International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 39 العدد
Part 1 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

Received	2026/07/18	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2026/08/09	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2026/08/11	تم نشر الورقة العلمية في

مقارنة تشريب الحبوب والرش الخضري لكبريتات النحاس على محصول القمح (صنف كأسي)

***نجاح علي سليمان[1]، ادريس حسين بوبكر[2]**
قسم المحاصيل – كلية الزراعة – جامعة عمر المختار – ليبيا
*najah.agila.06@gmail.com

الملخص

أجريت تجربة بمعمل تقنية الحبوب بقسم المحاصيل (كلية الزراعة /جامعة عمر المختار) خلال الموسم الشتوي (2021 –2022) باستخدام تجربة عاملية بتصميم عشوائي تام كررت كل معاملة (3) مرات متمثلة المعاملات في نقع البذور لمدة 24 ساعة و الرش الورقي بتركيزات مختلفة من كبريتات نحاس (0.5/1 /1.5/ 2) لتر ماء مقارنة بالشاهد وذلك لمعرفة مدى كفاءته في تحسين خصائص ونمو البادرة للقمح (صنف كأسي) وتم اخذ قياسات لمرحلة نمو البادرات، اظهرت النتائج بوضوح أن طريقة المعاملة وتركيزات كبريتات النحاس كان لهما تأثير معنوي في جميع الصفات المدروسة لمحصول القمح (نسبة الإنبات، طول الجذر، طول الريشة، طول البادرة، الوزن الرطب، الوزن الجاف، المساحة الورقية، وسرعة النمو). إذ تفوقت معاملة الرش الخضري في جميع الصفات مقارنة بمعاملة النقع، وسجلت أعلى القيم في معظم المؤشرات الحيوية. كما بينت النتائج أن التركيز (2جم / لتر) من كبريتات النحاس حقق أفضل استجابة في أغلب الصفات حيث أدى إلى زيادة معنوية في نسبة الإنبات، النمو الجذري والخضري، والأوزان الحيوية. كذلك أظهر التداخل بين الرش الخضري والتركيز (2) تفوقًا واضحًا في جميع الصفات المدروسة مما يعكس وجود تأثير تكاملي بين طريقة الإضافة والتركيز. بشكل عام تشير النتائج إلى أن استخدام كبريتات النحاس بالرش الورقي عند التركيز المناسب يسهم في تحسين العمليات الفسيولوجية للنبات (مثل

مقارنة تشريب الحبوب والرش الخضري لكبريتات النحاس على محصول القمح (صنف كأسي)

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

البناء الضوئي والتمثيل الغذائي) مما يؤدي إلى تعزيز النمو المبكر وزيادة كفاءة التكوين الحيوي لمحصول القمح.

الكلمات المفتاحية: كبريتات النحاس؛ محصول القمح (صنف كأسي)؛ الرش الخضري؛ نقع البذور.

Comparison between seed soaking and foliar spraying of copper sulfate on wheat crop (Kasy cultivar)

***Nagah. A. Suliman، Idris. H. AbuBakr**
Department of Agronomy، Faculty of Agriculture، Omar Al-Mukhtar University، Al Bayda، Libya.
*najah.agila.06@gmail.com

Abstract
An experiment was conducted in the Grain Technology Laboratory، Department of Crops, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, during the winter season (2021–2022). A factorial experiment in a Completely Randomized Design (CRD) was used with three replications. The treatments included seed soaking for 24 hours and foliar application of different concentrations of copper sulfate (0.5, 1, 1.5, and 2 g/L) compared with the control, in order to evaluate its efficiency in improving seedling characteristics and growth of wheat (Triticum aestivum, Kasy cultivar). Measurements were taken during the seedling growth stage. The results clearly showed that both the method of treatment and copper sulfate concentrations had a significant effect on all studied traits of wheat, including germination percentage, root length, plumule length, seedling length, fresh weight, dry weight, leaf area, and growth rate. Foliar application outperformed seed soaking in all traits and recorded the highest values for most growth parameters. The results also indicated that the concentration of 2 g/L of copper sulfate achieved the best response in most traits, leading to significant increases in germination percentage, root and shoot growth, and biomass accumulation. Furthermore, the interaction between foliar spraying and the 2 g/L concentration showed a clear superiority

across all studied traits, indicating a synergistic effect between application method and concentration. In general, the findings suggest that foliar application of copper sulfate at an appropriate concentration enhances plant physiological processes such as photosynthesis and metabolism, which in turn improves early growth and increases the efficiency of biomass production in wheat.
Keywords: Copper Sulfate ($CuSO_4$), Wheat Crop (Kassi Cultivar) , Foliar Application, Seed Soaking

المقدمة

يعتبر محصـــول القمح (*Triticum asetivum* L.) من المحاصـــيل الهامة غذائيا والمؤثرة في اقتصـــاد وســـياســـة معظم بلدان العالم، حيث يعتبر القمح مصـــدرا هاما لكربوهيدرات والنشـــا والدهون والفيتامينات وخصـــوصـــا فيتامين B1وفيتامين B2 والجلوتين،1992 ،glutein والجلايدين gliding وأيضـا كعلف حيواني (ابو ضـاحي وآخرون،1987). وتعانى المنطقة العربية من العجز الكبير في أنتاج مثل القمح و الشـعير آذ أن ما ينتج من هذين المحصـولين لا يسـد حاجة الاسـتهلاك المحلى لعدة أسـباب منها شـح المياه وظروف الجفاف وملوحة الأراضـي الزراعية وأقسـام الخدمات الزراعية بالتقليدية وعدم اســـتخدام التقنيات الحديثة (المنظمة العربية للتنمية الزراعية 1994).

