدرة العالية للخلية على الاحتفاظ بالماء، وإنّ نقص البوتاسيوم في ظروف الري الجيد قد يشجع فتح الثغور ويعزز النتح. ويتحكم البورون في سرعة امتصاص النبات للماء، كما وأنه يزيد من مقاومة النبات للجفاف.

وقد انتشرت في السنوات الأخيرة إضافة الأسمدة رشاً على المجموع الخضري لمزاياها العديدة لعدم تأثيرها سلباً على البيئة ولا تتأثر بقلوية التربة أو درجة حموضتها، وتتمتع هذه الطريقة بقدرتها السريعة لمعالجة النقص في العناصر المغذية وهي أقل كلفة مقارنة بالتسميد الأرضي ولذلك تم تصميم هذا البحث.

أهداف البحث Research Objectives

1– دراسة تأثير الرش الورقي بمستويات مختلفة من البوتاسيوم والبورون ومزيجهما على تحسين النمو وبعض الصفات الكمية والنوعية تحت ظروف الإجهاد الجفافي.

2– تقييم كفاءة البوتاسيوم والبورون في تخفيف تأثيرات الجفاف وتحديد التراكيز المثلى لتحسين جودة وإنتاجية محصول الشوندر السكري.

مواد البحث وطرائقه Material and methods

2_1_موقع تنفيذ التجربة Site of experimentation: نفذ البحث في مركز بحوث الغاب التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، خلال الموسم الزراعي2023. يقع المركز في منتصف سهل الغاب على خط عرض 35.23 وخط طول36.19، يرتفع عن سطح البحر 174 م، يبلغ معدل الهطول المطري فيه (674) مم ويبين الجدول (1) بعض المعطيات المناخية خلال موسم الزراعة لعام 2023.

الجدول رقم (1): المعطيات المناخية خلال موسم زراعة الشوندر السكري 2023.

الشهر	الحرارة العظمى	الحرارة الصغرى	معدل الحرارة اليومي	الأمطار/ملم
أذار	19.5	10.8	15.15	2.3
نيسان	21.3	14.4	17.85	1.1
أيار	26.3	10.9	18.6	0
حزيران	29.3	17.8	23.55	0
تموز	35.3	24.2	29.75	0
أب	35.9	20.6	28.25	0

المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية.

المادة النباتية Plant material: أجريت التجربة على صنف الشوندر السكري المتعدد الأجنة Milkos (مصدره الهيئة العامة البحوث العلمية الزراعية) المستورد من هولندا متوسط إنتاجه الجذري 60 طن/هـ ومتوسط ناتج السكر الفعلي 8,05 طن/هـ.

طريقة الزراعةPlanting method : تمّت فلاحة التربة فلاحة أولى خريفية عميقة (بعمق 25 سم) باستعمال المحراث المطرحي، تلتها فلاحة على عمق 20 سم باستعمال المحراث القرصي، ثمُّ تمّ تنعيم التربة باستعمال الكالتفاتور، تم إضافة الأسمدة المعدنية بناءً على نتائج تحليل التربة وحسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي حيث تمّ إضافة السماد المعدني (يوريا 46%) على دفعتين متساويتين نصف الكمية أضيفت قبل الزراعة والنصف الثاني أضيف بعد التفريد مع مراعاة الري مباشرة بعد الإضافة (يضاف السماد تكبيشاً بجانب كل نبات)، وبالنسبة للأسمدة الفوسفورية (سوبر فوسفات ثلاثي 46%) تضاف دفعة واحدة عند الزراعة. التوصية السمادية لمحصول الشوندر السكري للعروة الربيعية (20 وحدة آزوت نقي/دونم، 16 وحدة فوسفور نقي/دونم). تمت الزراعة يدوياً في عروة ربيعية بتاريخ 2023/3/23 وذلك بواقع أربعة خطوط لكل قطعة تجريبية، طول الخط 7 م، المسافة بين الخط والآخر 50 سم، وبين النبات والآخر على نفس الخط 20 سم، وطمرت البذور على عمق 3_4سم. ويبين الجدول (2) التحليل الكيميائي والميكانيكي لتربة الموقع

الجدول رقم (2): التحليل الكيميائي والميكانيكي لتربة موقع الزراعة.

