جامعة الفيوم

كلية الزراعة

انتاجية الذرة الشامية تحت الرى بالتنقيط المتناقص إستجابة لحمض الهيوميك وصور الفوسفور فى الاراضى المتأثرة بالملوحة

رسالة مقدمة من

شيماء علي عبدالمجيد علي

بكالوريوس علوم زراعية (محاصيل) كلية الزراعة بالفيوم، جامعة الفيوم 2018

ماجستير علوم زراعية (محاصيل) كلية الزراعة بالفيوم، جامعة الفيوم 2021

كجزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة فى العلوم الزراعية (محاصيل)

قسم المحاصيل

كلية الزراعة بالفيوم

جامعة الفيوم

مصر

2025

انتاجية الذرة الشامية تحت الرى بالتنقيط المتناقص إستجابة لحمض الهيوميك وصور الفوسفور فى الاراضى المتأثرة بالملوحة

رسالة مقدمة من

شيماء على عبدالمجيد على

بكالوريوس علوم زراعية (محاصيل) كلية الزراعة بالفيوم، جامعة الفيوم 2018

ماجستير علوم زراعية (محاصيل) كلية الزراعة بالفيوم، جامعة الفيوم 2021

للحصول على

(درجة دكتوراه الفلسفة فى العلوم الزراعية (محاصيل

قسم المحاصيل - كلية الزراعة - جامعة الفيوم

لجنة الإشراف:

أ.د. أحمد محمد علي الشريف

أستاذ المحاصيل - قسم المحاصيل - كلية الزراعة - جامعة الفيوم

..... التوقيع

أ.م.د. أحمد شعبان محمود

أستاذ المحاصيل المساعد - قسم المحاصيل - كلية الزراعة - جامعة الفيوم

.....التوقيع

(أ.د. فوزي سيد عبدالسميع (رحمه الله

أستاذ المحاصيل - قسم المحاصيل - كلية الزراعة - جامعة الفيوم

الملخص العربي

تم إجراء تجربة حقلية لمدة عامين خلال الموسم الصيفي لعامي 2022 و 2023 في مزرعة خاصة تقع في منطقة الفيوم (بين خطي عرض 29° 02′ و 29° 35′ شمالًا وخطي طول 30° 23′ و 31° 05′ شرقًا)، مصر. كان الهدف الرئيس هو معرفة تأثير ثلاثة مستويات للري المتناقص بالتنقيط هي 100 (كامل)، 85 (ناقص 15%)، و70٪ (ناقص 30%) من البخر نتح للمحصول وإضافة حمض الهيوميك إلى التربة بثلاثة معدلات هي صفر ، 10، و20 كجم/فدان، وأربعة مصادر للتسميد الفوسفاتي المطبقة بالمعدل الموصى (31 كجم خامس أكسيد الفوسفور/فدان)، وتفاعلاتها من الدرجة الأولى والثانية على نمو الذرة في التربة المالحة (التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة هو 6.64 ديسيسيمنز/م). وكانت مصادر الأسمدة الفوسفورية المدروسة هي فوسفات أحادي الأمونيوم، فوسفات اليوريا، وحمض الأرثوفوسفوريك مقارنة بسوبر فوسفات الكالسيوم المحبب كمصدر تقليدي لخامس أكسيد الفوسفور. وكان التصميم التجريبي هو القطع المنشقة مرتين في تصميم القطاعات الكاملة العشوائية بثلاث مكررات تم فيها تعيين مستويات الري المتناقص كقطع رئيسية، وتوزيع معدلات حمض الهيوميك عشوائيًا في القطعة الفرعية، بينما وُزِعَت مصادر التسميد الفوسفاتي في القطع تحت الفرعية بشكل عشوائي. وللتحقق من ذلك تم تقييم حالة مياه النبات (مؤشر ثبات الغشاء الخلوي ومحتوى الماء النسبي في الأوراق)، وموشرات التمثيل الضوئي (محتوى الكلورفيل النسبي في الأوراق المعبر عنه بقيمة الإسباد وفلورسنت كلوروفيل-أ المعبر ومؤشر أداء جهاز البناء الضوئي)، والتبادل الغازي في الأوراق المعبر عنها بـالتوصيل الثغري وحالة Fv/F0وFv/Fm عنها بـ العناصر الغذائية المعدنية في الأوراق (نيتروجين وفوسفور وبوتاسيوم وكالسيوم وصوديوم ونسبة البوتاسيوم/الصوديوم). بالإضافة إلى ذلك تم تقييم الأنشطة المضادة للأكسدة مثل تراكم الذائبات الاسموزية الوقائية (السكريات الكلية الذائبة ومحتوى البرولين الحر)، ومضادات الأكسدة غيرالأنزيمية والأنزيمية (مثل الجلوتاثيون وحامض الاسكوربيك ونشاط انزيم الكاتاليز والسوبر أكسيد ديسميوتاز)، وصفات النمو (إرتفاع النبات وقطر الساق وعدد الأوراق/نبات ومساحة الورقة/نبات ودليل المساحة الورقية والوزن الجاف/نبات)، ومكونات محصول الحبوب (طول الكوز وقطر الكوز وعدد الصفوف/الكوز ووزن الحبوب/نبات ووزن الـ100حبة)، والحواصل النهائية :(الحاصل البيولوجي وحاصل الحبوب)، والإنتاجية المحصولية لمياه الري وفيما يلي ملخص للنتائج التي تم الحصول عليها

