



## Impact of Ferrous Sulfate fertilizers $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ on corn "Zea maiz, L" growth and its macronutrients -Al-Jabel Al-Akhdar El-Baida- Libya

Ahmed Aaiad El-Faitoury <sup>1\*</sup>, Jamal Saeed Deryag <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Bani Waleed University, Bani Walid, Libya

<sup>2</sup> Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya


[ahmedsaed@bwu.edu.ly](mailto:ahmedsaed@bwu.edu.ly)

تأثير إضافة سماد كبريتات الحديدوز  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  على نمو نبات الذرة الشامية المزروعة في التربة الجيرية ومحتواها من العناصر الغذائية الكبرى - البيضاء - الجبل الأخضر

<sup>1</sup> أحمد عياد الفيتوري <sup>1\*</sup>، جمال سعيد درياق <sup>2</sup>

<sup>1</sup> قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة بني وليد، بني وليد، ليبيا

<sup>2</sup> قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

Received: 01-04-2026	Accepted: 05-05-2026	Published: 10-05-2026
	Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license ( <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a> ).	

### الملخص:

أجريت تجربة حقلية في المزرعة التجريبية التابعة لقسم البستنة بكلية الزراعة - جامعة عمر المختار البيضاء - ليبيا، خلال الموسم الزراعي 2015/2014، وذلك لتقييم استجابة نبات الذرة الشامية (Zea maiz, L) عند مستويات الإضافة (0.0، 10، 20.0، 40.0) كجم/هـ من سماد كبريتات الحديدوز  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  كمصدر للحديد بالإضافة المباشرة إلى التربة وتأثيره على النمو ومحتوى النبات من بعض العناصر الغذائية الكبرى مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وذلك باستخدام تصميم التجربة في قطاعات كاملة العشوائية، تم استخدام تحليل التباين في المجال الإحصائي في معرفة معنويات تأثير مستويات التسميد المعدني للحديد على نمو الذرة، وقدرت المتوسطات الحسابية باستخدام أقل فرق معنوي (LSD 0.05) أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوقا معنويا للإضافات المستخدمة في التأثير على مقاييس النمو المختلفة للنبات (الارتفاع - الوزن الرطب - الوزن الجاف) و إلى زيادة معنوية لكل من النيتروجين والبوتاسيوم وانخفاض الفسفور في النبات مقارنة بالمعاملة بالشاهد.

الكلمات الدالة: التسميد، عنصر الحديد، كبريتات الحديدوز، التربة الجيرية، نبات الذرة.

### Abstract

A Ferrous Sulfate compound is also known as iron(II) sulfate. It is most commonly represented by the chemical formula  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . A field experiments have been conducted at the research farm Dept of Horticulture Sci. Fac. of Agric. Omar- El- Mokhtar Uni, El. Baida city which faceted in the east of Libya. To investigate to the effectiveness of ferrous

**sulfate fertilizers** " FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O" with levels "0,10,20,40" kg/h on growth of corn plant . A randomized complete block design was used with three replication . Means were compared using LSD at "0.05"%.

The results which obtained revealed that the application of Fe. Fertilizers significantly increased growth parameters of corn plant , i.e. plant high, fresh weight dry weight and mineral contents of plant. The effectiveness of Fe fertilizers in increasing growth parameter and macronutrients contents of corn plant . In general , Fe application increased Fe uptake but decreased that of phosphorus, potassium, is attributed to antagonistic effect of Fe with nutrients .A resulting hypothesis is that to uptake sites on roots without going in the ions from through the solution around roots .So, application of iron fertilizers to corn "zea maiz .L" grown on calcareous soil . is recommended.

**Keywords:** Fertilization , Iron element , Ferrous Sulfate, calcareous soil, corn plant.

#### مقدمة:

يحتاج النبات كأى كائن حي إلى الغذاء لإكمال نموه والقيام بجميع العمليات الكيموحيوية اللازمة لاستمرار النمو . و يتحصل النبات على العناصر الغذائية في صورة أيونية من مصادر مختلفة أهمها التربة ، من خلال ما تحتويه من عناصر غذائية أو من خلال ما يتم إضافته لها من أسمدة .  
تعتبر العناصر الغذائية الصغرى من العناصر الغذائية الهامة وذلك للدور الحيوي الذي تقوم به في النبات وإن كان النبات يحتاجها بكميات صغيرة نسبياً وهذا لا يقلل من أهميتها . وبدأ الاهتمام بها منذ منتصف القرن التاسع عشر (Welch و Graham ، 2000). تشير العديد من الدراسات إلى أن "30%" من الترب الزراعية في العالم تعاني من نقص في هذه العناصر لعدة أسباب منها ما يتعلق بالتربة وأخرى بممارسة المزارعين وإدارة التربة وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. (Nariman وآخرون، 2010) .  
يصنف الحديد ضمن العناصر الغذائية الضرورية لاحتياجات النبات و يعتبر من العناصر الكبرى جيوكيميائياً، لوجوده ضمن مكونات القشرة الأرضية بكمية كبيرة و يحتل المرتبة الرابعة في نسبته بالقشرة الأرضية التي تصل حوالي 5% بعد الأوكسجين والسيلكون والألمونيوم (البشبيشي وشريف 1998). وتكمن أهميته للنبات في دوره الحيوي ، حيث يعتبر منشط للأنزيمات المساهمة في عملية الأكسدة والاختزال كما انه يساعد في بناء الكلوروفيل حيث تحتاجه معظم النباتات بكميات تفوق احتياجاتها من باقي العناصر الأخرى ونقصه في النباتات مشكلة معروفة تؤثر على جودة المحاصيل وقيمتها الغذائية، حيث يشارك في عمليات الأكسدة التي تطلق الطاقة من الكربوهيدرات والنشا وتحول النترات الى الامونيا. (Waqas وآخرون ، 2024).