العمق (سم)	المادة العضوية %	N	P	K	B	التحليل الميكانيكي للتربة			EC mS/cm	pH	CaCO3 %
		Ppm				رمل%	سلت%	طين%			
30-0	3.2	12.6	31.3	270	0.21	41	10	48	0.3	7.3	29.02
60-30	3.02	12.3	27	250	0.19	34	8	48	0.4	7.3	22.8

المرجع: إدارة بحوث الموارد الطبيعية في GCSAR.

المعاملات المدروسة Investigated treatments

1- **معاملة الإجهاد الجفافي Drought Stress (DS)**

تمّ تعريض النباتات للإجهاد الجفافي، وذلك بإيقاف عملية الري عن القطع التجريبية المخصصة لدراسة الإجهاد الجفافي عند وصول النبات لمرحلة النمو الخضري النشط 6-8 أوراق لمدّة ثلاثين يوماً، في حين تمّ ري المعاملات الأخرى بشكل دوري بالراحة خلال كامل مراحل النمو من الإنبات وحتى اكتمال النضج حسب احتياجات المحصول المائية. وتم ترك مسافة 3 م بين الري الدوري وباقي المعاملات لمنع رشح المياه إلى معاملات الإجهاد الجفافي.

2- معاملات الرش الورقي Foliar application

تمُّ الرش ثلاث مرات بعد 40 و60 و90 يوماً من الزراعة. وتتضمن معاملات الرش ما يلي:

- معاملة الشاهد تمّ رش الشاهد بالماء المستخدم في المعاملات الأخرى للتقليل من قيمة الخطأ التجريبي وتمّ الرش بالماء فقط في حالتي الاجهاد الجفافي وفي حالة الري الدوري (المعاملتين 1 و5).

-الرش الورقي بالبوتاسيوم K تركيز 2.5غ/ ل عند الاجهاد الجفافي وعند الري الدوري (المعاملتين 2 و6).

-الرش الورقي بالبورون B تركيز 0.05غ/ ل عند الاجهاد الجفافي وعند الري الدوري (المعاملتين 3 و7).

- معاملة الرش الورقي بمزيج من البوتاسيوم والبورون0.05 غ B/ ل + 2.5 غ K/ ل عند الاجهاد الجفافي وعند الري الدوري (المعاملتين 4 و8).

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي Experimental design and statistical analysis

صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة لمرة واحدة وبثلاثة مكررات، حيث شغلت معاملات الاجهاد الجفافي والشاهد المروي القطع الرئيسة ومعاملات الرش بالبورون والبوتاسيوم (شاهد بدون رش، B، K وBK) القطع المنشقة، وتمَ تبويب

البيانات وتحليلها باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (Genestst .12) لحساب قيم أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى المعنوية 5% بين المتغيرات المدروسة، وحساب قيم معامل التباين (CV%). نبين فيما يلي معاملات التجربة:

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش
1	إجهاد جفافي	شاهد
2	إجهاد جفافي	رش ورقي بالبوتاسيوم K
3	إجهاد جفافي	رش ورقي بالبورون B
4	إجهاد جفافي	رش ورقي بالبوتاسيوم والبورون k+B
5	ري دوري	شاهد
6	ري دوري	رش ورقي بالبوتاسيوم K
7	ري دوري	رش ورقي بالبورون B
8	ري دوري	رش ورقي بالبوتاسيوم والبورون k+B

المؤشرات المدروسة Investigated traits :

- **ناتج السكر النظري:** ويحسب ناتج السكر النظري (طن/ هكتار) من المعادلة:

$$\text{ناتج السكر النظري (طن/هكتار)} = \frac{\text{المردود الجذري طن/هـ} \times \text{نسبة السكر\% في العجينة}}{100}$$

- **ناتج السكر الفعلي (طن/هـ):** تمّ حساب ناتج السكر الفعلي بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{ناتج السكر الفعلي (طن/هكتار)} = \frac{\text{ناتج السكر النظري طن/هـ} \times \text{نسبة النقاوة\%}}{100}$$

- **نسبة المواد الصلبة الذائبة في العصير % (TSS):** تمّ تقديرها باستعمال جهاز الرفراكتوميتر (AOAC, 2000) Refractomet.