تؤدى المغذيات الصـــغرى والتي منها الحديد والزنك والنحاس دورا مهما في كثير من العمليات الحيوية داخل النبات آذ تعتبر أســاســية النمو وتطويره، كما تزيد من مقاومته للإمراض. وتدخل في تركيب الإنزيمات أو تكون كعوامل مسـاعدة. مما يؤثر ايجابيا في تحســـين نمو النبات وزيادة إنتاجية كما ونوعا الحديثى وآخرون (2003). وتعتبر من العناصـــر الضـــرورية لنمو النبات التي يحتاجها بكميات قليلة مقارنة بما يحتاجه من النتروجين والفســـفور والبوتاســـيوم والزنك والحديد والنحاس آذ تؤثر كثيرا في العمليات الحيوية والفســـيولوجية داخل النبات لنموه وتطوره وعمليات التمثيل الضـــوئي المرتبطة بالتمثيل الضـــوئي وتكوين الكلوروفيل وتطوير خلايا الجذور والتنفس وامتصـــاص الماء ومقاومة الإمراض النباتية وتدخل في تركيب الإنزيمات المشاركة أو كعوامل مساعدة في التمثيل الضـــوئي وتثبيت النتروجين (Adhikary، وآخرون 2010 وvitti وآخرون.

2014 وMorales وآخرون 2017) ويؤثر توفرها تأثيرا ايجابيا في نمو النبات وزيادة إنتاجه كما ونوعا (النعيمى.2000)

أن توفر العناصر الغذائية يعد مؤشرا مهما في نمو النباتات أذا أن نقص أي منها يسبب خلل كبيرا في النمو والإنتاج 'بعض هذه العناصـــر متوفر في التربة ألا أن جاهزة منها قد ليتماشى مع حاجة النبات بسبب قلة الحركة وجاهزيتها نتيجة لارتفاع (.ph) والتنافس بين الايونات الموجبة مما يودى إلى فشل الجذور في امتصاص العناصر من التربة لذا صـــار من التوجه إلى إيجاد أســـاليب وطرق حديثة بهدف تجهيز النباتات بالمغذيات الضـرورية ومن بينها رش المغذيات الضـرورية على المجمع الخضـري لتحسـين النمو وزيادة الإنتاج عن طريق تقليل المعوقات التي تحدث من جاهزية العناصـــر. أن اغلب النباتات لها القابلية على امتصاص العناصر الغذائية عند رشها على المجموع الخضري من خلال أوراقها لذا أصـبحت التغذية الورقية وسـيلة لتجهيز النبات بالعناصـر الكبرى والصغرى، كما تعد طريقة التسميد بالرش فعالة في زيادة الحاصل وتحسين نوعيته وذلك عن طريق زيادة النمو الخضري . Kuepper، G. (2003). وعلية فان التفكير بوسائل جديدة تحقق هذا الهدف وتزيد من حاصـل وحدة المسـاحة أصـبح أمرا ضـروريا من هذه الوسائل استخدام التغذية الورقية بالمغذيات الصغرى بجانب التوصية السمادية بالمغذيات الكبرى لتحسين النمو وزيادة الإنتاج.

لذا تهدف هذه التجربة الى معرفة مدى كفاءة نقع بذور القمح لمدة 24 ســـاعة والرش الورقي بتركيزات مختلفة من كبريتات نحاس (0.5/ 1/ 1.5/ 2) لتر ماء في تحســـين خصائص ونمو بادرة القمح (صنف كأسى)

مواد وطرق البحث:

أجريت التجربة بمعمل تقنية الحبوب /قســـم المحاصـــيل (كلية الزراعة /جامعة عمر المختار) خلال الموسـم الشـتوي (2021 _2022) تجربة عاملية بتصـميم عشـوائي تام حيث كررت كل معاملة (3) مرات لمعرفة تأثير نقع البذور في كبريتات نحاس بتركيزات مختلفة (0.5/ 1/ 1.5/ 2) لتر ماء لمدة 24 ســـاعة ثم تجفيفها والمقارنة بينها وبين الرش الخضـري لنفس التركيزات بالإضـافة إلى معاملة الشـاهد وذلك لمعرفة مدى كفاءته