أ. التأثيرات الرئيسية لمستوى الري الناقص ومعدل حمض الهيوميك ومصادر الأسمدة الفوسفاتية

أ.1. حالة مياه النبات، مؤشرات البناء الضوئي، والتوصيل الثغري

أدى الري الناقص بنسبة ١٥ و30% إلى تناقص مؤشر ثبات الغشاء الخلوي بنسبة 0.3 و9.7%، ومحتوى الماء النسبي في الأوراق بنسبة 1.7 و7.0% على التوالي، مقارنة بمستوى الري الكامل. ومع ذلك، أدى إضافة حمض الهيوميك للتربة بمعدلي ١٠ و ٢٠ كجم/فدان إلى تحسين ثبات الغشاء الخلوي بنسبة 6.7 و12.2%، وزيادة محتوى الماء النسبي في الأوراق بنسبة 4.9 و6.6%، مقارنةً بمستوى عدم إضافة حمض الهيوميك، كما عززت مصادر التسميد الفوسفاتي قيم ثبات الغشاء الخلوي ومحتوى الماء النسبي، حيث أظهر فوسفات اليوريا أعلى زيادة بنسبة 5.8 و3.6% على التوالي.

Fv/Fm انخفضت مؤشرات البناء الضوئي نتيجة الري الناقص، حيث انخفضت قيمة الإسباد بنسبة 2.2 و9.2%، ونسبة بمقدار 2.2 و10.3%، ومؤشر أداء جهاز البناء الضوئي بنسبة 6.7 و20.4% عند مستويي الري Fv/F0 بمقدار 1.2 و3.7%، ونسبة الناقص بنسبة ١٥ و30%، على التوالي، مقارنةً بمستوى بالري الكامل.

من ناحية أخرى، أدى تطبيق حمض الهيوميك على التربة بمعدلي ١٠ و ٢٠ كجم/فدان إلى زيادة قيمة الإسباد بنسبة 5.3 بنسبة 6.6 و11.7%، وزيادة مؤشر أداء جهاز البناء الضوئي بنسبة 14.4 Fv/F0بنسبة 1.3% و2.5%، وFv/Fm و8.4%، و و26.8% على التوالي، مقارنةً بمستوى عدم إضافة حمض الهيوميك.

انخفض التوصيل الثغري بنسبة 5.9 و33.8% عند مستويي الري الناقص بنسبة ١٥ و30%، مقارنة بمستوى بالري الكامل. ومع ذلك، أدى إضافة حمض الهيوميك بمعدلي ١٠ و ٢٠ كجم/فدان إلى تحسين التوصيل الثغري بنسبة 19.5 و30.7%، على التوالي، مقارنةً بمستوى عدم إضافة حمض الهيوميك. أما بالنسبة لمصادر التسميد الفوسفاتي، فقد أظهر فوسفات اليوريا أعلى زيادة في التوصيل الثغري بنسبة 12.3%، يليه فوسفات أحادي الأمونيوم بنسبة 9.5%، ثم حمض الأرثوفوسفوريك بنسبة 5.4% مقارنة بسوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

أ.2. الذائبات الأسموزية الوقائية ومضادات الأكسدة الإنزيمية وغير الإنزيمية

أدت الري الناقص بنسبة ١٥ و30% إلى زيادة ملحوظة في السكريات الكلية الذائبة بنسبة 15.9 و22.7%، ومحتوى البرولين الحر بنسبة 21.1 و100%، ونشاط إنزيمات الكاتاليز بنسبة 29.3 و42.9%، والسوبر أكسيد ديسميوتاز بنسبة 10.7%

و17.4%، ومستويات الجلوتاثيون بنسبة 21.8 و41.8%، وحمض الأسكوربيك بنسبة 8.6 و31.4%، على التوالي، مقارنة بمستوى بالري الكامل.

ومع ذلك، فإن إضافة حمض الهيوميك إلى التربة عند المستويين ١٠ و ٢٠ كجم/فدان عززت مستويات السكريات الكلية الذائبة بنسبة 5.0 و17.3%، ومحتوى البرولين الحر بنسبة 13.0 و34.8%، و الجلوتاثيون بنسبة 18.2 و20.5%، والأسكوربيك بنسبة 7.3 و15.9%، ونشاط إنزيم الكاتاليز بنسبة 7.1 و10.9%، ونشاط إنزيم السوبر أكسيد ديسميوتاز بنسبة 6.1 و17.8%، على التوالي، مقارنةً بمعاملة عدم إضافة حمض الهيوميك.

