الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشـــق
كلية الزراعـــة
قسم المحاصيل الحقلية

تأثير الرش الورقي بالعناصر المغذية الصغرى في غلة محصول القمح القاسي الحبية ومكوناتها

Effects of Foliar Spray of Micronutrients on Yield and Yield Components of Durum Wheat

رسالة أُعدت لنيل درجة الماجستير في علوم المحاصيل الحقلية
(قسم المحاصيل الحقلية)

إعداد

فيحاء محمد جالود

إشراف

الدكتور أيمن الشحاذة العودة
أستاذ في قسم المحاصيل
كلية الزراعة – جامعة دمشق
(مشرفاً رئيساً)

الدكتور عمار زيود
باحث في الهيئة العامة
للبحوث العلمية الزراعية
(مشرفاً مشاركاً)

2019 م / 1442 هـ

قُدمت هذه الأطروحة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في علوم المحاصيل الحقلية، قسم المحاصيل الحقلية، في كلية الزراعة، بجامعة دمشق.

This thesis has been submitted as a partial fulfillment of the requirements for M.Sc. Degree in Field Crops Sciences, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Damascus University.

لجنة الحكم

الأستاذ الدكتور أيمن الشحاذة العودة: قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق (عضواً مشرفاً).

الدكتور يوسف نمر: قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق (عضواً).

الدكتور حسين المحاسنة: قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة، جامعة دمشق (عضواً).

نوقشت هذه الرسالة وأجيزت بتاريخ 10/ 2019/12، من قبل لجنة المناقشة والحكم.

تصريح

أُصرح بأنّ البحث الموصوف في هذه الرسالة تحت عنوان: **تأثير الرش الورقي بالعناصر المغذية الصغرى في غلة محصول القمح القاسي الحبية ومكوناتها،** لم يسبقْ أنْ قُدّم للحصول على أية درجة جامعية أخرى. وهوغير مُقدَّم حالياً لذلك، وأنّ كافة الأعمال والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيهٍ من المشرف العلمي، وقد نُسبت أيّة معلومات أو نتائج أخرى ذُكرت في الرسالة إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة	المشرف العلمي	المشرف المشارك
فيحاء محمد جالود	أ. د. أيمن الشحاذة العودة	د. عمار زيود

Declaration

I declare that the present research work entitled: "**Effects of Foliar Spray of Micronutrients on Yield and Yield Components of Durum Wheat"** is a new research work that has not been studied by any other researchers for any other degrees, and currently it is not submitted by any one for any degree. All mentioned works and results are my own efforts under the supervision of the chairman and any other information and results are referred to its references and authors in the text and references.

Candidate: Faiha Mohammad Jaloud

Chairman: Prof. Dr. Ayman Shehada AL-Ouda.

Co-supervisor: Dr. Ammar Zayood

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الملخص العربي	1
المقدمة	5
مبررات البحث	9
أهداف البحث	12
الدراسة المرجعية	13
مواد البحث وطرائقه:	25
– المادة النباتية	25
– موقع تنفيذ التجربة	25
– المعاملات	27
– تحضير الأرض للزراعة وطريقة الزراعة	27
– الصفات المدروسة	29
– التحليل الاقتصادي	32
– تصميم التجربة والتحليل الإحصائي	33
النتائج والمناقشة	36
تقييم الجدوى الاقتصادية	67
الاستنتاجات والتوصيات	74
المراجع العربية والأجنبية	76
الملخص باللغة الإنكليزية	86

فهرس الجداول

الجدول	الموضوع	رقم الصفحة
1	توصيف المادة الوراثية المدروسة.	25
2	الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة موقع التجربة.	26
3	البيانات المناخية خلال الموسم الزراعي الذي تمّت خلاله الدراسة (2017– 2018).	26
4	تكاليف الإنتاج للهكتار الواحد.	33
5	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في ارتفاع النبات (سم).	38
6	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في مساحة الورقة العلمية (سم^2).	40
7	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في عدد الإشطاءات الكلية (إشطاء. نبات$^{-1}$).	43
8	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في عدد الإشطاءات المثمرة (إشطاء. نبات $^{-1}$).	46
9	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في طول السنبلة (سم).	48
10	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في عدد الحبوب في السنبلة (حبة. سنبلة$^{-1}$).	51
11	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في الوزن الجاف للسنبلة (غ).	53
12	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في وزن الألف حبة (غ).	56
13	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$).	59
14	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$).	62
15	تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في دليل الحصاد (%).	64
16	تأثير الرش الورقي في كفاءة استعمال مياه الأمطار (كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$).	66
17	متوسط ثمن الإنتاج (ل. س) عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.	67
18	متوسط تكاليف الإنتاج (ل. س) عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.	68
19	متوسط الربح الصافي (ل. س) عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.	70
20	متوسط الكفاءة الاقتصادية عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.	71
21	متوسط معامل الربحية عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.	73

فهرس الاختصارات Abbreviations

الاختصار	المرادف الانكليزي	المرادف العربي
´A`	Assimilation Rate	معدّل التمثيل الضوئي
ABA	Abscisic Acid	حمض الأبسيسيك
BC	Benefit - Cost	التكاليف والعوائد
BY	Biological Yield	الغلة الحيوية
C.V (%)	Coefficient of Variation	معامل التباين
ETC	Electron Transport Chain	سلسلة نقل الإلكترونات
FAO	Food and Agriculture Organization	منظمة الأغذية والزراعة العالمية
FUE	Fertilize Use Efficiency	كفاءة استعمال الأسمدة المعدنية
Gs	Stomatal conductance	الناقلية المسامية
GY	Grain Yield	الغلة الحبية
HI	Harvest Index	دليل الحصاد
IAA	Indole -3-Acetic acid	أندول حمض الأستيك
ICP	Intensification of Crop Production	تكثيف الإنتاج الزراعي
L.S.D	Least Significant Difference	أقل فرق معنوي
NAR	Net Assimilation Rate	معدل صافي التمثيل الضوئي
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
PAR	Photosynthetically Active Radiation	الطاقة الضوئية الممتصة الفعالة في عملية التمثيل الضوئي
PUE	Precipitation Use Efficiency	كفاءة استعمال مياه الامطار
R	Respiration	التنفس
RCBD	Randomized Complete Block Design	تصميم القطاعات الكاملة العشوائية
SOM	Soil Organic Matter	محتوى التربة من المادة العضوية
WHO	World Health Organization	منظمة الصحة العالمية
WUE	Water Use Efficiency	كفاءة استعمال المياه

رُتبت الاختصارات حسب الترتيب الأبجدي.

الملخص

نُفذت تجربة حقلية بهدف دراسة تأثير الرش الورقي بمحلول مركب من العناصر المعدنية المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة، في نمو وإنتاجية صنفين من القمح القاسي (دوما$_1$، وشام$_9$)، تحت ظروف الزراعة المطرية في منطقة الغاب، وتقييم استجابة الصنفين المدروسين، والمراحل التطورية المدروسة للتسميد الورقي بالعناصر المعذية الصغرى، اعتماداً على صفات الغلّة الحبية ومكوناتها بالمقارنة مع الشاهد (الرش بالماء العادي). وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Block Design (RCBD)، بترتيب القطع المنشقة، حيث شغلت الأصناف القطع الرئيسة، في حين شغلت معاملات الرش القطع المنشقة، بثلاثة مكررات.

كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند الرش خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والاستطالة، والحبل، والإزهار وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (84.07، 83.73، 83.53، 83.30، 83.13 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد (79.42 سم). كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملات الرش خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (37.24، 36.42، 35.91 سم^2 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش خلال مرحلة الإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (25.42، 26.12 سم^2 على التوالي). كان متوسط عدد الإشطاءات الكلية الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي شام$_9$ عند معاملات الرش الورقي خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والحبل، والاستطالة، والإزهار، والإشطاء، ومعاملة الشاهد وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (5.37، 5.30، 5.30، 5.267، 5.27، 5.17،

5.00 إشطاء . نبات$^{-1}$ على التوالي). وكان متوسط عدد الإشطاءات المثمرة الأعلى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الرش بمحلول العناصر المغذية خلال مراحل الحبل، والاستطالة، والإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (4.03، 4.00، 3.67 إشطاء مثمر . نبات$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد (2.97 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$). وكان متوسط طول السنبلة الأعلى معنوياً لدى الصنف دوما$_1$ عند معاملات الرش خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والإزهار وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (8.51، 8.41، 8.37 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد (6.99 سم).

كان متوسط عدد الحبوب في السنبلة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي شام$_9$ عند معاملة الرش الورقي خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والإزهار، والتسنبل، والحبل، والاستطالة، والإشطاء، والشاهد (57.77 ، 57.07 ، 56.88 ،55.67 ،54.40 ،54.13 حبة. سنبلة$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف دوما$_1$ عند معاملة الشاهد (44.07 حبة. سنبلة$^{-1}$). كان متوسط الوزن الجاف للسنبلة الأعلى معنوياً لدى الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (0.559 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مرحلتي الإشطاء، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (0.389، 0.399، 0.403 غ على التوالي). كان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (53.03، 52.53، 52.45غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مرحلة الإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (43.25، 43.47 غ على التوالي). كان متوسط الغلّة الحيوية

الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (16.94 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مراحل الإشطاء، والاستطالة، والحبل، والتسنبل، والإزهار، كلاً على حدة وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (14.15، 14.21، 14.24، 14.30،14.27، 14.34 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي). كان متوسط الغلّة الحبية الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (6.22 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مرحلتي الإشطاء والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (4.29، 4.33 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي). كان متوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (36.70%)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مرحلتي الإشطاء واستطالة الساق وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (30.32، 30.48 % على التوالي). كان متوسط كفاءة استعمال مياه الأمطار الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (10.34 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مرحلتي الإستطالة، والإشطاء وبدون فروقات معنوية بينهما (7.13، 7.17، 7.16 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$على التوالي). عموماً، يُعد صنف القمح القاسي دوما$_1$ أكثر استجابة لمعاملة الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى المُستعمل خلال جميع مراحل النمو، وبخاصةٍ مرحلتي التسنبل والإزهار بالمقارنة مع الصنف شام$_9$. ويُنصح بزراعة الصنف دوما$_1$ في منطقة الغاب، نظراً لتفوقه في جميع الصفات المدروسة تقريباً، وبخاصةٍ الصفات المرتبطة بالغلّة الحيوية والحبية ومكوناتها. ويُعد الصنف دوما$_1$

أكثر كفاءة في استعمال مياه الأمطار بالمقارنة مع الصنف شام9، ويُعد من الأصناف الكفوءة Capacity types، لأنّه تفوق في صفة الغلّة الحبية تحت ظروف الزراعة المطرية. ويُعد الرش بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى المستعمل، وبخاصةٍ خلال مرحلتي التسنبل والإزهار ضرورياً للحصول أعلى غلّة حبية، وأعلى صافي ربح، وكفاءة اقتصادية، ومعامل ربحية بالمقارنة مع الشاهد.

المقدمة Introduction

يتبع محصول القمح Wheat للعائلة النجيلية Poaceae (Gramineae)، والجنس *Triticum*، ويتميز هذا الجنس باحتوائه على عددٍ كبير من الأنواع. ويُعد محصول القمح المحصول الغذائي الأوّل في جميع أنحاء العالم، وتزداد أهميته نتيجة تزايد النمو السكاني على مستوى العالم في القرن الحالي، حيث يُعد الخبز الغذاء الرئيس Staple food لأكثر من ثلاثة أرباع سكان الكرة الأرضية، ويزَود جسم الإنسان بالطاقة Energy والبروتين أكثر من أي محصولٍ حبيٍ آخر (Abd-El-Haleem وزملاؤه، 2009). ويُعد محصول القمح بنوعيه الطري Bread wheat (*Triticum aestivum* L.)، والقاسي Durum wheat (*Triticum durum* L.) من أهم محاصيل الحبوب، حيث يُشكل مصدر الغذاء الرئيس في العالم أجمع، وهو المحصول الأهم من وجهة نظر الأمن الغذائي Food security. وبالرغم من أهميته الكبيرة، فلا يزال متوسط إنتاجية Productivity معظم أصناف القمح المزروعة في سورية أقل بكثير من متوسط الإنتاجية في الدول المتقدمة، علماً أنّ الطاقة الوراثية الكامنة Genetic potential لأصناف القمح المزروعة محلياً ليست أقل من تلك الأصناف المستنبطة والمزروعة في تلك الدول (FAO، 2017). وتتمثل أهم العوامل المحددة لإنتاجية محصول القمح في سورية بتأخر موعد الزراعة planting date عن موعد الزراعة الأمثل، وبخاصةٍ في حال تأخر هطول الأمطار تحت ظروف الزراعة المطري Rainfed conditions، وانتشار الأعشاب الضّارة Weeds بكثافةٍ كبيرة في حقول القمح، فتزداد حدّة المنافسة Competition على متطلبات النمو الأرضية (المياه، والعناصر المعدنية المغذية)، والضوء، والحيز Space، وتتعرض النباتات تحت ظروف الزراعة المطرية لظروف العجز المائي Water shortage خلال المراحل المتقدمة الحرجة Critical stages (الإزهار، وامتلاء الحبوب) من حياة النبات، بالإضافة إلى اختلال التغذية المعدنية،

نتيجة تراجع خصوبة التربة Soil fertility، أو عدم إضافة الأسمدة المعدنية Fertilizers وفق المعدّلات الموصى بها لكل صنف ومنطقة بيئية، بما يتناسب مع نتائج تحليل التربة. وقد أشارت منظمة الأغذية والزراعة العالمية Food and Agricultural Organization (FAO) إلى تراجع إنتاج الحبوب العالمي في عام 2018 حيث وصل إلى قرابة 2594 مليون طناً بانخفاض قدره 5 ملايين طناً بالمقارنة مع عام 2017، ويُعزى الانخفاض إلى تراجع كميات الإنتاج من الحبوب عامةً والقمح خاصةً، حيث انخفض إنتاج القمح بمقدار 2.2% بالمقارنة مع عام 2017. ويحتل القمح من حيث الإنتاج العالمي المرتبة الثانية في قائمة محاصيل الحبوب Cereals بعد محصول الذرة الصفراء Corn (*Zea mays* L.)، حيث تمّ إنتاج قرابة 743.2 مليون طناً من القمح، منها 36.4 مليون طناً من القمح القاسي. تراجع الاستعمال الإجمالي للقمح خلال عام 2018 بنسبة 0.4% بالمقارنة مع العامين 2016 و2017 (FAO، 2017). انخفض إنتاج محصول القمح في في سورية عام 2017 بشكلٍ ملحوظ بالمقارنة مع الإنتاج في عام 2011، حيث كانت تنتج سورية قبل بدء الأزمة قرابة 5 مليون طناً سنوياً من القمح، ولكن بعد مضي 8 سنوات على الصراع الدائر في سورية، لم يتجاوز الإنتاج الكلي 1.2 مليون طناً (IGC، 2016). ويُتوقع أن يزداد الطلب على حبوب القمح عالمياً خلال العقود الثلاثة القادمة، نتيجة التزايد السكاني المضطرد، حيث يُتوقع أن يصل تعداد سكان العالم مع حلول عام 2050 إلى قرابة 9.6 مليار نسمة، وستكون معظم هذه الزيادة في الدول النامية Developing countries، فقد تضاعف فعلاً عدد السكان في البلدان النامية ليصل إلى قرابة 1.8 مليار نسمة، بالإضافة إلى تغير العادات الاستهلاكية للسكان Food preferences (UNDESAPD، 2015). وتُقدر دراسة لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO)، ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) أنَ

الاستهلاك العالمي للحبوب سيزيد بين عامي 2014 و2024 بمقدار 390 مليون طناً، وبحلول عام 2024، ستستهلك البلدان النامية قرابة 170 مليون طناً إضافية من حبوب القمح Wheat grains (OECD، 2015؛ FAO، 2015). ويُتوقع أنَ يؤدي شح الموارد المائية Water scarcity إلى تحويل طريقة زراعة القمح من نظم الزراعة المطرية إلى الزراعة المروية، ما يجعل من محصول القمح محصولاً مرتفع التكلفة، الأمر الذي سيدفع على التوسع بزراعة محصول القمح في مناطق الزراعة المطرية، التي عادةً ما يتسم فيها الإنتاج الزراعي بالتذبذب وعدم الاستقرار بسبب التباين الكبير في معدّلات الهطول المطري من موسمٍ زراعيٍ لآخر، الأمر الذي سيؤثر سلباً في كمية محصول القمح الحبية ونوعية الحبوب Grain quality الناتجة (CIMMYT، 2009).

تُعد ظاهرة نقص العناصر المعدنية المغذية الصغرى Micronutrients من المشاكل الواسعة الانتشار في معظم دول آسيا، بسبب طبيعة الترب الجيرية Calcareous soils، وارتفاع درجة حموضة التربة High pH، ومحتوى الترب المنخفض من المادة العضوية Soil organic matter (SOM)، والإجهاد الملحي Salt stress، وازدياد وتيرة تكرار دورات الجفاف Drought frequency، وارتفاع نسبة البيكربونات HCO_3^- في مياه الري، والإضافة غير المتوازنة للأسمدة المعدنية NPK fertilizers. ويتمخض عن نقص العناصر المغذية الصغرى العديد من التأثيرات الضّارة، أهمها تدني إنتاجية الأنواع المحصولية المزروعة، وتدهور نوعية المنتجات الزراعية، وتراجع عدد الأوعية الناقلة الخشبية وحجمها، الأمر الذي يؤثر سلباً في كفاءة النباتات في امتصاص المياه والعناصر المعدنية المغذية الداخلة مع تيار الماء، ومن ثمّ كمية المياه والعناصر المغذية الواصلة إلى الأجزاء الهوائية، وإصابة النباتات بالعديد من الأمراض Diseases والآفات الحشرية Insects، وتراجع كفاءة استعمال الأسمدة المعدنية

Efficiency Fertilize Use (FUE) (Malakouti، 2008). ويُعد محصول القمح القاسي من الأنواع المحصولية الحسّاسة جداً في استجابتها للعناصر المعدنية المغذية الصغرى. وتبدي للأسف معظم الأراضي الزراعية عادةً نقصاً في الحديد (Fe^{++}) والنحاس (Cu^{++}) والتوتياء (Zn^{++}). ويُقدّر مستوى محتوى التوتياء في الكرة الأرضية بنحو 70 مغ . كغ$^{-1}$، ومحتواها من عنصر النحاس قرابة 55 مغ . كغ$^{-1}$، وفقط جزء صغير جداً منها (نحو 1%) يمكن امتصاصه من قبل النباتات (Szakal وزملاؤه، 2003).