نسبة السكروز في الجذور (%): تمّ تقدير نسبة السكروز في عجينة الجذور باستعمال جهاز السكاريميتر (Sacharimeter) وذلك تبعاً لطريقة Le–Docte. 1927.

- **نسبة النقاوة (%):** تم حسابها تبعاً لطريقة Carruthers and Oldfield 1961 كالآتي

$$\text{نسبة النقاوة \%} = \frac{\text{نسبة السكر في العصير} * 100}{\text{TSS}}$$

- **نسبة السكر في العصير (%):** تم تحديد نسبة السكر في العصير باستعمال جهاز السكاريمتر.

النتائج والمناقشة Results and discussion :

تأثير معاملات التجربة على إنتاجية السكر النظري (طن/هـ): حقق الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون فاعلية وتأثير إيجابي على كمية السكر النظري في الهكتار سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري. ويلاحظ وجود فروق معنوية في معاملات هذا المزيج مقارنة مع معاملات الرش بالبوتاسيوم أو البورون كل على انفراد (جدول 3). تحقق أعلى انتاجية من السكر النظري (12.24طن/هـ) في معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون مع الري الدوري (معاملة8) مقابل 10.47 طن/هـ في معاملة رش المزيج في حالة الإجهاد الجفافي معاملة (4) مع وجود فروق معنوية بين المعاملتين المذكورتين. تفوق الرش بعنصر البوتاسيوم 11.51 طن/هـ عند الري الدوري على معاملة الرش الورقي بذات العنصر عند الاجهاد الجفافي (معاملة 6 و2 على التوالي) يلاحظ تفوق جميع المعاملات المدروسة على معاملة الشاهد (1)، حيث حققت هذه المعاملة أدنى قيمة (8.27طن/هـ)، بسبب الاجهاد الجفافي الذي عانت منه هذه المعاملة وبدون الرش بالبوتاسيوم أو البورون أو بمزيج منهما. حقق الري الدوري في متوسط المعاملات 11.13 طن/هـ مقابل 9.69 طن/هـ عند الاجهاد الجفافي. تتفق نتائج البحث مع نتائج بحث(2020)Hamit,and Gizem, وكذلك مع نتائج أبحاث Shritinnahar واخرون (2020) حول التأثير الإيجابي لكل من البوتاسيوم والبورون على الصفات النوعية للشوندر السكري تحت ظروف الاجهاد الجفافي. نستخلص ضرورة عدم تعريض نبات الشوندر السكري إلى الإجهاد الجفافي في أي مرحلة من مراحل نموه وخاصة مرحلة النمو الأعظمي.

الجدول رقم (3): تأثير معاملات التجربة في إنتاجية السكر النظري (طن/هـ) .

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	السكر النظري
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	g8.27
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	10.14 **e**
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	ef9.88
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	d10.47
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**9.69**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	f9.78
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	b11.51
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	c10.98
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	a12.24
	متوسط معاملات الري الدوري		**11.13**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	0.31
–	–	**CV%**	3.6

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير معاملات التجربة في انتاجية السكر الفعلي(طن/هـ)

تعتبر صفة مردود السكر الأبيض في الشوندر السكري من أهم الصفات التكنولوجيا المدروسة وهي تعبر عن إنتاج وحدة المساحة من السكر الأبيض، وتتأثر كمية السكر في وحدة المساحة المزروعة بالشوندر السكري بعدة عوامل أهمها العوامل الوراثية (الصنف) والظروف البيئية التي سادت في فترة النمو وخصائص التربة من خصوبة ودرجة pH والتسميد والري وموعد الجني وسرعة النقل إلى المعمل وترتبط أيضاً بشكل مباشر بنسبة السكر في العصير ونسبة النقاوة وغيرها من المؤشرات النوعية إضافة إلى عامل هام هو كمية الجذور في وحدة المساحة، ونلاحظ من الجدول (4) أن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون يحقق فاعلية وتأثير إيجابي على محتوى السكر الفعلي في الهكتار، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري.

