تأثير موعد الزّراعة والرّش بالكبريت والبورون في بعض صفات النّمو والغلة في الذّرة الصّفراء

د. فرحان حمدان[1]

(1) باحث في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية بجامعة حمص.

الملخص:

أُجري البحث في حقول سهل البقيعة في منطقة تلكلخ، الذي يبعد 45 كم غربي مدينة حمص خلال الموسم الزراعي 2024، حيث زُرع صنف الذرة الصفراء غوطة–82 بهدف دراسة تأثير موعد الزراعة والرش بعنصري البورون والكبريت في بعض مؤشرات النمو والغلة للذرة الصفراء في ظروف المنطقة الغربية من محافظة حمص. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات كاملة العشوائية بترتيب القطع المنشقّة وبثلاثة مكررات.

أظهرت النتائج تفوق موعد الزراعة المبكر 15 أيار معنوياً على الموعد المتأخر 15 حزيران في ارتفاع النبات ومساحة الأوراق والوزن الجاف للنبات، مما أدى إلى تفوّق هذا الموعد في الصفات الإنتاجية للذرة الصفراء (وزن 100 حبة وعدد الحبوب بالعرنوس والغلة الحبية). كما تفوّقت معاملات الرش معنوياً على الشاهد غير المعامل وتفوقت معاملة الرش بالبورون على معاملة الرش بالكبريت معنوياً وحققت معاملة الرش المشترك بالبورون والكبريت أعلى متوسط للصفات المدروسة، وحققت الزراعة في الموعد المبكر مع الرش بالبورون والكبريت أعلى القيم في ارتفاع النبات 199.93 سم، والمساحة الورقية 586.3 سم^2/نبات، والوزن الجاف للنبات 198.87 غ/نبات، وزن100 حبة 29.76 غ، عدد الحبوب في العرنوس 732.9 حبة/عرنوس، الغلة الحبية 6868.2 كغ/هـ.

الكلمات المفتاحية: موعد الزراعة، الكبريت، البورون، الغلة، الذرة الصفراء.

Effect of Planting Date and Spraying with Sulfur and Boron on Some Growth and Yield Traits of Yellow Maize

Abstract:

This research was carried out in Al-Buqai'a Plain in Talqalkh area 45 km west of Homs in the agricultural season 2024, The yellow maize variety Ghouta-82 was planted to study the effect of planting date and spraying with boron and sulfur on some growth and yield indicators of yellow maize under the conditions of the western region of Homs Governorate. The experiment was conducted using a completely randomized block design with a split-plot arrangement and three replications.

The results showed that the early planting date (May 15) was significantly superior to the late planting date (June 15) in terms of plant height, leaf area, and plant dry weight. This led to the early planting date being superior in the productive traits of yellow maize (100-kernel weight, number of kernels per ear, and grain yield). Spraying treatments were also significantly superior to the untreated control. Boron spraying was significantly superior to sulfur spraying, and the combined boron and sulfur spraying treatment achieved the highest average for the studied traits. Early planting combined with boron and sulfur spraying resulted in the highest values: plant height (199.93 cm), leaf area (586.3 cm^2/plant), dry weight (198.87 g/plant), weight of 100 kernels (29.76 g), number of kernels per ear (732.9 kernels/ear), and grain yield (6868.2 kg/ha).

Keywords: planting date, sulfur, boron, yield, yellow corn.

أولاً: المقدمة والدراسة المرجعية:

تعدّ الذرة الصفراء *Zea mays* L. والتي تنتمي إلى العائلة النجيلية Poaceae والقبيلة Maydeae ثالث أهم محصول نجيلي غذائي في العالم بعد القمح والأرز، وذلك من حيث المساحة المزروعة والإنتاج والاستهلاك. وقد لوحظ مؤخراً انخفاض إنتاجيته على مستوى العالم، وقد يعود إلى ضعف تلقيح حبوب اللقاح المرتبط بظروف موعد الزراعة وإمكانية حصول النبات على

احتياجاته من العناصر في ظروف الترب المختلفة (Erenstein *et al*., 2022)، حيث أثرت هذه المشكلة بشكل كبير على إنتاج الذرة، خاصةً عند زراعتها في مواعيد متأخرة (Amarasinghe *et al*., 2022).

تطورت زراعة الذرة الصفراء في القطر العربي السوري بشكل كبير خلال السنوات الماضية نظراً لزيادة الطلب عليها، وأهميتها في تغذية الإنسان والحيوان والصناعات الغذائية، فكانت المساحة المزروعة في أواخر السبعينيات بحدود 30 ألف هكتار، ثم زادت نظراً لدخولها في الزراعة التكثيفية حتى بلغت 74450 هكتاراً عام 1997، وفي عام 2023 كانت المساحة المزروعة 78483 هكتاراً، أعطت 562529 طناً من الحبوب، بمردود 7167 كغ.هكتار$^{-1}$ (المجموعة الإحصائية الزراعية 2023).