تُعد عملية التسميد أحد أهم الممارسات الزراعية لزيادة غلّة محصول القمح الحبية. وتُعد طريقة الرش الورقي للعناصر المعدنية المغذية أحد أهم طرائق التسميد، لأنّها تؤمن الامتصاص السريع والسهل للعناصر المعدنية المغذية التي تنفذ Penetrate بسهولة عن طريق المسامات Stomata، أو خلايا الأدمة الخارجية للأوراق Leaf cuticle وتدخل بسرعة بالغة الخلايا النباتية. وبيّنت العديد من الدراسات أنّ التسميد الورقي لنباتات القمح خلال مرحلة الإشطاء Tillering، واستطالة الساق Jointing، والحبل Booting كانت فعّالة جداً في تحسين الغلّة الحبية ونوعيتها (Graham وزملاؤه، 1992). وفي الحقيقة، فإنّ غلّة العديد من الأنواع المحصولية تزداد طرداً مع زيادة كمية الأسمدة المعدنية المُضافة وصولاً إلى معدّلات التسميد المثلى الموصى بها لكل صنف ومنطقةٍ بيئية، وبما يتناسب مع نتائج تحليل التربة. وتحتاج النباتات عملياً 17 عنصراً مغذياً لكي تنمو وتتطور بشكلٍ طبيعي، مثل الكربون(C)، والهيدروجين(H_2)، والأوكسيجين(O_2)، التي تحصل عليها النباتات من الماء والهواء، في حين تحصل على باقي العناصر من التربة. وتُستعمل العناصر المعدنية المغذية الكبرى (الآزوت، والفوسفور، والبوتاسيوم) نسبياً بكمياتٍ كبيرة، وعادةً ما تُعطى كأسمدةٍ معدنية Fertilizers. وتحتاج بالمقابل النباتات العناصر المعدنية الصغرى Micronutrients (العناصر النادرة) (Fe, Zn, Mo, Mn, B, Cu, Co, Cl) بكمياتٍ قليلة جداً (Graham وزملاؤه،

1992؛ Foth و Ellis، 1996). عموماً، تحتاج محاصيل الحبوب عامةً، ومحصول القمح خاصةً العناصر المعدنية بكمياتٍ كبيرة، ويؤدي الاستهلاك المستمر للعناصر المعدنية المغذية المتوافرة في التربة إلى استنفادها، وتظهر على النباتات أعراض نقص العناصر المعدنية الصغرى، وتتدهور خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، وتتراجع إنتاجية الأنواع المحصولية المزروعة، وما لم تتم معالجة هذه الحالة في الوقت المناسب، من خلال التسميد بالرش الورقي Foliar application، فيمكن أن تؤدي إلى استنفاد تلك العناصر في التربة، الأمر الذي يؤثر سلباً في غلّة الحبوب وخصائصها النوعية.

مبررات البحث Research justifications

إنّ معظم الأراضي الزراعية في سورية فقيرة بالمادة العضوية، وتُعاني نقصاً حاداً في العناصر المعدنية المغذية الصغرى، لذلك يمكن تحسين استجابة نباتات الأنواع المحصولية المزروعة للتسميد المعدني بالعناصر المعدنية الكبرى (NPK)، وزيادة إنتاجيتها من خلال إضافة العناصر المعدنية المغذية الصغرى (Hussain وزملاؤه، 2006). وتتأثر إتاحة كلٍ من العناصر المعدنية المغذية الصغرى والكبرى في الترب الزراعية بالخصائص الكيميائية والفيزيائية لها. ونادراً ما يكون محتوى التربة من العناصر المعدنية المغذية كافٍ لتأمين كامل احتياجات نباتات القمح الغذائية، بما يضمن بلوغ كامل الطاقة الإنتاجية الكامنة Potential yield. وبالمقابل، فعادةً ما تكون العديد من العناصر الصغرى، مثل المنغنيز والحديد مُثبّتة Fixed في الترب ذات التفاعل القلوي Alkaline pH. ولا تستطيع جذور النباتات أن تمتص هذه العناصر المغذية بكمياتٍ كافية في الترب الجافة (Graham وزملاؤه، 1992؛ Foth و Ellis، 1996). وبشكلٍ مماثل، فهناك بعض العناصر المعدنية مثل الكالسيوم (Ca^{++})، والمنغنيز (Mn^{++})، والمغنيزيوم

(Mg^{++})، لا تنتقل بسهولة إلى الأوراق ضمن النبات، وبالتالي يمكن أن تظهر أعراض نقص هذه العناصر على الأجزاء العلوية الفتية، وبخاصةٍ الأوراق الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis (Foth وEllis، 1996)، لذلك فإنّ إضافة كلاً من العناصر المعدنية المغذية الكبرى وحتى الصغرى عن طريق التربة يمكن أن لا يضمن تأمين احتياجات نباتات المحصول الغذائية كاملةً ما لم يزدْ نمو الجذور وتطورها بالشكل الأمثل، وزيادة كفاءتها في امتصاص المياه والعناصر المعدنية المغذية.

أدّت عمليات تكثيف الإنتاج الزراعي Intensifieation of Crop Production (ICP)، المترافقة مع استعمال مدخلات الإنتاج الزراعي بالحد الأدنى، نتيجة ندرتها وارتفاع أسعارها في الأسواق المحلية، وبخاصةٍ في ظل التدهور المريع الذي طال سعر صرف الليرة السورية، والقيود الخارجية المفروضة على استيراد مدخلات الإنتاج الزراعي عامةً، الأمر الذي أدّى إلى استنفاد خطير لمحتوى الترب الزراعية من كلٍ من العناصر المعدنية المغذية الكبرى والصغرى على حدٍ سواء.

تُشير نتائج العديد من البحوث إلى أنّ زيادة قيمة كفاءة استعمال المياه جرّاء التسميد الورقي بالعناصر الصغرى خلال مرحلتي الحبل والإزهار يمكن أن يُقلل من التأثيرات الضّارة للجفاف، الذي عادةً ما يتزامن خلال المراحل المتقدمة الحرجة من دورة حياة محصول القمح، في سورية خاصةً، وفي بيئات حوض المتوسط عامةً، وبخاصةٍ في ظل التغيرات المناخية Climate changes، التي سبّبت تراجعاً ملموساً بمعدّلات الهطول المطري السنوي، وتذبذب الأمطار من موسمٍ زراعي لآخر، وسوء توزيعها خلال مراحل النمو المختلفة، مسبباً تراجعاً كبيراً في إنتاجية محاصيل الحبوب الصغيرة الشتوية (القمح، والشعير)، لذلك تُشكل هذه الدراسة إضافةً مهمة من الناحية التطبيقية لكلٍ من المزارعين والعاملين في الإرشاد الزراعي، وقطاع صناعة الأسمدة، إذا ما بيّنت هذه الدراسة تحقيق زيادة معنوية وذات جدوى اقتصادية في غلّة

محصول القمح القاسي الحبية، وتحسين نوعية الحبوب، وتُعد خطوة مهمة في طريق رأب الفجوة الإنتاجية وتحقيق الأمن الغذائي، الذي تراجع بشكلٍ كبير خلال سنوات الصراع التي امتدت لثمان سنواتٍ وما زالت تطحن المزارع الذي ازداد فقراً. انطلاقاً مما تقدّم، لا بدّ من إيلاء موضوع التأكد من إتاحة العناصر المعدنية المغذية الصغرى بكمياتٍ كافية خلال مراحل الطلب عليها أهمية قصوى لضمان الحصول على أعلى غلّة حبية من محصول القمح، بأقل التكاليف، وبخاصةٍ في أراضي القطر العربي السوري، التي يتسم معظمها بفقرها بالمادة العضوية والعديد من العناصر المغذية الصغرى.

أهداف البحث Research objectives

1- دراسة تأثير الرش الورقي بمحلول مركب من العناصر المعدنية المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة، في نمو وإنتاجية صنفين من القمح القاسي (دوما$_1$، وشام$_9$)، تحت ظروف الزراعة المطرية في منطقة الغاب.

2- تقييم استجابة الصنفين المدروسين من القمح القاسي، والمراحل التطورية المدروسة للتسميد الورقي بالعناصر الصغرى، اعتماداً على صفات الغلّة الحبية ومكوناتها بالمقارنة مع الشاهد.

3- دراسة الجدوى الاقتصادية لمعاملة الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى.

الدراسة المرجعية Literature review

يُعد التسميد ضرورياً لزيادة إنتاجية المحاصيل بشكلٍ عام، والقمح بشكلٍ خاص، ويؤدي الاستخدام المتزايد للعناصر المعدنية المغذية الكبرى، والاستعمال المنخفض للعناصر المعدنية المغذية الصغرى إلى اختلال التوازن للعناصر في الترب الزراعية، لذلك من الضروري اتباع برنامج متوازن في التسميد واتباع الإجراءات الصحيحة لضمان تحقيق أعلى إنتاجية كماً ونوعاً، حيث أنّ للعناصر المعدنية الصغرى والكبرى دوراً أساسياً في تغذية نباتات الأنواع المحصولية المختلفة (Saeed وزملاؤه، 2012). وتحتاج النباتات الراقية على الأقل ستة عناصر معدنية صغرى، هي: المنغنيز (Mn)، والحديد (Fe)، والنحاس (Cu)، والتوتياء (Zn)، والبورون (B)، والموليبدنيوم (Mo) (Welch وزملاؤه، 1991). وبيّنت الكثير من الدراسات أنّ هذه العناصر مهمة جداً في عمية التمثيل الضوئي، وتصنيع المادة الجافة Dry matter، وتثبيت الآزوت N- fixation، والتنفس Respiration (R)، والعديد من العمليات البيوكيميائية Biochemical processes(Marchner، 1995؛ Romheld و Marchner، 1992).

يُعد الرش الورقي تقنية جديدة ومفيدة للنباتات عن طريق إعطاء السماد السائل بشكلٍ مباشر للأوراق (Nasiri وزملاؤه، 2010). وتؤدي العناصر المغذية الصغرى مثل الحديد والبورون دوراً مهماً وأساسياً في دورة حياة النباتات، وهي من العناصر الضرورية Essential elements من أجل النمو الطبيعي للنبات، وتدخل في معظم العمليات الحيوية في النبات (Mengel وKirkby، 2001). يؤدي عنصر الحديد دوراً مهماً في عملية التنفس Respiration، والتمثيل الضوئي، وفي الكثير من العمليات الحيوية في النبات، حيث يُسهم في تحسين محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية Chlorophyll pigments، ويعتبر عاملاً أساسياً في تركيب الأنزيمات والبروتينات داخل النبات، ويُشارك في عملية تثبيت الآزوت الجوي

Biological nitrogen fixation كحاملٍ للأوكسجين الجزيئي (O_2)، ويؤدي دوراً أساسياً في تركيب الأحماض النووية Nucliec acids (Sala، 2011؛ Pervaiz وزملاؤه، 2003).

تؤدي العناصر المعدنية المغذية الصغرى دوراً مهماً في زيادة غلّة الأنواع المحصولية، حيث تُسهم في زيادة معدّل تصنيع المادة الجافة وتراكمها، ما يؤدي إلى زيادة كلٍ من الغلّة الحبية Grain yield والغلّة الحيوية Straw yield في محصول القمح (Asad و Rafique، 2000). يؤدي الحديد Iron دوراً مهماً في نظام الإرجاع الحيوي Biological redox system، والنشاط الأنزيمي Enzyme activation، وكحاملٍ للأوكسيجين أثناء عملية تثبيت الآزوت (Romheld و Marschner، 1992). ويفيد المنغنيز (Mn) في نقل الإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترونات Electron Transport Chain (ETC) خلال تفاعلات الضوء Light Reactions أثناء عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis، وزيادة مقاومة النباتات للأمراض (Burnell، 1988). ويُعد عنصر التوتياء (Zn) مهماً في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية Membrane integrity، ونشاط معقد الفايتوكروم Phytochrome activity (Shkolnik، 1984). ويُعد عنصر النحاس (Cu) مهماً في عمليات الإرجاع الفيزيولوجية Physiological redox processes، وحيوية حبوب اللقاح Pollen viability، وتحتاج النباتات عنصر البورون (B) لتشكيل الأجزاء الثمرية، وتشكيل جدر الخلايا النباتية الجديدة، وسلامة الأغشية السيتوبلاسمية، واستعمال السكريات Carbohydrate utilization وتنظيم الناقلية المسامية (gs) Stomatal conductance، وتشكيل الأنبوبة اللقاحية Pollen tube (Marschner، 1995).

أشارت العديد من التقارير والدراسات إلى أنّ إضافة العناصر المعدنية المغذية الصغرى إمّا رشاً على الأوراق Foliar application، أو في التربة كان لها تأثيراً إيجابياً في زيادة غلّة محصول القمح

الحبية (GY) (Wisal وزملاؤه، 1990؛ Habib، 2009؛ Wroble وزملاؤه، 2009). ويُعد الرش الورقي أكثر فعّالية في تصحيح مشاكل نقص العناصر Nutrient deficiency بالمقارنة مع الإضافة عن طريق التربة Soil application (Mekkei و El Haggan، 2014). أعطى الرش الورقي بالعناصر المغذية الصغرى تأثيراً معنوياً في جميع مؤشرات الغلة الحبية، ومحتوى الحبوب من البروتين في محصول القمح، وبالرغم من أنّ النباتات تحتاجها بكمياتٍ قليلة إلاّ أنّها تؤدي دوراً مهماً قي تحسين التغذية المعدنية Mineral nutrition، ما يؤثر بشكلٍ إيجابي في العمليات الفيزيولوجية في الخلية، وبخاصةٍ عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس، الأمر الذي يُحسّن الغلّة الحبية ومكوناتها (Taiwo وزملاؤه، 2001). بيّن Mekkei و El Haggan (2014) أنّ الرش الورقي لنباتات محصول القمح بخليط من العناصر المعدنية الصغرى (Cu، Mn، Fe، Zn) حقق زيادةً معنويةً في كلٍ من ارتفاع النبات، وعدد الإشطاءات الكلية والمثمرة، وطول السنبلة، وعدد الحبوب، ووزن الألف حبة 1000-kernel weight، والغلّتين الحبية والحيوية، ودليل الحصاد. وأشار Kassab وزملاؤه (2004) أنّ الرش بالمحلول المغذي المكون من خليط العناصر الصغرى (Zn، Mn، Mg، Fe) أدّى إلى زيادة معنوية في غلّة محصول القمح الحبية ومكوناتها في وحدة المساحة من الأرض، بالإضافة إلى زيادة كفاءة النباتات التمثيلية، ومحتوى الأوراق من السكريات. وبيّن Wroble وزملاؤه (2009) أنّ إضافة عنصر البورون خلال مرحلة النمو الثمري Reproductive stage قد حسّنت غلّة محصول القمح الحبية. أدّى نقص البورون إلى حدوث العقم الذكري Male sterility، ما أدّى إلى فشل عملية الإخصاب Fertilization وعقد الحبوب Grain set، الأمر الذي أثّر سلباً في غلّة محصول الشعير الحبية، بسبب تراجع متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض (Jamjod و Rerkasem، 1999). أدّى الرش الورقي بالعناصر الصغرى إلى زيادة معنوية في معظم مؤشرات النمو ومكونات الغلّة

الحبية في القمح الطري، إضافةً إلى أنّ محتوى الحبوب من العناصر المغذية مثل الزنك (Zn) والبوتاسيوم (K)، والنحاس (Cu)، والمنغنيز (Mn) ازداد أيضاً عند الرش الورقي بالعناصر الصغرى على النبات (Abd EL-Ggany وزملاؤه، 2013). ويُعد عنصر التوتياء (الزنك) (Zn) من العناصر الضرورية التي تُعاني من نقصه معظم الأراضي التي ينمو فيها القمح، وبخاصةٍ الترب الزراعية القلوية Alkaline soils، حيث يكون متاحاً بكميةٍ محدودة جداً في الترب القلوية، أو يترسب بشكلٍ غير متاح للنبات، لذلك يُحسن الرش الورقي بهذا العنصر من الغلَّة الحبية ومكوناتها في القمح (Deneshbaksh وزملاؤه، 2013). أشار Cakmak وزملاؤه (2010) إلى أنّ الرش الورقي بعنصر الزنك لمحصول القمح خلال مرحلة الإزهار أدّى إلى تحسين محتوى الحبوب من هذا العنصر. وأشار Majed وزملاؤه (2015) إلى أنّ الرش الورقي لنباتات القمح بعنصر الزنك أدّى إلى زيادة معنوية في محتوى الحبوب من البروتين، وبالمقارنة بين الرش الورقي بهذا العنصر والتسميد الأرضي به، وأظهرت نتائج التجربة أنّ الرش الورقي كان له التأثير الأفضل والأسرع معنوياً من حيث تحسين محتوى الحبوب من عنصر التوتياء (Zn) والبروتين. وبيّن Wang وزملاؤه (2012) أنّ الرش الورقي بعنصر الزنك خلال مرحلتي الاستطالة والإزهار أدّى إلى تحسين محتوى الحبوب من هذا العنصر بنسبة 28%، 89 % خلال الموسمين الزراعيين بالمقارنة مع الشاهد.

يُثبط الجفاف Drought المتزامن خلال مرحلتي الإزهار Anthesis وامتلاء الحبوب Grain filling، تحت ظروف الزراعة المطرية – في العديد من البيئات– امتصاص العناصر المعدنية المغذية الصغرى من قبل جذور النباتات، ما يؤدي إلى تراجع الغلَّة الاقتصادية Economic yield، وانخفاض تركيز العناصر المعدنية الصغرى في حبوب النجيليات (العودة، 2005).

أشارت العديد من التقارير والدراسات إلى أنّ الرش الورقي بعنصر البورون كان له تأثير معنوي في الغلَّة الحبية ومكوناتها، مثل وزن الألف حبة، وعدد الحبوب في السنبلة، حيث تمّ الحصول على أقصى غلّة حبية (6.5 طن.هكتار$^{-1}$) عند إضافة 20 مغ. ل$^{-1}$ من البورون (Raza وزملاؤه، 2014؛ Wrobel وزملاؤه، 2009؛ Uddin وزملاؤه، 2008). ونُفذت تجربتين إحداهما في الحقل والثانية في البيت الزجاجي لدراسة تأثير الرش الورقي بمزيجٍ من التوتياء والبورون والمنغنيز خلال المراحل المتقدمة من دورة حياة محصول القمح الشتوي الطري Winter wheat (من مرحلة الحبل وحتى النضج الفيزيولوجي) المزروع تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة مائياً. وبيّنت النتائج أنّ الرش الورقي بتلك العناصر لم يؤثر إطلاقاً في غلة محصول القمح الحبية تحت ظروف الزراعة المروية Irrigated conditions، في حين ازدادت الغلَّة الحبية بنحو 15 و19% على التوالي، وازداد محتوى الحبوب من عنصري التوتياء والبورون تحت ظروف الزراعة المحمية. وبالمقابل، سبّبت عملية الرش الورقي بعنصري التوتياء والمنغنيز في الزراعة المحمية خلال تلك المرحلتين المذكورتين زيادة الغلَّة الحبية بنسبة 13 و10% على التوالي، وأيضاً أدّت إلى زيادة محتوى الحبوب من عنصري التوتياء والمنغنيز. كما لوحظ أيضاً تحت ظروف الإجهاد المائي Water stress في كلٍ من الزراعة الحقلية والزراعة في البيوت البلاستيكية تراجع معدّل التمثيل الضوئي Assimilation rate (Ä)، وحيوية حبوب اللقاح Viability of pollen grains ، وعدد السنابل الخصبة، وعدد الحبوب في السنبلة، بالإضافة إلى ذلك، لوحظ ازدياداً معنوياً في قيمة كفاءة استعمال المياه Water Use Efficiency (WUE) عند رش النباتات بالعناصر المغذية الصغرى خلال المراحل التطورية المتقدمة من حياة المحصول. (Mekkei و El Haggan، 2014).