وكانت الفروق معنوية في معاملات هذا المزيج، وبالتالي تفوق على معاملات الرش بعنصر البوتاسيوم أو عنصر البورون كل على انفراد (جدول 4). وقد تحققت أعلى إنتاجية من السكر الفعلي11,24طن /هـ في معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون مع الري الدوري معاملة (8) مقابل 9,24طن/هـ في معاملة رش المزيج عند الإجهاد الجفافي مع وجود فروق معنوية، تلتها معاملة الرش الورقي بعنصر البوتاسيوم 9.68طن/هـ عند الري الدوري (معاملة 6) متفوقة على معاملة الرش الورقي بعنصر البورون (معاملة 7). كما نلاحظ تفوق معاملة الرش الورقي بعنصر البورون على معاملات الشاهد بدون رش سواء في حالة الري الدوري أو عند الاجهاد الجفافي معاملة7و 3 متفوقة على معاملات الشاهد بدون رش معاملة 1 و5 عند الإجهاد الجفافي وعند الري الدوري على التتالي.

الجدول رقم (4): تأثير معاملات التجربة في إنتاجية السكر الفعلي (طن/هـ) .

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	السكر الفعلي
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	6.56ef
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	7.86 d
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	7.18 e
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	9.24 bc
متوسط معاملات الاجهاد الجفافي			**7.71**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	8.82 cd
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	9.68 b
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	8.84 c
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	11,24 a
متوسط معاملات الري الدوري			**9.645**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	64.0
–	–	**CV%**	4.6

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير معاملات التجربة في استقطاب العجينة (نسبة السكر في الجذور%)

تعتبر هذه الصفة من الصفات التكنولوجية الهامة وهي تعبر عن نسبة السكر في عجينة الجذور المعدة لاستخلاص العصير منها وكلما زادت هذه النسبة ارتفعت درجة حلاوة العصير وبالتالي ارتفعت نسبة استخلاص السكر ونلاحظ من الجدول(5) أن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون أعطى أكبرتأثير إيجابي على محتوى السكر في الجذور، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري ، وكانت الفروق معنوية في معاملات هذا المزيج، وقد تفوق الرش بهذا المزيج على معاملات الرش بعنصرالبورون منفرداً (جدول5). وقد تحقق أعلى استقطاب للعجينة (17.87) % في معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون مع الري الدوري (معاملة 8) مقابل 17.00% في معاملة رش المزيج مع الإجهاد الجفافي (معاملة 4) بدون فروق معنوية، تلتها معاملة الرش الورقي بعنصر البوتاسيوم 17.23% عند الري الدوري (معاملة 6) متفوقة على معاملة الرش الورقي بعنصر البورون (معاملة 7). كما نلاحظ تفوق جميع معاملات الرش بالعناصر المستخدمة على معاملتي الشاهد بدون رش (المعاملتين 1 و5) الجدول (5)، ومن جهة أخرى فإن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون أو كل منهما على انفراد يخفف من التأثير السلبي لإجهاد الجفاف على الصفة المدروسة (جدول 5).

الجدول رقم (5): تأثير معاملات التجربة في استقطاب العجينة (نسبة السكر في الجذور %).