الكبريت من العناصر الغذائية المهمة للنبات ، ونقصه له تأثير ضار على نمو المحاصيل وتطورها عند النضج ، حيث يؤدي نقصه الى ابطاء عملية التمثيل الضوئي ( Tcherkez و Abadie ، 2019). ولأنه متاح للنباتات في شكل كبريتات (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) لذلك فان معظم الاسمدة تحتوى على الكبريت في صورة كبريتات (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) والكبريت المعدني (غير العضوي) ضروري لنمو النبات ولبنا البروتين والكلوروفيل. ويشكل 0.1-0.5 % من وزن الكتلة الجافة للنبات. (Degryse وآخرون ، 2020).

تصنف ليبيا جغرافياً من ضمن المناطق الجافة و شبه الجافة وبالتالي فإن أغلب الترب الليبية تعاني من نقص في هذه العناصر بالإضافة إلى عدم الاهتمام بإضافتها والتركيز فقط على إضافة العناصر الغذائية الكبرى. حيث يختلف محتوى هذه الترب من منطقة إلى أخرى (بن محمود. 1993).

وتعتبر الذرة الشامية ثالث أهم محصول من محاصيل الغذاء اليومي للإنسان حيث تزرع الذرة أساساً كمصدر للحبوب وثانويًا كغذاء للحيوان والدواجن ومادة خام للعديد من الصناعات التحويلية مثل صناعة الكحول والنشا. (Rathke وآخرون، 2007).

نظرا لأهمية عنصر الحديد للنبات، أجريت هذه الدراسة لمعرفة تأثير استخدام سماد كبريتات الحديدوز  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  بمستويات مختلفة على نمو نبات الذرة ومحتواها من بعض العناصر الغذائية الكبرى ( النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ) تحت ظروف التربة الجيرية- البيضاء-ليبيا.

## 2.المواد وطرق البحث

تتميز منطقة الدراسة بشكل عام بمناخ البحر المتوسط ، حيث يبلغ معدل سقوط الإمطار حوالي 250-400 ملم/سنة وبالتالي فهي تصنف من المناطق الجافة إلى شبه الجافة. ويتراوح متوسط درجة الحرارة السنوي من 25-35<sup>0</sup>م<sup>0</sup>، أجريت هذه الدراسة الحقلية في مدينة البيضاء- الجبل الأخضر على بعد 200كم شرق مدينة بنغازي في إحدى المزارع التجريبية التابعة لقسم البستنة بكلية الزراعة – جامعة عمر المختار ، في الموسم الزراعي 2013/2014 م.

أخذت عدة عينات من تربة موقع التجربة بعمق من "0-30"سم وضعت في أكياس خاصة بعد كتابة البيانات الأساسية عليها (العمق – تاريخ اخذ العينات) وجففت هوائياً وبعدها تم تفتيتها وغربلتها بواسطة منخل 2مم وأجريت عليها بعض والتي شملت تقدير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للتربة كما هو موضح في الجدول(01).

### جدول (01) : بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للتربة – قبل الزراعة .

الصفة	Parameters	القيمة	وحدة القياس
درجة تفاعل التربة	Soil-pH	8.02	/
التوصيل الكهربائي	EC	0.50	dS/m
المادة العضوية	Organic Mtter	2.60	meq/l
كربونات الكالسيوم	Calcium Carbonate	19.0	%
الطين	Clay	38.0	%
السلت	Silt	43.0	%
الرمل	Sand	19.0	%
القوام	Texture	/	SCL
النيتروجين	Nitrogen	0.13	%
الفسفور	Phosphorus	4.77	ملجم/كجم تربة
البوتاسيوم	Potassium	315	ملجم/كجم تربة
الحديد	Iron	2.81	ملجم/كجم تربة

\*ملاحظة / النتائج المتحصل عليها متوسط لـ "3" مكررات .