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

في تحسين خصائص ونمو البادرة للقمح (صنف كأسي) وتم اخذ قياسات لمرحلة نمو البادرات لكل أصيص يحتوي على 10 حبوب

الصفات المدروسة

1- نسبة الإنبات في العد النهائي (%) يقاس بعد انتهاء مدة الفحص (سبعة أيام) ISTA 2005 فحص الإنبات ألمختبري القياسي قدر بحساب العدد الكلي للباذرات الطبيعية بعد 7 يوم من وضع البذور في المنبتة ISTA (International Seed Testing Association) (2008) وحسبت نسبة الإنبات ألمختبري القياسي بقسمة عدد البادرات الطبيعية مقسوما على عدد البذور الكلي معبرا عنه كنسبة مئوية تم حساب نسبة الإنبات مع الصيغة التالية: نسبة الإنبات = عدد الحبوب النابتة / عدد الحبوب الكلي × 100.

2- طول الجدير والريشة والبادرة (سم) في فحص الإنبات ألمختبري القياسي بعد انتهاء مدة فحص الإنبات القياسي البالغة 14 يوما يتم اخذ 3 باذرات طبيعية وبشكل عشوائي ويتم قياس طول الجدير بعد فصله من نقطة اتصاله بالبذرة والريشة بعد فصلها من نقطة اتصالها بالسويقة الجنينية الوسطى وقياس باستخدام المسطرة . AOSA(Association of Official Seed Analysts). 1983

3- الوزن الغض والجاف للبادرة (جم) تم حسابهما في نهاية فحص الإنبات بعد 14، بعد إن وضعت في أكياس ورقية مثقبة لغرض التجفيف في فرن. 80 درجة مئوية ولمدة 24 ساعة ثم وزنت بميزان حساس.

4- المساحة الورقية (سم2)

5- سرعة نمو المحصول جم / يوم

التحليل الإحصائي: جميع البيانات المتحصل عليها خضعت لبرنامج التحليل gens tat لاختبار المعنوية ومقارنة الفروق المعنوية بين المتوسطات بأقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمال 5%(1984) Gomez and Gomez.

مقارنة تشريب الحبوب والرش الخضري لكبريتات النحاس على محصول القمح (صنف كأسي)

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

النتائج والمناقشة:

1-تأثير طرق المعاملة وتركيزات كبريتات النحاس في نسبة الإنبات(%)

يتضح من النتائج (جدول 1) أن طريقة المعاملة كان لها تأثير معنوي في نسبة الإنبات إذ سجلت البذور المعاملة بالرش الخضري أعلى متوسط لنسبة الإنبات بلغ **71.33%** في حين حققت البذور المعاملة بطريقة النقع أقل متوسط بلغ **63.33%.** كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين تراكيز كبريتات النحاس المستخدمة، حيث تفوق التركيز **(2)** معطيًا أعلى نسبة إنبات بلغت **76.67%** مقارنة بمعاملة الشاهد التي سجلت أدنى القيم. كذلك بينت نتائج التداخل بين طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس وجود فروق معنوية، إذ حققت معاملة الرش الخضري عند التركيز **(2)** أعلى نسبة إنبات بلغت **86. 76%** مقارنةً ببقية معاملات التداخل. ويُعزى هذا التحسن في نسبة الإنبات إلى الدور الفسيولوجي الذي تؤديه العناصر الغذائية الصغرى، ومنها النحاس، إذ يسهم في تنشيط العديد من الإنزيمات وعمليات الأكسدة والاختزال داخل النبات، إضافة إلى دوره في تكوين الكلوروفيل، مما يؤدي إلى رفع كفاءة عملية البناء الضوئي، وينعكس ذلك إيجابًا على تحسين صفات النمو المختلفة، ومنها نسبة الإنبات، وطول الريش، وطول البادرة. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده **البديري (2001)** و**Focus (2003)** الذين أشاروا إلى أن العناصر الغذائية الصغرى تعمل على زيادة محتوى الكلوروفيل وتنشيط عملية البناء الضوئي، مما يسهم في تحسين الصفات الخضرية والإنتاجية للنبات. كما ذكر **النعيمي (1999)** أن توافر العناصر الغذائية بصورة متوازنة يعزز من النمو الخضري ويحفز تكوين التفرعات، الأمر الذي ينعكس إيجابًا على نمو النبات وتطوره.