يحظى التسميد الورقي ببعض العناصر بأهمية كبيرة، لأنه يعالج بفعالية نقص هذه العناصر الغذائية في النباتات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للتسميد الورقي أن يقلل من استهلاك الطاقة المرتبط بانتقال الأيونات داخل النباتات، مما يؤدي إلى تحسين امتصاص العناصر الغذائية في الذرة الصفراء (Chinipardaz *et al*., 2022).

يمكن لمحصول الذرة الصفراء امتصاص الاحتياجات الغذائية لمختلف العناصر الكبرى والصغرى بسهولة من خلال الرش الورقي، حيث تُعد هذه العناصر ضرورية لتلبية حوالي 85% من احتياجات النبات من العناصر الغذائية (Akca *et al*., 2022)، وتُعد تقنية الرش الورقي فعالة للغاية في تعزيز امتصاص النباتات للعناصر الغذائية (Mohammed *et al*., 2021). وتُعد بعض العناصر ضرورية بكميات صغيرة، ولها دور مباشر أو غير مباشر في مختلف العمليات الفسيولوجية في النباتات، بما في ذلك عملية البناء الضوئي، والتنفس، وتخليق البروتين، والمرحلة التكاثرية. وتشارك هذه العناصر الغذائية الصغرى بنشاط في استقلاب النبات، مؤثرةً في عمليات تتراوح من تكوين جدار الخلية إلى تكوين الكلوروفيل، ونشاط الإنزيمات، وتثبيت النيتروجين واختزاله (Zewide and Sherefu, 2021).

يمكن أن يؤدي نقص العناصر الصغرى إلى تعطيل عملية الإخصاب وإنتاج الحبوب، وذلك بإعاقة إنبات حبوب اللقاح ونمو وتطور أنبوب اللقاح. ويؤثر ذلك سلباً على الخصوبة ويعيق نمو الحبوب في الذرة (Balawejder *et al*., 2019). ووفقاً للباحث (Kumari *et al*., 2022) فقد

وجد أن الرش الورقي ببعض العناصر الغذائية مثل الزنك والمنغنيز والكبريت والبورون والموليبدينوم له آثار إيجابية في تعزيز إنتاجية الذرة، مما أدى إلى زيادة محصول الحبوب إلى حوالي5.99 طن/هكتار.

تلعب العناصر الغذائية الثانوية بشكل عام، والكبريت بشكل خاص، دوراً رئيساً في زيادة إنتاج الحبوب، ويعد الكبريت العنصر الغذائي الرئيس الرابع للنبات بعد النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، وهو عنصر أساسي في تكوين البروتينات إلى جانب النيتروجين والفوسفور، ويلعب الكبريت دوراً رئيساً في تكوين الكلوروفيل وتخليق الزيوت، وتتراوح كمية الكبريت اللازمة للنمو الأمثل بين 0.1 و 0.5 % من الوزن الجاف للنباتات، وتكمن أهمية الكبريت لنمو النبات في دخوله في تكوين البروتين من خلال الأحماض الأمينية سيستين، وإيستين، وميثيونين(Sutar *et al*., 2017).

تكمن أهمية البورون في ارتباطه الوثيق بانقسام الخلايا وتطاولها في مناطق نمو النبات القريبة من قمم الجذور والساق، كما يساعد في جذب الحشرات الملقحة (Dear and Weir, 2004)، ويلعب دوراً حيوياً في تحسين كفاءة نقل العناصر الغذائية والماء من الجذور إلى باقي أجزاء النبات، وقد أشار (Tucker, 1999) إلى أن استيعاب ونقل الكربوهيدرات عبر الأغشية باتجاه المناطق المرستيمية في الجذور والساق يعد من الأدوار الرئيسة للبورون في النباتات، كما له دور رئيس في تحفيز الأنسجة المرستيمية، وزيادة انقسام الخلايا، وإنتاج هرمونات النمو مثل الأوكسينات والسيتوكينات (Mengel and Kirkby, 1982).

يؤدي التأخر بموعد الزراعة إلى تعرض النبات لإجهاد حراري يترافق مع مرحلة الإزهار، وبشكل عام يسبب ارتفاع درجة الحرارة خللاً بالتوازن بين عملية التمثيل الضوئي والتنفس، فعندما تتجاوز درجات الحرارة المستوى الأمثل، تؤثر الأنشطة الفزيولوجية للنباتات سلباً على تخليق البروتينات، مما يُعطّل آلية عمل الإنزيمات (Amarasinghe *et al*., 2022)، كما يمكن أن تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى زيادة إنتاج جذور الأكسجين الحرة، والتي بدورها تُسبب الإجهاد التأكسدي، وتثبيط إنبات البذور، وعدم اكتمال النمو والتطور، كما تعاني النباتات المزروعة في موعد زراعة غير ملائم أو متأخر من تغيرات في عملية التمثيل الضوئي، وتوزيع المادة الجافة، واستهلاك كميات كبيرة من الماء، مما يؤثر بشكل حاد على محصول الذرة الصفراء وجودته (Wedow *et al*., 2021).