تم إجراء التجربة الحقلية في الموسم الزراعي . حيث تمت زراعة النبات لمدة 9 أسابيع مدة بقاء النبات في الحقل حيث تمت زراعة النبات بتاريخ 5-5-2014 وحصاده بتاريخ 8-7-2014 واستخدم نظام الري بالتنقيط في ري النبات . مع متابعة الإنبات في مراحل النمو المختلفة ، وزعت النباتات في الوحدات التجريبية بمعدل ثلاث خطوط وفي كل خط ثلاثة نباتات والمسافة بين النباتات 50 سم . عند حصاد النبات من الحقل ونقلت إلى المختبر حيث تم تنظيفها وغسلها بالماء المقطر والتجفيف وتم قياس الطول والوزن الرطب كما هو موضح بالجدول رقم (02) بمعدل 3 مكررات لكل تركيز . تم جففت في الفرن عند درجة حرارة 70<sup>0</sup>م لمدة 48 ساعة تم قدر فيها الوزن الجاف وطحنت العينات ووضعت في أكياس خاصة حيث أصبحت جاهزة للتحليل.

تم هضم العينات النباتية بطريقة الهضم الرطب باستخدام الأحماض المركزة " $H_2SO_4+H_2O_2$ " بنسبة 1:1 حيث استخدم 0.5 جرام من العينة النباتية في ورق معياري حجم 100 مل أضيف 2.5 مل من حمض الكبريتيك المركز وتركت ليلة كاملة تم أضيف عليها 1مل من فوق أكسيد الهيدروجين تدريجياً مع التسخين والتبريد حتى أصبح المحلول رائقاً وأكمل بالماء المقطر حتى العلامة "Lowther., 1980"، وتم تقدير محتوى النبات من النتروجين بطريقة نسلر اللونية باستخدام جهاز *Spectrophotometer* والفسفور

بطريقة فاندات الامونيوم باستخدام جهاز *Spectrophotometer* والبوتاسيوم باستخدام جهاز اللهب الطيفي *Flame photometer* والحديد في مستخلص العينة باستخدام جهاز الطيف الذري A.A" حسب ماورد عن الزعبي وآخرون، 2013" استخدم الحديد المعدني كسماد في صورة "FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O" 20% حديد حيث أضيف الى التربة بتركيز 0-10-20-40 كجم/هـ على التوالي بمعدل 3 مكررات لكل إضافة .

### 3. النتائج

1.3. تأثير إضافة التسميد المعدني " كبريتات الحديدوز " على الخواص المورفولوجية للنبات " ارتفاع النبات والوزن الرطب والوزن الجاف" .

أوضحت النتائج المدونة في الجدول (02) وجود فروق معنوية عالية بين مستويات إضافة سماد كبريتات الحديدوز على ارتفاع النبات حيث لوحظت زيادة تدريجية في ارتفاع النبات مع زيادة مستويات أو معدلات الإضافة للسماد، مقارنة بالشاهد " بدون إضافة " يوضح الجدول إن معدل ارتفاع النبات كان " 130.416 ، 134.625 ، 135.666 ، 137.166 " سم لكل من مستويات الإضافة " 0 ، 10 ، 20 ، 40 " كجم/هـ على التوالي . وان اعلي معدل ارتفاع للنبات عند مستوى الإضافة "40 كجم/هـ " مقارنة بباقي الإضافات والشاهد وكانت نسبة الزيادة بمعدل "3.22 ، 4.25 ، 5.18 " % لمستويات الإضافة للسماد " 10 ، 20 ، 40 " كجم/هـ على التوالي مقارنة وقياسا إلى المعاملة الشاهد

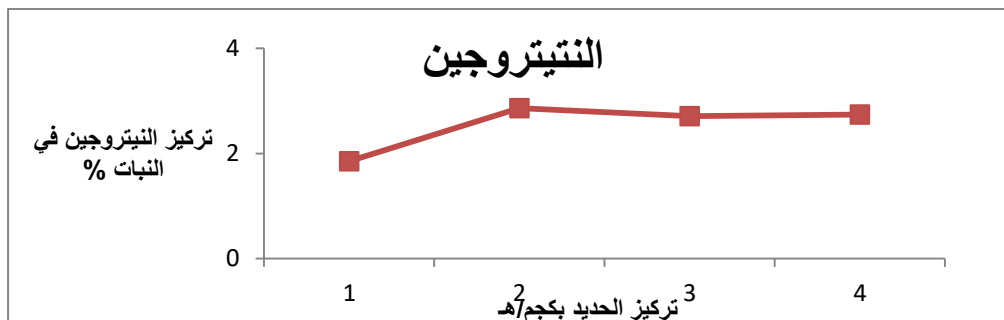
جدول (02) تأثير مستويات الاضافة لكبريتات الحديدوز على بعض خواص نمو نبات الذرة الشامية .

الإضافات بـ كجم/هـ	المتوسطات	الوزن الرطب (جم)	الوزن الجاف (جم)
كجم/هـ	الطول (سم)		
0	130.41b	358.35 d	151.47d
10	134.62c	375.81 c	158.39c
20	135.66b	396.67 b	171.41b
40	137.16a	418.18 a	191.91a
	***	***	***
LSD	1.04	4.85	6.34

2.3. تأثير إضافة "كبريتات الحديدوز" على محتوى النبات من العناصر الغذائية الكبرى .