جدول (1) تأثير طرق المعاملة وتركيزات كبريتات النحاس على نسبة الإنبات %

التركيز جم / المعاملة	0	0.5	1	1.5	2	المتوسط
نقع حبوب	63.33	56.67	60.00	70.00	66.67	63.33
رش ورقي	73.33	56.67	63.33	76.67	86.67	71.33
المتوسط	68.33	56.67	61.67	73.33	76.67	

$LSD_{0.05}$ = التداخل 8.795 = التركيز 6.21= المعاملة = 3.93

مقارنة تشريب الحبوب والرش الخضري لكبريتات النحاس على محصول القمح (صنف كأسي)
http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

2- تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في طول الجذير (سم) لمحصول القمح

يتضح من نتائج الجدول (2) أن طرق المعاملة بكبريتات النحاس كان لها تأثير معنوي في صفة التجذير لمحصول القمح، إذ سجلت البذور المعاملة بالرش الخضري أعلى متوسط بلغ 8.67سم في حين سجلت البذور المعاملة بالنقع أقل متوسط بلغ .6.67سم. كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين تراكيز كبريتات النحاس المستخدمة حيث حقق التركيز (2)أعلى قيمة بلغت 9.83مقارنةً ببقية التراكيز. كذلك أوضحت نتائج التداخل بين طرق المعاملة وتراكيز النحاس وجود فروق معنوية إذ سجلت معاملة الرش الخضري عند التركيز (2) أعلى قيمة بلغت 10.00. ويُعزى هذا التفوق إلى أن معظم النباتات تمتلك قدرة عالية على امتصاص العناصر الغذائية عند تطبيقها بالرش على المجموع الخضري، إذ تُمتص العناصر عبر الأوراق وتنتقل إلى الأنسجة النشطة، مما يجعل التغذية الورقية وسيلة فعالة لتزويد النبات بالعناصر الغذائية الكبرى والصغرى. ويسهم ذلك في تحسين العمليات الفسيولوجية، وزيادة النشاط الأيضي، وتحفيز النمو الخضري، الأمر الذي ينعكس إيجابًا على نمو المجموع الجذري وصفات التجذير. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه (Ratan وآخرون 2009) في تجربة أصص باستعمال ستة مستويات من النحاس (0،0.5.1.0 1.5 2.0 2.5) كغم $^{-1}$ لاختيار استجابة نباتات القمح المزروعة تحت ظروف البيت الزجاجي وقيست بعض صفات النمو مثل (طول البادرة. طول الجذير. طول الريشة) والوزن الرطب والوزن الجاف. حيث كانت الزيادة متفوقة وبشكل معنوي في هذه الصفات

جدول (2) تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في طول الجذير (سم)

التركيز جم / المعاملة	0	0.5	1	1.5	2	المتوسط
نقع حبوب	6.00	4.67	6.33	6.67	9.67	6.67
رش ورقي	8.33	9.33	7.33	8.33	10.00	8.67
المتوسط	7.17	7.00	6.83	7.50	9.83	

LSD $_{0.05}$ = التداخل = 3.39 التركيز = 2.39 المعاملة= 1.51

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

3- تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في طول الرويشة (سم)

يتضح من نتائج الجدول رقم 3 أن طرق المعاملة كان لها تأثير معنوي في صفة طول الريشة لمحصول القمح، إذ سجلت البذور المعاملة بالرش الخضري أعلى متوسط بلغ 11.3، في حين سجلت البذور المعاملة بالنقع أقل متوسط بلغ 7.33. كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين تراكيز كبريتات النحاس، حيث حقق التركيز (2)أعلى متوسط لطول الريشة بلغ 11.83مقارنةً ببقية التراكيز. كذلك بينت نتائج التداخل بين طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس وجود فروق معنوية، إذ سجلت معاملة الرش الخضري عند التركيز (2) أعلى قيمة بلغت 13.67، في حين سجلت معاملة الشاهد 11.67، مما يدل على تفوق هذه المعاملة في تحسين نمو الريشة. ويُعزى هذا التحسن إلى الدور الحيوي للنحاس في العمليات الفسيولوجية للنبات، إذ يُعد من العناصر الغذائية الصغرى الضرورية التي تدخل في تكوين العديد من الإنزيمات والبروتينات، كما يشارك في سلسلة انتقال الإلكترونات بين نظامي التفاعل الضوئي خلال عملية البناء الضوئي، مما يزيد من كفاءة إنتاج المواد الكربوهيدراتية والطاقة اللازمة للنمو. وينعكس ذلك على زيادة انقسام الخلايا واستطالتها، وبالتالي تحسين نمو الريشة وزيادة طولها. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه هادف وقيد مهدي (2012)، اللذين أشارا إلى أن النحاس يسهم في زيادة ارتفاع النبات من خلال دوره في انتقال الإلكترونات أثناء عملية البناء الضوئي كما أكد دواد (2001) أن زيادة كفاءة البناء الضوئي تؤدي إلى استغلال أفضل للمواد المصنعة في تعزيز النمو الخضري، وهو ما ينعكس على زيادة صفات النمو في نبات الشعير، ومنها طول الريشة.

جدول (3) تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في طول الرويشة (سم)

التركيز جم / المعاملة	0	0.5	1	1.5	2	المتوسط
نقع الحبوب	7.00	4.67	7.67	7.33	10.00	7.33
رش ورقي	11.33	10.33	9.67	11.67	13.67	11.33
المتوسط	9.33	7.50	8.67	9.33	11.83	

LSD $_{0.05}$ A = 3.450 B = 5.597 A*B=5.597

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

4- تأثير طرق المعاملة وتركيزات النحاس في صفة طول البادرات القمح.