ذكر (Bheemanahalli *et al*. 2022) أن أهم أسباب تناقص محصول الذرة الصفراء في العالم هو عدم تحديد التوقيت الأمثل لزراعة الذرة وذلك للتخفيف من الآثار الضارة التي تؤثر على زراعة الذرة المبكرة أو المتأخرة، وما يلي ذلك من الظروف البيئية غير المناسبة التي يمر بها المحصول أثناء نموه.

بناءً على ما سبق فقد نفذ هذا البحث بهدف دراسة تأثير موعد الزراعة، والرش بعنصري البورون والكبريت في بعض مؤشرات النمو والغلة للذرة الصفراء، في ظروف المنطقة الغربية من محافظة حمص.

ثانياً: مواد البحث وطرائقه:

نفذ البحث في الموسم الزراعي 2024 في منطقة البقيعة التي تبعد 45 كم غربي مدينة حمص، أجريت كافة القياسات والتحاليل المخبرية في مخابر كلية الهندسة الزراعية في جامعة حمص.

المادة النباتية:

استخدم في الدراسة الصنف التركيبي **غوطة82:** يتميز هذا الصنف بأنه صنف ذو نضج متوسط التبكير 120–130 يوماً، نباتاته ذات نمو خضري وطول متوسط، عرانيسه متوسطة الحجم وتستدق في نهايتها وتحتوي على 14-16 صف من الحبوب، الحبوب صفراء منغوزة قليلاً وتتوضع العرانيس في النصف الأول من الساق، إنتاجيته 6-7 طن/هكتار، وقد يصل إلى7-9 طن/هكتار، تبلغ نسبة البروتين في الحبوب 7-9%.

قبل الزراعة تم أخذ عدة عينات عشوائية من التربة على عمق 0– 30 سم ثم خلطت عينات التربة والممثلة لأرض التجربة لتشكيل عينة مركبة، والتي تم تحليلها مخبرياً في مخابر كلية الهندسة الزراعية بجامعة حمص، إذ أجريت التحاليل المخبرية التالية:

– التحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر.

– تم تقدير pH التربة في معلق تربة ماء1:2.5 باستخدام جهاز قياس الـpH (phmeter).

– قدرت المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة بديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة حسب (Walkly and Black,1934).

– قدر النتروجين الكلي في التربة على عمق الطبقة المحروثة 20سم بطريقة كلداهل Kieldahl باستخدام جهاز Gerhardt .

– قدر الفوسفور القابل للإفادة بطريقة أولسن (Olsen *et al.*,1954) باستخدام جهاز القياس الطيفي Spectrophotometer.

– قدر البوتاسيوم القابل للإفادة في مستخلص خلات الأمونيوم 1N بطريقة التحليل باللهب.

أظهرت نتائج تحليل التربة (الجدول، 1) أن تربة الموقع طينية، قاعدية بشكل خفيف إلى متعادلة درجة الحموضة (pH=7.3)، قليلة الملوحة ($ECe= 2.4dS.m^{-1}$)، متوسطة المحتوى بالمادة العضوية والآزوت وجيدة المحتوى بالفوسفور والبوتاس، وذات تفاعل خفيف القلوية، وخفيفة الملوحة.

جدول (1): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة سهل البقيعة في الموسم الزراعي 2024

طين	سلت	رمل	الآزوت الكلي (%)	فوسفور متاح (ppm)	بوتاسيوم متبادل (ppm)	pH	درجة التوصيل الكهربائي EC ($dS.m^{-1}$) e	كلس فعال (%)	مادة عضوية %
43	37	20	0.033	16.2	305	7.3	2.4	1.68	1.68

ثالثاً: المعاملات المدروسة:

1: **موعد الزراعة:** تمت الزراعة في الحقل بموعدين في 15 أيار و 15 حزيران من الموسم الزراعي 2024.

2: **الرش بالعناصر المغذية:**

- معاملة الشاهد بلا رش.
- الرش بالكبريت: بتركيز 50 ملغ/لتر قبل الإزهار.
- الرش بالبورون: بتركيز 50 ملغ/لتر على شكل حمض بوريك قبل الإزهار.
- الرش المشترك بالكبريت والبورون.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات كاملة العشوائية بترتيب القطع المنشقة RCBD with split وبثلاثة مكررات، حيث توضعت مواعيد الزراعة في القطع الرئيسة ومعاملات الرش في القطع المنشقة من الدرجة الأولى، لتحليل مصادر التباين (ANOVA) للعوامل الأساسية والتفاعل بينها.وتم إجراء عمليات التحليل الإحصائي لكافة الصفات التي شملتها الدراسة باستخدام برنامج Gen.Stat.12 وتقدير أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى المعنوية 0.05.

العمليات الزراعية:

تحضير الأرض للزراعة: تم اختيار أرض التجربة بحيث تكون متجانسة قدر الإمكان لضمان نجاح الإنبات وتجانسه، وتم تحضير التربة بفلاحتها على عمق 20سم (حراثة أساسية) في الخريف بواسطة المحراث القلاب المطرحي لحفظ مياه الأمطار وقبل الزراعة تم حراثتها حراثتين متعامدتين سطحيتين على عمق 10 سم لتأمين مهد مناسب للزراعة والقضاء على الأعشاب ومن ثم تنعيم الأرض وتخطيطها وإنشاء القطع التجريبية.