1.2.3. تأثير إضافة التسميد المعدني "كبريتات الحديدوز" على النيتروجين في النبات.

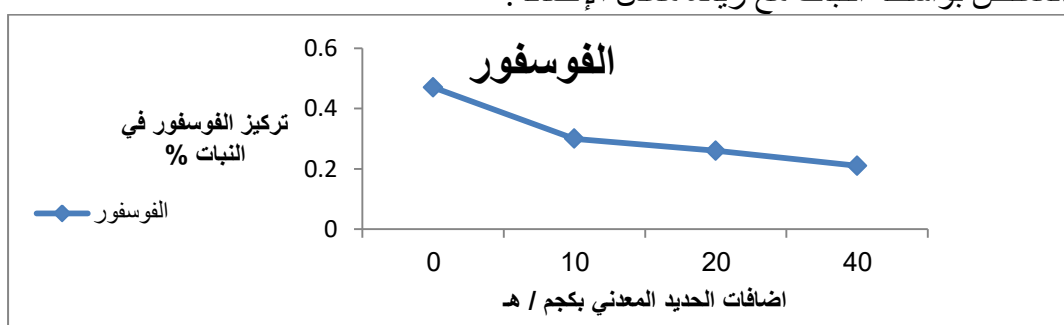
أوضحت النتائج المدونة في الشكل (01) إن لإضافة مستويات مختلفة من التسميد المعدني في صورة كبريتات الحديدوز ، تأثيرا معنويا في محتوى النبات من النيتروجين ، حيث يتضح حدوث زيادة تدريجية مع زيادة مستويات الإضافة للحديد. وبلغ محتوى النبات منه "2.09 ، 2.46 ، 2.61 ، 2.99" % عند مستويات الإضافة " 0 ، 10 ، 20 ، 40 " كجم/هـ على التوالي ونسبة الزيادة بمعدل "17.70 ، 24.88 ، 34.06" % عند مستويات الإضافة " 10 ، 20 ، 40 " كجم/هـ على التوالي مقارنة بالشاهد وتوقفت المعاملة الرابعة معنويا عن باقي المعاملات.



شكل (01) تأثير إضافات كبريتات الحديدوز (كجم/هـ) على تركيز النيتروجين في نبات الذرة الشامية.

### 2.2.3. تأثير إضافة التسميد المعدني "كبريتات الحديدوز" على الفسفور في النبات.

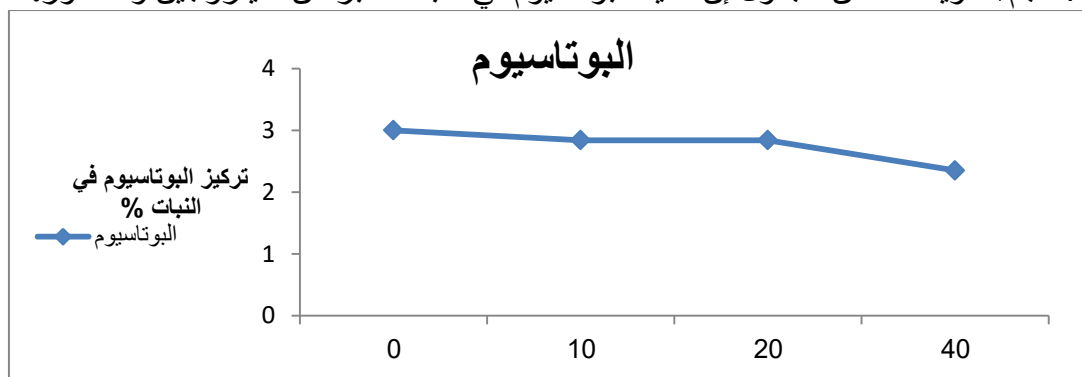
أوضحت النتائج المتحصل عليها في الشكل (02) وجود تأثير معنوي لمستويات كبريتات الحديدوز على محتوى الفسفور في النبات وكان هذا التأثير سلبيا وهو يشير إلى انخفاض تدريجي في محتوى النبات من الفسفور "امتصاص الفسفور" مع الزيادة التدريجية لمستويات الإضافة من كبريتات الحديدوز ، حيث أوضحت النتائج إن كمية الفسفور في النبات كانت "0.27، 0.29، 0.32، 0.36" % عند مستويات الإضافة "0، 10، 20، 40" كجم/هـ على التوالي وكانت نسبة الانخفاض "11، 11، 14.44، 25" % لكل من مستويات الإضافة "0، 10، 20، 40" كجم/هـ على التوالي مقارنة بالشاهد . وهذا يعني انخفاض في كمية الفسفور الممتص بواسطة النبات مع زيادة معدل الإضافة.



شكل (02): تأثير إضافات كبريتات الحديدوز (كجم/هـ) على تركيز الفوسفور في نبات الذرة الشامية.