يتضح من نتائج الجدول رقم 4 وجود تأثير معنوي لطرق المعاملة وتركيزات النحاس في صفة طول البادرة لمحصول القمح. إذ سجلت البذور المعاملة بالرش الخضري أعلى متوسط لطول البادرة بلغ (19.67 سم) في حين سجلت البذور المعاملة بالنقع أقل متوسط بلغ (14.13 سم)، مما يشير إلى تفوق طريقة الرش الخضري في تحسين هذه الصفة كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين تركيزات النحاس المستخدمة، حيث حقق التركيز (2) أعلى متوسط لطول البادرة بلغ (21.62 سم) مقارنةً ببقية التركيزات. كذلك أوضحت نتائج التداخل بين طرق المعاملة وتركيزات النحاس وجود فروق معنوية، إذ سجلت معاملة الرش الخضري عند التركيز (2) أعلى القيم، حيث بلغت (23.67سم) مما يدل على أن الاستجابة لطول البادرة تأثرت بالتفاعل بين طريقة الإضافة وتركيز النحاس المستخدم. وقد يُعزى هذا التفوق إلى الدور الحيوي للنحاس في العمليات الفسيولوجية داخل النبات إذ يسهم في رفع كفاءة عملية البناء الضوئي من خلال مشاركته في نقل الإلكترونات من الماء إلى Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate (NADP)$^+$، الأمر الذي يزيد من تكوين المواد العضوية اللازمة لانقسام الخلايا واستطالتها، مما ينعكس إيجابًا على زيادة طول البادرة، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه Allen and David (2006).وما أشار اليه على علي وآخرون (2010) ان تأثير النحاس في ارتفاع النبات فقد يعود إلى دور النحاس في عملية التركيب الضوئي من خلال دخوله في تركيب البروتينات النبات.

جدول (4) تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في طول البادرة / سم

التركيز جم / المعاملة	0	0.5	1	1.5	2	المتوسط
نقع الحبوب	13.67	9.33	14.00	14.00	19.67	14.13
رش ورقي	20.00	20.00	18.33	16.33	23.67	19.67
المتوسط	16.83	14.67	16.17	15.17	21.62	

LSD $_{0.05}$ = التداخل 6.062 = التركيز 4.286 =المعاملة 2.711

مقارنة تشريب الحبوب والرش الخضري لكبريتات النحاس على محصول القمح (صنف كأسي)
http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

5- تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في الوزن الرطب (جم)

لوحظ من نتائج الجدول رقم (5) وجود فروق معنوية في صـــفة الوزن الرطب نتيجة اختلاف طرق المعاملة وتركيزات النحاس. فقد سجلت النباتات المعاملة بالرش الخضري أعلى متوسط للوزن الرطب بلغ (1.0119) في حين سجلت النباتات المعاملة بالنقع أقل متوسط بلغ (0.0366)، مما يشير إلى كفاءة الرش الخضري في تحسين هذه الصفة. كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين تركيزات النحاس إذ حقق التركيز (1.5 جم) أعلى متوسط للوزن الرطب بلغ (1.0197) مقارنةً ببقية التركيزات. سجلت معاملة الرش الخضري عند التركيز (1.5 جم) أعلى متوسط للوزن الرطب بلغ (0.5342)، كذلك بينت نتائج التداخل بين طرق المعاملة والتركيزات وجود فروق معنوية حيث ســـجلت معاملة الرش الخضري عند التركيز (2جم) أعلى متوسط للوزن الرطب بلغ (1.0197) مما يدل على أن اســـتجابة النباتات لهذه الصـــفة تأثرت بالتفاعل بين طريقة الإضـــافة وتركيز النحاس. ويمكن تفســير هذه الزيادة بالدور الفســيولوجي للنحاس في تنشــيط العديد من الإنزيمات وتحســين كفاءة عمليات البناء الضــوئي والتمثيل الغذائي، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة إنتاج المادة الجافة ورفع المحتوى المائي في الأنســـجة النباتية، مما ينعكس إيجابًا على الوزن الرطب للنبات. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه الزربعى(2008)، الذي أشـــار إلى أن رش النحاس على المجموع الخضـــري لنباتات الذرة أدى إلى زيادة معنوية في كلٍ من الوزن الرطب والوزن الجاف.