الزراعة: خططت الأرض إلى خطوط على مسافة 50 سم بين الخط والآخر و30 سم بين النبات والآخر. وزرعت حبوب الذرة الصفراء يدوياً بمعدل حبتين في الجورة الواحدة، بتاريخ 2020/5/15 للموعد الأول، وبتاريخ 2021/6/15 للموعد الثاني، وبمعدل 4 خطوط للقطعة التجريبية الواحدة على عمق زراعة 5 سم، ثم تم تغطية الحبوب بشكل جيد، وأعطيت الأرض رية خفيفة بعد زراعتها مباشرةً، وأخرى بعد الزراعة بعدة أيام لتأمين إنبات كامل، ثم تم الري حسب الحاجة، علماً أن أرض التجربة كانت بوراً في الدورة الزراعية.

التسميد: أضيفت الأسمدة المعدنية حسب تحليل التربة، حيث تم إضافة السماد الآزوتي على صورة يوريا (46%) على ثلاث دفعات، عند الزراعة وبعد التفريد وعند الإزهار بمعدل 15كغ/دونم يوريا 46% (ما يعادل 7كغ/دونم وحدة نقية من الآزوت)، وأُضيفت كامل كمية الأسمدة البوتاسية والفوسفاتية مع الحراثة الأخيرة قبل الزراعة، بمعدل 10 كغ/دونم سوبر ثلاثي الفوسفات 46% (ما يعادل 4.6 كغ/دونم وحدة نقية من الفوسفور)، و8 كغ/دونم سلفات البوتاسيوم 50% (ما يعادل 4 كغ/دونم وحدة نقية من البوتاسيوم).

تم معاملة النباتات رشاً على المجموع الخضري قبل الإزهار بالكبريت والبورون وبتركيز 50 ملغ/لتر حسب مخطط التجربة، في حين تم رش نباتات الشاهد بالماء المقطر فقط.

الري: تم ري النباتات بالراحة خلال كامل مراحل النمو من الإنبات وحتى النضج.

أُجريت عمليات التفريد والترقيع والتعشيب بشكل متساوي بين القطع التجريبية حسب الحاجة وبوقتها المناسب.

رابعاً: المؤشرات المدروسة:

1. مؤشرات النمو الخضري:

- ارتفاع النبات (سم):

تم قياس ارتفاع النبات بمسطرة مدرجة من قاعدة النبات عند سطح التربة وحتى بداية قاعدة النورة المذكرة، وذلك في مرحلة النضج لخمسة نباتات من الخطوط الوسطى لكل قطعة تجريبية من كل مكرّر، ثمَّ حساب المتوسط الحسابي للمكررات.

- مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات Plant Leaf Area(PLA) (سم^2):

تم حساب مساحة الورقة (سم^2) يدوياً لكافة أوراق خمسة نباتات باستخدام مسطرة مدرجة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، وضرب حاصل الجداء بمعامل التصحيح0.75في نهابة الإزهار (*L1*) وقبل النضج (*L2*) وفق المعادلة الرياضية التالية:

مساحة الورقة (سم^2)= طول الورقة (سم) × أقصى عرض للورقة (سم) × 0.75

0.75: ثابت تصحيح مساحة الورقة للذرة الصفراء (El-Sahookie, 1985).

ومن ثم تم حساب مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات.

- الوزن الجاف للنبات:

تم أخذ عينة نباتية لخمسة نباتات في نهاية الإزهار وقبل النضج، وتم تنظيفها، ثم تجفيفها في فرن (عند درجة حرارة 75مئوية) لمدة 48 ساعة أو حتى ثبات الوزن ثم تم وزنها باستخدام ميزان حساس.

2. الصفات الإنتاجية:

تم أخذ 10 نباتات من الخطين الوسطيين في القطع التجريبية في مرحلة النضج التام، وحسب:

- **عدد الحبوب في العرنوس (حبة/عرنوس).**
- **وزن 100 حبة (غ):** تم وزن مئة حبة لـ 3 مكررات وحساب المتوسط.
- **الغلة الحبية (كغ/هكتار):** تم حساب وزن الحبوب في مساحة محددة من القطعة التجريبية وتحويلها إلى كغ/هكتار، حيث تم في نهاية موسم النمو عندما ظهرت علامات نضج المحصول حصاد(10) نبات من كل معاملة، ثم فرطت الحبوب عن القوالح، وقدرت الرطوبة في الحبوب باستعمال جهاز قياس الرطوبة الإلكتروني، بعدها قدرت الغلة الحبية بـ (كغ/هكتار) على أساس المحتوى الرطوبي القياسي للحبوب15% وفق المعادلة الرياضية التالية:

$$A= Y\frac{100-B\%}{100-C}$$

إذ أن:

A: وزن الحبوب عند الرطوبة 15%.

Y: وزن الحبوب الحقيقي.

B%: رطوبة الحبوب بعد الجني.

C: 15 %.

$$B\%= \frac{(B1-B2)\times\ 100}{B1}$$

إذ أن:

B1 : وزن الحبوب قبل التجفيف.