أما بالنسبة لمصادر التسميد الفوسفاتي، فقد أدت المعاملة بالفوسفات أحادي الأمونيوم إلى خفض محتوى السكريات الكلية الذائبة بنسبة 11.8%، بينما أدت معاملة حمض الأرثوفوسفوريك إلى زيادة محتوى البرولين الحر بنسبة 3.7%. كما زادت مستويات الجلوتاثيون بنسبة 8.2، 8.0، و3.9% عند استخدام حمض الأرثوفوسفوريك وفوسفات اليوريا والفوسفات أحادي الأمونيوم، على التوالي. كذلك، زادت مستويات الأسكوربيك بنسبة 4.1 و3.7% عند استخدام فوسفات اليوريا وحمض الأرثوفوسفوريك، على التوالي. أما بالنسبة لنشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة، فقد زاد الكاتاليز بنسبة 7.5 و5.0 و3.1% مع فوسفات اليوريا وحمض الأرثوفوسفوريك والفوسفات أحادي الأمونيوم، على التوالي، وزاد نشاط إنزيم السوبر أكسيد ديسميوتاز بنسبة 7.5 و7.0% مع الفوسفات أحادي الأمونيوم وفوسفات اليوريا، على التوالي مقارنة بسوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

أ.3. حالة العناصر الغذائية المعدنية في الأوراق

أدت الري الناقص بنسبة 15% إلى خفض محتوى الفوسفور في الأوراق بنسبة 3.7%، والكالسيوم بنسبة 4.7%، والبوتاسيوم بنسبة 0.6%، ونسبة البوتاسيوم/الصوديوم بنسبة 8.9%، بينما زادت مستويات الصوديوم بنسبة 13.3%. أما معاملة الري الناقص بنسبة 30% فقد تسببت في انخفاض أكبر في النيتروجين بنسبة 17.3%، الفوسفور بنسبة 13.1%، البوتاسيوم 2.8%، الكالسيوم 23.3%، والبوتاسيوم/الصوديوم بنسبة 26.0%، إلى جانب ارتفاع محتوى الصوديوم في الأوراق بنسبة 33.6%، مقارنةً بمستوى بالري الكامل.

أما إضافة حمض الهيوميك بمعدلي ١٠ و ٢٠ كجم/فدان فقد حسنت الحالة التغذوية للأوراق؛ حيث زادت مستويات النيتروجين بنسبة 15.3 و25.5%، الفوسفور بنسبة 12.5 و19.4%، البوتاسيوم بنسبة 8.1 و14.9%، الكالسيوم بنسبة 24.5 و51.6%، ونسبة البوتاسيوم/الصوديوم بنسبة 25.7 و57.4%، بينما انخفضت مستويات الصوديوم بنسبة 15.5 و25.7%، على التوالي، مقارنةً بمعاملة عدم إضافة حمض الهيوميك.

أما بالنسبة لمصادر التسميد الفوسفاتي، فقد أدى استخدام فوسفات اليوريا إلى زيادة محتوى النيتروجين في الأوراق بنسبة 6.5%، والفوسفور بنسبة 13.2%، والكالسيوم بنسبة 13.5%. كما حسنت معاملة الفوسفات أحادي الأمونيوم من محتوى البوتاسيوم بنسبة 6.6% وزادت نسبة البوتاسيوم/الصوديوم بنسبة 16.2%، حيث تفوقت كل من فوسفات اليوريا والفوسفات أحادي الأمونيوم على حمض الأرثوفوسفوريك والسوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

أ.4. صفات النمو

أدت الري الناقص بنسبة ١٥ و30% إلى انخفاض طول النبات بنسبة 2.8 و6.5%، وقطر الساق بنسبة 4.4 و4.8%، وعدد الأوراق/نبات بنسبة 2.0 و10.0%، ومساحة الأوراق/نبات بنسبة 10.7 و25.4%، ودليل المساحة الورقية بنسبة 10.8 و25.4%، والوزن الجاف للنبات بنسبة 5.2 و11.2%، على التوالي، مقارنةً بمستوى بالري الكامل.

ومع ذلك، فإن إضافة حمض الهيوميك بمعدلي ١٠ و ٢٠ كجم/فدان خففت من تأثير الإجهاد المائي، حيث زادت طول النبات بنسبة 4.1 و7.5%، وقطر الساق بنسبة 5.4 و9.8%، وعدد الأوراق/نبات بنسبة 3.6 و5.0%، ومساحة الأوراق/نبات بنسبة 17.9 و27.5%، ودليل المساحة الورقية بنسبة 17.9 و27.5%، والوزن الجاف/نبات بنسبة 8.0 و13.3%، على التوالي، مقارنةً بمعاملة عدم إضافة حمض الهيوميك.

أما بالنسبة لمصادر التسميد الفوسفاتي، فقد حسنت المعاملة بالفوسفات أحادي الأمونيوم وفوسفات اليوريا صفات نمو الذرة مقارنة بسوبر فوسفات الكالسيوم المحبب، حيث تفوقت في طول النبات بنسبة 1.9 و2.2%، وقطر الساق بنسبة 8.1 و7.1%، ومساحة

الأوراق/نبات بنسبة 24.6 و22.4%، ودليل المساحة الورقية بنسبة 24.6 و22.2%، والوزن الجاف/نبات بنسبة 5.9 و6.7%، على التوالي.

أ.5. حاصل الذرة ومكوناته والإنتاجية المحصولية لمياه الري

أدى الإجهاد الجفافي الناتج عن الري الناقص بنسبة ١٥ و30% إلى تقليل طول الكوز بنسبة 3.0 و14.9%، وقطر الكوز بنسبة 3.5 و5.9%، وعدد الصفوف/كوز بنسبة 3.0 و5.8%، ووزن الحبوب/نبات بنسبة 8.9 و22.5%، ووزن الـ100 حبة بنسبة 3.0 و5.3%، والحاصل البيولوجي بنسبة 5.6 و16.4%، وحاصل الحبوب بنسبة 8.7 و22.3%. ولكن زادت الإنتاجية المحصولية لمياه الري بنسبة 7.8 و10.7%، على التوالي، مقارنةً بمستوى بالري الكامل.