### 3.3.3. تأثير إضافة التسميد المعدني "كبريتات الحديدوز" على البوتاسيوم في النبات.

أوضحت النتائج المتحصل عليها في الشكل (03) إن تأثير مستويات كبريتات الحديدوز لم يكن معنويا على كمية البوتاسيوم في النبات ، حيث وجد اختلاف في تركيز البوتاسيوم مع مستويات الإضافة وكانت 2.76، 2.71، 2.85، 2.70% لكل من مستويات الإضافة "0، 10، 20، 40" كجم/هـ " ويلاحظ إن معدل الإضافة 20 كجم/هـ كان الأفضل بين مستويات الإضافة والشاهد . وحدث انخفاض أقل حتى من الشاهد عند مستوى الإضافة 40 كجم/هـ ويلاحظ من الجدول إن كمية البوتاسيوم في النبات أكبر من النيتروجين والفسفور.



شكل (03): تأثير إضافات كبريتات الحديدوز (كجم/هـ) على تركيز البوتاسيوم في نبات الذرة الشامية.

### المناقشة:

بناء على النتائج المتحصل عليها في (01) تعتبر التربة متوسطة القاعدية حسب تصنيف (Horneck et al., 2001) حيث كانت درجة تفاعل التربة "Soil-pH" "8.2" وبذلك فهي تؤثر على تيسر العديد من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات، ويعود ارتفاع درجة تفاعل التربة إلى ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم ، تصنف التربة ضمن الترب الجيرية، وذلك لاحتوائها على نسبة مرتفعة نسبيا من كربونات الكالسيوم حيث كانت نسبتها "19%" وهي الترب السائدة في المناطق الجافة وشبه الجافة وعمليا اصطلح

على إن تسمى التربة جيرية إذا احتوت على نسبة أكثر من 10% من كربونات الكالسيوم وهذه النسبة تؤثر على نمو النبات من خلال تأثيرها على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة (أشيمي، 2001) وتتميز بانخفاض نسبي في الغطاء النباتي مما ينتج عنه انخفاض في محتواها من المادة العضوية، حيث كانت نسبة المادة العضوية " 2.65% ". كذلك فهي تربة ذات محتوى منخفض من الأملاح الذائبة حيث كانت قيمة التوصيل الكهربائي " 0.50 ds/m" وبالتالي تصنف بأنها ترب طبيعية خالية من الأملاح ولا يوجد تأثير للأملاح وربما يعود ذلك إلى الارتفاع النسبي لمعدلات سقوط الأمطار التي تؤدي إلى الغسيل المستمر للأملاح وعدم تجمعها في التربة. (HachCompany.,1992) ويعود المحتوى المنخفض للتربة من هذه العناصر خصوصا " النيتروجين والفسفور " إلى إن المصدر الأساسي للنيتروجين المعدني هو المادة العضوية ومحتوى التربة منخفض منها بالإضافة إلى إن النيتروجين لا يدخل في تركيب الصخور المكونة للتربة ولكن يتحصل عليه النبات بصورة أساسية من الهواء الجوي (البشبيشي وشريف ، 1998).

أوضحت النتائج في الشكل (01) إن لإضافة مستويات مختلفة من التسميد المعدني في صورة كبريتات الحديدوز ، تأثيرا معنويا في محتوى النبات من النيتروجين ، حيث يتضح حدوث زيادة تدريجية مع زيادة مستويات الإضافة للحديد، و غالبا تعود الزيادة في محتوى النبات من النيتروجين إلى الدور الحيوي الذي يؤديه الحديد في النبات ، مما يشجع على امتصاص النيتروجين ، وذلك لدوره الكبير في عمليات الأكسدة والاختزال والتنفس وتكوين الكلوروفيل مع انه لا يدخل في تركيبه. ولأن الحديد يدخل بجانب عنصر المولوبيديم *Molybdnium* في تركيب إنزيم " *Nitrogenase* " المسؤول عن تثبيت النيتروجين الجوي . وهذا الإنزيم يحتوي على حوالي 30 ذرة حديد في كل جزيئه منه . بالإضافة إلى وجود الحديد النشط " *Active Fe* " داخل النبات الذي له تأثير مباشر في تكوين صبغة الكلوروفيل وباقي العمليات الحيوية التي تحتاج إلى الحديد مما يزيد من نسبة النيتروجين في النبات. بالإضافة إلى قدرة الحديد على الدخول في صورة معقدات مخلبية وإمكانية تغيير تكافئه إلى قدرته على التأكسد والاختزال وبالتالي له تأثير فسيولوجي في زيادة مستويات النيتروجين. ( هذيلي وآخرون، 2007). وأوضح (Johnson و Youngblood، 1991) إن نقص الحديد في نبات "الجت" أدى إلى نقص تركيز ومحتوى النبات من النيتروجين ولأنه "الحديد" يعتبر احد مكونات *Ferridoxin* وهو ناقل الكتروني بروتين، وظيفته في عملية التمثيل الضوئي *photosynthesis* هو اختزال النترات والنيتروز كما يدخل في عملية تثبيت النيتروجين . ، الرئيس "1987". بالإضافة لان الحديد كمكون أساسي في النظام الأنزيمي ، يساعد على انتقال الالكترونات . تكوين الكلوروفيل وتمثيل النيتروجين "Kelk.,2002". بالإضافة إلى اتفاق النتائج مع ما توصل له (هذيلي وآخرون، 2007) ، ومع ما توصل له (عبد الرضا والمختار، 2000) اللذين وجدوا إن إضافة الحديد في صورة كبريتات الحديدوز قد ساهم في زيادة كمية النيتروجين المثبتة بواسطة " *Rhizobium* " في نبات فول الصويا . ومع (Dalsha، 2011)، الذي وجد زيادة في تركيز النيتروجين في نبات العدس مع زيادة كمية الحديد المضاف للتربة ومع ما توصل له (Khaled، 2007) الذي وجد زيادة في تركيز النيتروجين مع زيادة كمية الحديد المضاف في صورة كبريتات الحديدوز في فول الصويا.