ذكر Bameri وزملاؤه (2012) أنّ معدّل نمو جذور نباتات القمح قد تحسّنت عند رش النباتات بالعناصر المعدنية الصغرى، الأمر الذي أدّى إلى زيادة معدّل امتصاص العناصر المعدنية المغذية الكبرى والصغرى. وبيّن تقرير منظمة الصحة العالمية World Health Organizatio (WHO) (2002) أنّ السبب الرئيس الخامس للأمراض والوفاة لدى البشر هو نقص عنصر التوتياء في الدول النامية. كما أشار Karamanos وزملاؤه (2004) إلى الزيادة المعنوية في الغلَّة الحبية لمحصول القمح عند الرش الورقي للمحصول بعنصر النحاس Cu. كما أُجريت تجارب في منطقة Karag في إيران لاختبار مقدرة العناصر الصغرى على تحسين الغلَّة الحبية لنبات القمح، أظهرت النتائج أنّ الغلَّة الحبية ازدادت من 3190 إلى قرابة 4926 كغ. هكتار$^{-1}$ أي بمعدّل زيادة مقدارها 26% في الغلَّة الحبية (Malakouti، 2000). وأشارت دراساتٍ أخرى أيضاً إلى الزيادة المعنوية في صفة عدد الحبوب في السنبلة وفي المتر المربع الواحد عند المعاملة بالعناصر المعدنية الصغرى مفردةً أو مجتمعةً (Soylu وزملاؤه، 2005؛ Kenbaev و Sade،2002). بيّن Nazim وزملاؤه (2005) أنّ رش نباتات القمح بمزيج من العناصر المغذية الكبرى والصغرى (N، P، K، Zn، Cu، B، Mg، Mo) خلال ست مراحل تطورية من حياة نبات القمح، أدَّى إلى زيادة متوسط عدد الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة، والغلَّة الحيوية، والغلَّة الحبية، ودليل الحصاد بالمقارنة مع الشاهد. وبيّنت بعض الدراسات الحقلية الأخرى (Torun وزملاؤه، 2001) أنّ التسميد بعنصر التوتياء لا يؤدي فقط إلى زيادة غلّة محصول القمح بلْ وزيادة محتوى الحبوب بهذا العنصر، الأمر الذي يمكن أن يُقلل من خطر الأمراض المميتة الناجمة عن النقص الحاد لهذا العنصر في جسم الإنسان. وجد Khan وزملاؤه (2009) زيادة مقدارها 31.6% في الغلَّة الحبية للقمح بالمقارنة مع الشاهد عند إضافة

5 كغ Zn .هكتار$^{-1}$، إضافةً للزيادة المعنوية في مكوناتها، مثل عدد الحبوب في السنبلة، وطول السنبلة، وارتفاع النبات، والغلَّة الحيوية، ووزن الألف حبة بالمقارنة مع الشاهد.

نُفذت تجربة حقلية لتقييم تأثير الرش الورقي بالعناصر المعدنية المغذية في الغلَّة الحبية ومكوناتها في محصول القمح. بيّنت النتائج أنّ إعطاء رشّة من العناصر المعدنية المغذية الصغرى خلال مراحل الإشطاء، واستطالة الساق ومرحلة الحبل مع إضافة نصف الجرعة الموصى بها من السماد الآزوتي والفوسفاتي قد أدّت إلى زيادة الغَّلة الحبية ومكوناتها (Arif وزملاؤه، 2006). وبيّن البحاثة Khan وزملاؤه (2006) أنّ إضافة محاليل العناصر المغذية الصغرى مع التسميد المعدني قد أدّت إلى زيادة محتوى الأوراق، والقش Straw، وحبوب القمح من النحاس، والحديد، والمنغنيز، والتوتياء، الأمر الذي أدّى إلى تحسين نوعية الحبوب كغذاءٍ للإنسان، والبقايا النباتية كأعلافٍ للحيوانات.

نُفذت دراسة لتقييم تأثير إضافة كلٍ من عنصري الحديد والتوتياء من مصادر خارجية في الصفات الكمية والنوعية لمحصول القمح الشتوي. وبيّنت النتائج أنّ الرش الورقي بهذين العنصرين قد أدّى إلى زيادة غلّة المحصول الحبية، ومحتوى الحبوب من البروتين (Seilsepour، 2007). وذكر Chaudry وزملاؤه (2007) أنّ الرش الورقي بمحاليل العناصر المعدنية المغذية الصغرى على نباتات القمح قد أدّى إلى زيادة معنوية في الغلَّة الحبية بالمقارنة مع الشاهد، عندما أُضيفت مفردةً أو مجتمعةً مع الأسمدة المعدنية الكيميائية وقت الزراعة. وجد Moeinian وزملاؤه (2011) أنّ الرش الورقي بالبورون (1%) قد أدّى إلى زيادة ملحوظة في غلّة القمح الحبية، إضافةً إلى الزيادة في كلٍ من محتوى الحبوب من البروتين والغلوتين تحت ظروف الزراعة المطرية.

وفي تجربةٍ أُجريت على محصول القمح القاسي لدراسة الصفات الفيزيولوجية والغلّة الحبية، حيث استخدمت مستوياتٍ مختلفة من العناصر Mn، Fe، Cu، Zn، B، ومن ثمّ خليط من العناصر السابقة معاً، وأثبتت التجربة أنّ الرش الورقي بالعناصر الصغرى مفردةً ومجتمعةً قد أدّى إلى زيادة معنوية في غلّة القمح الحبية، وأنّ المعاملة 2 كغ. هكتار$^{-1}$ من البورون، و8 كغ.هكتار$^{-1}$ من النحاس كانت ذات تأثير معنوي أكبر في الغلّة الحبية ومكوناتها والصفات الفيزيولوجية (Nadim وزملاؤه، 2011).

أُجريت دراسة في جامعة Faisalabad في الباكستان خلال موسم الزراعة 2006 - 2007 لدراسة تأثير الرش الورقي بعنصر البورون في نباتات القمح خلال مراحل تطورية مختلفة (الإشطاء، الاستطالة، الحبل، الإزهار). أظهرت نتائج التجربة زيادة معنوية في كلٍ من الغلَّة الحبية، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن الألف حبة عند الرش بالبورون خلال مختلف المراحل التطورية بالمقارنة مع الشاهد، كما أظهرت التجربة تفوق الرش خلال مرحلة الحبل بالمقارنة مع الرش خلال باقي المراحل (Tahir وزملاؤه، 2009).

نُفذت تجربة حقلية لدراسة تأثير العناصر المعدنية الصغرى في امتصاص العناصر المعدنية الكبرى (N, P, K) من قبل نباتات القمح الطري. بيّنت النتائج أنّ زيادة الجرعة المُضافة حتى 12 كغ من عنصر الحديد في الهكتار قد أدّت إلى زيادة غلَّة محصول القمح الحبية ومكوناتها (Abbas وزملاؤه، 2009). وبيّنت نتائج دراسة أخرى لتأثير إضافة كلٍ من الحديد والتوتياء والبوتاسيوم في الغلّة الحبية ومكوناتها لمحصول القمح الطري، أنّ إضافة هذه العناصر مجتمعةً رشاً على الأوراق قد أدّت إلى زيادة ارتفاع النبات، ومساحة الورقة العلمية Flag leaf area، وعدد الحبوب في السنابل، والغلَّة الحبية، ومحتوى حبوب القمح من البروتين (Abu-Dahi وزملاؤه، 2009a). ونُفذت تجربة حقلية لدراسة تأثير الرش الورقي لبعض العناصر المغذية الصغرى (التوتياء، والحديد) في غلّة محصول القمح الطري الحبية ونوعية الحبوب، خلال

مرحلتي الإشطاء Tillering والتسنبل Heading. بيّنت النتائج أنّ الرش الورقي خلال تلك المرحلتين قد أدّى إلى زيادة الغلَّة الحبية ومكوناتها ونوعية الحبوب (Habib، 2009).

بيّنت نتائج دراسة أنّ غلّة القش، ووزن الألف حبة 1000-kernel weight، وعدد الحبوب في السنبلة، والغلَّة الحبية لمحصول القمح الطري قد ازدادت بشكلٍ معنوي عند رش النباتات بمحاليل العناصر الصغرى، وازداد محتوى الأوراق من عناصر التوتياء والحديد والمنغنيز، ومحتوى الحبوب من البروتين (Zeidan وزملاؤه، 2010). وأدّى الرش الورقي بمجموعة من العناصر المعدنية المغذية الصغرى (Fe= 1%, Mn= 2%, Zn= 2%, Cu= 1%, B= 1%) خلال مراحل مختلفة من حياة نبات القمح إلى زيادة متوسط ارتفاع النبات Plant height، وعدد الحبوب في السنبلة Grains per spike، ووزن الألف حبة، والغلّة الحيوية Biological yield (BY)، ودليل الحصاد Harvest index (HI)، وغلّة القش، والغلّة الحبية (Khan وزملاؤه، 2010؛ Bameri وزملاؤه، 2012).

أُجريت دراسة خلال الموسم 2007– 2008 في قسم علوم الحياة/ كلية التربية للعلوم الصرفة في جامعة الأنبار، بهدف دراسة تأثير التسميد الورقي ببعض العناصر المعدنية الصغرى (Fe، Zn، Cu) في بعض الصفات الشكلية والإنتاجية لمحصول القمح القاسي، بمعاملات كل عنصر على حدى، ومن ثمّ خليط من العناصر. بيّنت النتائج أنّ أفضل زيادة كانت عند إضافة الخليط، حيث حقق زيادةً معنوية في كلٍ من ارتفاع النبات، وعدد الأوراق، والمساحة الورقية بنحو 11.2، و 38.5، و38% على التوالي بالمقارنة مع الشاهد (فرحان والدليمي، 2011).

نُفذت تجربتين حقليتين لتحري تأثير إضافة عنصري الآزوت والبوتاسيوم وبعض العناصر المغذية الصغرى (خليط من التوتياء والحديد) في القمح. بيّنت النتائج أنّ الرش الورقي لهذا الخليط من العناصر

المعدنية المغذية قد أعطى أعلى غلّة حبية، وتفوقت أيضاً جميع مكونات الغلّة الحبية بالمقارنة مع الشاهد، وتحسّن التركيب الكيميائي، والخصائص التصنيعية للحبوب (Gomaa وزملاؤه، 2015).

أُجريت دراسة في جامعة الباكستان خلال الموسمين 2010-2011 لدراسة تأثير الرش بالعناصر المعدنية الصغرى وطرائق إضافتها على نباتات القمح، حيث أثبتت نتائج الدراسة أنّ إضافة العناصر الصغرى (B، Fe) بطريقة الرش الورقي قد حققت زيادةً معنويةً في كلٍ من معدّل نمو النبات، ومعدّل صافي التمثيل الضوئي Net Assimilation Rate (NAR)، وعدد الإشطاءات، وعدد الحبوب في السنبلة، والغلّة الحبية بالمقارنة مع الشاهد (3.14 غ . م$^{-2}$ ، 2.78 مغ . م$^{-2}$. يوم$^{-1}$، 307 م^{2}، و 61.08 حبة. سنبلة$^{-1}$ و5.63 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي) (Nadim وزملاؤه، 2013).

وفي دراسةٍ أُجريت خلال موسمي النمو 2012– 2013/ 2013–2014 في جامعة Banat للعلوم الزراعية والطب البيطري في رومانيا، لدراسة تأثير الرش الورقي بعنصري الحديد والبورون (B ،Fe) خلال مرحلتي (الاستطالة، والحبل) في نمو وغلّة محصول القمح، ومساحة الورقة العلمية، وارتفاع النبات. تمّ تطبيق المعاملة بالرش بكل عنصر من العنصرين على حدى والرش بالعنصرين معاً كخليط. أظهرت النتائج خلال الموسمين أنّ الرش بالعنصرين معاً وبتركيز 333غ . هكتار$^{-1}$ + 167 غ . هكتار$^{-1}$ معاً حققت زيادةً معنويةً في كلٍ من ارتفاع النبات ومساحة الورقة العلمية والغلّة الحبية، (86 سم، 28.66 سم^{2}، 518 غ. م$^{-2}$ على التوالي) بالمقارنة مع الشاهد، كما أشارت هذه الدراسة إلى أنّ الرش الورقي بالعناصر السابقة حسّن من محتوى الأوراق والحبوب من هذه العناصر بالمقارنة مع الشاهد (Rawashdeh وSala، 2014).

أُجريت تجربة لدراسة تأثير الرش الورقي بعنصري الحديد والبورون (6% Fe، 17% B) بمعدّل 400 لتر.هكتار$^{-1}$ بكل عنصر على حدة، ثمّ بخليط العنصرين معاً، في بعض مؤشرات النمو لنبات القمح

القاسي خلال مرحلة الإشطاء. أظهرت نتائج التجربة حدوث زيادة معنوية للرش الورقي بخليط العنصرين بالمقارنة مع الرش بكل عنصر على حدة بالمقارنة مع الشاهد، في كلٍ من ارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات، وعدد الإشطاءات في النبات، وعمق الجذر، بنسبة وبادة مقدارها 27.90%، 34.39%، 28.60%، 29.26% على التوالي (Rawashdeh وSala، 2013).

أُجريت دراسة خلال موسمي 2008-2009 /2009- 2010 حول تأثير الرش الورقي بعنصر الحديد خلال مراحل تطورية مختلفة من حياة نباتات القمح القاسي في بعض صفات النمو ومحتوى الحبوب من البروتين. أشارت النتائج إلى أنّ الرش الورقي بعنصر الحديد أدّى إلى الزيادة المعنوية في كلٍ من ارتفاع النبات، وطول السنبلة، وزن الألف حبة، وعدد الحبوب في السنبلة، والغلّة الحبية، ومحتوى الحبوب من البروتين خلال الموسمين بالمقارنة مع الشاهد (Ali، 2012).

أُجريت تجربة حقلية خلال موسمي الشتاء المتعاقبين 2013-2014/2014-2015 في جمهورية مصر بغرض تقييم المصادر المختلفة من الأسمدة الآزوتية بالجرعة الموصى بها مع الإضافة الورقية لعنصري الزنك والبورون، وتأثير ذلك في النمو الخضري والغلّة الحبية والحيوية لمحصول القمح، ومحتوى الحبوب والقش من العناصر N، P، K، B، Zn، والصفات التصنيعية لحبوب القمح. أشارت نتائج التجربة إلى أنّ إضافة الزنك والبورون معاً أو كلاً على حدة رشاً على الأوراق تحت مصادر مختلفة من الأسمدة الآزوتية أدّى إلى زيادة معنوية في جميع مؤشرات النمو والغلّة الحبية والحيوية وغلّة القش لمحصول القمح، إضافةً إلى أنّ الرش الورقي بعنصري الزنك والبورون معاً أو مفردةً قد أدّى إلى زيادة ملحوظة في جميع مؤشرات النمو المدروسة، كما أشارت نتائج التجربة إلى أنّ أفضل النتائج على الإطلاق عند الرش الورقي بعنصري الزنك والبورون مع الإضافة الأرضية لكبريتات الأمونيوم يليها اليوريا بالجرعة المُوصى بها في كلٍ

من ارتفاع النبات، وطول السنبلة، ووزن الألف حبة، والغلّة الحبية، ومحتوى الحبوب من العناصر الصغرى، ومحتوى الحبوب والقش من البروتين (El-Ghamry وزملاؤه، 2016).

أُجريت دراسة في مصر في مركز البحوث العلمية الزراعية خلال الموسمين الزراعيين على التوالي (2005- 2006/2006 2007) لدراسة تأثير الرش الورقي بالعناصر المغذية الصغرى، وفق المعاملات الآتية: الشاهد، الرش بالماء المقطر، الرش بالعناصر Cu، Zn، Fe، Mn كلاً على حدة، الرش بخليط العناصر السابقة تحت مستوياتٍ مختلفةٍ من التسميد الآزوتي. أظهرت نتائج الدراسة أنّ الرش بخليط العناصر الصغرى كان الأعلى معنوياً في تأثيره في الغلَّة الحبية ومكوناتها في كلا الموسمين تلاها الرش بعنصر النحاس (Cu)، ومن ثمّ الرش بعنصر المنغنيز (Mn) (Seadh وزملاؤه، 2009).

أُجريت دراسة لتأثير الإضافة الأرضية والتغذية الورقية في بعض صفات النمو والغلّة الحبية لمحصول القمح خلال الموسم الزراعي 2014-2015 في جامعة كربلاء في كلية الزراعة، قسم المحاصيل الحقلية، التي استعمل فيها خليط من المغذيات بما فيها العناصر الصغرى (Zn، Mn، Fe) خلال مرحلتي الاستطالة، والتسنبل. أوضحت التجربة تفوق معاملة التسميد الأرضي + الرش الورقي بتركيز 24 غ في الليتر من المحلول المغذي في كلٍ من ارتفاع النبات، ومساحة الورقة العلمية، إضافةً إلى تفوق الرش خلال مرحلة التسنبل بالمقارنة مع الاستطالة في كلٍ من الصفات الشكلية والغلَّة الحبية (خلف وزملاؤه، 2017).

وفي دراسةٍ أُجريت في إيران خلال الموسم الزراعي 2006-2007 على عدّة أصناف من القمح القاسي. وكانت معاملات الرش (N، N+Fe، N+Zn، N+Fe+Zn). أشارت النتائج إلى تفوق المعاملة (N+Fe+Zn) في جميع الأصناف، في كلٍ من صفة عدد الحبوب في السنبلة، والغلّة الحبية، ودليل الحصاد، ووزن الألف حبة، وعدد السنابل في المتر المربع الواحد (Ghorbani وزملاؤه، 2009).

مواد البحث وطرائقه Materials and methods

المادة النباتية Plant material: نُفذت الدراسة على صنفين معتمدين من القمح القاسي (دوما1، وشام9)، حيث تمّ الحصول على البذار من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (الجدول، 1).

الجدول رقم (1): توصيف المادة الوراثية المدروسة.

الصنف	الصفات
دوما1 (أكساد1105)	عدد الأيام حتى الإسبال 93 يوماً، عدد الأيام حتى النضج 135 يوماً، ارتفاع النبات 78سم، وزن الألف حبة 37.6غ، الإنتاجية بعلاً 3350 كغ . هكتار$^{-1}$.
شام9	قاسي، مصدره سيميت – ايكاردا، انتاجيته (2.5- 3 طن. هكتار$^{-1}$) في منطقة الاستقرار الثانية، ذات حجم متوسط إلى كبير، وزن الألف 45-50غ.

موقع تنفيذ التجربة Experimental site: نُفذت الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية بالغاب، التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. يتوسط مركز البحوث العلمية الزراعية في الغاب منطقة سهل الغاب، التي تُعتبر من أكثر السهول السورية خصوبةً، ويقع عند خط عرض 35.23، وخط طول 36.19. يبعد 65 كم شمال غرب مدينة حماه، و7 كم غرب مدينة السقيلبية، ويرتفع 174م عن مستوى سطح البحر، ويُقدّر متوسط معدّل الهطول المطري بنحو 674 مم، التربة طينية، غنية بالمادة العضوية نسبياً، متعادلة درجة الحموضة (الجدولين، 2، 3).