أما النباتات المعاملة بحمض الهيوميك بمعدلي ١٠ و ٢٠ كجم/فدان فقد زادت طول الكوز بنسبة 3.9 و12.8%، وقطر الكوز بنسبة 4.0 و6.9%، وعدد الصفوف/كوز بنسبة 3.0 و3.8%، ووزن الحبوب/نبات بنسبة 10.3 و22.3%، ووزن الـ100 حبة بنسبة 5.1 و13.7%، الحاصل البيولوجي بنسبة 10.7 و18.4%، وحاصل الحبوب بنسبة 10.2 و22.2%، والإنتاجية المحصولية لمياه الري بنسبة 10.1 و21.2%، على التوالي، مقارنةً بمعاملة عدم إضافة حمض الهيوميك.

ومن بين مصادر التسميد الفوسفاتي، حسّنت المعاملة بفوسفات اليوريا والفوسفات أحادي الأمونيوم طول الكوز بنسبة 6.0 و6%، وقطر الكوز بنسبة 3.1 و2.9%، ووزن الحبوب/نبات بنسبة 6.6 و6.5%، ووزن الـ100 حبة بنسبة 5.7 و5.3%، الحاصل البيولوجي بنسبة 7.3 و6.4%، وحاصل الحبوب بنسبة 6.2 و6.2%، والإنتاجية المحصولية لمياه الري بنسبة 6.7 و6.7%، على التوالي، مقارنة بسوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

ب. تأثيرات التفاعلات من الدرجة الأولى بين مستوى الري الناقص ومعدل حمض الهيوميك ومصادر الأسمدة الفوسفاتية

ب.1. حالة مياه النبات، مؤشرات البناء الضوئي، والتوصيل الثغري

التفاعل بين الري الناقص وحمض الهيوميك كان له تأثير معنوي على مؤشر ثبات الغشاء الخلوي، وقيمة الإسباد، وفلورسنت كلوروفيل-أ المعبر عنها بـ Fv/Fm و Fv/F0 على تأثير معنوي له يكن لم بينما الثغري، والتوصيل الضوئي، البناء جهاز أداء ومؤشر ، محتوى الماء النسبي في الأوراق.

سُجلت أعلى القيم لكل من مؤشر ثبات الغشاء الخلوي (67.0%)، وقيمة الإسباد (42.2)، و Fv/F0، (0.83) Fv/Fm م2/ث) في ظل تفاعل الري الكامل × CO2 / 4.29)، مؤشر أداء جهاز البناء الضوئي (4.29)، والتوصيل الثغري (429.3 ميكرومول(4.39) معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان، وعلى العكس من ذلك، لوحظت أدنى القيم لـثبات الغشاء الخلوي (53.6%)، وقيمة الإسباد CO2، مؤشر أداء جهاز البناء الضوئي (2.70)، والتوصيل الثغري (219.0 ميكرومول(3.47) Fv/F0، (0.77) Fv/Fm (35.3)، و م2/ث) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك/.

كان للتفاعل بين الري الناقص ومصدر التسميد الفوسفاتي تأثير معنوي على المحتوى الماء النسبي في الأوراق، Fv/Fm، مؤشر أداء جهاز البناء الضوئي، والتوصيل الثغري، لكنه لم يكن له تأثير معنوي على مؤشر ثبات الغشاء الخلوي أو قيمة الإسباد سُجلت أعلى القيم لكل من المحتوى الماء النسبي في الأوراق (83.9%)، و Fv/Fm (0.82) مؤشر أداء جهاز البناء الضوئي ، م2/ث) في ظل تفاعل الري الكامل × فوسفات اليوريا أو الري الكامل × CO2 / 3.97)، والتوصيل الثغري (390.6 ميكرومول Fv/F0. الفوسفات أحادي الأمونيوم، بينما سُجلت أدنى القيم للمحتوى الماء النسبي في الأوراق (75.8%)، و Fv/Fm (0.78) مؤشر ثبات ، م2/ث) تحت تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات / CO2الغشاء الخلوي (2.85)، والتوصيل الثغري (230.2 ميكرومول الكالسيوم المحبب.

كان للتفاعل بين حمض الهيوميك ومصدر التسميد الفوسفاتي تأثير معنوي على المحتوى الماء النسبي في الأوراق، وقيمة الإسباد، Fv/F0على تأثير معنوي له يكن لم بينما الثغري، والتوصيل الخلوي، الغشاء ثبات مؤشر ، Fv/Fm. من لكل القيم أعلى سُجلت ، م2/ث) في ظل تفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا أو معدل 20 / CO2والتوصيل الثغري (382.8 ميكرومول Fv/F0(4.27) المحتوى الماء النسبي في الأوراق (بنسبة 83.6%)، وقيمة الإسباد (42.9)، و (3.93)، مؤشر ثبات الغشاء الخلوي كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم وعلى العكس من ذلك، سُجلت أدنى القيم للمحتوى الماء النسبي في الأوراق ، مؤشر ثبات الغشاء الخلوي (2.65)، والتوصيل الثغري (266.5 Fv/F0(3.64) (74.9%)، وقيمة الإسباد (36.6)، و م2/ث) تحت تفاعل عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب/ CO2ميكرومول.