B2: وزن الحبوب بعد التجفيف

B1- B2 : وزن رطوبة الحبوب. (Tikhanov, 1979).

خامساً: النتائج والمناقشة:

1. مؤشرات النمو:

1) ارتفاع النبات:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (2) تفوق موعد الزراعة المبكر 15 أيار معنوياً على الموعد المتأخر 15 حزيران فبلغ (189.51، 185.03) سم على الترتيب. كما تفوقت

معاملات الرش معنوياً على الشاهد غير المعامل وتفوقت معاملة الرش بالبورون على معاملة الرش بالكبريت معنوياً وحققت معاملة الرش المشترك بالبورون والكبريت أعلى متوسط لارتفاع النبات (197.78 سم). وعند دراسة التأثير المشترك حققت الزراعة في الموعد المبكر والرش بالبورون والكبريت أعلى القيم (199.93 سم) وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات ماعدا معاملة الزراعة في الموعد التأخر والرش بالبورون والكبريت (195.64 سم)، أي أن معاملة الرش بالبورون والكبريت عدلت تأثير التأخير بالزراعة وألفت الفروق بين تأثير موعدي الزراعة على ارتفاع النبات. في حين أعطت معاملة الزراعة المتأخرة بلا رش أدنى القيم (175.59 سم).

يعزى تفوق الموعد الأول إلى ملاءمة الظروف البيئية المبكرة (درجة الحرارة، الإشعاع الشمسي، طول الفترة الضوئية) في الموعد الأول لنمو النبات وزيادة نشاط العمليات الفزيولوجية، مما انعكس إيجاباً على الانقسام والاستطالة الخلوية (Amarasinghe *et al*., 2022). كما يعزى تأثير الرش بأن المغذيات النباتية تحسن امتصاص العناصر الغذائية ويحفز تكوين الأحماض النووية والهرمونات (الأوكسينات والسيتوكينينات) التي تزيد من نشاط الانقسام الخلوي، وبالتالي زيادة ارتفاع النبات (Al-Shammari and Al-Zubaidi, 2017).

2) مساحة المسطح الكلي للنبات:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (2) تفوق موعد الزراعة المبكر 15 أيار معنوياً على الموعد المتأخر 15 حزيران فبلغ متوسط مساحة الأوراق (5273.6، 5069.7) سم^2/نبات على الترتيب. كما تفوقت معاملات الرش معنوياً على الشاهد غير المعامل وتفوقت معاملة الرش بالبورون على معاملة الرش بالكبريت معنوياً وحققت معاملة الرش المشترك بالبورون والكبريت أعلى متوسط لمساحة الأوراق في النبات 5634.3 سم^2/نبات. وعند دراسة التأثير المشترك حققت الزراعة في الموعد المبكر والرش بالبورون والكبريت أعلى القيم (5860.3 سم^2/نبات) وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات في حين أعطت معاملة الزراعة المتأخرة بلا رش أدنى القيم (4543.6 سم^2/نبات).

أدت الزراعة المبكرة إلى توفير فترة نمو أطول وظروفاً بيئية أنسب لنشاط التمثيل الضوئي وتكوين الأوراق وزيادة مساحتها، ويتفق ذلك مع (Wedow *et al*., 2021). كما أن معاملات

الرش حفزت من انقسام الخلايا واستطالتها مما أدى إلى زيادة المساحة الورقية ويتفق ذلك مع (Khalaf and Assal, 2021).

3) الوزن الجاف للنبات:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (2) تفوق موعد الزراعة المبكر 15 أيار معنوياً على الموعد المتأخر 15 حزيران فبلغ متوسط الوزن الجاف للنبات (187.58، 179.02) غ/نبات على الترتيب. كما تفوقت معاملات الرش معنوياً على الشاهد غير المعامل وتفوقت معاملة الرش بالبورون على معاملة الرش بالكبريت معنوياً وحققت معاملة الرش المشترك بالبورون والكبريت أعلى متوسط للوزن الجاف للنبات (193.68 غ/نبات). وعند دراسة التأثير المشترك حققت الزراعة في الموعد المبكر والرش بالبورون والكبريت أعلى القيم (198.87 غ/نبات) وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات في حين أعطت معاملة الزراعة المتأخرة بلا رش أدنى القيم (169.22 غ/نبات).

زاد الوزن الجاف للنبات عند الزراعة بالموعد بالمبكر وعند الرش بعنصري الكبريت والبورون بسبب تأثير هذه العوامل في زيادة النمو الخضري (ارتفاع النبات ومساحة الأوراق) الأمر الذي يسبب زيادة وزن المجموع الخضري الرطب للنبات وبالتالي زيادة الوزن الجاف.