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	استقطاب العجينة
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	f0015.
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	16.82 c
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	16.04 de
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	17.00 bc
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**16.215**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	15.61 e
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	17.23 b
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	16.32 d
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	a817.
	متوسط معاملات الري الدوري		**16.74**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	0.39
–	–	**CV%**	2.3

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير معاملات التجربة في استقطاب العصير (%): الهدف الأساسي من زراعة الشوندر السكري هو زيادة إنتاج السكر ويتحقق هذا الهدف عبر زيادة وزن الجذر ونسبة السكر فيه وزيادة إنتاج الجذور في وحدة المساحة. وتعتبر نسبة السكر في العصير من الصفات الدالة على الجودة وهي أحد عناصر الانتاج الهامة والمحددة لكمية السكر في وحدة المساحة. نلاحظ من الجدول رقم (6) أن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون حقق أكبر نسبة من السكر في العصير، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري، وكانت هذه النسبة 18.67% عند الري الدوري (معاملة 8)، و17% عند الإجهاد الجفافي (معاملة

4) مع وجود فروق معنوية بين المعاملتين المذكورتين. يلاحظ أفضلية الرش بالبوتاسيوم على الرش بالبورون سواء عند الإجهاد الجفافي أو عند الري الدوري. ويمكن الاستخلاص من نتائج الجدول رقم (6) أن الرش بالبوتاسيوم أو البورون أو بمزيج منهما يحقق نسبة أعلى من السكر في العصير بالمقارنة مع معاملتي الشاهد (بدون رش) معاملة (1 و 5) (إجهاد جفافي وري دوري على التتالي).

الجدول رقم (6): تأثير معاملات التجربة في استقطاب العصير (%)

رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	استقطاب العصير
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	15.33 e
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	16.00 cd
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	15.83 d
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	17.00 b
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**16.04**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	15.17 ef
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	18.5 ab
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	16.33 c
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	18.67 **a**
	متوسط معاملات الري الدوري		**17.16**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	0.49
–	–	**CV%**	3.8

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير معاملات التجربة في نسبة المواد الصلبة الذائبة في العصير (Brix%):

تعتبر قراءة البريكس من الصفات التصنيعية والتكنولوجية الهامة وهي عبارة عن نسبة المواد الصلبة الذائبة في العصير (المواد السكرية وغير السكرية) أظهر الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون تأثير إيجابي على نسبة المادة الجافة الذائبة في العصير، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري وكانت الفروق معنوية في معاملات هذا المزيج، بالمقارنة مع المعاملات الأخرى، وبالتالي تفوق على جميع معاملات الرش بعنصر البوتاسيوم أو عنصر البورون كل على انفراد (جدول7)

تلي ذلك معاملة الرش الورقي بعنصر البوتاسيوم 18.5 %عند الري الدوري (معاملة 6) متفوقة على معاملة الرش الورقي بعنصر البورون (معاملة 7). وقد تحقق أعلى نسبة (20.45%) Brix في معاملة الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون مع الري الدوري معاملة (8) مقابل (19.54%) في معاملة رش المزيج مع الإجهاد الجفافي (معاملة 4). كما نلاحظ تفوق جميع معاملات الرش الورقي على معاملات الشاهد (بدون رش) معاملة (1) عند الاجهاد الجفافي ومعاملة (5) عند الري الدوري. ويمكن الاستنتاج

بأن الرش الورقي بالبورون أو البوتاسيوم أو بمزيج منهما يحسن الصفات النوعية للشوندر السكري ويقلل الآثار الضارة لإجهاد الجفاف وهذا يتفق مع نتائج بحث Yadollahi et al. (2021).

الجدول رقم (7): تأثير معاملات التجربة في نسبة المواد الصلبة الذائبة في العصير (Brix%)			
رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	Brix
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	17.7 f
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	18.52 e
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	ef 18.39
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	c 19.54
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**18.53**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	19.13 d
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	b 20.82
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	19.45 cd
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	21.45 **a**
	متوسط معاملات الري الدوري		**20.21**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	0.39
–	–	**CV%**	2.1
تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.			