جدول (5) تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في الوزن الرطب (جم)

التركيز جم / المعاملة	0	0.5	1	1.5	2	المتوسط
نقع الحبوب	0.113	0.0400	0.0220	0.0638	0.0413	0.0366
رش ورقي	1.0133	1.0113	1.0153	1.0000	1.0197	1.0119
المتوسط	0.5123	0.5257	0.5184	0.5342	0.5305	

$LSD_{0.05}$ = التداخل = 0.04755 التركيز = 0.0336 =المعاملة 0.0212

6- تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في الوزن الجاف (جم)

يُلاحظ من نتائج الجدول رقم (6) وجود فروق معنوية في صـــفة الوزن الجاف نتيجة اختلاف طرق المعاملة وتركيزات النحاس. فقد سجلت النباتات المعاملة بالرش الخضري

مقارنة تشريب الحبوب والرش الخضري لكبريتات النحاس على محصول القمح (صنف كأسي)
http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

أعلى متوسط للوزن الجاف بلغ (0.493 غم)، في حين سجلت النباتات المعاملة بالنقع أقل متوسط بلغ (0.032 غم) مما يدل على تفوق الرش الخضري في تحسين هذه الصفة. كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين تركيزات النحاس، حيث حقق التركيز (0.5) أعلى متوسط بلغ (0.307 غم). كذلك أوضحت نتائج التداخل بين طرق المعاملة والتركيزات وجود فروق معنوية إذ سجلت التركيزات (0.5) في معاملة الرش الخضري أعلى المتوسطات، والتي بلغت (0.539غم)، مقارنةً بمتوسطات المعاملة بالنقع ويمكن تفسير هذه النتائج بالدور الحيوي للنحاس في تحسين كفاءة العمليات الفسيولوجية داخل النبات ولا سيما زيادة نشاط الإنزيمات المرتبطة بالبناء الضوئي والتمثيل الغذائي مما يسهم في زيادة انقسام الخلايا المرستيمية وتعزيز نمو المجموعين الخضري والجذري وبالتالي رفع كفاءة امتصاص العناصر الغذائية وتراكم المادة الجافة داخل النبات. كما أن زيادة المساحة الورقية تؤدي إلى تحسين كفاءة البناء الضوئي، وهو ما ينعكس إيجابًا على زيادة الوزن الجاف. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه العبودي (2010) الذي أوضح أن الوزن الجاف يُعد من المكونات الرئيسة للحاصل، ويرتبط ارتباطًا وثيقًا بكفاءة عملية البناء الضوئي التي تعتمد على مساحة الأوراق إذ إن تراكم المادة الجافة يتأثر بالعوامل المؤثرة في نمو النبات وتطوره.

جدول (6) تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في الوزن الجاف (جم)

التركيز جم / المعاملة	0	0.5	1	1.5	2	المتوسط
نقع الحبوب	0.034	0.074	0.022	0.009	0.021	0.032
رش ورقي	0.400	0.539	0.507	0.508	0.510	0.493
المتوسط	0.217	0.307	0.264	0.259	0.265	

$LSD_{0.05}$ = التداخل = 0.1181 التركيز = 0.1181 المعاملة = 0.0528

7- تأثير طرق المعاملة وتركيزات كبريتات النحاس في المساحة الورقية سم ^{2}

يتضح من نتائج الجدول رقم (7) وجود فروق معنوية في صفة المساحة الورقية نتيجة اختلاف طرق المعاملة وتركيزات كبريتات النحاس. فقد تفوقت معاملة الرش الخضري وسجلت أعلى متوسط للمساحة الورقية بلغ (19.65سم^2)، في حين سجلت معاملة النقع

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

أقل متوسط بلغ (4.24 سم²)، مما يشير إلى كفاءة الرش الخضري في تحسين نمو المساحة الورقية مقارنة بالنقع. كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين تركيزات كبريتات النحاس، إذ سجلت التراكيز (2 غم/لتر) أعلى المتوسطات والتي بلغت على التوالي(13.69 سم²). كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين التداخلات الناتجة عن طرق المعاملة وتركيزات كبريتات النحاس، إذ سجلت الرش الورقي مع التركيز 2 غم/لتر) أعلى المتوسطات، والتي بلغت ((23.02 سم²) مما يدل على أن استجابة النبات للمساحة الورقية تأثرت بالتفاعل بين طريقة الإضافة وتركيز النحاس المستخدم. ويمكن تفسير هذه النتائج بالدور الحيوي للعناصر الصغرى ولا سيما النحاس في تنشيط العديد من العمليات الفسيولوجية داخل النبات إذ يسهم في تحسين نشاط الإنزيمات وزيادة كفاءة البناء الضوئي مما يؤدي إلى زيادة نمو الأوراق واتساع مساحتها. كما أن توفير النحاس يعوض النقص في هذا العنصر الأمر الذي ينعكس إيجابًا على الصفات الفسيولوجية للنبات ومنها المساحة الورقية. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه Gurmani وآخرون (2003) الذين أوضحوا أن إضافة العناصر الصغرى مثل النحاس والحديد والزنك تؤدي إلى تحسين الصفات الفسيولوجية للنبات ومن بينها زيادة المساحة الورقية نتيجة تعويض النقص في هذه العناصر وتحسين كفاءة النمو ومع (المحمدي. 2018) عند تنفيذ تجربة حقلية يهدف دراسة تأثير إضافة النحاس رشا على المجموع الخضري للنبات عدة تركيزات (0. 0.5. 10. 15 20) ملغم cu/ لتر$^{-1}$ في صفات النمو الخضري أدى إلى تحقيق زيادة معنوية في ارتفاع النبات ومساحة الأوراق.