الجدول (2): تأثير موعد الزراعة والرش بالكبريت والبورون في بعض مؤشرات نمو الذرة الصفراء

المعاملة	ارتفاع النبات (سم)	مساحة الأوراق (سم^2/نبات)	الوزن الجاف (غ/نبات)
موعد الزراعة			
D_1: 15 أيار	189.51a	5273.6a	187.58a
D_2: 15 حزيران	185.03b	5069.7b	179.02b
LSD 0.05	2.768	145.8	3.793
معاملة الرش			
S_1: شاهد	177.93d	4625.6d	173.58d
S_2: كبريت	183.76c	5098.0c	179.25c

S_3: بورون	189.59b	5328.8b	186.67b
S_4: كبريت + بورون	197.78a	5634.3a	193.68a
LSD 0.05	3.915	206.2	5.364
التأثير المشترك			
D_1S_1	180.28ef	4707.5d	177.95cd
D_1S_2	185.72de	5143.1bc	183.57bc
D_1S_3	192.10bc	5383.3b	189.91b
D_1S_4	199.93a	5860.3a	198.87a
D_2S_1	175.59f	4543.6d	169.22e
D_2S_2	181.80de	5052.8c	174.93de
D_2S_3	187.07cd	5274.2bc	183.44bc
D_2S_4	195.64ab	5408.3b	188.48b
LSD 0.05	5.536	291.7	7.586

2. المؤشرات الإنتاجية:

1. وزن 100 حبة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) تفوق موعد الزراعة المبكر 15 أيار معنوياً على الموعد المتأخر 15 حزيران فبلغ (28.78، 28.38)غ على الترتيب. كما تفوقت معاملات الرش معنوياً على الشاهد غير المعامل وتفوقت معاملة الرش بالبورون على معاملة الرش بالكبريت معنوياً وحققت معاملة الرش المشترك بالبورون والكبريت أعلى متوسط لوزن 100 حبة بلغ (29.34 غ). وعند دراسة التأثير المشترك حققت الزراعة في الموعد المبكر والرش بالبورون والكبريت أعلى القيم (29.76 غ) وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات، في حين أعطت معاملة الزراعة المتأخرة بلا رش أدنى القيم (27.87 غ).

يمكن أن يعزى زيادة وزن الحبوب في الموعد المبكر إلى تأثير الزراعة المبكرة في تحسين خصائص نمو الذرة (النمو الخضري والوزن الجاف) مما أدى إلى تحسين كفاءة عملية التمثيل الضوئي، وانتقال المواد الممثلة إلى الحبوب، ويتفق ذلك مع (Noor *et al*., 2019). كما أدى استخدام الرش الورقي بالكبريت والبورون إلى تحسين النمو الخضري مما زاد من وزن 100 حبة ويتفق ذلك مع (Filipovic *et al*., 2019).

2. متوسط عدد الحبوب في العرنوس:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) تفوق موعد الزراعة المبكر 15 أيار معنوياً على الموعد المتأخر 15 حزيران فبلغ (663.3، 630.1) حبة/عرنوس على الترتيب. كما تفوقت معاملات الرش معنوياً على الشاهد غير المعامل وتفوقت معاملة الرش بالبورون على معاملة الرش بالكبريت معنوياً وحققت معاملة الرش المشترك بالبورون والكبريت أعلى متوسط لعدد الحبوب في العرنوس بلغ (707.6 حبة/عرنوس). وعند دراسة التأثير المشترك حققت الزراعة في الموعد المبكر والرش بالبورون والكبريت أعلى القيم (732.9 حبة/عرنوس)، وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات، في حين أعطت معاملة الزراعة المتأخرة بلا رش أدنى القيم (584.8 حبة/عرنوس).

قد يعود تفوق الموعد الأول بسبب مناسبة ظروف النمو حيث تكون درجة الحرارة معتدلة خلال الإزهار والإخصاب وهذا ما يقلل من حساسية النباتات للإجهاد المائي، وهو العامل الرئيس المؤثر على هذه السمة في محصول الذرة (Ghazvineh and Yousefi, 2012). كما قد يكون تأثير رش العناصر الغذائية على تحسين محتوى الرطوبة وحيوية حبوب اللقاح هو السبب في زيادة عدد الحبوب في العرنوس، كما أن معاملة الرش حسنت نقل المواد الممثلة بالأوراق إلى مختلف أعضاء النبات، مما يزيد من عدد الحبوب ويتفق ذلك مع نتائج (Yosefi *et al*., 2011).

3. الغلة الحبية:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) تفوق موعد الزراعة المبكر 15 أيار معنوياً على الموعد المتأخر 15 حزيران فبلغ (5909.2، 5356.2) كغ/هـ على الترتيب. كما تفوقت معاملات الرش معنوياً على الشاهد غير المعامل وتفوقت معاملة الرش بالبورون على معاملة الرش بالكبريت معنوياً وحققت معاملة الرش المشترك بالبورون والكبريت أعلى متوسط للغلة الحبية بلغ (6532.6 كغ/هـ). وعند دراسة التأثير المشترك حققت الزراعة في الموعد المبكر والرش بالبورون والكبريت أعلى القيم (6868.2 كغ/هـ) وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات، في حين أعطت معاملة الزراعة المتأخرة بلا رش أدنى القيم (4595.0 كغ/هـ).