ب.2. الذائبات الأسموزية الوقائية ومضادات الأكسدة الإنزيمية وغير الإنزيمية

في ظل تفاعل مستوى الري الناقص × حمض الهيوميك، تم تسجيل أعلى القيم لمحتوى السكريات الكلية الذائبة (0.176 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، ومحتوى البرولين الحر (0.42 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، والجلوتاثيون (6.20 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، وحمض الأسكوربيك (3.09 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، ونشاط إنزيم الكاتاليز (19.7 ميكرومول/جم بروتين)، ونشاط إنزيم سوبر أكسيد ديسميوتاز (22.3 ميكرومول/جم بروتين) في تفاعل تفاعل الري الناقص 30% × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان. بينما سُجلت أدنى القيم لمحتوى السكريات الكلية الذائبة (0.124 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، ومحتوى البرولين الحر (0.16 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، والجلوتاثيون (3.60 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، وحمض الأسكوربيك (1.94 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، الكاتاليز (12.0 ميكرومول/جم بروتين)، وسوبر أكسيد ديسميوتاز (16.4 ميكرومول/جم بروتين) في تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان.

أما بالنسبة إلى تفاعل مستوى الري الناقص × مصدر التسميد الفوسفاتي، فقد تم تسجيل أعلى القيم لمحتوى السكريات الكلية الذائبة (0.177 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، ومحتوى البرولين الحر (0.41 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، والجلوتاثيون (6.16 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، وسوبر أكسيد ديسميوتاز (22.5 ميكرومول/جم بروتين) في تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب، في حين تم تسجيل أعلى القيم لحمض الأسكوربيك (2.99 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق) والكاتاليز (20.4 ميكرومول/جم بروتين) في تفاعل الري الناقص 30% × حمض الأرثوفوسفوريك. أما أدنى القيم لمحتوى السكريات الكلية الذائبة (0.128 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، ومحتوى البرولين الحر (0.20 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، والجلوتاثيون (3.77 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، وحمض الأسكوربيك (2.09 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، الكاتاليز (13.3 ميكرومول/جم بروتين)، وسوبر أكسيد ديسميوتاز (16.6 ميكرومول/جم بروتين) فقد تم تسجيلها في تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

وفيما يتعلق بتفاعل حمض الهيوميك × مصدر التسميد الفوسفاتي، فقد تم تسجيل أعلى القيم لمحتوى السكريات الكلية الذائبة (0.178 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، ومحتوى البرولين الحر (0.31 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، والجلوتاثيون (5.64 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق) في تفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب، في حين سُجلت أعلى القيم لحمض الأسكوربيك (2.76 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، الكاتاليز (18.0 ميكرومول/جم بروتين)، وسوبر أكسيد ديسميوتاز (22.5 ميكرومول/جم بروتين) في تفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا. أما أدنى القيم لمحتوى السكريات الكلية الذائبة (0.129 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، ومحتوى البرولين الحر (0.22 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، والجلوتاثيون (4.09 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، حمض الأسكوربيك (2.18 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق)، الكاتاليز (14.5 ميكرومول/جم بروتين)، وسوبر أكسيد ديسميوتاز (16.7 ميكرومول/جم بروتين) فقد تم تسجيلها مع تفاعل عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

ب.3. حالة العناصر الغذائية المعدنية في الأوراق

التفاعل بين مستوى الري الناقص ومعدل حمض الهيوميك أثر بشكل معنوي على محتوى العناصر الغذائية في الأوراق. تم تسجيل أعلى محتوى من النيتروجين في الأوراق (26.4 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان، في حين كان أدنى محتوى (16.8 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك. كان أعلى محتوى من الفوسفور في الأوراق تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان (5.07 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، بينما كان أقل محتوى مع تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك (3.72 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). بلغ محتوى البوتاسيوم في الأوراق ذروته عند تفاعل الري الناقص 15% × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان (10.67 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، وكان أدنى مستوى له تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك (8.75 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). تم تسجيل أعلى محتوى من الكالسيوم في الأوراق تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان (10.63 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، وأدنى محتوى تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك (5.39 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). أما محتوى الصوديوم في الأوراق، فكان الأعلى تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك (10.83 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) والأدنى تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان (5.96 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). كانت أعلى نسبة البوتاسيوم/الصوديوم مسجلة تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان (1.75)، في حين كانت أدنى نسبة تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك (0.81).

أظهر التفاعل بين مستوى الري الناقص ومصدر التسميد الفوسفاتي أعلى محتوى من النيتروجين في الأوراق تحت تفاعل الري الكامل × فوسفات اليوريا (24.9 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) وأدنى محتوى تحت تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (18.9 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). أما أعلى محتوى من الفوسفور في الأوراق، فقد سُجل تحت تفاعل الري الكامل × فوسفات اليوريا (4.82 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) أو الري الكامل × الفوسفات أحادي الأمونيوم (4.79 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، في حين كان أدنى محتوى تحت تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (3.76 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). بلغ أعلى محتوى من البوتاسيوم في الأوراق تحت تفاعل الري الكامل × الفوسفات أحادي الأمونيوم (10.22 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، في حين كان الأدنى تحت تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (9.18 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). تم تسجيل أعلى محتوى من الكالسيوم في الأوراق تحت تفاعل الري الكامل × الفوسفات أحادي الأمونيوم (9.84 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) أو تفاعل الري الكامل × فوسفات اليوريا (9.83 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، بينما كان أدنى محتوى تحت تفاعل الري الناقص 30% × حمض الأرثوفوسفوريك (6.52 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). كان أعلى محتوى من الصوديوم في الأوراق تحت تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (9.97 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، وأدنى محتوى تحت تفاعل الري الكامل × الفوسفات أحادي الأمونيوم (6.53 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). أما نسبة البوتاسيوم/الصوديوم، فكانت الأعلى تحت تفاعل الري الكامل × الفوسفات أحادي الأمونيوم (1.60) والأدنى تحت تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (0.94).