تأثير معاملات التجربة في نقاوة العصير %:

تعتبر نسبة السكر في الجذور ونسبة نقاوة العصير من أهم الخواص التكنولوجية للشوندر السكري ويجب العمل على تحسينها بشكل دائم ونتائج الجدول (8) توضح تأثير معاملات التجربة على هذا المؤشر. نلاحظ من الجدول(8) أن الرش بمزيج من البوتاسيوم والبورون يحقق أعلى نسبة من نقاوة العصير، سواء في معاملات الاجهاد الجفافي أو في معاملات الري الدوري، وكانت نسبة النقاوة 91.86% عند تطبيق الرش بهذا المزيج في حالة الري الدوري (معاملة 8)، و82.11% في حالة الإجهاد الجفافي مع وجود فروق بين الحالتين لصالح الري الدوري. ومن ناحية أخرى تفوق الرش بهذا المزيج على معاملات الرش بعنصر البوتاسيوم أو البورون كل على انفراد (جدول 8).

يلاحظ أيضاً تفوق الرش بعنصر البوتاسيوم على الرش بعنصر البورون في صفة نقاوة العصير سواء عند الري الدوري (معاملة 6) أو عند الإجهاد الجفافي (معاملة 2). وفي كل الأحوال فإن الرش بالعناصر المذكورة كل على انفراد أو على هيئة مزيج يحسن نسبة النقاوة في عصير الشوندر السكري مقارنة مع معاملتي الشاهد (1 و 5). ومن جهة أخرى فإن الرش بهذه العناصر يخفف الآثار السلبية لإجهاد الجفاف وهذا يتضح من مقارنة المعاملة رقم (1) مع نتائج المعاملات (2 و3 و4) جدول (8). وهذا يتفق مع نتائج أبحاث Ali وآخرون (2019).

الجدول رقم (8): تأثير معاملات التجربة في نقاوة العصير (%)			
رقم المعاملة	طبيعة الري	معاملات الرش	النقاوة
1	إجهاد جفافي	شاهد من دون رش	75.08 e
2	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	80.81 cd
3	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبورون B	79.03 d
4	إجهاد جفافي	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون K+B	82.11 c
	متوسط معاملات الاجهاد الجفافي		**79.25**
5	ري دوري	شاهد من دون رش	87.91 bc
6	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم K	90.05 ab
7	ري دوري	الرش الورقي بالبورون	88.21 b
8	ري دوري	الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون B+K	91.86 a
	متوسط معاملات الري الدوري		**89.5**
–	–	**$LSD_{(0.05)}$**	2.3
–	–	**CV%**	6.5
تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.			

الاستنتاجات:

1. أدى الرش الورقي بمزيج من البوتاسيوم والبورون عند الري الدوري إلى تفوق معنوي في غالبية الصفات المدروسة وهذا يشير إلى أهمية الرش الورقي بهذا المزيج على الشوندر السكر.
2. تفوق الرش الورقي بمزيج من البوتاسيوم والبورون (عند الإجهاد الجفافي) على باقي المعاملات الأخرى المعرضة للاجهاد وهذا يوضح دور الرش بهذا المزيج في التخفيف من الأثار السلبية للإجهاد الجفافي.
3. كان هناك تأثير إيجابي واضح للرش الورقي بالبوتاسيوم او البورون كلاً على انفراد مقارنة مع الشاهد سواء عند الري الدوري أو عند الاجهاد الجفافي.

المقترحات:

1. نقترح على مزارعي الشوندر في منطقة الدراسة (الغاب)، والمناطق المشابهة الرش الورقي بالبوتاسيوم والبورون كمزيج (050.غ B/ ل + 2.5 غ K/ ل) وخاصة عند احتمالية التعرض لنقص مياه الري.
2. من المفضل متابعة البحث لتحديد تراكيز أخرى من هذه العناصر والذي يحقق أكبر قدرة على تحمل الجفاف.