الجدول رقم (2): الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة موقع التجربة.

المتغير		التحليل الميكانيكي (%)			العناصر القابلة للإفادة			الخصائص الأخرى			
الموسم	العمق (سم)	رمل	سلت	طين	N Ppm	P Ppm	K Ppm	$CaCO_3$ (%)	المادة العضوية (%)	EC_e 5:1 ($dS\ m^{-1}$)	pH 5:1
2018-2017	30-0	40	17	43	4.45	17.34	190	29.51	2.27	0.21	7.22

المصدر: مركز البحوث العلمية الزراعية بالغاب

الجدول رقم (3): البيانات المناخية خلال الموسم الزراعي الذي تمّت خلاله الدراسة (2017 – 2018).

الشهر	درجات الحرارة				عدد الأيام فوق 30 درجة	عدد الأيام تحت درجة الصفر مئوية	كمية الأمطار (مم)
	متوسط الدرجات		أعلى درجة حرارة خلال الشهر	أدنى درجة حرارة خلال الشهر			
	العظمى	الصغرى					
كانون الأول (2017)	14.1	3.1	19.5	-4	0	5	124.5
كانون الثاني (2018)	14.2	4.1	19	-2	0	3	185.5
شباط	22.5	0.5	22.5	0.5	0	0	90.5
آذار	29	2.5	27.5	2.5	0	0	41.5
نيسان	29.5	4	29.5	2.5	0	0	90
أيار	38.5	10.5	38.5	10.5	15	0	68
حزيران	32.0	20.8	37.5	14	20	0	2
المجموع	-	-	-	-	-	-	602

المصدر: مركز البحوث العلمية الزراعية بالغاب.

المعاملات Treatments: استُعمل مزيج من محلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى (شركة تريدكورب A-Z)، بتركيز 75 غ . 100 لتر $^{-1}$. دونم $^{-1}$ ، على النحو الآتي:

(Fe 7.5%, Mn 3.5%, Zn 0.7%, Cu 0.28%, B 0.65%, Mo 0.3%, Na 11.7%)

حيث تمّ رش المحلول خلال خمس مراحل تطورية مختلفة على النحو الآتي:

T_1. مرحلة الإشطاء Tillering stage (1 – 5 حسب Feeks، 20 – 29 حسب Zadoks).

T_2. مرحلة استطالة الساق Jointing stage (6 – 7 حسب Feeks، 31 – 32 حسب Zadoks).

T_3. مرحلة الحبل Booting stage (10 حسب Feeks، 41 – 49 حسب Zadoks).

T_4. مرحلة التسنبل Earing stage (10.1 – 10.5 حسب Feeks، 50 – 58 حسب Zadoks).

T_5. مرحلة الإزهار Anthesis (10.51 – 10.54 حسب Feeks، 60 – 71 حسب Zadoks).

T_6. مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (10.1 - 10.54 حسب Feeks، 60 – 71 حسب Zadoks).

T_0. الشاهد Control: تمّ رش النباتات خلال تلك المراحل التطورية المدروسة بالماء العادي فقط.

تحضير الأرض للزراعة وطريقة الزراعة Seed-bed preparation and planting method:

طريقة الزراعة Planting method: تمّت الزراعة بعد تحضير الأرض بشكلٍ جيد (فلاحتين متعامدتين على عمق 25 سم بواسطة المحراث القرصي)، ثمّ تمّ تنعيم التربة وتسويتها بواسطة الكالتيفاتور. وزرعت الحبوب بتاريخ 2017/12/1 يدوياً في سطور (طول السطر 3 م)، بمعدل 25 كغ . دونم$^{-1}$، وتُركت مسافة 20 سم بين السطر والآخر، و5 سم بين النبات والآخر ضمن السطر نفسه، وبمعدّل ثمانية سطور لكل

صنف، وقُدمت جميع الخدمات الزراعية والإجراءات الوقائية الموصى بها لهذين الصنفين. وروعي وجود كل صنف من الأصناف المدروسة في كل قطعة تجريبية، وتمّ توزيع الأصناف في كل قطعة (مكرر) بشكلٍ عشوائي، وبمعدّل ثلاثة مكررات لكل معاملة وصنف. وتمّ تسجيل القراءات المطلوبة من النباتات الموجودة في السطور الستة الداخلية لكل صنف، ضمن كل معاملة. وسُجلت جميع البيانات المناخية خلال موسم النمو (معدّل الهطول المطري الشهري والسنوي ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية والشهرية) (الجدول، 3).

الصفات المدروسة Investigated traits

أولاً– الصفات الشكلية Morphological traits

1-1- **متوسط ارتفاع النبات Plant height (سم):** تمّ تسجيل متوسط ارتفاع النبات يدوياً بواسطة مسطرة، من عشرة نباتات مختارة عشوائياً من كل معاملة وصنف ومكرر، وقت النضج التام، وذلك من قاعدة النبات وحتى نهاية السنبلة (بدون السفا).

1-2- **مساحة الورقة العلمية (سم^2):** حُسبت المساحة الورقية للورقة العلمية يدوياً باستعمال المسطرة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، وضُرِبَ حاصل الجداء بمعامل التصحيح

المساحة الورقية الفعلية = المساحة الورقية النظرية × معامل التصحيح

المساحة الورقية النظرية = طول الورقة ×العرض الأعظمي للورقة

ويساوي معامل التصحيح الخاص بمحصول القمح 0.79 (Voldeng و Simpson، 1975).

ثانياً– الصفات المرتبطة بالغلّة الحبية Yield associated traits

2-1- متوسط عدد الإشطاءات الكلية Total Number of tillers: تمّ حساب متوسط عدد الإشطاءات الكلية (من عشرة نباتات مأخوذة عشوائياً من السطور الوسطى) من كل مكرر، ومعاملة، وصنف.

2-2- متوسط عدد الإشطاءات المثمرة Number of fertile tillers: تمّ عدّ Counting الإشطاءات المثمرة من الإشطاءات الكلية، من كل مكرر، ومعاملة، وصنف.

2-3- متوسط طول السنبلة Spike length (سم): تمّ تسجيل طول السنابل من النباتات العشرة التي تمّ اختيارها عشوائياً من كل قطعة تجربية، وتمّ حساب متوسط طول السنبلة.

2-4- متوسط عدد الحبوب في السنبلة (حبة . سنبلة$^{-1}$): تمّ فرط السنابل من النباتات العشرة التي تمّ اختيارها عشوائياً من كل قطعة تجربية، وتمّ عدّ الحبوب، ثمّ تمّ تقسيم العدد الكلي للحبوب على متوسط عدد السنابل للحصول على متوسط عدد الحبوب في السنبلة.

2-5- متوسط الوزن الجاف للسنبلة Spike dry weight (غ): تمّ تسجيل الوزن الجاف للسنبلة وقت الإزهار من كل طراز وراثي، ومعاملة، ومكرر (قطعة تجريبية)، وقت الإزهار. حيث وضعت السنابل في أكياسٍ ورقية ووضعت في المجفف المُسخّن بشكلٍ مسبق على درجة حرارة 105 مْ مدّة نصف ساعة فقط لقتل الأنسجة النباتية وإيقاف عملية فقد المادة الجافة بالتنفس، ثمّ ضُبطت درجة حرارة المجفف على درجة حرارة 80 مْ، وتُركت مدّة 3 أيام، أو إلى حين الوصول إلى الوزن الجاف الثابت. ويُعبّر هذا المؤشر عن كفاءة السنبلة في استجرار نواتج التمثيل الضوئي، فكلّما كان الوزن الجاف للسنبلة أكبر كان متوسط عدد الحبوب المتشكلة فيها، ومعدّل نمو الحبوب أكبر (Slafer وRawson، 1996).

2-6- متوسط وزن الألف حبة 1000-kernel weight (غ): تمّ أخذ أربع عينات من كل قطعة تجريبية، كل عينة 1000 حبة، وتمّ تسجيل وزنها بواسطة ميزان إلكتروني، ثمّ حُسب متوسط وزن الألف حبة.

2-7- متوسط الغلَّة الحيوية Biological yield (طن . هكتار$^{-1}$): تمّ عند النضج التام حصاد كامل القطعة التجريبية لكل معاملة ومكرر على حده، وحُزمت النباتات من كل قطعة وتُركت في الحقل تحت

أشعة الشمس مدّة 4 – 5 أيام حتى تجف بشكلٍ طبيعي Sun drying، ثمّ وزنت النباتات، وتمّ تحويل الوزن إلى طن في الهكتار.

2-8- متوسط الغلّة الحبية Grain yield (طن . هكتار$^{-1}$): تمّ دراس Threshing النباتات المحصودة من كل قطعة تجريبية آلياً، لفصل الحبوب عن القش، ثمّ تمّ تسجيل وزن الحبوب عند محتوى رطوبي 12 – 13.5%، وتمّ تحويل الوزن إلى طن في الهكتار.

2-9- متوسط دليل الحصاد Harvest index (%): تمّ حساب دليل الحصاد من العلاقة الرياضية الآتية (مشنطط، 1991)

$$\text{دليل الحصاد } (\%) = \frac{\text{الغلة الحبية}}{\text{الغلة الحيوية}(\text{القش}+\text{الحبوب})} \times 100$$

2-10- كفاءة استعمال مياه الأمطار Precipitation Water Use Efficiency (PWUE) (كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$): وتمثّل نسبة كمية الغلّة الحبية في الهكتار (كغ) إلى كمية الأمطار الهاطلة خلال موسم النمو (من تاريخ الزراعة وحتى الحصاد) (مم). ويُعبّر هذا المؤشر عن كفاءة نباتات الطرز المدروسة في استعمال المياه المتاحة بكمياتٍ محدودة Limited water في التربة (Hatfield وزملاؤه، 2001؛ Moll وزملاؤه، 1982).

كفاءة استعمال مياه الأمطار = الغلّة الحبية (كغ.هكتار$^{-1}$)/كمية مياه الأمطار خلال موسم النمو.

التحليل الاقتصادي Economic analysis: تمّ تحليل التكاليف والعوائد A benefit–cost (BC) analysis لتحديد الجدوى الاقتصادية من استعمال محاليل العناصر المعدنية المغذية الصغرى، وذلك من خلال الزيادة في تكاليف الإنتاج الزراعي نتيجة استعمال المحاليل المغذية، من خلال حساب قيمة الكمية الكلية المستعملة منها في وحدة المساحة من الأرض. وتتضمن تكاليف الإنتاج الزراعي: تكاليف تحضير الأرض للزراعة، وتكاليف البذار، وتكاليف الزراعة، وقيمة الأسمدة المعدنية المُضافة، وتكاليف عملية التعشيب، وتكاليف وقاية المزروعات من خلال استعمال المبيدات الفطرية أو الحشرية، وأخيراً تكاليف عملية الحصاد والتعبئة والنقل. وبالمقابل تمّ حساب العوائد المالية من بيع المحصول في الأسواق المحلية، وسيكون صافي هامش الربح الاقتصادي هو الفرق بين العائد المادي من الغلَّة الحبية والحيوية مطروحاً منها تكاليف الإنتاج الزراعي. وحُسبت أيضاً نسبة مخرجات الإنتاج الزراعي إلى مدخلاته، وتم حساب الجدوى الاقتصادية باستخدام المعادلات التالية (عطية، 2008):

قيمة الناتج الإجمالي = كمية الإنتاج × متوسط سعر المنتج.

الربح الصافي (الهكتار) = الناتج الإجمالي – التكاليف الإجمالية.

$$\text{الكفاءة الاقتصادية الإجمالية} = \frac{\text{قيمة الناتج الإجمالي}}{\text{التكاليف الإجمالية}} \times 100$$

$$\text{معامل الربحية} = \frac{\text{الربح الصافي}}{\text{التكاليف الإجمالية}} \times 100$$

ويُبين الجدول التالي تكاليف الإنتاج للهكتار الواحد:

الجدول (4): تكاليف الإنتاج للهكتار الواحد.

البيان	التكلفة / ل.س
تكلفة استثمار الأرض التي نفذت عليها التجربة خلال كامل موسم النمو.	100000
أجور تجهيز الأرض للزراعة وأجور الزراعة.	35000
ثمن البذار.	50000
أجور العمال.	20000
ثمن المبيدات العشبية خلال الموسم وتكاليف الرش.	30000
قيمة الأسمدة المعدنية الآزوتية، بمعدل 400 كغ/هكتار يوريا (46% N).	72000
قيمة الأسمدة المعدنية الفوسفاتية، بمعدل 150 كغ/ هكتار سوبر فوسفات.	27000
قيمة الأسمدة المعدنية البوتاسية، بمعدل 150 كغ/ هكتار.	66000
أجور نثر الأسمدة المعدنية.	10000
أجور مكافحة حشرة السونة.	5000
أجور الحصاد.	70000
أجور نقل وتعبئة وأكياس.	1000
ثمن اللتر من المحلول المغذي.	7000
أجور الرش الورقي للمحلول المغذي.	3000
المعاملة الإضافية.	20000

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي Experimental design and statistical analysis:

وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Block Design (RCBD)، بترتيب القطع المنشقة، حيث شغلت الأصناف القطع الرئيسة، في حين شغلت معاملات الرش القطع المنشقة، بثلاثة مكررات. وتمّ تحليل البيانات المتحصل عليها باستعمال برنامج التحليل الإحصائي MSTAT-C (Russel، 1991)، لحساب قيم أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى المعنوية 0.05،

ومعامل الاختلاف (CV%)، لمقارنة الفروقات بين الأصناف، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما، لكل صفة من الصفات المدروسة (Steel وزملاؤه، 1997).

ويبين الشكل التالي مخطط تصميم التجربة في الحقل:

الشكل (1): مخطط تصميم التجربة في الحقل.

V1	V2	
T_0	T_0	R1
T_1	T_1	
T_2	T_2	
T_3	T_3	
T_4	T_4	
T_5	T_5	
T_6	T_6	
T_6	T_6	R2
T_0	T_0	
T_1	T_1	
T_2	T_2	
T_3	T_3	
T_4	T_4	
T_5	T_5	
T_5	T_5	R3
T_6	T_6	
T_0	T_0	
T_1	T_1	
T_2	T_2	
T_3	T_3	
T_4	T_4	

R: Replication (مكرر) ، V1: Vareity1 (دوما1) ،: Vareity2 (شام9).

النتائج والمناقشة Results and discussion

أولاً– الصفات الشكلية Morphological traits

ارتفاع النبات Plant height (سم): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة ارتفاع النبات بين معاملات الرش الورقي بالمحلول المغذي خلال مراحل تطورية مختلفة من حياة النبات، والتفاعل المتبادل بين معاملات الرش والأصناف المدروسة، في حين لم تُظهرْ نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية بين الأصناف (الجدول، 5). كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً عند معاملات الرش بالمحلول المغذي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً، ومرحلة التسنبل، والاستطالة، والحبل، والإزهار، ومرحلة الإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (83.10، 82.81، 82.51،82.61، 82.48، 81.84 سم على التوالي)، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (الرش بالماء العادي) (80.51 سم). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش والأصناف، أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (أكساد$_{1105}$) عند الرش خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والاستطالة، والحبل، والإزهار وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (84.07، 83.73، 83.53، 83.30، 83.13 سم على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ (أكساد$_{1105}$) عند معاملة الشاهد، والصنف شام$_9$ عند الرش خلال مرحلة الإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (81.62، 81.55 سم على التوالي)، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد (79.42 سم) (الجدول، 5). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Abu-Dahi وزملاؤه (2009)، الذين بينوا أنَّ رش نباتات القمح الطري بمحلول مركب من الحديد والتوتياء والبوتاسيوم قد أدّى إلى زيادة معنوية في متوسط ارتفاع النبات من خلال زيادة طول السلاميات، الأمر الذي ساعد في زيادة

المسافة بين الطوابق الورقية وتحسين توزيع الأشعة الضوئية، ومن ثم زيادة كفاءة النباتات التمثيلية، وكمية المادة الجافة المتاحة لنمو أجزاء النباتات المختلفة وتطورها، وانسجمت هذه النتائج ايضاً مع نتائج Khan وزملاؤه (2010)، ونتائج Bameri وزملاؤه (2012)، الذين بيّنوا أنَّ رش نباتات القمح بمجموعة من العناصر المغذية الصغرى خلال مختلف مراحل النمو وبخاصة خلال مرحلة استطالة الساق، قد ساهم في في زيادة متوسط ارتفاع النبات بشكل معنوي، ولكن بقي ضمن الحدود المثلى (80-100 سم). وانسجمت هذه النتائج أيضاً مع نتائج فرحان والدليمي (2011)، حيث بيّنوا أن الرش الورقي لنباتات القمح القاسي ببعض العناصر المغذية الصغرى (Fe، Zn، Cu) مفردةً أو مجتمعةً قد أدى إلى زيادة متوسط ارتفاع النبات، وعدد الأوراق، والمساحة الورقية في النبات بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد. وتوافقت هذه النتائج أيضاً مع ماتوصل إليه الباحثان Rawashdeh وSala (2013)، حيث بيّنا أنَّ رش نباتات القمح القاسي بخليط من عنصري البورون والحديد خلال مرحلة الإشطاء قد أدّى إلى زيادة متوسط ارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد.

الجدول رقم (5): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في ارتفاع النبات (سم).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما1	شام9	
الشاهد	81.62 e	79.42f	80.51 C
مرحلة الإشطاء	82.13 bcde	81.55 e	81.84 B
مرحلة الاستطالة	83.53 ab	81.70 de	82.61 AB
مرحلة الحبل	83.30 abc	81.72 de	82.51 AB
مرحلة التسنبل	83.73 a	81.88 cde	82.81 AB
مرحلة الإزهار	83.13 abcd	81.83 cde	82.48 AB
مرحلتي التسنبل والإزهار	84.07 a	82.14 bcde	83.10 A
المتوسط	83.07 A	81.46 A	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	3.321	1.065	1.506
CV (%)	1.09		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

1-2- مساحة الورقة العلمية Flag leaf area (سم^2): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة مساحة الورقة العلمية بين الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 6). كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما1 (34.90 سم^2)، في حين كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام9 (27.05 سم^2). وكان متوسط مساحة الورقة العلمية الأعلى معنوياً عند معاملة الرش خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (33.00، 32.13، 31.82 سم^2 على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية، فقط مع معاملة الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً، عند معاملة الرش خلال مراحل الاستطالة، والحبل، والإشطاء – كلٍ على حدة – وبدون فروقاتٍ معنوية

بينها (30.85، 30.67، 29.52 سم^2 على التوالي)، علماً أنّ الفروقات لم تكن معنوية مع باقي معاملات الرش خلال المراحل التطورية الأخرى، في حين كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (28.82 سم^2) (الجدول، 6). ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين معاملات الرش والأصناف، أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملات الرش خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والإزهار وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (37.24، 36.42، 35.91 سم^2 على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش خلال مراحل الحبل، والاستطالة، والإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (34.78، 34.78، 32.92 سم^2 على التوالي)، في حين كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش خلال مرحلة الإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (25.42، 26.12 سم^2 على التوالي) (الجدول، 6). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Abu-Dahi وزملاؤه (2009)، الذين بينوا أنَّ رش نباتات القمح الطري بمحلول مركب من الحديد والتوتياء والبوتاسيوم قد سبّب زيادة معنوية في مساحة الورقة العلمية بالمقارنة مع الشاهد، الأمر الذي ساعدفي مدّ Providing الحبوب خلال مرحلة امتلاء الحبوب بكمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي، ما أدَّى إلى زيادة معنوية في متوسط وزن الألف حبة وغلّة المحصول الحبية. وتناغمت أيضاً هذه النتائج مع ماتوصل إليه الباحثان Rawashdeh وSala (2014)، حيث بيّنا أنَّ الرش الورقي بعنصري البورون والحديد خلال مرحلتي الاستطالة والحبل قد سبَّب زيادة معنوية في مساحة الورقة العلمية وغلّة المحصول الحبية بالمقارنة مع الشاهد. وتوافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه خلف وزملاؤه (2017)، حيث بيَّنوا أنَّ الرش الورقي بخليط من العناصر المغذية الصغرى (Zn، Mn، Fe)، خلال مرحلتي الاستطالة والتسنبل قد أدَّى إلى زيادة مساحة الورقة العلمية وارتفاع النبات بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد، وتفوقت

معاملة الرش خلال مرحلة التسنبل معنوياً على معاملة الرش خلال مرحلة استطالة الساق بجميع الصفات الشكلية.