أظهر التفاعل بين معدل حمض الهيوميك ومصدر التسميد الفوسفاتي أن أعلى محتوى من النيتروجين في الأوراق سُجل تحت تفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا (25.4 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، في حين كان الأدنى تحت تفاعل عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (18.7 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). أما محتوى الفوسفور، فقد كان الأعلى تحت تفاعل معدل 10 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا (5.01 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) والأدنى تحت تفاعل عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (3.59 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). لم يكن للتفاعل بين معدل حمض الهيوميك ومصدر التسميد الفوسفاتي تأثير معنوي على محتوى البوتاسيوم في الأوراق. تم تسجيل أعلى محتوى من الكالسيوم في الأوراق تحت تفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا (10.69 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) وتفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم (10.62 ملجم/جم وزن جاف للأوراق)، بينما كان أدنى محتوى تحت تفاعل عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (6.34 ملجم/جم وزن جاف للأوراق). لم يكن للتفاعل بين معدل حمض الهيوميك ومصدر التسميد الفوسفاتي تأثير معنوي على محتوى الصوديوم في الأوراق أو على نسبة البوتاسيوم/الصوديوم.

ب.4. صفات النمو

باستثناء عدد الأوراق لكل نبات، تأثرت جميع خصائص نمو الذرة بشكل معنوي على الأقل بأحد التفاعلات بين مستوى الري الناقص × معدل حمض الهيوميك، ومستوى الري الناقص × مصدر التسميد الفوسفاتي، ومعدل حمض الهيوميك × مصدر التسميد الفوسفاتي. كان لتفاعل مستوى الري الناقص × معدل حمض الهيوميك تأثير كبير على ارتفاع النبات وقطر الساق، حيث سُجِّل أطول ارتفاع للنباتات (219.0 سم) وأكبر قطر للساق (25.1 مم) عند تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان. وعلى العكس، لوحظ أقصر ارتفاع للنباتات (189.9 سم) وأصغر قطر للساق (19.5 مم) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك و تفاعل الري الكامل × عدم إضافة حمض الهيوميك، على التوالي.

كما أثر تفاعل مستوى الري الناقص × مصدر التسميد الفوسفاتي بشكل كبير على خصائص نمو الذرة، حيث تم تسجيل أطول النباتات (214.4 سم) وأكبر قطر للساق (23.7 مم) عند تفاعل الري الكامل × فوسفات اليوريا والري الكامل × الفوسفات أحادي الأمونيوم ، في حين لوحظ أقصر ارتفاع للنباتات (195.3 سم) وأصغر قطر للساق (20.3 مم) تحت تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب و الري الناقص 15% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. بلغت أقصى مساحة ورقية لكل نبات ومؤشر المساحة الورقية عند تفاعل الري الكامل × الفوسفات أحادي الأمونيوم (99.1 دسم2 و8.25، على التوالي)، بينما كانت أدنى القيم عند تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (55.7 دسم2 و4.64، على التوالي). كما كان الوزن الجاف للنبات أعلى عند تفاعل الري الكامل × فوسفات اليوريا (127.7 جم) وأدنى عند تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب (106.1 جم).

أما تفاعل معدل حمض الهيوميك × مصدر التسميد الفوسفاتي فقد أثر بشكل كبير على ارتفاع النبات وقطر الساق، حيث تم تسجيل أطول النباتات (214.8 سم) وأكبر قطر للساق (24.7 مم) عند تفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي

الأمونيوم، في حين لوحظ أقصر ارتفاع للنباتات (195.9 سم) وأصغر قطر للساق (19.3 مم) عند تفاعل عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

ب.5. حاصل الذرة ومكوناته والإنتاجية المحصولية لمياه الري

كان لتفاعل مستوى الري الناقص مع معدل حمض الهيوميك تأثير كبير على طول الكوز، قطر الكوز، عدد الصفوف/كوز، وزن الحبوب لكل نبات، وزن الـ 100 حبة، والحاصل البيولوجي وحاصل الحبوب. تم تسجيل أعلى القيم لطول الكوز (20.8 سم)، وقطر الكوز (4.14 سم)، ووزن الحبوب/نبات (105.9 جم)، وحاصل الحبوب (22.7 أردب/فدان) عند تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان. في المقابل، تم تسجيل أدنى القيم لطول الكوز (15.7 سم)، وقطر الكوز (3.62 سم)، وحاصل الحبوب (15.0 أردب/فدان) عند تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك.