وتتفق مع (Naguib، 2002) الذي أشار إلى زيادة حقيقة في محتوى الأوراق بالنيتروجين في نبات الزعتر " *Thymus Vulgaris* " نتيجة إضافة مستويات مختلفة بالحديد عن طريق الرش الورقي . ومع (Mona وآخرون، 2002) اللذين أكدوا إن إضافة الحديد والزنك أو كليهما كان لهما تأثير ايجابي على محتوى الأوراق في نبات القطيفة " *Tagetes erecta* " من النيتروجين ، وذلك يعني زيادة محتوى النيتروجين مع زيادة الحديد المضاف .

الفوسفور والحديد عنصران اساسيان لنمو النباتات ومن الملاحظ على نطاق واسع ان تفاعلات الفوسفور والحديد يمكن ان تؤثر على توافرها في التربة وتؤثر على التوازن الداخلي لهما في النباتات. (Xingqui وآخرون ، 2024) . أوضحت النتائج في الشكل (02)، وجود انخفاض تدريجي في محتوى النبات من الفوسفور " امتصاص الفوسفور " مع الزيادة التدريجية لمستويات الإضافة من كبريتات الحديدوز. وربما يعود هذا الانخفاض إلى حدوث تنافس " *Competition* " على مواقع الامتصاص على جذور النبات ويزيد من هذا

التنافس وجود الكالسيوم . والذي يؤدي إلى تكون مركبات فوسفاتية صعبة الذوبان، لا يمكن للنبات امتصاصه بالإضافة الى إن جذور النبات غالبا تفضل امتصاص الكاتيونات عن الايونات والكبريتات لها تأثير مضاد "antagonism" حيث تقلل من امتصاص الفسفور بواسطة النبات ، وقد يحدث ارتباط للحديد مع الفسفور والذي يقلل من حركة الفسفور خاصة عندما تكون نسبة الحديد إلى الفسفور أكثر من 1:2. (Brown و Tiffin، 1965) وتتفق النتائج مع (Amberger و Mothan، 1977) الذين وجدوا ، إن إضافة الحديد بمستويات مختلفة باستخدام محلول مغذي ، مع كل إضافة للحديد يحدث انخفاض في الفسفور ، وان ارتفاع الحديد عن "5mg/kg" كان له تأثير عكسي على نمو وامتصاص الفسفور. ومع (النعاس ،، "2005) الذي وجد انخفاض مع كمية الفسفور الممتص بواسطة النبات مع زيادة معدلات الإضافة لكبريتات الحديدوز. وان التفاعل بين الفسفور والحديد معقد ويمكن للحديد ان يؤثر على ذوبانية وتوافر الفسفور ، مما يؤثر على امتصاص النبات.(Truskavet وآخرون، 2021)

أوضحت النتائج أيضا في الشكل (03) وجود تأثير غير معنوي لإضافة كبريتات الحديدوز على كمية البوتاسيوم في النبات ، حيث وجد اختلاف في تركيز البوتاسيوم مع مستويات الإضافة وكانت 2.71، 2.76، 2.85، 2.70% لكل من مستويات الإضافة "0، 10، 20، 40 كجم/هـ" ويلاحظ إن معدل الإضافة 20كجم/هـ كان الأفضل بين مستويات الإضافة والشاهد . وحدث انخفاض اقل حتى من الشاهد عند مستوى الإضافة 40كجم/هـ ويلاحظ من الجدول إن كمية البوتاسيوم في النبات اكبر من النيتروجين والفسفور.