الجدول رقم (6): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى في مساحة الورقة العلمية (سم^2).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما1	شام9	
الشاهد	32.22 ^{d}	25.42 ^{g}	28.82 D
مرحلة الإشطاء	32.92 ^{cd}	26.12 ^{g}	29.52 CD
مرحلة الاستطالة	34.78 ^{bc}	26.92 ^{efg}	30.85 BC
مرحلة الحبل	34.78 ^{bc}	26.57 ^{fg}	30.67 BC
مرحلة التسنبل	36.42 ^{ab}	27.21 ^{efg}	31.82 AB
مرحلة الإزهار	35.91 ^{ab}	28.35 ^{ef}	32.13 AB
مرحلتي التسنبل والإزهار	37.24 ^{a}	28.75 ^{e}	33.00 A
المتوسط	34.90 A	27.05 B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	2.129	1.462	2.068
CV (%)	3.96		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تُعزى الزيادة المعنوية في صفة ارتفاع النبات، ومساحة الورقة العلمية عند الرش خلال مختلف مراحل النمو بالمقارنة مع الشاهد إلى حقيقة أنّ المحلول المغذي المستخدم يحتوي على عنصري الحديد والزنك اللذين لهما الدور الأكبر في تكوين الحمض الأميني التربتوفان، الذي يُشتق منه منظم النمو Indole -3-Acetic acid (IAA)، وهو من الأوكسينات Auxins الضرورية لاستطالة الخلايا النباتية Cell expansion، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة طول السلاميات Internodes وبالتالي زيادة ارتفاع النبات، إضافةً إلى دور الحديد في نقل مركبات الطاقة وفي تكوين جزيئات اليخضور (الكلوروفيل) (اللواقط الضوئية)، التي تؤدي دوراً مهماً

في امتصاص الفوتونات الضوئية، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كمية الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة Photosynthetically Active Radiation (PAR)، والواصلة إلى مراكز التفاعل في الأنظمة الضوئية Photosystems، ما يؤدي إلى تسريع وتيرة انتقال الإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترونات (ETC) خلال تفاعلات الضوء Light reactions، ما يؤدي إلى زيادة معدّل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة (ATP, NADPH)، التي تُستعمل خلال تفاعلات الظلام Dark reactions (حلقة كالفن)، لإرجاع الكربون المعدني إلى مركباتٍ عضوية (سكريات) في حلقة إرجاع الكربون الثلاثية في الأنواع النباتية ثلاثية الكربون C3 plants (القمح)، الأمر الذي يزيد كمية المادة الجافة الكلية المصنّعة والمتاحة لنمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها، ما يؤدي إلى زيادة ارتفاع النبات. يحتوي أيضاً المحلول المغذي المستخدم على عنصر البورون الذي يؤدي دوراً مهما في معظم العمليات الفيزيولوجية في النبات مثل استطالة الخلايا النباتية Cell expansion، وانتباج الخلية وكبر حجمها، ونمو الأنسجة الميرستيمية وتطورها، ما يؤدي إلى زيادة متوسط ارتفاع النبات ومساحة الورقة العلمية. ويُعزى التباين بين صنفي القمح القاسي المدروسين إلى التباين في العوامل الوراثية لهاتين الصفتين. عموماً، تُعد الورقة العلمية الجزء الأخير من المصدر الذي يبقى أخضراً وفعالاً في عملية التمثيل الضوئي خلال المراحل الأخيرة من امتلاء الحبوب Grain filling stage، وبالتالي تُساعد زيادة مساحتها نسبياً في مدّ Providing الحبوب بكميةٍ أكبر من نواتج التمثيل الضوئي Photo- assimilates، ما يؤدي، وبخاصةٍ في حال توافر المياه خلال فترة امتلاء الحبوب إلى زيادة درجة امتلاء الحبوب، ومن ثمّ متوسط وزن الحبة الواحدة. وهذا يتفق مع ماتوصل إليه Nadim (2012)، وAbu- Dahi (2009).

ثانياً- الصفات المرتبطة بالغلّة الحبية Yield associated traits

2-1- عدد الإشطاءات الكلية Total number of tillers: بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة عدد الإشطاءات الكلية بين الصنفين المدروسين، والتفاعل المتبادل بين الصنفين المدروسين ومعاملات الرش الورقي، في حين لم تُظهرْ نتائج التحليل الإحصائي أيّة فروقات معنوية في هذه الصفة بالنسبة لمعاملات الرش الورقي بالمحلول المغذي (الجدول، 7). كان متوسط عدد الإشطاءات الكلية الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام9 (5.24 إشطاء . نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما1 (3.75 إشطاء . نبات$^{-1}$)، ويُعزى ذلك إلى التباين الوراثي بين الصنفين في الكفاءة الإشطائية Tillering capacity، أو أنّ صنف القمح القاسي شام9 أكثر استجابة لمعاملات الرش بالمقارنة مع دوما1. ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش والأصناف، أنّ متوسط عدد الإشطاءات الكلية كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي شام9 عند معاملات الرش الورقي خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والحبل، والاستطالة، والإزهار، والإشطاء، والشاهد، وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (5.37، 5.30، 5.30، 5.27، 5.27، 5.17، 5.00 إشطاء . نبات$^{-1}$ على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما1 عند معاملات الرش الورقي خلال مراحل التسنبل، والحبل، والاستطالة، والإشطاء، ومعاملة الشاهد، والتسنبل والإزهار معاً، والإزهار، وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (3.83، 3.77، 3.77، 3.77، 3.77، 3.73، 3.73، 3.67 إشطاء. نبات$^{-1}$ على التوالي) (الجدول، 7). توافقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه Nadim وزملاؤه (2013)، حيث بيّنوا أنَّ الرش الورقي لنباتات القمح ببعض العناصر المغذية الصغرى (B، Fe)، قد حققت زيادة معنوية في عدد الإشطاءات الكلية الخريفية

المتشكلة، وزيادة معنوية ايضاً في معدل صافي التمثيل الضوئي (NAR)، ما أدّى إلى إتاحة كمية أكبر من المادة الجافة اللازمة لتحويل الإشطاءات الخضرية إلى سنابل (إشطاءات مثمرة) بالمقارنة مع الشاهد.

الجدول رقم (7): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في عدد الإشطاءات الكلية (إشطاء . نبات$^{-1}$).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	3.73 ^{b}	5.00 ^{a}	4.367 A
مرحلة الإشطاء	3.77 ^{b}	5.17 ^{a}	4.467 A
مرحلة الاستطالة	3.77 ^{b}	5.27 ^{a}	4.517 A
مرحلة الحبل	3.77 ^{b}	5.30 ^{a}	4.533 A
مرحلة التسنبل	3.83 ^{b}	5.30 ^{a}	4.567 A
مرحلة الإزهار	3.67 ^{b}	5.27 ^{a}	4.467 A
مرحلتي التسنبل والإزهار معاً	3.73 ^{b}	5.37 ^{a}	4.550 A
المتوسط	3.75 B	5.24 A	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	0.6284	0.3845	0.5434
CV (%)	7.8		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2-2- عدد الإشطاءات المثمرة Number of fertile tillers: بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة عدد الإشطاءات المثمرة بين الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 8). كان متوسط عدد الإشطاءات المثمرة الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_9$ (3.50 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$)، في حين كان متوسط عدد الإشطاءات المثمرة الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (3.28 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$). ويُعزى التباين في عدد الإشطاءات المثمرة بين الصنفين إلى التباين في عدد الإشطاءات الكلية المتشكلة، حيث كان متوسط

عدد الإشطاءات الكلية الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي شام9، ويمكن أن يُعزى أيضاً إلى التباين في عدد الإشطاء الخريفية المبكرة Fall tillers المتشكلة، حيث عادةً ما تتحول جميع الإشطاءات الخريفية المبكرة (4 – 6 أوراق حقيقية) إلى إشطاءاتٍ مثمرة (العودة، 2005). وكان متوسط عدد الإشطاءات المثمرة الأعلى معنوياً عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (3.78، 3.67 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$ على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية فقط مع مرحلة الحبل، وبدون فروقاتٍ معنوية مع المراحل التطورية الأخرى (التسنبل، والإشطاء) وبدون فروقاتٍ معنوية بين المرحلتين الأخيرتين (3.48، 3.45 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الإشطاءات المثمرة الأدنى معنوياً عند معاملات الرش الورقي في الشاهد وخلال مراحل الإزهار، والتسنبل والإزهار معاً، وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (2.98، 3.15، 3.22 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$ على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش والأصناف، أنّ متوسط عدد الإشطاءات المثمرة كان الأعلى معنوياً لدى الصنف شام9 عند معاملة الرش بمحلول العناصر المغذية خلال مراحل الحبل، والاستطالة، والإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (4.03، 4.00، 3.67 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$ على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش خلال مراحل التسنبل، والحبل، والإستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (3.57، 3.53، 3.33 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$ على التوالي)، والصنف شام9 عند الرش الورقي خلال مراحل التسنبل، والتسنبل والإزهار معاً، والإزهار وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (3.40، 3.27، 3.17 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف شام9 عند معاملة الشاهد (2.97 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$)، والصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مراحل الإشطاء، والإزهار، والإزهار والتسنبل معاً وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (3.23، 3.13، 3.17 إشطاء مثمر. نبات$^{-1}$ على التوالي) (الجدول، 8).

عموماً، يؤدي الرش بالمحاليل المغذية إلى زيادة ارتفاع النباتات، ومن ثمّ عدد الأوراق الكلية المتشكلة، ومساحتها، ما يؤدي إلى زيادة حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي Source size، الذي يؤدي إلى زيادة كمية الأشعة الضوئية المعترضة Intrecepted، والممتصة Absorbed، ما يؤدي إلى زيادة كفاءة النباتات التمثيلية، وضمان إتاحة كمية أكبر من المادة الجافة لتحويل عدد أكبر من الإشطاءات الخضرية المتشكلة إلى إشطاءاتٍ مثمرة (سنابل)، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كفاءة المحصول الإنتاجية، لأنّ صفة متوسط عدد السنابل من مكونات الغلّة الحبية المهمة في القمح. توافقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه الباحثان Rawashdeh وSala (2013)، اللذين بيّنا أنَّ رش نباتات القمح القاسي بمزيج من عنصري البورون والحديد خلال مرحلة الإشطاء، ما أدّى إلى زيادة متوسط عدد الإشطاءات الكلية والمثمرة في النبات بالمقارنة مع الشاهد. وتوافقت هذه النتائج مع نتائج Ghorbani وزملاؤه (2009). اللذين بيّنوا أنَّ الرش الورقي بمحلول من العناصر المغذية الصغرى والآزوت، قد أدّى إلى زيادة معنوية في عدد السنابل في المتر مربع لدى جميع أصناف القمح القاسي المدروسة.

الجدول رقم (8): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في عدد الإشطاءات المثمرة (إشطاء . نبات$^{-1}$).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	3.00 ^{f}	2.97 ^{f}	2.98 D
مرحلة الإشطاء	3.23 ^{cdef}	3.67 ^{ab}	3.45 BC
مرحلة الاستطالة	3.33 ^{bcdef}	4.00 ^{a}	3.67 AB
مرحلة الحبل	3.53 ^{bcd}	4.03 ^{a}	3.78 A
مرحلة التسنبل	3.57 ^{bc}	3.40 ^{bcde}	3.48 BC
مرحلة الإزهار	3.13 ^{ef}	3.17 ^{def}	3.15 D
مرحلتي التسنبل والإزهار	3.17 ^{def}	3.27 ^{cdef}	3.22 CD
المتوسط	3.28 B	3.50 A	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	0.1626	0.2691	0.3806
CV (%)	6.68		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2-3- طول السنبلة Spike length (سم): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة طول السنبلة بين الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 9). كان متوسط طول السنبلة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (8.07 سم)، في حين كان متوسط طول السنبلة الأدنى معنوياً لدى صنف القمح القاسي شام$_9$ (7.30 سم)، ويُعزى التباين في طول السنبلة بين الصنفين إلى التباين في العوامل الوراثية. وكان متوسط طول السنبلة الأعلى معنوياً عند معاملة الرش الورقي خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (8.02، 7.95 سم على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مراحل الإزهار، والحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينها(7.75، 7.75، 7.72 سم على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية

معاملة الرش الورقي خلال مرحلة الإشطاء (7.39 سم)، في حين كان متوسط طول السنبلة الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (7.21 سم) (الجدول، 9). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش والأصناف، أنّ متوسط طول السنبلة كان الأعلى معنوياً لدى الصنف دوما$_1$ عند معاملات الرش خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والإزهار وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (8.51، 8.41، 8.37 سم على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملات الرش خلال مراحل الاستطالة، والحبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما(8.12، 8.07 سم على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش خلال مرحلة الإشطاء وعند معاملة الشاهد (7.56، 7.43 سم على التوالي)، والصنف شام$_9$ عند معاملة الرش خلال المراحل (التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والحبل) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها(7.53، 7.49، 7.42 سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول السنبلة الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد (6.99 سم) (الجدول، 9). ازداد طول السنبلة بشكلٍ معنوي عند الرش بخليط العناصر المعدنية المغذية الصغرى خلال المراحل التي تزامن فيها الرش مع نمو السنبلة وتطورها، ما يعني أنّ المحلول المغذي المستخدم بعناصره الصغرى المختلفة قد حفّز نمو السنبلة وتطورها عن طريق الإمداد الغذائي من جهة، ودور العناصر الداخلة في تركيبه في زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي (Ali، 2012)، وتصنيع كمية أكبر من المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة نمو السنابل وتطورها، مثل عنصري الحديد والبورون، من جهةٍ أخرى (Nadim وزملاؤه، 2013). عموماً، يؤدي عادةً زيادة طول السنبلة إلى زيادة عدد السنيبلات الخصبة المتشكلة، ومن ثمّ زيادة عدد الحبوب في السنبلة، والنبات، ما يؤدي إلى زيادة متوسط عدد الحبوب المتشكلة في وحدة المساحة من الأرض، التي تُعد من أهم مكونات غلَّة محصول القمح الحبية العددية Numerical yield components (العودة، 2005). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Ali

(2012)، الذي بيّن أن رش نباتات القمح القاسي بعنصر الحديد خلال مراحل تطورية مختلفة قد أدّى إلى زيادة متوسط طول السنبلة، وترافق ذلك مع زياة متوسط عدد الحبوب في السنبلة.

الجدول رقم (9): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في طول السنبلة (سم).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما1	شام9	
الشاهد	7.43^{cde}	6.99^{g}	7.21D
مرحلة الإشطاء	7.56^{c}	7.22^{efg}	7.39C
مرحلة الاستطالة	8.12^{b}	7.31^{def}	7.72B
مرحلة الحبل	8.07^{b}	7.42^{cde}	7.75B
مرحلة التسنبل	8.41^{a}	7.49^{cd}	7.95A
مرحلة الإزهار	8.37^{a}	7.13^{fg}	7.75B
مرحلتي التسنبل والإزهار معاً	8.51^{a}	7.53^{cd}	8.02A
المتوسط	8.07 A	7.30B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	0.4657	0.1585	0.2383
CV (%)	1.84		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2-4- متوسط عدد الحبوب في السنبلة (حبة . سنبلة$^{-1}$): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الحبوب في السنبلة بين معاملات الرش الورقي بالمحلول المغذي خلال مراحل تطورية مختلفة من حياة النبات، والتفاعل المتبادل بين معاملات الرش والأصناف المدروسة، في حين لم تُظهرْ نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية بين الأصناف (الجدول، 10). كان متوسط عدد الحبوب في السنبلة الأعلى معنوياً عند معاملات الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل، والإزهار وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (56.58، 55.50، 54.00 حبة. سنبلة$^{-1}$ على التوالي)، تلاها

وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش خلال مراحل الإشطاء، والحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (51.83، 51.37، 51.10 حبة . سنبلة$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الحبوب في السنبلة الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (47.73 حبة. سنبلة$^{-1}$) (الجدول، 10). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش والأصناف، أنّ متوسط عدد الحبوب في السنبلة كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي شام$_9$ عند معاملة الرش الورقي خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والإزهار، والتسنبل، والحبل، والاستطالة، والإشطاء، والشاهد (57.77، 57.07، 56.89، 55.67، 54.40، 54.13 حبة . سنبلة$^{-1}$ على التوالي)، والصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (55.40، 53.93 حبة. سنبلة$^{-1}$ على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد (51.40 حبة. سنبلة$^{-1}$)، والصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مراحل الإزهار، والإشطاء، والاستطالة، والحبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (50.93، 49.53، 47.80، 47.07 حبة . سنبلة$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الحبوب في السنبلة الأدنى معنوياً لدى الصنف دوما$_1$ عند معاملة الشاهد (44.07 حبة . سنبلة$^{-1}$) (الجدول، 10). عموماً، يُعزى التباين في متوسط عدد الحبوب في السنبلة بين الأصناف ومعاملات الرش إلى التباين في متوسط طول السنبلة، وعدد السنيبلات الخصبة في السنبلة أو درجة اكتظاظ السنبلة. تُعزى الزيادة في متوسط عدد الحبوب في السنبلة عند الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً إلى توافر العناصر المعدنية المغذية اللازمة لزيادة طول محور السنبلة، وتشكل الزهيرات وتطورها، ونمو الحبوب المتشكلة، الأمر الذي أدّى إلى زيادة عدد الحبوب في السنبلة، فضلاً عن دور العناصر الداخلة في تركيب المحلول المغذي في زياد عدد الحبوب في السنبلة، حيث يزيد عنصر الزنك من عدد حبوب اللقاح وحيويتها، ما يؤدي إلى زيادة احتمالية حدوث الإخصاب للزهيرات وتكوين الحبوب

(Nazim وزملاؤه، 2005)، ناهيك عن دور المحاليل المغذية في زيادة نمو الأجزاء الخضرية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي، ما يؤدي إلى زيادة كمية المادة الجافة المتاحة خلال فترة الإزهار والإخصاب والعقد (Khan وزملاؤه، 2009)، فتقل حدّة المنافسة بينها على نواتج التمثيل الضوئي، ما يؤدي إلى تراجع نسبة الإجهاض في الزهيرات وبالتالي زيادة عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة (العودة، 2005). توافقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه Soylo وزملاؤه (2005)، والباحثان Kenbaey وSade (2002)، الذين بيّنوا ازدياد صفة متوسط عدد الحبوب في السنبلة والمتر مربع بشكل معنوي عند رش نباتات القمح بالعناصر المعدنية المغذية الصغرى مفردةً أو مجتمعةً. وتوافقت أيضاً مع ماتوصل إليه Nazim وزملاؤه (2005)، حيث بيّنوا أنَّ رش نباتات القمح بمزيج من العناصر المعنية المغذية الكبرى والصغرى خلال ست مراحل تطورية، قد أدَّى إلى زيادة متوسط عدد الحبوب في السنبلة. وتوافقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه Khan وزملاؤه (2009)، الذين بيّنوا أنَّ الرش الورقي بمحلول عنصر الزنك (Zn^{++})، قد أدَّت إلى زيادة متوسط عدد الحبوب في السنبلة بالمقارنة مع الشاهد. وتوافقت أيضاً مع نتائج Zeidan وزملاؤه (2010)، الذين بيّنوا أن رش نباتات القمح الطري بمحلول مركب من العناصر الصغرى قد أدى إلى زيادة متوسط عدد الحبوب في السنبلة، والغلّة الحبية بالمقارنة مع الشاهد. وتوافقت أيضاً مع ماتوصل إليه Bameri وزملاؤه (2012)، حيث بيّنوا أنَّ رش نباتات القمح بمجموعة من العناصر الصغرى خلال مختلف مراحل النمو قد أدّى إلى زيادة نسبة الزهيرات الخصبة ومن ثم عدد الحبوب في السنبلة.