أثر التفاعل بين مستويات الري الناقص ومصدر السماد الفوسفاتي على قطر الكوز، وزن الـ 100 حبة، والإنتاجية المحصولية لمياه الري. تم تسجيل أعلى قطر للكوز (4.11 سم) وأعلى وزن 100 حبة (28.9 جم) عند تفاعل الري الكامل × الفوسفات أحادي الأمونيوم، بينما سجلت أدنى القيم لقطر الكوز (3.73 سم) ووزن 100 حبة (25.3 جم) عند تفاعل الري الناقص 30% × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. أما الإنتاجية المحصولية لمياه الري، فكانت أعلى قيمة (1.19 كجم/م3) عند التفاعل تفاعل الري الناقص 30% × الفوسفات أحادي الأمونيوم، بينما كانت أدنى قيمة (0.92 كجم/م3) عند تفاعل الري الكامل × عدم إضافة حمض الهيوميك.

كان لتفاعل معدل حمض الهيوميك مع مصدر السماد الفوسفاتي تأثير معنوي على قطر الكوز، عدد الصفوف/كوز، وزن الـ 100 حبة، والحاصل البيولوجي. تم تسجيل أعلى القيم لقطر الكوز (4.11 سم)، وعدد الصفوف/كوز (13.4 صفًا)، ووزن 100 حبة (29.8 جم) عند تفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم، بينما سجلت أدنى القيم لقطر الكوز (3.70 سم)، وعدد الصفوف/كوز (12.5 صفًا)، ووزن الـ 100 حبة (24.6 جم) عند تفاعل عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. أما أعلى حاصل بيولوجي (11.49 طن/فدان) فقد سُجلت عند تفاعل معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا، في حين أن أدنى حاصل بيولوجي (8.72 طن/فدان) سُجلت عند تفاعل عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

ج. تأثيرات التفاعل من الدرجة الثانية بين مستوى الري الناقص ومعدل حمض الهيوميك ومصادر الأسمدة الفوسفاتية

ج.1. حالة مياه النبات، مؤشرات البناء الضوئي، والتوصيل الثغري

كان لتفاعل مستوى الري الناقص × معدل حمض الهيوميك × مصدر السماد الفوسفاتي تأثير كبير على الاستجابات الفسيولوجية للذرة. بلغ مؤشر ثبات الغشاء الخلوي أعلى قيمة له تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم بنسبة 68.5٪، بينما سجل أدنى قيمة تحت تفاعل تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب بنسبة 52.0٪.

اتبعت قيمة الإسباد اتجاهًا مشابهًا، حيث بلغت ذروتها تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم بنسبة 43.9٪، وانخفضت إلى أدنى مستوى لها تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب بنسبة 34.3٪.

تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض Fv/F0 و Fv/Fm أما بالنسبة لفلورسنت كلوروفيل-أ، فقد سجلت القيم العليا لكل من هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم بقيم 0.85 و 4.51 على التوالي، بينما انخفضت إلى الحد الأدنى تحت تفاعل الري الناقص ، وتحت تفاعل الري الناقص Fv/Fm 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب حيث كانت 0.76 لـ Fv/F0. 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × حمض الأرثوفوسفوريك حيث سجلت 3.28 لـ.

بلغت قيمة دليل أداء جهاز البناء الضوئي أعلى مستوى لها تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم عند 4.56، بينما كانت الأدنى تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب عند 2.61. أخيرًا، سجل معدل التوصيل الثغري أعلى قيمة له تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم بمقدار 446.0 ميكرومول CO2 / م2/ث، بينما كان أدنى مستوى له تحت تفاعل الري الناقص 30%CO2 / م2/ث × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب حيث بلغ 203.5 ميكرومول.

ج.2. الذائبات الأسموزية الوقائية ومضادات الأكسدة الإنزيمية وغير الإنزيمية

تأثرت تراكمات الذائبات الأسموزية الوقائية ونشاط مضادات الأكسدة الإنزيمية وغير الإنزيمية بشكل كبير بالتفاعل الثلاثي بين مستوى الري الناقص ومعدل حمض الهيوميك ومصدر التسميد الفوسفاتي. تم تسجيل أعلى تراكم للسكريات الكلية الذائبة بمقدار 0.194 ملجم/جم وزن جاف للأوراق تحت تفاعل الري الناقص 30% × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب، بينما كان أدنى مستوى لها 0.119 ملجم/جم وزن جاف للأوراق تحت تفاعل الري الكامل × عدم إضافة حمض الهيوميك × الفوسفات أحادي الأمونيوم.

بلغ تراكم محتوى البرولين الحر أعلى قيمة له عند 0.45 ملجم/جم وزن جاف للأوراق تحت تفاعل الري الناقص 30% × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا، في حين سُجل أدنى مستوى له عند 0.14 ملجم/جم وزن جاف للأوراق تحت تفاعل الري الكامل × عدم إضافة حمض الهيوميك × فوسفات اليوريا. أما محتوى الجلوتاثيون، فقد سجل أعلى قيمة له 6.88 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق تحت تفاعل الري الناقص 30% × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا، بينما كان أدنى مستوى له 3.39. ميكرومول/جم وزن غض للأوراق تحت تفاعل الري الكامل × عدم إضافة حمض الهيوميك × فوسفات اليوريا

وبالنسبة إلى حمض الأسكوربيك، فقد بلغ أعلى مستوى له 3.22 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق تحت تفاعل الري الناقص 30% × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × حمض الارثوفوسفوريك، بينما سُجل أدنى مستوى عند 1.79 ميكرومول/جم وزن غض للأوراق تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. كان أعلى نشاط لإنزيم الكاتاليز 21.4 ميكرومول/جم بروتين تحت تفاعل الري الناقص 30% × معدل 10 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا ، بينما كان أدنى مستوى لنشاطه 10.5 ميكرومول/جم بروتين تحت تفاعل الري الكامل × عدم إضافة حمض الهيوميك × حمض الارثوفوسفوريك.