يمكن أن تعزى العلاقة بين مواعيد زراعة الذرة وإنتاجية الحبوب الناتجة إلى اختلافات في مدة النضج. إن تعرض محاصيل الذرة لدرجات حرارة أعلى في موعد الزراعة المتأخر منتصف حزيران

أظهر تسارعاً في دورة حياتها، مما أدى إلى ضعف العمليات الفزيولوجية (Farhood *et al.*, 2020). كما سببت معاملة الرش بالكبريت والبورون زيادة في الغلة الحبية بسبب تأثيرها الواضح في مؤشرات النمو الخضري للنبات وتأثير ذلك على زيادة متوسط وزن الحبوب وعدد الحبوب في العرنوس، ما أدى إلى زيادة الغلة الحبية، ويتفق ذلك مع نتائج (Stewart *et al.*, 2021).

الجدول (3): تأثير موعد الزراعة والرش بالكبريت والبورون في بعض المؤشرات الإنتاجية للذرة الصفراء.

المعاملة	وزن 100 حبة (غ)	عدد الحبوب في العرنوس (حبة/عرنوس)	الغلة الحبية (كغ/هكتار)
موعد الزراعة			
D_1: 15 أيار	28.78a	663.3a	5909.2a
D_2: 15 حزيران	28.38b	630.1b	5356.2b
LSD 0.05	0.239	11.45	155.7
معاملة الرش			
S_1: شاهد	27.99c	595.2d	4823.9d
S_2: كبريت	28.28c	627.5c	5305.8c
S_3: بورون	28.71b	656.7b	5868.6b
S_4: كبريت + بورون	29.34a	707.6a	6532.6a
LSD 0.05	0.337	16.19	220.2
التأثير المشترك			
D_1S_1	28.12de	605.7de	5052.8d
D_1S_2	28.40cd	641.2c	5571.4c

D_1S_3	28.83bc	673.6b	6144.5b
D_1S_4	29.76a	732.9a	6868.2a
D_2S_1	27.87e	584.8e	4595.0e
D_2S_2	28.16de	613.7d	5040.2d
D_2S_3	28.59bcd	639.7c	5592.7c
D_2S_4	28.91b	682.3b	6197.0b
LSD 0.05	0.477	22.90	311.4

سادساً: الاستنتاجات:

- أظهرت نتائج الدراسة الحالية تفوق موعد الزراعة المبكر 15 أيار معنوياً على الموعد المتأخر 15 حزيران في ارتفاع النبات ومساحة الأوراق والوزن الجاف للنبات، ما أدى إلى تفوق هذا الموعد في الصفات الإنتاجية للذرة الصفراء (وزن 100 حبة وعدد الحبوب بالعرنوس والغلة الحبية).
- تفوقت معاملات الرش معنوياً على الشاهد غير المعامل وتفوقت معاملة الرش بالبورون على معاملة الرش بالكبريت معنوياً وحققت معاملة الرش المشترك بالبورون والكبريت أعلى متوسط للصفات المدروسة.
- حققت الزراعة في الموعد المبكر والرش بالبورون والكبريت أعلى القيم في ارتفاع النبات (199.93 سم)، والمساحة الورقية (586.3 سم^2/نبات)، والوزن الجاف للنبات (198.87 غ/نبات)، وزن 100 حبة (29.76 غ)، عدد الحبوب في العرنوس (732.9 حبة/عرنوس)، الغلة الحبية (6868.2 كغ/هـ)، في حين أعطت معاملة الزراعة المتأخرة بلا رش أدنى القيم لجميع الصفات المدروسة.

سابعاً: المقترحات:

بناءً على ما سبق وللحصول على أفضل النتائج في صفات النمو والغلة في الذرة الصفراء في منطقة التجربة والمناطق المشابهة لها يقترح ما يلي:

- التبكير بزراعة محصول الذرة الصفراء.
- رش محصول الذرة الصفراء بالكبريت 50 ملغ/لتر، والبورون 50 ملغ/لتر معاً قبل موعد الإزهار.

المراجع:

المجموعة الاحصائية الزراعية السورية (2023). وزارة الزراعة والإحصاء الزراعي، سورية.

1. **Akca H, Danish S, Younis U, Baba SK, Taban S (2022).** Soil and foliar application of zincmethionine and zinc sulfate effects on growth and micronutrients enrichment in
2. **Al-Shammari, AM.M and N. A. AlZubaidi, (2017)** Effect of foliar nutrition with humic acid on some growth characteristics and yield of Helianthus annuus L. Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences. The Arab Journal of Science and Research Publishing. 4(1) : 1-8.
3. **Amarasinghe RMNT, Zaharah SS, Wahab PEM, Ramlee SI, Nakasha JJ (2022).** Influence of brassinolides on plant physiology and yield of cantaloupe under high temperature stress. *Iraqi J. Agric. Sci*. 53(6): 1377-1387.
4. **Balawejder M, Matłok N, Gorzelany J, Pieniążek M, Antos P, Witek G, Szostek M (2019**). Foliar fertilizer based on calcined bones, boron and molybdenum — A study on the development and potential effects on maize grain production. *Sustainability* 11(19): 5287.
5. **Bheemanahalli R, Ramamoorthy P, Poudel S, Samiappan S, Wijewardane N, Redd KR (2022).** Effect of drought and heat stresses

during reproductive stage on pollen germination, yield, and leaf reflectance properties in maize (*Zea mays* L.). *Plant Dir*. 6(8): e434.