الجدول رقم (10): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في عدد الحبوب في السنبلة (حبة . سنبلة$^{-1}$).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	44.07^{e}	51.40^{bcd}	47.73 C
مرحلة الإشطاء	49.53^{d}	54.13^{abc}	51.83 B
مرحلة الاستطالة	47.80^{de}	54.40^{abc}	51.10 B
مرحلة الحبل	47.07^{de}	55.67^{ab}	51.37 B
مرحلة التسنبل	53.93^{abc}	56.89^{a}	55.50 A
مرحلة الإزهار	50.93^{cd}	57.07^{a}	54.0 AB
مرحلتي التسنبل والإزهار معاً	55.40^{ab}	57.77^{a}	56.58 A
المتوسط	49.82 A	55.33 A	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	5.843	3.065	4.335
CV (%)	4.89		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2-5- الوزن الجاف للسنبلة Spike dry weight (غ): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة الوزن الجاف للسنبلة بين الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 11). كان متوسط الوزن الجاف للسنبلة الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (0.50 غ)، في حين كان متوسط الوزن الجاف للسنبلة الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_9$ (0.406 غ). ويُعزى التباين في متوسط الوزن الجاف للسنبلة وقت الإزهار بشكلٍ رئيس إلى التباين في متوسط طول السنبلة، حيث كان متوسط طول السنبلة الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (8.07 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_9$ (7.30 سم). وكان متوسط الوزن الجاف للسنبلة الأعلى معنوياً عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي

التسنبل والإزهار معاً (0.488 غ)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الرش خلال مرحلة الإزهار (0.480 غ)، تلاها أيضاً وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مرحلة التسنبل (0.466 غ)، ثمّ وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش خلال مرحلة الحبل (0.449 غ)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش خلال مرحلة الاستطالة (0.435غ)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش خلال مرحلة الإشطاء (0.429 غ)، في حين كان الوزن الجاف للسنبلة الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (0.423 غ). عموماً، يؤدي الرش بالمحاليل المغذية خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً إلى زيادة كلٍ من طول محور السنبلة، وعدد الزهيرات المتشكلة في السنبلة، بالإضافة إلى دور العناصر المعدنية المغذية في زيادة نسبة الزهيرات الخصبة ونموها وتطورها، ونسبة العقد بالمقارنة مع الرش خلال المراحل الأخرى. وتؤدي زيادة وزن السنبلة وقت الإزهار إلى زيادة كفاءتها في استجرار كميةٍ أكبر من نواتج التمثيل الضوئي بإتجاه السنبلة، ما يزيد من قوة المصب Sink strength، ومن ثمّ نسبة الإخصاب والعقد، وعدد الحبوب المتشكلة في السنبلة الواحدة (العودة، 2005؛ Gifford وزملاؤه، 1984). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش والأصناف، أنّ متوسط الوزن الجاف للسنبلة كان الأعلى معنوياً لدى الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (0.559 غ)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلة الإزهار (0.547 غ)، ثمّ معاملة الرش الورقي خلال مراحل التسنبل، والحبل، والاستطالة، والإشطاء، والشاهد وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (0.524، 0.493 ،0.467، 0.460، 0.447 غ على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف شام$_9$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلة التسنبل والإزهار معاً (0.417 غ)، في حين كان متوسط الوزن الجاف للسنبلة الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال

مرحلتي الإشطاء، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما(0.389، 0.399، 0.403 غ على التوالي) (الجدول، 11).

الجدول رقم (11): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في الوزن الجاف للسنبلة (غ).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	0.447^{g}	0.389^{k}	0.423G
مرحلة الإشطاء	0.460^{f}	0.399^{k}	0.429F
مرحلة الاستطالة	0.467^{e}	0.403^{jk}	0.435E
مرحلة الحبل	0.493^{d}	0.406^{j}	0.449D
مرحلة التسنبل	0.524^{c}	0.408^{ij}	0.466C
مرحلة الإزهار	0.547^{b}	0.410^{i}	0.480B
مرحلتي التسنبل والإزهار	0.559^{a}	0.417^{h}	0.488A
المتوسط	0.50A	0.406B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	0.004199	0.003768	0.005392
CV (%)	2.27		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2-6- وزن الألف حبة 1000-kernel weight (غ): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة وزن الألف حبة بين الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 12). كان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (51.18 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_9$ (44.24 غ). ويُعزى التباين بين الصنفين في متوسط وزن الألف حبة إلى التباين في متوسط طول السنبلة، ومتوسط عدد الحبوب

المتشكلة في السنبلة، ودرجة امتلاء الحبوب، الذي يُعزى بدوره إلى التباين في مساحة الورقة العلمية من ناحية، وكفاءة الورقة العلمية التمثيلية من ناحيةٍ أخرى، بالإضافة إلى كمية المادة الجافة المتبقية والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، حيث كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف دوما$_1$ (34.90 سم^2) بالمقارنة مع الصنف شام$_9$ (27.05 سم^2)، حيث تُسهم الورقة العلمية بشكلٍ كبير في مدّ الحبوب بنواتج عملية التمثيل الضوئي خلال فترة امتلاء الحبوب. وكان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (49.29 غ)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الإزهار، والتسنبل كلاً على حدة، وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (48.61، 48.57 غ على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (47.71، 47.40 غ على التوالي)، ثمّ وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مرحلة الإشطاء (46.51 غ)، في حين كان متوسط وزن الألف حبة الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (45.88 غ). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش الورقي والأصناف، أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مراحل التسنبل والإزهار معاً، والإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (53.03، 52.53، 52.45غ على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (51.40، 50.80 غ على التوالي)، ثم معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش خلال مرحلة الإشطاء (48.50 غ)، تلاها الصنف دوما$_1$ عند معاملة الشاهد (48.50غ)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف شام$_9$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (45.55غ)، ثم الصنف شام$_9$ عند معاملة الرش خلال مراحل الإزهار، والتسنبل، والحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ

معنوية فيما بينها (44.70، 44.68 ، 44.00،44.01 غ على التوالي)، في حين كان متوسط وزن الألف حبة الأدنى معنوياً لدى الصنف شام9 عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مرحلة الإشطاء وبدون فروقات معنوية بينهما (43.25، 43.47 غ على التوالي) (الجدول، 12). عموماً، يؤدي رش المحلول المغذي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار تباعاً إلى زيادة وزن الألف حبة بشكلٍ معنوي، نتيجة زيادة حجم المصدر ومعدّل التمثيل الضوئي، ما يؤدي إلى زيادة الوزن الجاف للسنبلة، فتزداد كفاءة السنابل في استجرار نواتج التمثيل الضوئي من المصدر Source (الأوراق، والساق) إلى المصب Sink (الحبوب)، ما يؤدي إلى زيادة معدّل تراكم المادة الجافة المُصنّعة في الحبوب، فيزداد متوسط وزن الحبة الواحدة، ومن ثمّ وزن الألف حبة بالمقارنة مع الشاهد (Khan وزملاؤه، 2009)، الأمر الذي سيؤدي إلى زيادة غلّة المحصول الحبية، لأنّ متوسط وزن الحبة الواحدة من أهم مكونات غلّة محصول القمح الحبية العددية (العودة، 2005؛Gifford وزملاؤه، 1984). توافقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه Nazim وزملاؤه (2005)، حيث بيّنوا أنَّ رش نباتات القمح بمزيج العناصر المعدنية المغذية الكبرى والصغرى خلال ست مراحل تطورية قد أدى إلى زيادة متوسط وزن الألف حبة. وتوافقت أيضاً مع نتائج Khan وزملاؤه (2009)، الذين بيّنوا أن رش نباتات القمح بمحلول عنصر الزنك (Zn^{++})، قد أدَّى إلى زيادة صفة متوسط وزن الألف حبة بشكل معنوي، وزيادة عدد الحبوب في السنبلة، وطوالسنبلة، الأمر الذي أدى إلى زيادة الغلَّة الحبية بنحو 31.6%.

الجدول رقم (12): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في وزن الألف حبة (غ).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	48.50^{d}	43.25^{h}	45.88F
مرحلة الإشطاء	49.55^{c}	43.47^{gh}	46.51D
مرحلة الاستطالة	50.80^{b}	44.00^{fg}	47.40C
مرحلة الحبل	51.40^{b}	44.01^{fg}	47.71C
مرحلة التسنبل	52.45^{a}	44.68^{f}	48.57B
مرحلة الإزهار	52.53^{a}	44.70^{f}	48.61B
مرحلتي التسنبل والإزهار معاً	53.03^{a}	45.55^{e}	49.29A
المتوسط	51.18A	44.24B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	0.5295	0.5037	0.7110
CV (%)	0.89		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف مالمعاملات والتفاعل المتبادل بنهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2-7- الغلَّة الحيوية Biological yield (طن. هكتار$^{-1}$): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة الغلّة الحيوية بين كلٍ من الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 13). كان متوسط الغلّة الحيوية الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (16.38 طن. هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف شام$_9$ (14.32 طن. هكتار$^{-1}$). ويُعزى التباين في صفة الغلّة الحيوية بين الصنفين المدروسين إلى التباين في متوسط ارتفاع النبات، حيث كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى ظاهرياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (83.07 سم) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (81.46 سم)، وإلى التباين في متوسط مساحة الورقة العلمية، حيث كان الأعلى معنوياً لدى لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (34.90 سم^2) بالمقارنة مع

صنف القمح القاسي شام$_9$ (27.05 سم^2)، وإلى التباين في متوسط طول السنبلة، حيث كان متوسط طول السنبلة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (8.07 سم) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (7.30 سم)، وإلى التباين في متوسط الوزن الجاف للسنبلة، حيث كان متوسط الوزن الجاف للسنبلة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (0.50 غ) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (0.406 غ)، بالإضافة إلى التباين في متوسط وزن الألف حبة، حيث كان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (51.18 غ) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (44.24 غ)، وكذلك الحال عند رش المحلول المغذي عند مرحلتي التسنبل والإزهار معاً، وباقي المراحل بالمقارنة مع الشاهد. وكان متوسط الغلّة الحيوية الأعلى معنوياً عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً، ومرحلتي الإزهار، والتسنبل كلاً على حدة (15.83، 15.47، 15.38 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مراحل الحبل، والاستطالة، والإشطاء كلاً على حدة وبدون فروقاتٍ معنوية فيما بينها (15.30، 15.23، 15.19 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط الغلّة الحيوية الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (15.06 طن.هكتار$^{-1}$) (الجدول، 13). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش الورقي والأصناف، أنّ متوسط الغلّة الحيوية كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (16.94 طن.هكتار$^{-1}$)، ثمَّ الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (16.60، 16.45 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش خلال مراحل الحبل، والاستطالة، والإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينها(16.33، 16.22، 16.17 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط الغلّة الحيوية الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال

مراحل الإشطاء، والاستطالة، والحبل، والتسنبل، والإزهار كلاً على حدى وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (14.15، 14.21، 14.24، 14.27، 14.30، 14.34 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي) (الجدول، 13). توافقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه Nazim وزملاؤه (2005)، الذين بيّنوا زيادة الغلّة الحيوية في محصول القمح معنوياً عند رش النباتات بمزيج من العناصر المعدنية المغذية الكبرى والصغرى خلال ست مراحل تطورية بالمقارنة مع الشاهد. وتوافقت هذه النتائج أيضاً مع ماتوصل إليه Khan وزملاؤه (2010)، وBemari وزملاؤه (2012)، الذين بيّنوا أن رش نباتات القمح بمجموعة من العناصر المغذية الصغرى خلال مختلف مراحل النمو قد أدّى إلى زيادة الغلّة الحيوية بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد، وترافق ذلك مع زيادة معنوية وبدرجة أكبر في الغلّة الحبية، وعزوا ذلك إلى أهمية الكتلة الحية عند النضج في زيادة كمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة النمو الثمري، الأمر الذي أدّى إلى زيادة كل من متوسط عدد الحبوب ووزن الألف حبة،وبالتالي غلَّة المحصول الحبية، ودليل الحصاد.

الجدول رقم (13): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في الغلّة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	15.96^{e}	14.15^{g}	15.06E
مرحلة الإشطاء	16.17^{de}	14.21^{g}	15.19DE
مرحلة الاستطالة	16.22^{cd}	14.24^{g}	15.23CD
مرحلة الحبل	16.33^{cd}	14.27^{g}	15.30CD
مرحلة التسنبل	16.45^{bc}	14.30^{g}	15.38BC
مرحلة الإزهار	16.60^{b}	14.34^{g}	15.47B
مرحلتي التسنبل والإزهار	16.94^{a}	14.73^{f}	15.83A
المتوسط	16.38A	14.32B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	1.965	0.1685	0.2383
CV (%)	0.92		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2- 8 - الغلَّة الحبية Grain yield (طن . هكتار$^{-1}$): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة الغلَّة الحبية بين الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 14). كان متوسط الغلَّة الحبية الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (5.66 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_9$ (4.48 طن.هكتار$^{-1}$). ويُعزى التباين في صفة الغلَّة الحبية بين الصنفين المدروسين إلى التباين في الكتلة الحية عند النضج (الغلَّة الحيوية)، حيث كان متوسط الغلَّة الحيوية الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$، حيث كان متوسط الغلَّة الحيوية الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (16.38 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف شام$_9$

(14.32 طن.هكتار$^{-1}$). ويمكن أن يُعزى أيضاً إلى التباين في متوسط مساحة الورقة العلمية، حيث كان الأعلى معنوياً لدى لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (34.90 سم^2) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (27.05 سم^2)، وإلى التباين في متوسط طول السنبلة، حيث كان متوسط طول السنبلة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (8.07 سم) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (7.30 سم)، وإلى التباين في متوسط الوزن الجاف للسنبلة، حيث كان متوسط الوزن الجاف للسنبلة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (0.500 غ) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (0.406 غ)، بالإضافة إلى التباين في متوسط وزن الألف حبة، حيث كان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (51.18 غ) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (44.24 غ). وكان متوسط الغلَّة الحبية الأعلى معنوياً عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (5.56 طن.هكتار$^{-1}$)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية عند معاملة الرش الورقي خلال مراحل الإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (5.21، 5.13 طن.هكتار$^{-1}$على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (5.01، 4.92 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط الغلَّة الحبية الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد ومعاملة الرش خلال مرحلة الإشطاء وبدون فروقات معنوية فيما بينهما (4.79، 4.88 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي). ويُعزى تفوق الغلَّة الحبية عند الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً بالمقارنة مع الرش خلال كل مرحلة على حدة والرش خلال المراحل الأخرى بالمقارنة مع عدم الرش (الشاهد)، إلى التباين في جميع الصفات الشكلية والكمية المدروسة، حيث كانت الأعلى معنوياً، وبخاصةٍ الصفات المرتبطة بالغلَّة الحبية، عند الرش بالمحلول المغذي عند مرحلتي التسنبل والإزهار بالمقارنة مع باقي المراحل والشاهد (الجدول، 14). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش الورقي

والأصناف، أنّ متوسط الغلَّة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (6.22 طن.هكتار$^{-1}$)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية صنف القمح دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (5.87، 5.76 طن.هكتار$^{-1}$على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند الرش خلال مرحلة الحبل (5.59 طن.هكتار$^{-1}$)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الاستطالة، والإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (5.48، 5.43 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مرحلتي الإشطاء والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (4.29، 4.33 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي) (الجدول، 14). توافقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه Raza وزملاؤه (2014)، حيث بيّنوا ازدياد غلّة محصول القمح الطري الحبية بشكل معنوي عند رش الأوراق بعنصر البورون بمعدل 20 مغ. ل$^{-1}$ بالمقارنة مع الشاهد. وتوافقت ايضاً مع ماتوصل إليه الباحثان Mekkei وEl Heggan (2014)، اللذان بيّنا ازدياد غلّة محصول القمح الطري 15 و 19 % على التوالي عند الرش بمحاليل العناصر المغذية الصغرى خلال مرحلتي الحبل والنضج الفيزيولوجي تحت ظروف الزراعة المطرية، وتوافقت أيضاً مع نتائج Karamanos وزملاؤه (2004)، حيث سبّب الرش الورقي بمحلول عنصر النحاس زيادةً معنويةً في غلَّة محصول القمح الحبية. وتوافقت أيضاً مع نتائج Arif وزملاؤه (2008)، حيث بيّنوا أنَّ رش نباتات القمح بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل الإشطاء، واستطالة الساق، والحبل، قد أدَّى إلى زيادة الغلَّة الحبية ومكوناتها بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد.