ج.3. حالة العناصر الغذائية المعدنية في الأوراق

تأثرت حالة العناصر الغذائية في الأوراق بشكل كبير بتفاعل مستوى الري الناقص × معدل حمض الهيوميك × مصدر التسميد الفوسفاتي. حيث تم تسجيل أعلى محتوى من النيتروجين في الأوراق (27.9 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا، بينما تم تسجيل أدنى محتوى (16.0 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. بلغ أعلى محتوى للفوسفور في الأوراق (5.62 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا ، في حين كان أدنى محتوى (3.22 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

تم تسجيل أعلى محتوى للبوتاسيوم في الأوراق (11.08 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الناقص 15% × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × حمض الارثوفوسفوريك، بينما كان أدنى محتوى (8.27 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. أما بالنسبة لمحتوى الكالسيوم في الأوراق، فقد بلغ أقصى قيمة له (12.13 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت معاملة تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم ، بينما كانت أدنى قيمة (5.17 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم. وصل محتوى الصوديوم في الأوراق إلى (11.33 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب ، ولكنه انخفض إلى الحد الأدنى (5.85 ملجم/جم وزن جاف للأوراق) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم. أما بالنسبة لنسبة البوتاسيوم/الصوديوم، فقد سجلت أعلى قيمة (1.88) تحت معاملة تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم ، في حين كانت أدنى قيمة (0.73) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

ج.4. صفات النمو

كان لتفاعل مستويات الري الناقص × معدل حمض الهيوميك × مصدر التسميد الفوسفاتي تأثير كبير على خصائص نمو الذرة. سُجل أطول ارتفاع للنباتات (220.5 سم) عند تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم ، في حين كان أقصر ارتفاع (186.1 سم) عند تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات

الكالسيوم المحبب. بلغ قطر الساق ذروته (26.4 مم) عند تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم، بينما كان أقل قطر (18.9 مم) عند تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. كما تم تسجيل أعلى عدد الأوراق/نبات (15.7) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم، في حين تم تسجيل أقل عدد (12.2) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

كانت مساحة الأوراق/نبات في أعلى مستوياتها (105.9 ديسم2) عند تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم، وأدناها (43.0 ديسم2) عند تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. بلغ مؤشر المساحة الورقية أعلى قيمة له (8.82) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم، وأقل قيمة له (3.58) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. أما الوزن الجاف للنبات، فقد سُجل أعلى وزن (132.9 جم) عند تفاعل الري الكامل× معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × حمض الارثوفوسفوريك، في حين كان أقل وزن جاف (97.2 جم) عند تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

ج.5. حاصل الذرة ومكوناته والإنتاجية المحصولية لمياه الري

كان لتفاعل مستويات الري الناقص × حمض الهيوميك × مصادر التسميد الفوسفاتي تأثير معنوي على طول الكوز، ووزن الحبوب لكل نبات، وحاصل الحبوب، والإنتاجية المحصولية لمياه الري ، في حين لم يكن هناك تأثير معنوي على قطر الكوز، وعدد الصفوف في الكوز، ووزن 100 حبة، والحاصل البيولوجي. تم تسجيل أطول كوز (21.5 سم) عند تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا، بينما لوحظ أقصر كوز (14.9 سم) عند تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. بلغ أقصى وزن للحبوب لكل نبات (108.4 جم) تحت تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا ، في حين كان أقل وزن (67.1 جم) تحت تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. تم تحقيق أعلى حاصل للحبوب (23.2 أردب/فدان) عند تفاعل الري الكامل × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × فوسفات اليوريا، بينما كانت أدنى حاصل حبوب (14.4 أردب/فدان) تحت التفاعل تفاعل الري الناقص 30% × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب. وصلت الإنتاجية المحصولية لمياه الري إلى أقصاها (1.29 كجم/م3) تحت تفاعل الري الناقص 15% × معدل 20 كجم حمض هيوميك/فدان × الفوسفات أحادي الأمونيوم، في حين تم تسجيل أدنى قيمة (0.88 كجم/م3) عند تفاعل الري الكامل × عدم إضافة حمض الهيوميك × سوبر فوسفات الكالسيوم المحبب.

وفي النهاية تخلص الدراسة إلى أن إضافة حمض الهيوميك للتربة بمعدل ٢٠ كجم/فدان مع إستخدام فوسفات اليوريا أو الفوسفات احادي الأمونيوم كمصدر للتسميد الفوسفاتي يمكن أن يكون حلاً مستدامًا وقابلًا للتطبيق لتحسين جودة التربة المالحة وتخفيف الآثار السلبية لنقص مياه الري (خاصة عند ٨٥ أو ٧٠٪ من الاحتياج المائي للمحصول) بنظام الري بالتنقيط وبالتالي تعزيز إنتاجية محصول الذرة الشامية الصفراء والإنتاجية المحصولية لمياه الري في المناطق الزراعية المالحة القاحلة وشبه القاحلة مثل منطقة الفيوم بمصر.