6. **Chinipardaz F, Babaienejad T, Gholami A, Barzegari M (2022).** Grain yield and micronutrient concentrations of maize parental lines of new hybrid genotypes affected by the foliar application of micronutrients. *Physiol. Mol.Biol. Plant.* 28(2): 411-424.
7. **Dear, B. S., and Weir, R. G. (2004).** Boron deficiency in pastures and field crops. Agfact P1. AC. 1. New South Wales agriculture.
8. **El-Sahookie, M.M. (1985).** A short Method for estimating plant leaf area in maize. Journal of Agronomy and Crop Science 154: 157–160.
9. **Erenstein O, Jaleta M, Sonder K, Mottaleb K, Prasanna BM (2022).** Global maize production, consumption and trade: Trends and R&D implications. *Food Secur*. 14(5): 1295-1319.
10. **Farhood AN, Merza NA, Shukan MM, Mohammed AA, Taha AH (2020).** Role of plant growth regulators in gene expression of SGR gene responsible for stay green of wheat varieties. Syst. Rev. Pharm. 11(10):1111- 1120.
11. **Filipovic A, Stanić G, Kajić N, Mandić A, Vasilj V (2019).** Production of forage maize yield under the zinc foliar fertilization and irrigation system. Agric. Con. Sci. 84, 159-164.
12. **Ghazvineh S, Yousefi M (2012).** Study the effect of micronutrient application on yield and yield components of maize. Am. Eur. J. Agric. Envi. Sci. 12(2): 144-147.
13. **Khalaf, I. T., Assal, B. A. (2021).** The Effect of Spraying the Bio stimulant humic acid on growth and yield of Four sunflower hybrids.Earth and Environmental Science 735.
14. **Kumari VV, Banerjee P, Verma VC, Sukumaran S, Chandran MA, Gopinath KA, Awasthi NK (2022).** Plant nutrition: An effective way to alleviate abiotic stress in agricultural crops. *Int. J. Mol. Sci*. 23(15): 8519.
15. **Mengel , K . and E . A . Kirkby . (1982)** . Principles of plant nutrition . 3rd ed. Int. potash , Inst. Bern. Switzerland, nutrition in maize-a critical review. Int J Pure App Biosci, 5(6), 1582-1596.

16. **Mohammed A, Merza N, Taha AH, Farhood AN, Obaid A, Baqer T (2021).** Role of spraying potassium fertilizer types in improving flag leaf contribution in grain yield of wheat. Biochem. *Cell. Arch*. 21(1), 639-648.
17. **Noor JJ, Vinayan MT, Umar S, Devi P, Iqbal M, Seetharam K, Zaidi PH (2019).** Morphophysiological traits associated with heat stress tolerance in tropical maize (Zea mays L.) at reproductive stage. Aust. J. Crop. Sci. 13(4): 536-545.
18. **Olsen S.R.; Colle, C.V.; Watanabe F.S. and Dean L.A.,1954-** Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium carbonate. U.S. Department of Agriculture Cicular 939.
19. **Stewart ZP, Paparozzi ET, Wortmann CS, Jha PK, Shapiro CA (2021).** Effect of foliar micronutrients (B, Mn, Fe, Zn) on maize grain yield, micronutrient recovery, uptake, and partitioning. Plants 10(3): 528.
20. **Sutar, R. K., Pujar, A. M., Kumar, B. A., Hebsur, N. S. (2017).** Sulphur . Essential plant nutrients: their presence in North Carolina soils and role in plant nutrition. Department of Agriculture and Consumer Services, Agronomic Division.
21. **Tikhanov A. B., 1979**- Klalasbere Kaioshe Abrabotka Botshbeb Odesske Oblate, Odeesa, Maiak, 186 P.
22. **Tucker, M. R. (1999).** Essential plant nutrients: their presence in North Carolina soils and role in plant nutrition. Department of Agriculture and Consumer Services, Agronomic Division.
23. **Walkly A. and Black I.A.,1934-** An examination of the degtjareff method for determination soil organic matter , and aproposed modification of the chromice acid titration method.Soil Sci.34:P.29-38.
24. **Wedow JM, Burroughs CH, Rios Acosta L, Leakey AD, Ainsworth EA (2021).** Age- dependent increase in α- tocopherol and phytosterols in maize leaves exposed to elevated ozone pollution. *Plant Dir*. 5(2): e00307.
25. **Yosefi K, Galavi M, Ramrodi M, Mousavi SR (2011).** Effect of bio-phosphate and chemical phosphorus fertilizer accompanied with micronutrient foliar application on growth, yield and yield components of maize (Single Cross 704). Aust. J. crop Sci. 5(2): 175-180.
26. **Zewide I, Sherefu A (2021).** Review paper on effect of micronutrients for crop production. *J. Nutr. Food Pro*cess. 4(7): 1-8.