المراجعReferences

- **جاسم، أحمد عبد الجبار؛ حسين عرنوص فرج؛ ونبيل جواد كاظم (2014). إنتاجية الطماطة تحت نظام الزراعة المتكاملة وتأثير التسميد الفوسفاتي والعضوي والحيوي في الصفات النوعية للثمار .247 –236:(2) وتركيز الفسفور لنبات الطماطة. مجلة ديالى للعلوم الزراعية**

- Abu-Ellail, F. F.B. and El-Mansoub, M. M. A. (2020). Impact of water stress on growth, productivity and powdery Mildew disease of ten sugar beet varieties. Alexandria Science Exchange J., 41:(2)165-179.
- Ali, A.M., Ibrahim, S.M. & Abou-Amer, I.A. (2019). Water deficit stress mitigation by foliar application of potassium silicate for sugar beet grown in a saline calcareous soil. Egypt. J. Soil. Sci., 59(1), 15-23.
- AOAC (2000).Association of Official Analytical Chemistry Officinal methods of analysis. 17th ED,Washington,DC USA, 2(44), 1-43.
- Bithy, S.; Paul, S.; Abdul Kader, M.d.; Sarkar, K.; Mahapatra, K.; Islam, R. and Sarkar, A.R.) 2020), Foliar Application of Boron Boosts the Performance of Tropical Sugar Beet, J Bangladesh Agril Univ 18(3): 000–000,2020
- Brar, N. S.; Dhillon, B. S.; Saini, K. S.and Sharma, P. K. (2018). Agronomy of sugar beet cultivation – A review. Agricultural Reviews 36:184–197. doi: 10.5958/0976-0741.2015.00022.7.
- Carruthers, A. and Oldfield, J.F.T. (1961). Methods for the assessment of beet quality. Int. Sug. J. 63: 103-5, 137-9.
- Cosyn, S.; der Woude, K. V.; Sauvenier, X. and Evrard, J. N. (2011). Sugar beet: A complement to sugar cane for sugar and ethanol production in tropical and subtropical areas, International Sugar Journal, 113(1346):120-123.
- Fageria, N. K. (2016). The use of nutrients in crop plants. CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
- FAO (2020). FAOSTAT. Online statistical database: Food balance available at http:// faostat3.fao.org/download/FB/*/E).://doi.org/10.1007/s00217-021-03861-4
- Gizem, A. and Hamit, A. (2020) The effect of potassium application on drought stress in sugar beet: part I. sugar beet quality component. Journal of Scientific Perspectives Volume 4, Issue 2, Year 2020, pp. 157-168.
- Le- Docte, A. (1927). Commercial determination of sugar in beet root using the ShacksLe Docte process, Int. Sug. J., 29: 488-92.[C.F. Sugar Beet Nutrition, April 1972 Applied Science Publishers LTD, London. A.P. Draycott.
- Marschner, P. (2012). Mineral nutrition of higher plants, 3rd ed. Academic Press, London, UK. 10: 178–189.
- Monteiro, F.; Frese, L.; Castro, S.; Duarte, M.C.; Paulo, O.S.; Loureiro, J.; Romeiras, M. M.(2018) Genetic and genomic tools to asssist sugar beet improvement: the value of the crop wild relatives, Front. Plant Sci. 9 :74–85.

- Raziyeh, M.; Sedaghathoor, S. and Khomami, A. M. (2013). Effect of application of iron fertilizers in two methods foliar and soil application on growth characteristics of (Spathyphyllum illusion) European Journal of Experimental Biology, 3(1):232-240.
- Senecal, P. and Leach, F. (2019) Diversity in transportation: why a mix of propulsion technologies is the way forward for the future fleet, Results in Engineering 4, 100060.
- Shritinnahar, B.; Swapan, K. P.; Abdul Kader, M.d.; Shubroto, K. S.; Chandan, K.M. and Islam, A. K. M. (2020). Foliar Application of Boron Boosts the Performance of Tropical Sugar Beet. J Bangladesh Agril Univ. 18(3): 537–544.
- Yadollahi,F, N.; Tadayon, M. R. and Karimi, M. (2021). The Effect of Potassium (K) and Boron (B) Foliar Application on Quantitative and Qualitative Traits of Sugar Beet (Beta vulgaris L.) under Drought Stress Conditions. Journal of Crop Production and Processing ,Vol. 11, No. 1,