جدول (7) تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في الوزن الجاف (جم)

التركيز جم / المعاملة	0	0.5	1	1.5	2	المتوسط
نقع الحبوب	5.60	6.36	3.57	1.29	4.37	4.24
رش ورقي	18.64	17.02	20.08	19.52	23.02	19.65
المتوسط	12.12	11.69	11.83	10.40	13.69	

LSD $_{0.05}$ = التداخل = 1.192 التركيز = 0.843 المعاملة = 0.533

مقارنة تشريب الحبوب والرش الخضري لكبريتات النحاس على محصول القمح (صنف كأسي)
http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

8- تأثير طرق المعاملة وتركيزات كبريتات النحاس في سرعة نمو جم / يوم

يتضح من نتائج الجدول رقم (8) وجود تأثير معنوي لطرق المعاملة وتركيزات كبريتات النحاس في سرعة نمو محصول القمح. فقد تفوقت معاملة الرش الخضري إذ سجلت أعلى متوسط لسرعة النمو بلغ (1.529) مقارنةً بمعاملة النقع التي سجلت أقل متوسط بلغ (0.661) مما يشير إلى كفاءة الرش الخضري في تعزيز معدل نمو النبات. كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين تركيزات كبريتات النحاس حيث حقق التركيز (2 جم/لتر) أعلى متوسط بلغ (1.542). كذلك بينت نتائج التداخل بين طرق المعاملة والتركيزات وجود فروق معنوية إذ سجل التركيز (2 جم/لتر) أعلى متوسط بلغ (2.170) مع الرش الورقي مما يدل على أن استجابة النباتات لسرعة النمو تأثرت بالتفاعل بين طريقة الإضافة وتركيز كبريتات النحاس. ويمكن تفسير هذه النتائج بالدور الحيوي لكبريتات النحاس في تحسين امتصاص العناصر الغذائية وتنشيط العديد من العمليات الفسيولوجية داخل النبات، إذ يسهم في زيادة كفاءة البناء الضوئي ورفع معدل تكوين نواتج التمثيل الضوئي، مما يؤدي إلى زيادة تراكم المادة الجافة وتحفيز النمو الخضري، وهو ما ينعكس إيجابًا على سرعة نمو المحصول. كما أن النحاس يدخل في تكوين وتنشيط العديد من الإنزيمات الضرورية لعمليات الأيض، الأمر الذي يعزز كفاءة النمو والإنتاجية. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Nadim وآخرون (2011)، الذين أشاروا إلى وجود زيادة معنوية في معدل نمو محصول الحنطة مع زيادة تركيز كبريتات النحاس المضافة، نتيجة تحسن امتصاص العناصر الغذائية وزيادة كفاءة العمليات الفسيولوجية وتراكم المادة الجافة داخل النبات.

جدول (8) تأثير طرق المعاملة وتراكيز كبريتات النحاس في الوزن الجاف (جم)

التركيز جم / المعاملة	0	0.5	1	1.5	2	المتوسط
نقع الحبوب	0.727	0.400	0.537	0.730	0.913	0.661
رش ورقي	0.970	1.237	1.370	1.900	2.170	1.529
المتوسط	0.848	0.818	0.537	1.315	1.542	

$LSD_{0.05}$ = التداخل = 0.2256 التركيز = 0.1595 المعاملة = 0.1009

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

الخلاصة:

أظهرت الدراسة أن كبريتات النحاس حسّنت جميع صفات النمو المدروسة لبادرات القمح مقارنة بمعاملة الشاهد. تفوقت طريقة الرش الخضري على نقع البذور في تحسين نسبة الإنبات ومؤشرات النمو المختلفة. حقق تركيز 2جم/لتر أفضل النتائج في معظم الصفات المدروسة، مما يشير إلى أنه التركيز الأنسب لتحفيز النمو المبكر لبادرات القمح (صنف كأسي) أظهر التداخل بين الرش الخضري وتركيز 2 جم/لتر أعلى كفاءة، مما يؤكد أهمية اختيار كلٍ من طريقة الإضافة والتركيز المناسب لتحقيق أفضل استجابة للنبات.

التوصيات:

1. يوصى باستخدام كبريتات النحاس بتركيز 2 جم/لتر بطريقة الرش الخضري لتحسين نسبة الإنبات وصفات النمو المبكر لمحصول القمح (صنف كأسي)
2. يوصى بإجراء تجارب حقلية على أصناف أخرى من القمح وفي ظروف بيئية مختلفة للتحقق من ثبات النتائج.
3. يوصى بدراسة تأثير كبريتات النحاس في المراحل اللاحقة من نمو القمح، خاصة على الحاصل ومكوناته وجودة الحبوب.

المراجع.

ابوضاحي، يوسف محمد، مؤيد اليونس (1987). دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.