الجدول رقم (14): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	5.26^{e}	4.29^{i}	4.79E
مرحلة الإشطاء	5.43^{d}	4.33^{i}	4.88DE
مرحلة الاستطالة	5.48^{cd}	4.37^{hi}	4.92CD
مرحلة الحبل	5.59^{c}	4.43^{ghi}	5.01C
مرحلة التسنبل	5.76^{b}	4.50^{gh}	5.13B
مرحلة الإزهار	5.87^{b}	4.56^{g}	5.21B
مرحلتي التسنبل والإزهار	6.22^{a}	4.90^{f}	5.56A
المتوسط	5.66A	4.48B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	0.9648	0.9970	0.1410
CV (%)	1.69		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف مالمعاملات والتفاعل المتبادل بنهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2- 9- دليل الحصاد Harvest index (%): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل الحصاد بين الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 15). كان متوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (34.50%)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_9$ (31.29%). ويُعزى التباين في صفة دليل الحصاد بين الصنفين المدروسين إلى التباين في صفة الغلَّة الحبية، حيث كانت الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (5.66 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_9$ (4.48 طن.هكتار$^{-1}$)، وإلى التباين في صفة الغلَّة الحيوية، حيث كان متوسط الغلَّة الحيوية الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (16.38 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين كان

الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف شام9 (14.32 طن.هكتار$^{-1}$)، حيث كان الفرق في الغلَّة الحبية بين الصنفين أكبر من الفرق في الغلَّة الحيوية. وكان متوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (34.96%)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (33.55، 33.22%على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مرحلة الحبل (32.58%)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الاستطالة، والإشطاء وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (32.22، 32.02 % على التوالي)، في حين كان متوسط دليل الحصاد الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (31.69%) (الجدول، 15). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش الورقي والأصناف، أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (36.70%)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (35.29، 34.98 % على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش خلال مرحلتي الحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (34.13، 33.78 % على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلة الإشطاء ومعاملة الشاهد (33.55 ،33.07% على التوالي)، والصنف شام9 عند معاملة الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (33.25%)، في حين كان متوسط دليل الحصاد الأدنى معنوياً لدى الصنف شام9 عند معاملة الشاهد والرش الورقي خلال مرحلتي الإشطاء واستطالة الساق وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (30.48، 30.32 % على التوالي) (الجدول، 15). توافقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه Nazim وزملاؤه (2005)، الذين بيّنوا ازدياد صفة دليل الحصاد بشكل معنوي عند رش نباتات القمح خلال ست مراحل تطورية بمزيج من العناصر

المغذية الكبرى والصغرى بالمقارنة مع الشاهد، وعزوا تلك الزيادة إلى الزيادة في الغلَّة الحبية ومكوناتها العددية.

الجدول رقم (15): تأثير الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى في دليل الحصاد (%).

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	33.07^{e}	30.32^{i}	31.69E
مرحلة الإشطاء	33.55^{de}	30.48^{i}	32.02DE
مرحلة الاستطالة	33.78^{cd}	30.65^{hi}	32.22D
مرحلة الحبل	34.13^{c}	31.03^{gh}	32.58C
مرحلة التسنبل	34.98^{b}	31.46^{fg}	33.22B
مرحلة الإزهار	35.29^{b}	31.81^{f}	33.55B
مرحلتي التسنبل والإزهار	36.70^{a}	33.25^{e}	34.96A
المتوسط	34.50A	31.29B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD (0.05)	2.140	0.3515	0.4971
CV (%)	0.90		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف مالمعاملات والتفاعل المتبادل بنهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2-10- كفاءة استعمال مياه الأمطار (PUE) (كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة كفاءة استعمال مياه الأمطار بين الصنفين المدروسين، ومعاملات الرش الورقي، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 16). كان متوسط كفاءة استعمال مياه الأمطار الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي دوما$_1$ (9.41 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_9$ (7.43 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه

. سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$)، ويُعزى ذلك بشكلٍ رئيس إلى تفوق الصنف دوما$_1$ في صفة الغلَّة الحبية، لأنّ أي تباين في صفة كفاءة استعمال مياه الأمطار إنّما يعود إلى التباين في الغلَّة الحبية (البسط)، لأنّ كمية مياه الأمطار متساوية (المقام). وكان متوسط كفاءة استعمال مياه الأمطار الأعلى معنوياً عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (9.24 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه. سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (8.66، 8.52 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$ على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (8.32، 8.14 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه .سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط كفاءة استعمال مياه الأمطار الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد، ومعاملة الرش الورقي خلال مرحلة الإشطاء (7.96، 8.10 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$ على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (الجدول، 16). ويُعزى أيضاً إلى التباين في صفة الغلَّة الحبية، حيث كانت الأعلى معنوياً عند رش المحلول المغذي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً. ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين معاملات الرش الورقي والأصناف، أنّ متوسط كفاءة استعمال مياه الأمطار كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (10.34 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الإزهار، والتسنبل وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (9.74، 9.57 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه. سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$ على التوالي)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الصنف دوما$_1$ عند معاملة الرش خلال مرحلتي الحبل، والاستطالة وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (9.28، 9.11 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$على التوالي)، في حين كان متوسط كفاءة استعمال مياه الأمطار الأدنى معنوياً لدى الصنف شام$_9$ عند معاملة الشاهد و الرش

الورقي خلال مرحلتي الإستطالة، والإشطاء وبدون فروقات معنوية بينهما (7.13، 7.17، 7.19 كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$على التوالي) (الجدول، 16).

الجدول رقم (16): تأثير الرش الورقي في كفاءة استعمال مياه الأمطار (كغ حبوب. مم$^{-1}$ مياه . سنة$^{-1}$. هكتار$^{-1}$)

معاملات الرش الورقي	الأصناف		المتوسط
	دوما1	شام9	
الشاهد	8.78^{e}	7.13^{h}	7.97E
مرحلة الإشطاء	9.02^{de}	7.19^{h}	8.10DE
مرحلة الاستطالة	9.11^{cd}	7.17^{h}	8.14CD
مرحلة الحبل	9.28^{c}	7.36^{gh}	8.32C
مرحلة التسنبل	9.57^{b}	7.48^{g}	8.52B
مرحلة الإزهار	9.74^{b}	7.58^{g}	8.66B
مرحلتي التسنبل والإزهار معاً	10.34^{a}	8.13^{f}	9.24A
المتوسط	9.41A	7.43B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	معاملات الرش الورقي	التفاعل
LSD	1.723	0.1807	0.2556
CV (%)	1.79		

تُشير الأحرف المتماثلة أمام المتوسطات على مستوى الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

تقييم الجدوى الاقتصادية

متوسط ثمن الإنتاج (ل. س): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط ثمن الإنتاج بين المعاملات والأصناف والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 17). كان متوسط ثمن الإنتاج الأعلى معنوياً عند رش محلول العناصر المعدنية المغذية خلال مرحلتي التسنبل والإزهار (972912.500 ل. س)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (837987.500 ل. س). ويُلاحظ أنّ متوسط ثمن الإنتاج كان معنوياً أعلى عند الرش خلال مختلف المراحل التطورية بالمقارنة مع معاملة الشاهد. وكان متوسط ثمن الإنتاج الأعلى معنوياً لدى الصنف دوما$_1$ (990875.000 ل. س) بالمقارنة مع الصنف شام$_9$ (789219.429 ل س). عموماً، يُعزى التباين في ثمن الإنتاج الكلي في الهكتار الواحد إلى التباين في متوسط الإنتاجية بين المعاملات والأصناف المدروسة.

الجدول رقم (17): متوسط ثمن الإنتاج (ل. س) عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.

المعاملة	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	925050^{g}	750925^{n}	837987.500G
مرحلة الإشطاء	950075^{f}	758100^{m}	854087.500F
مرحلة الإستطالة	959700^{e}	763875^{l}	861787.500E
مرحلة الحبل	977725^{d}	775075^{k}	876400D
مرحلة التسنبل	1008350^{c}	787500^{j}	897925C
مرحلة الإزهار	1026375^{b}	798525^{i}	912450B
مرحلتي التسنبل والإزهار	1088850^{a}	856975^{h}	972912.500A
المتوسط	990875.000A	789219.429B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	المعاملات	التفاعل
LSD (0.05)	1769	3362	4681
CV (%)	2.30		

متوسط تكاليف الإنتاج (ل. س): لم تُظهرْ نتائج التحليل وجود فروقاتٍ معنوية في تكاليف الإنتاج بين المعاملات والأصناف والتفاعل المتبادل بينهما، باستثناء معاملة الرش بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً، حيث كانت تكاليف الإنتاج الأعلى معنوياً عند الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (525000 ل. س)، في حين لم تكنْ الفروقات معنوية بين باقي المراحل (الجدول، 18). ويُعزى التباين إلى التباين في كمية المحلول المغذي المستعملة بالرش، وأجور الرش.

الجدول رقم (18): متوسط تكاليف الإنتاج (ل. س) عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.

المعاملة	الأصناف		المتوسط
	دوما1	شام9	
الشاهد	495000	495000	495000C
مرحلة الإشطاء	505000	505000	505000B
مرحلة الإستطالة	505000	505000	505000B
مرحلة الحبل	505000	505000	505000B
مرحلة التسنبل	505000	505000	505000B
مرحلة الإزهار	505000	505000	505000B
مرحلتي التسنبل والإزهار	525000[a]	525000[a]	525000A
المتوسط	507857.143A	507857.143A	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	المعاملات	التفاعل
LSD (0.05)	0.0006619	0.001258	0.001751
CV (%)	4.66		

متوسط الربح الصافي (ل. س): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في الربح الصافي بين الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 19). كان متوسط الربح الصافي الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما1 (483017.857 ل. س) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام9 (279428.9 ل. س). وكان متوسط الربح الصافي الأعلى معنوياً عند الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (457912.500 ل. س) بالمقارنة مع الشاهد (بدون رش بالمحلول المغذي) (333001 ل. س)، تلاه الرش خلال مرحلة الإزهار (406925 ل. س)، ثمّ الرش خلال مرحلة التسنبل (392925 ل. س)، فالرش خلال مرحلة الحبل (371400 ل. س)، ثمّ الرش بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مرحلة الاستطالة (356787.500 ل. س)، وثمّ وبفروقاتٍ معنوية الرش خلال مرحلة الإشطاء (349087.500 ل. س). تُشير النتائج إلى أنّ الرش بمحاليل العناصر المغذية الصغرى خلال أية مرحلة تطورية بشكلٍ عام، وخلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً بشكلٍ خاص ذات جدوى اقتصادية أفضل بالمقارنة مع عدم الرش (الشاهد). عموماً، يُعزى التباين في متوسط صافي الربح بين الأصناف والمعاملات إلى التباين المعنوي في الكفاءة الإنتاجية.

الجدول رقم (19): متوسط الربح الصافي (ل. س) عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.

المعاملة	الأصناف		المتوسط
	دوما1	شام9	
الشاهد	420050^{g}	245952^{n}	333001G
مرحلة الإشطاء	445075^{f}	253100^{m}	349087.500F
مرحلة الإستطالة	454700^{e}	258875^{l}	356787.500E
مرحلة الحبل	472725^{d}	270075^{k}	371400D
مرحلة التسنبل	503350^{c}	282500^{j}	392925C
مرحلة الإزهار	521375^{b}	293525^{i}	406925B
مرحلتي التسنبل والإزهار	563850^{a}	351975^{h}	457912.500A
المتوسط	483017.857A	279428.9B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	المعاملات	التفاعل
LSD (0.05)	0.0006619	0.001258	
CV (%)	4.33		

متوسط الكفاءة الاقتصادية: بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط الكفاءة الاقتصادية بين الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 20). كان متوسط الكفاءة الاقتصادية الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (1.95) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (1.55). وكان متوسط الكفاءة الاقتصادية الأعلى معنوياً عند الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (1.886) بالمقارنة مع الشاهد (بدون رش بالمحلول المغذي) (1.66)، تلاه الرش خلال مرحلة الإزهار (1.30)، ثمّ الرش خلال مرحلة التسنبل (1.778)، فالرش خلال مرحلة الحبل (1.736)، ثمّ الرش بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مرحلة الاستطالة (1.707)، وثمّ وبفروقاتٍ معنوية الرش خلال مرحلة الإشطاء (1.691). يُعزى التباين في الكفاءة الاقتصادية إلى التباين في الكفاءة الإنتاجية وصافي الربح بين الأصناف والمعاملات بالمقارنة مع الشاهد.

الجدول رقم (20): متوسط الكفاءة الاقتصادية عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.

المعاملة	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	1.832^{i}	1.487^{h}	1.166G
مرحلة الإشطاء	1.881^{f}	1.501^{g}	1.691F
مرحلة الإستطالة	1.900^{e}	1.5130^{n}	1.707E
مرحلة الحبل	1.936^{d}	1.535^{m}	1.736D
مرحلة التسنبل	1.997^{c}	1.559^{l}	1.778C
مرحلة الإزهار	2.032^{b}	1.581^{k}	1.807B
مرحلتي التسنبل والإزهار	2.074^{a}	1.697^{j}	1.886A
المتوسط	1.95A	1.55B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	المعاملات	التفاعل
LSD (0.05)	0.0006619	0.001258	0.001751
CV (%)	5.98		

متوسط معامل الربحية: بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط معامل الربحية بين الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 21). كان متوسط معامل الربحية الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي دوما$_1$ (0.949) بالمقارنة مع صنف القمح القاسي شام$_9$ (0.553)، حيث ازداد متوسط معامل الربحية بنحو 41.73% لدى الصنف دوما$_1$ بالمقارنة مع الصنف شام$_9$، ما يُشير إلى أنّ الصنف دوما$_1$ أكثر تكيفاً مع ظروف منطقة الزراعة، وأكثر لستجابةً لمعاملة الرش بمحلول العناصر المعدنية المغذية خلال محتلف مراحل النمو بالمقارنة مع الصنف شام$_9$. وكان متوسط معامل الربحية الأعلى معنوياً عند الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً (0.886) بالمقارنة مع الشاهد (بدون رش بالمحلول المغذي) (0.655)، تلاه الرش خلال مرحلة الإزهار (0.806)، ثمّ الرش خلال مرحلة التسنبل (0.778)، فالرش خلال مرحلة الحبل (0.736)، ثمّ الرش بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مرحلة الاستطالة (0.706)، ثمّ وبفروقاتٍ معنوية الرش خلال مرحلة الإشطاء (0.691). يُلاحظ أنّ الزيادة في متوسط معامل الربحية عند الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً بالمقارنة مع الشاهد كانت بنحو 26.07%، ما يُشير إلى أهمية الرش بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى، وبخاصةٍ خلال مرحلتي التسنبل والإزهار لجني أعلى غلّة حبية وأعلى صافي ربح وكفاءة اقتصادية ومعامل ربحية.

الجدول رقم (21): متوسط معامل الربحية عند الرش الورقي بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مراحل تطورية مختلفة لدى صنفين من القمح القاسي.

المعاملة	الأصناف		المتوسط
	دوما$_1$	شام$_9$	
الشاهد	0.832^{g}	0.487^{n}	0.655G
مرحلة الإشطاء	0.881^{f}	0.501^{m}	0.691F
مرحلة الإستطالة	0.900^{e}	0.513^{l}	0.706E
مرحلة الحبل	0.936^{d}	0.535^{k}	0.736D
مرحلة التسنبل	0.997^{c}	0.559^{j}	0.778C
مرحلة الإزهار	1.032^{b}	0.581^{i}	0.806B
مرحلتي التسنبل والإزهار	1.074^{a}	0.697^{h}	0.886A
المتوسط	0.949A	0.553 B	-
المتغير الإحصائي	الأصناف	المعاملات	التفاعل
LSD (0.05)	0.0006619	0.001258	0.001751
CV (%)	2.71		

الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and recommendations

1. تؤثر عملية الرش بمحلول العناصر المغذية الصغرى، وبخاصةٍ خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً بشكلٍ إيجابي ومعنوي في جميع الصفات المدروسة، وفي كلا صنفي القمح القاسي المدروسين.
2. يُعد صنف القمح القاسي شام9 ذي كفاءة إشطائية أعلى بالمقارنة مع الصنف دوما1 في المنطقة البيئية المستهدفة، لذا يمكن تقليل معدّل البذار عند زراعته، الأمر الذي يمكن أن يُسهم في تقليل تكاليف الإنتاج الزراعي.
3. تُعد صفة عدد الإشطاءات الكلية صفة وراثية أقل تأثراً بالممارسات الزراعية، لأنّها لم تتأثر بمعاملة الرش الورقي، ولكن ارتبطت صفة عدد الإشطاءات المثمرة مع كفاءة الصنف الإشطائية، ومعاملة الرش الورقي خلال مرحلتي الاستطالة والإشطاء.
4. يؤدي الرش بمحلول العناصر المعدنية المغذية خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً، أو مرحلة التسنبل إلى زيادة متوسط طول السنبلة في كلا الصنفين المدروسين، ولكن تفوق الصنف دوما1 على الصنف شام9.
5. تؤدي عملية الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً إلى زيادة كلٍ من طول السنبلة، وعدد الحبوب فيها، والوزن الجاف للسنبلة، ووزن الألف حبة بالمقارنة مع الشاهد، نتيجة زيادة قوة المصب وكفاءة السنابل في استجرار كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي.
6. يتحدد وزن الألف حبة بشكلٍ رئيس بطول السنبلة، وعدد السنيبلات الخصبة فيها، ومساحة الورقة العلمية، وكمية المادة الجافة المتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب.

7. يؤدي الرش بمحلول العناصر المغذية الصغرى خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً إلى زيادة كلٍ من الغلتين الحيوية والحبية، ودليل الحصاد، نتيجة زيادة الصفات الشكلية والكمية المرتبطة بالغلّة الحبية.

8. تُعد صفة دليل الحصاد من معايير الانتخاب المهمة لدى صنفي القمح القاسي (دوما$_1$ و شام$_9$)، المدروسين في منطقة الغاب، لأنّ قيمته لا تزال منخفضة، وأقل بكثير من العتبة الحرجة (60%) لمحصول القمح، وبخاصةٍ تحت ظروف الزراعة المطرية.

9. يُعد الصنف دوما$_1$ أكثر كفاءة في استعمال مياه الأمطار بالمقارنة مع الصنف شام$_9$، وبخاصةٍ عند الرش خلال مرحلتي التسنبل والإزهار. ويُصنّف الصنف دوما$_1$ ضمن الأصناف الكفوءة Capacity types، لأنّ زيادة صفة كفاءة استعمال مياه الأمطار ارتبطت مع زيادة الغلَّة الحبية، لذلك يُنصح بزراعته في مناطق الاستقرار الأولى، تحت ظروف الزراعة المطرية.

10. يُعد الرش بمحلول العناصر المعدنية المغذية الصغرى المستعمل، وبخاصةٍ خلال مرحلتي التسنبل والإزهار ضرورياً للحصول على أعلى غلَّة حبية، وأعلى صافي ربح، وكفاءة اقتصادية، ومعامل ربحية بالمقارنة مع الشاهد.

References المراجع

العودة، أيمن (2005). بعض الرؤى الفيزيولوجية لتحسين غلة محصول القمح الحبية ضمن الظروف البيئية المناسبة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 21، العدد 2، الصفحات 37-50.

خلف، طالب عيسى؛ عسل، باسمة عذار؛ عراك، رنا ريس (2017). تأثير الرش الأرضي والورقي بالمغذي Humzinc في بعض صفات النمو والحاصل للحنطة (*Triticum eastivum* L.). مجلة كربلاء للعلوم الزراعية، المجلد 4، العدد 1، الصفحات 62-73.

عطية، محمد خليل محمد (2008): دراسات الجدوى الاقتصادية، جامعة القاهرة، منشورات مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث، عدد الصفحات 234.