وهذا يتفق مع ما ذكره (Marschner، 2002) وهذا يعود إلى شحنته الموجبة بالإضافة إلى دوره المهم في النبات . وربما يعود الانخفاض في كمية البوتاسيوم مع اعلي معدل من مستويات الإضافة لحدوث ظاهرة التضاد بين الكاتيونات وهما الحديد والبوتاسيوم على مواقع الامتصاص في الجذور والخلايا. ومع (Sahu و Mitra، 1992) ،الذين وجدوا إن التركيز العالي المضاف من الحديد لنبات الذرة قد أدى إلى نقص مستويات البوتاسيوم . وان سبب ذلك يعود إلى التضاد أو التنافس بينهما خصوصا عند التركيزات العالية لأحدهما ، في المقابل فان التركيزات العالية من البوتاسيوم تسبب انخفاضا في مستوى الحديد في النبات . عموما ، ربما يعود الانخفاض في البوتاسيوم في النبات مع زيادة إضافات الحديد وحدث تذبذب في ذلك إلى الامتصاص السريع للبوتاسيوم بواسطة النبات تجعله في منافسة شديدة في الامتصاص بواسطة النبات مع الايونات الأخرى (Demiral و Koseoglu، 2005). وان الكميات العالية من الحديد تؤثر على سلوك البوتاسيوم وتدخلته مع الكاتيونات الأخرى. (Kirikby و Mengil، 2007). وقد وجد (Filiz و Sonnea، 2012) إن اعلي معدل كمية ممتصة من الحديد كانت عند اقل مستوى إضافة من البوتاسيوم والعكس صحيح . وذلك في دراسة عن تأثير مستويات مختلفة من الحديد البوتاسيوم على نمو نبات الطماطم باستخدام المحلول المغذي كوسط للنمو . وارجع ذلك إلى حدوث تنافس بين الكاتيونات على مواقع الامتصاص في الخلايا النباتية والجذور او إلى خاصية الاختيارية "Selectivity" للنبات بشكل عام . أيضا قد يعود الانخفاض في امتصاص البوتاسيوم إلى تعرضه إلى عملية تثبيت في التربة بين الطبقات خاصة إذا سادت معادن الكاولينايت 1:1. وتتفق النتائج المتحصل عليها مع (Khaled، 2007) الذي وجد إن اعلي كمية من البوتاسيوم عند عدم إضافة الحديد وانخفضت مع زيادة مستويات الحديد.

#### الاستنتاجات والتوصيات:

تشير النتائج والمناقشة في البحث الى اهمية استخدام كبريتات الحديدوز كمصدر لعنصر الحديد الذي يحتاجه النبات لدوره الفسيولوجي داخل النبات ، حيث ادت اضافته الى تأثير معنوي على مقاييس النمو المختلفة لنبات الذرة الشامية ، وبالتالي فان استخدام هذا السماد كمصدر للحديد يعتبر من الامور المهمة الواجب استخدامها في التسميد.

## المراجع:

- البشبيشي، طلعت رزق. و شريف ، محمد أحمد. (1998) أساسيات في تغذية النبات. دار النشر للجامعات – مصر . الطبعة الأولى.
- النعاس، نوري سالم .(2005).دراسة تأثير التدخلات الغذائية بين العناصر الغذائية الفوسفور والحديد والزنك على نمو نبات الذرة الشامية. رسالة ماجستير . قسم التربة والمياه. كلية الزراعة . جامعة الفاتح – طرابلس ليبيا.
- بن محمود.خالد.(1993).الترب الليبية. الهيئة القومية للبحث العلمي . طرابلس . ليبيا
- هذيلي . كاظم حسن، المختار. منذر محمد، والأنصاري، عبد المهدي صالح.(2007). تأثير مستويات وطرق إضافة الحديد في كفاءة تثبيت النيتروجين الجوي في ألجت. مجلة البصرة للعلوم (ب) المجلد(25) العدد (1) : 44-58.
- عبد الرضا. حسن علي ومختار . منذر محمد .(2000). تأثير الحديد في كفاءة ونمو وحاصل فول الصويا . مجلة آباء للأبحاث الزراعية . 10(2) : 141- 157 .
- أحلام فرج سليمان بدر، أحلام سعد عقوب محمد، & منار محمد اسماعيل .(2025). رصد متبقيات بعض مبيدات الكاربامات والبيروثريدات المصنعة في المياه الجوفية في شرق ليبيا. Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences ، 10(1)، 123-138.
- جمال سعيد درياق، & حمزة إسماعيل الأزرق. (2025). تقييم جودة وصلاحية مياه بعض الآبار الجوفية في منطقة المشروع و النخيل-الكفرة جنوب شرق ليبيا. Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences ، 10(2)، 279-291.
- جمال سعيد درياق، عبدالقادر محمد أبو جديدة، & محمد فتح الله الحاسي. (2024). تلوث بعض مياه الآبار الجوفية بمدينة المرج ببعض العناصر الثقيلة والنترات. Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences ، 9(5)، 457-464.
- أ. فتح الله محمد المدني، & أ. د. جمال سعيد درياق. (2023). استخدام الفحم الحيوي "Biochar" في تحسين بعض خصائص التربة الرملية المزروعة بنبات القمح. *Triticum durum L.* Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences ، 8(2)، 436-452.
- **Abadie, C. & Tcherkez, G.(2019)**. Plant sulphur metabolism is stimulated by photorespiration. *Commun. Biol.*2, 1–7 .
- **Brown,J.C., and L.O.Tiffen.(1965)**, Iron stress as related to the iron and citrate occurring in stem exudates. *Plant Physio.*( 40).;- 175 – 186.
- **Dalshad.A.D.(2011)**. Effect of soil folair application of iron chelates on nutrients balance in Lentl " *Lens essulenta.l.*' by using modified "
- **Demiral.A.M ., and Koseolgu.T.(2005)**. Effect of Potassium on yield fruit quality and chemical composition of green louse grown galia melon. *J.Plant .Nutri.vol.*( 28):- 93 – 100.
- **Degryse F, R.Baird, R.C.da Silva , C.B.Holzapfel , C.Koppes , M.Tysko., and M.MclaughII .(2020)**.Sulfur uptake from fertilizer fortified with sulfate and elemental S in three contrasting climatic zones. *Agronomy*10, 1035.
- **Filiz.O., and S .Sonmez.(2012)**. Effect of different potassium and iron levels on seasonal changes of nutrients concentrations of tomato plant growth in soilles culture .*African j. of Agric .Res*, vol (7)(1):28-33.