البديرى، احمد حسين تالي (2001)، تأثير نقع وتعفير البذور ورش بكبريتات الحديدوز والزنك في نمو وحاصل الذرة الصفراء رسالة ماجستير. كلية الزراعة –جامعة بغداد

الحديثي، عصام الخضيري وفوزي محسن وادهام على عيد (2003) تأثير التسميد الورقي بالمغذيات الصغرى في حاصل صنفين من الحنطة في تربة جبسيه تحت نظام الري بالرش المحوري. المجلة العراقية لعلوم التربة المجلد 3 العدد 1.ص 89-105.

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

النعيمي، سعد الله نجم عبد الله (2000). مبادى تغذية النبات جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

العبودي، هادى محمد كريم. (2010) استجابة الذرة الصفراء (zea mays L.) للري وعمق وطريقة الزراعة. أطروحة دكتوراه كلية الزراعة _جامعة بغداد

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1994)، المخطط الرئيسي لتنمية قطاع الحبوب في الوطن العربي، كانون الأول 80- 85.

دواد، محمد جار الله فرحان. (2001) تأثير المستويات العالية من الفسفور المضاف في استجابة صنفين من الحنطة ((Tritcum aestivum L)) للرش بعنصري الحديد والنحاس والزنك في تربة جبسيه. رسالة ماجستير . كلية الزراعة. جامعة تكريت

على، فوزي محسن وحسنين شرتوح شرقي. (2010) تأثير التسميد الورقي بالزنك والحديد في نمو وحاصل الذرة البيضاء (sorghum.bicolro) ومحتوى الاوراق والبذور من الزنك والحديد مجلة الانبار للعلوم الزراعية المجلد 8 العدد(4)ص 139-152.

هادف، وقيد مهدي. (2012) تأثير الرش بكبريتات حديدوز ومواعيد الزراعة في صفات نمو الحاصل ومكوناته وبعض صفات النوعية لمحصول السمسم sesamum (indicun L.) مجلة ذي قار للبحوث الزراعية العراقية (1): ص 75 -102.

المحمدي، محمد هاني محمد. (2018) تأثير موعد الرش بتراكيز مركب الأحماض الأمنية Nutr green على صفات النمو والحاصل ومكوناته وصفات الجودة لأصناف من الحنطة الشيليمية الترتيكال. رسالة ماجستير –جامعة تكريت – كلية الزراعة – قسم المحاصيل.

Adhikary, B. H., Shrestha, J., & Baral, B. R. (2010). Effects of micronutrients on growth and productivity of maize in acidic soil. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 1(1), 8-15.

Allen V. Barker and David J. Pilbeam. 2006. Plant Nutrition. Department of plant, Soil and Insect Sciences. University of Massa - chusetts. pp: 293 – 328.

AOSA, (Association of Official Seed Analysts). (1983). Seed Vigour Testing Handbook. Contribution No. 32 to Handbook

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol39-1-NA32

on Seed Testing Association of Official Seed Analysts, Lincoln, NE, USA. pp. 88

Focus. 2003. The importance of micro-nutrients in the region and benefits of including them in fertilizers. Agro-Chemicals Report, 111(1): 15-22.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez., (1984). Statistical procedure for agricultural research. John Wiley and Sons.

Gurmani, A. R., Khan, M. Q., Bakhsh, A., & Gurmani, A. H. (2003). Effect of various micro elements (Zn, Cu, Fe, Mn) on the yield and yield components of paddy. Sarhad Journal of Agriculture (Pakistan). no 2 p: 66 – 72

ISTA (International Seed Testing Association). (2005). International Rules for Seed Testing. Adopted at the Ordinary Meeting. 2004, Budapest, Hungary to become effective on 1st January 2005. The International Seed Testing Association. (ISTA).

Kuepper, G. (2003). Foliar fertilization appropriate technology transfer for rural areas (ATTRA). National sustainable agriculture service.

Morales-Díaz, A. B., Ortega-Ortíz, H., Juárez-Maldonado, A., Cadenas-Pliego, G., González-Morales, S., & Benavides-Mendoza, A. (2017). Application of nanoelements in plant nutrition and its impact in ecosystems. Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology, 8(1) , 013001.

Nadim, M. A., Awan, I. U., Baloch, M. S., Khan, E. A., Naveed, K., Khan, M. A., & Hussain, N. (2011). Effect of micronutrients on growth and yield of wheat. Pak. J. Agri. Sci, 48(3), 191-196.

Ratan Kumar, N.K. Mehrotra, B.D. Nautiyal, Praveen Kumar and P.K. Singh. 2009.Effect of copper on growth, yield and concentration of Fe, Mn, Zn and Cu in wheat plants (Triticum aestivum L.) Journal of Environmental Biology 30(4) 485-488

Vitti, A., Nuzzaci, M., Scopa, A., Tataranni, G., Tamburrino, I., & Sofo, A. (2014). Hormonal response and root architecture in Arabidopsis thaliana subjected to heavy metals. International Journal of Plant Biology, 5(1), 5226-5232