فرحان، حماد ونواف ثامر مهيدي بدوي الدليمي (2011). تأثير التسميد الورقي ببعض المغذيات الصغرى في نمو وإنتاجية القمح (*Triticum eastivum* L.). المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، المجلد 7، العدد 1، الصفحات 105-118.

مشنطط، أحمد (1991). بيئة المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، منشورات جامعة حلب، الصفحات 27-32.

Abbas, G., Khan, M.Q., M. Khan, M.J., Hussain, F., and Hussain, I. 2009. Effect of iron on the growth and yield contributing parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.), *J. Ani. Pl. Sci*.,19:135-139.

Abd El-Ghany, H.M.; Ebtsam, A.; El-Housini and Afifi, M.H.M. 2013. Effect of certain macronutrients foliar application on growth, yield and nutrients content of grains for two bread wheat varieties in sandy soil.J.Appl. .Sci. Res., 9(2): 110-115

Abd-El-Haleem, S. H. M., Reham M. A. and Mohamed S.M.S. 2009. Genetic Analysis and RAPD polymorphism in some durum wheat genotypes. Global J. of Biotech. *Biochem.* 4: 01-09.

Abu-Dahi, Y.M., Shati R.K, AL-Taher، F.M. 2009b. Effect of foliar feeding of iron, zinc and potassium on growth and yield of wheat. *Iraqi, J. Agric. Sci.،* 40(1): 69-81.

Abu-Dahi, Y.M., Shati, R.K. and AL-Taher, F.M. 2009a. Effect of foliar feeding of iron, zinc and potassium on grain yield and protein percentage of bread wheat. *Iraqi, J. Agric. Sci.،* 40(4): 27-37.

Ali, E. A. 2012. Effect of Iron Nutrient Care Sprayed on Foliage at Different Physiological Growth Stages on Yield and Quality of Some Durum Wheat (*Triticum durum* L.) Varieties in Sandy Soil. Asian Journal of Crop Science, 4: 139-149.

Arif، M.; Chohan, M. A.; Ali, S.; Gul, R. and Khan, S. 2006. Response of wheat to foliar application of nutrients. *J. Agric. Biol. Sci.* 1(4): 30-3.

Asad, A. and Rafique, R. 2000. Effect of zinc, copper, manganese and boron on the yield and yield components of wheat crop in Tehsil Peshawar. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 3: 1615–162.

Bameri، M., Abdolshahi, R., Mohammadi-Nejad, G., Yousefi, K. and Tabatabaie, S.M. 2012. Effect of Different Microelement Treatment on Wheat (*Triticum aestivum*) Growth and Yield. *International Research Journal of Basic and Applied Sciences*, 3, 219-22.

Burnell, J.N. 1988. The biochemistry of Manganese in plants. In: Graham, R.D., R.J. Hannam and N.C. Uren (eds.), Manganese in Soils and Plants. pp: 125–137.

Cakmak, I.; Pfeiffer, W. H. and McClafferty, B. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. Cereal Chemistry 87:10–20.

Chaudry, E.H., V. Timmer, A.S. Javed and Siddique, M.T. 2007. Wheat response to micronutrients in rain-fed areas of Punjab. *Soil Environ*, 26: 97–101.

CIMMYT 2009. Centro Internasional de Mejormiento Maize Y-Trigo.

Daneshbakhsh, B.; Khoshgoftarmanesh, A. H.; Shariatmadari, H. and Cakmak, I. 2013. Effect of zinc nutrition on salinity-induced oxidative damages in wheat genotypes differing in zinc deficiency tolerance. Acta Physiol Plant .35, 881– 889.

El-Ghamry, A.M.; El-Naggar, E.M. and Aasy, A. S. A. 2016. Effect of inorganic sourses with foliar application of Zn and B on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivated in alluvial soil. J.Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ., Vol. 7 (1):11-20.

FAO year book. 2010، 2015 and 2017 . Manual year book.

Feekes, W. 1941. De tarwe en haar milieu (Wheat and its environmental). Verskagen Van de Technische Tarwe Commissie. (in Sutch English Summary), 17: 523 – 888.

Foth, H. D. and Ellis, B.G. 1996. Soil fertility. 2nd Ed. Lewis Pub.

Ghorbani, S.; Khiabani, B.N.; Amini, I.; Ardakani, M.R.; Pirdashti, H. and Moakhar, S.R. 2009. Effect of Iron and Zinc on Yield and Yield Components of Mutant Line's Wheat. Asian Journal of Biological Sciences, 2: 74-80.

Gifford R. M., Thornre J. H., Hitz W. D., Giaquinta R. T. 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. Science، 24:801-808.

Gomaa‹ M.A., Radwan‹ F.I., Kandil‹ E.E.and El-Zweek, M.A. 2015. Effect of some macro and micronutrients application methods on productivity and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Middle East J. Agric. Res.* 4(1): 1-1.

Graham, R. D., Ascher, J. S. and Hynes, S. C. 1992. Selecting zinc-efficient genotypes for soils of low zinc status. *Plant and Soil.* 146: 241-250.

Habib, M., 2009. Effect of foliar application of Zn and Fe on wheat yield and quality. *African J. Biotechnol.*, 8: 6795–679.

Hatifield. J. L.,T. J. Squer. and J. H. Prueger .2001. Managing soils for greater water efficiency. A review. Agron. J. 93: 271-280.

Hussain, M.Z., N. Rehman, M.A. Khan, Roohullah and Ahmed, S.R. 2006. Micronutrients status of Bannu basen soils. *Sarhad J. Agric.* Vol. 22(2): 283-285.

IGC 2016. India Globalization Capital.

Jamjod, S. and Rerkasem, B. 1999. Genotypic variation in response of barley to boron deficiency. *Plant Soil*, 215: 65–7.

Karamanos, R.E.; Pomarenski, Q. Goh, T.B. and Flore, N.A. 2004. The effect of foliar copper application on grain yield and quality of wheat. Can. J. Plant Sci., 84: 47-56.

Kassab, O.M.; Zeing, H.A.E. and Ibrahim, M.M. 2004. Effect of water deficit and micronutrients foliar application on the productivity of wheat plants. Minufiya J. Agric. Res., 29: 925-932.

Kenbaev, B. and Sade, B. 2002. Response of field-grown barley cultivars grown on zinc-deficient soil to zinc application. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 33: 533-554.

Khan, B.M.; Farooq, M.; Hussain, M.; Shahnawaz and Shabirg 2010. Foliar Application of Micronutrients Improves the Wheat Yield and Net Economic Return. *Int J Agric Biol.;*12:953–956.

Khan, R., A.R.; Gurmani, M.S.; and Gurmani, A.H. 2009. Residual, direct and cumulative effect of zinc application on wheat and rice yield under rice wheat system. Soil Environ., 28: 24-28.

Khan, Z.M., Muhammads, Naeem, A.M., Akhtar, E., and Khalidm. 2006. Response of some wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties to foliar application of N & K under rainfed conditions. *Pak. J. Bot.;* 38(4):1027-1034.

Majd, A. N.; Fazel, M. A. and Lak, S. 2015. The effect of foliar application of zinc (Zn) on yield and yield components of irrigated wheat cultivars in ahvaz weather conditions. International Journal of Bioscience 6(3): 370–37.

Malakouti, M.J. 2000. Balanced nutrition of wheat: An approach towards self-sufficiency and enhancement of national health (A compilation of papers). Ministry of Agriculture, Karaj, Iran, pp: 544.

Malakouti, M.J. 2008. The Effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. *Turk. J. For.*, 32: 215-22.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd ed. Academic press, Harcourt Brace and Company, New York.

Mekkei, M. E. R. and El Haggan, E. A. 2014. Effect of Cu, Fe, Mn, Zn foliar application on productivity and quality of some wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). J. Agri-Food & Appl. Sci., 2(9), 283291.

Mengel, K. and E. A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. The Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 849.

Moeinian, R.M.; Zargari, K. and Hasanpour, J. 2011. Effect of Boron foliar spraying application on quality characteristics growth parameters of wheat grain under drought stress. Am-Euras. J. Agric.Environ. Sci. 10:593-599.

Moll, R. H, E. J. Kamprath, and W. A. Jackson .1982. Analysis and interperetion of factors wich coutribute to efficiency to nitrogen utilization. Agron. J. 74: 562-564.

Nadim, M.; Awan, A.I.U.; Baloch, M. S.; Khan, E.A.; Naveed, K. and Khan, M.A. 2013. Micronutrients use efficiency in wheat at effected by different application methods. Pac. J. bot. 45 (3):887-892.

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

Nasiri, Y.; Zehtab-Salmasi, S.; Nasrullahzadeh, S.; Najafi, N. and Ghassemi-Golezani, K. 2010. Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). J. Med. Plant. Res., 4(17): 1733-1737.

Nazim, H,; M. A. Khan and Javed, M. A. 2005 . Effect of foliar application of micronutrient mixture on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) . Pak. J. Biol. Sci. 8: 1096 – 1099.

OECD year book .2015. Organization for Economic Cooperation and Development.

Pervaiz, Z.; Hussain, K.; Kazmi, S. S. H.; Gill, K.H. and Sheikh, A. A. 2003. Iron requirement of Barani wheat. Int. J. Agri Biol, 5(4):608-610.

Rawashdeh, H. and Sala, F. 2014. Influence of iron foliar fertilization on some growth and physiological parameters of wheat at two growth stages. Scientific Papers. Series A. Agronomy, 57: 306-309.22.

Rawashdeh, H. M. and Sala, F. 2013. The effect of foliar application of iron and boron on early growth parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.). Research Journal of Agricultural Science, 45 (1): 21-26.

Raza, S.A.; Ali, S.; Chahill, Z.S. and Iqbal, R.M. 2014. Response of foliar application of Boron on wheat (*Triricum aestivum* L.) crop in calcareous soils of Pakistan. Acad. J. Agric. Res. 2:106-109.

Romheld, V. and Marschner, H. 1992. Genotypic differences among graminaceous species in release of phytosiderophores and uptake of iron of phytosiderophores. *Plant Soil,* 123: 147–153.

Russell, D. 1996. UCLA Loneliness Scale (Version 3): Reliability, validity, and factor structure. *Journal of Personality Assessment,* 66, 20-40.

Saeed, B.; Gul, H.; Khan, A.Z.; Badshah, N.L.; Parveen, L. and Khan, A. 2012. Rates and methods of nitrogen and sulfur application influence and cost benefit analysis of wheat. Journal of Agricultural & Biological Science, 7(2): 81-85.28.

Sala, F. 2011. Agrochimie, Ed, Timisoara, Romania, pp:.40-41.29.

Seadh, S.E.; EL-Abady, M.I.; El-Ghamry, A.M. and Farouk, S. 2009. Influence of Micronutrients Foliar Application and Nitrogen Fertilization on Wheat Yield and Quality of Grain and Seed. Journal of Biological Sciences, 9: 851-858

Seilsepour, M. 2007. The study of Fe and Zn effects on quantitative and qualitative parameters of winter wheat and determination of critical levels of these elements in Varamin plain soils. *Iranian J. Pajouhesh & Sazandegi*, 76 in Agron. Horticult., 20(3): 123-133.

Shkolnik, M.Y. 1984. Trace Elements in Plants. Elsevier, Amsterdam.

Slafer, G.A. and Rawson, H.M. 1996. Responses to photoperiod change with phenophase and temperature during wheat development. *Field Crops Research,* 46:1-13.

Soylu, S.; Sade, B.; Topal, A.; Akgun, N. and Gezgin, S. 2005. Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in low boron calcareous soil. Turk. J. Agric., 29: 275-28.

Steel, R. G. D., J. H. Torrie and Dickey, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 3rd ed. McGraw HillBook co. Inc. New York: 400-428.

Szakal, R. Schmidt, M. Barkoczi, R. Kalocsai, Giczi, Z.S. 2003. Bessenyei György Könyvkiadó, 237-238.

Tahir, M.; Tanveer, A.; Shah, T.H.; Fiaz, N. and Wasaya, A. 2009. Yield Response of Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Boron Application at Different Growth Stages. Pak. J. Life Soc. Sci. 7(1): 39-42.31.

Taiwo. L.B.J.A. Adediran, M. O. Akande, V. A. Banjoko and G. A. Oluwatosin. 2001. Influence of legume fallow on soil properties and yield of maize in south-western Nigeria. J. Agric. Tropics&Subtrop.102 (2): 109-117.

Torun, A., I.G.Ã. ltekin, M. Kalayci, A. Yilmaz, S. Eker and I. Cakmak. 2001. Effects of zinc fertilization on grain yield and shoot concentrations of zinc, boron and phosphorus of 25 wheat cultivars grown on a zinc-deficient and boron-toxic soil. *J. Plant Nut*, 2: 1817–1829.

Uddin, M.N.; Islam, M.S. and Islam, A.B.M.S. 2008. Effect of Boron on wheat at different Boron application methods. J. Subtrop. Agric. Res. Dev. 6:483 – 486.

UNDESAPD year book. 2015. United Nations Department and Social Affairs Population Division.

Voldeng, H.D. and Simpson, G.M. 1975. Leaf area as an indicator of potential grain yield wheat. *Can. J. Plant Sci.,* 47, 359 – 365.

Wang, J.; Mao, M.; Zhao, H.; Huang, D. and Wang, J. 2012. Different increase in maize and wheat grain zinc concentration caused by soil and foliar application of zinc in Losses Plateau, China. Field Crops Research 135: 89–96.

Welch, R.M., Allaway, W.H., House, W.A. and Kubota, J. 1991. Geographic Distribution of Trace Element Problems. In: Mortvedt, J.J. Ed., Micronutrients in Agriculture, 2nd Edition, Madison, SSSA BookSer.4. SSSA, Wisconsin, 31- 57.

Wisal, M., M. Iqbal and Shah, S. M. 1990. Effect of mode of application of Zn and Fe on the yield of wheat (CV. 81). *Sarhad J. Agric.,* 6: 615– 618.

Wroble, S. 2009. Response of spring wheat to foliar fertilization with boron under reduced boron availability. *J. Elementol*., 14: 395–404.

Zadoks, J.C.; Chang, T.T. and Kanzak, C.F. 1974. A decimal code for growth stage of cereals. *Weeds Research,* 14: 415 – 421.

Zeidan, M.S., Mohamed, F. A. and Hamouda, H. A. 2010. Effect of foliar fertilization of Fe, Mn and Zn on wheat yield and quality in low sandy soil fertility. *World J.Agri.Sci.*,6 (6):696-69.

Abstract

A field experiment was carried out in order to study the influence of spray the plant with a micronutrients solution during different developmental stages on growth and productivity of two durum wheat varieties ($Douma_1$ and $Cham_9$), under rainfed conditions in AL-Ghab region and evaluation the response the two investigated varieties and the developmental stages for the foliar spray based on grain yield and yield components compared with the control (spry with water). The experiment was laid according to Randomized Complete Block Design (RCBD) with split plots arrangement, where the varieties occupied the main plots and spray treatments occupied the split ones with three replicates.

The average plant height was significantly higher in the variety $Douma_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together, heading, jointing, booting and flowering separately without significant differences among them (84.07, 83.73, 83.53, 83.30 and 83.13 cm respectively), while it was significantly lower in the variety $Cham_9$ for the control treatment (79.42 cm). The average flag leaf area was significantly higher in the variety $Douma_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together, flowering and heading stages without significant differences among them (37.24, 36.42 and 35.91 cm^2 respectively), while it was significantly lower in the variety $Cham_9$ for the control treatment and the spray during the tillering stage without significant differences between them (25.42 and 26.12 cm^2 respectively). The average number of total tillers was significantly higher in the variety cham9 when the plants were sprayed with the micronutrients solution during the heading and flowering together, heading, booting, jointing, flowering and tillering and even the control without significant differences among them

(5.37, 5.30, 5.30, 5.27, 5.27, 5.17 and 5.00 tiller plant^{-1} respectively). The average number of fertile tillers was significantly higher in the variety cham$_9$ when the plants were sprayed with the micronutrients solution during the booting, jointing, and tillering without significant differences among them (4.03, 4.00, and 3.67 fertile tiller plant^{-1} respectively), while it was significantly lower in the variety cham$_9$ for the control treatment (2.97 fertile tiller plant^{-1}). The average spike length was significantly higher in the variety Douma$_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together, heading and flowering stages without significant differences among them (8.51, 8.41and 8.37 cm respectively), while it was significantly lower in the variety Cham$_9$ for the control treatment (6.99cm). The average number of grains per spike was significantly higher in the variety cham$_9$ when the plants were sprayed with the micronutrients solution during the heading and flowering together, heading, booting, jointing, tillering and control without significant differences among them (57.77, 57.07, 56.88, 55.67, 54.40, and 54.13 grains spike^{-1} respectively), while it was significantly lower in the variety Douma$_1$ for the control treatment (44.07 grains spike^{-1}). The average spike dry weight was significantly higher in the variety Douma$_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together (0.559 g), while it was significantly lower in the variety Cham$_9$ for the control treatment and spray during tillering and jointing stages without significant differences among them (0.399, 0.389and 0.4030 g respectively). The average 1000-kernel weight was significantly higher in the variety Douma$_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together, flowering and heading stages without significant differences among them (52.53, 55.03 and 52.45 g respectively), while it was significantly lower in the variety Cham$_9$ for the control treatment and spray during the tillering stage

without significant differences between them (43.47 and 43.25 g respectively). The average biological yield was significantly higher in the variety $Douma_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together (16.94 ton ha^{-1}), while it was significantly lower in the variety $Cham_9$ for the control treatment and spray during the tillering, jointing, booting and flowering stages separately without significant differences among them (14.15, 14.21, 14.24,14.30, 14.27 and 14.34 ton ha^{-1} respectively). The average grain yield was significantly higher in the variety $Douma_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together (6.22 ton ha^{-1}), while it was significantly lower in the variety $Cham_9$ for the control treatment and spray during the tillering and jointing stages separately without significant differences among them (4.29 and 4.33 ton ha^{-1} respectively). The average harvest index was significantly higher in the variety $Douma_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together (36.70 %), while it was significantly lower in the variety $Cham_9$ for the control treatment and spray during the tillering and jointing stages separately without significant differences among them (30.32 and 30.48 % respectively). The average rainwater use efficiency was significantly higher in the variety $Douma_1$ when plants were sprayed during the heading and flowering together (10.34 kg grains mm^{-1} $year^{-1}$ ha^{-1}), while it was significantly lower in the variety $Cham_9$ for the control treatment and spray during the jointing and tillering stages separately without significant differences between them (7.13, 7.17 and 7.16 kg grains mm^{-1} $year^{-1}$ ha^{-1} respectively). In general, the variety $Douma_1$ is classified as more responsive to the nutrient spray treatment during all the developmental stages particularly the heading and flowering stages together compared with the variety $Cham_9$. It is recommended to cultivate the variety Douma1 in AL-Ghab

region, because it was superior in most of the investigated traits, especially the grain and biological yield-associated traits and their components. The variety $Douma_1$ is more efficient in water utilization than the variety $Cham_9$ and it is classified among the capacity types, because it was superior in the grain yield under rainfed conditions. The spray with the investigated nutrient solution especially during the heading and flowering stages together is very essential to get the highest possible grain yield and the highest net return, economic efficiency and net return coefficient compared with the control.