- **Grham.R.D.,and.Welch.R.M.(2000)**. Piantfood micronutriemts composition and. Human nutrition comm.*Soil.Sci&plant Nutrition* .31 ,1627 -1640
- **Jawaharlal.M.,Sundaraarajan.S.,andVeeraragarathathatham.D. (1988)**. Influence of the method of application of Zinc and iron on the major nutrient content of onion Allum cepa . Var.cepa" South. Ind. Horti.36(6): 308-312.
- **Johnson .G .V. and G. J . Youngblood.(1991)**. Responses of nitrogen – fixing and nitrate – supplied alfalfa ( *medicago sativa .L*) to iron chelates in an alkaline hydroponics medium. *Plant and soil.*(130):219-224
- **Khaled.S.A.(2007)**. Iron in calcareous soils. Ph.D.Thesis in Agri.Sci.,Soil Sci .Dept.Fac.Agric.Benha.Uni.Egypt.
- **Kelk.L.(2002)**. Effect of micronutrients rate on the growth of containerized quercuspal ustrils seedling in pin born. MSc.Thesis.Virginia polytechnic. Institute and state Uni. USA.
- **Lowther. J.R.(1980)**. Use of a single "H2SO4- H2O2" digest for the analysis of pinus radiate needless. *Comm. . soil SC. Plant analysis.Nariman.*
- **Mathan.K.K., and A.Amberger.(1977)**. Influence of iron on the uptake of phosphorus by maiz.*Plant and Soil.*( 46):- 413-422
- **Marschner.H.(2002)**.Mineral nutrition of higher plants. Institute of plant nutrition.Uni of Hohenheim Fedral Republic of Germany . Academic.Press.
- Mengel.K.(2007).Potassium:- Handbook of plant nutrition .BocoRaton.USA.pp;- 91- 120.
- **Mona.Y.k.,N.Y.Nagib., and S. Y. Sherbeny.(2002)**. Response of "Tagetes erecta .L"TO oompost and feliar application of some micro elements .*Arab .Unni.J.Agric .Sci.*10(3):939-964
- **Naguib . N. Y. (2002)** Thyma "Thymus vulgais.L. growth oil quality , yield and Chemical composition as affected loy chelated iron and two potassium from .*Arab . Uuvi .j. Agric Sei .* 10(3):893-918.
- **Salama, A. E., & Meftah, M. A. (2024)**. Effects Climatic Changes on Crops Irrigation in Future for Libya A Case Study of SOFULJEEN Region. *Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences*, 9(5), 35-63.
- **Rahimi.M.M.,Ahmed.K.A.,and Vaezi.B.(2010)**. Study on the effect of folair spray of micronutries on yield components of durum wheat. *Archives of Appl. SCI. Res.*2(6)168-176.
- **Sahu& Mitra.,( 1992 ).Sahu.S.K., and Mitra.G.N.( 1992)**. Iron –Potassium intraction of nutrients balance in rice.*J.Potassium.Res. vol8( 4):-* 311-319.
- **Truskavetskiy R, Zubkovskaya V, Khyzhniak I, Palamar N (2021)** Specificity of Processes in Hydromorphic Soils. In: Dmytruk Y, Dent D (eds) *Soils Under Stress: More Work for Soil Science in Ukraine*. Springer International Publishing, Cham, pp 69–78
- **Xingqui Yang, Chang Liu, Cuiyue Liang , Tianqi , and Jiang Tian.(2024)**. The Phosphorus-Iron Nexus: Decoding the Nutrients Interaction in Soil and Plant. *Int. J. Mol. Sci.* 2024, 25(13), 6992
- **Waqas M, NailaAli1, Zaib-un-Nisa, Muhammad YasinAshraf, Sheeraz Usman, Anis Ali Shah,Vaseem Raja & Mohamed A. El-Sheikh.(2024)**. Impact of iron sulfate (FeSO4) foliar application on growth, metabolites and antioxidative defense of *Luffa cylindrica* (Sponge gourd) under salt stress. *Scientific Reports*.

**Disclaimer/Publisher’s Note:** The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **JLABW** and/or the editor(s). **JLABW** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.