MENOUFIA JOURNAL OF SOIL SCIENCE

https://mjss.journals.ekb.eg

Title of Thesis	**:**	Impact of sulphur addition on magnesium availability in calcareous soils
Name of Applicant	**:**	Yasmeen Ali Adawy Abdo
Scientific Degree	**:**	M.Sc.
Department	**:**	Soil Science
Field of study	**:**	Soil Science
Date of Conferment	**:**	May 14, 2025

Supervision Committee:

- Dr. E. A. Abou Hussien: Prof. of Soil Chemistry, Faculty of Agriculture, Menoufia Univ.
- Dr. Manal F. Tantawy : Prof. of Soil Chemistry, Soil, Water and Environment, Res. Ins., Agric. RES Center (ARC)
- Dr. A. M. Elbalawy : Assoc Prof. of Soil Chemistry, Faculty of Agriculture, Menoufia Univ.

SUMMARY

This study was carried out at a private farm at Wadi El Natroun-El Alamein Road, Behaira Governorate, Egypt on one calcareous soil of Egypt to study the effect of elemental sulphur(S) applications as soil amendment on some soil chemical properties and the contents of available nutrients especially the content of available Mg as well as this soil productivity of faba bean (Vecia faba Giza 716) plant and its content of some nutrients. The used elemental sulphur (S) in this study was obtained from El-Help Company, Egypt, which contains 99% purity S and has a pH (1:5 suspension) of 6.42. In addition, the used magnesium (Mg) was used in the form of acetate MgOAC Mg $(CH_3COO)_2$, containing 16,9 % Mg.

To achieve the aims of this study, a pot experiment was done on one calcareous soil during the growing winter season of 2020/2021 on faba bean plants as a test plant. The studied treatments were 16 treatments, as individual and combined applications of S and Mg. Elemental S was added at a rate of 0, 150, 300, and 450 mg S/kg soil, while Mg application rates were 0, 20, 40, and 60 mg Mg/kg soil in Mg acetate from. At the harvest stage, the plants were harvested, the seeds were separated from the Straw and weighed to obtain the yields of both seeds and Straw as well as the biological yields. Both seeds and Straw contents (% and mg/pot) of N, P, K, Mg, and S were determined.

After harvesting, a soil sample was taken from each pot, prepared for some chemical analysis (chemical properties and the content of available N, P, K, Mg, and S). The obtained data may be summarized in the following points.

I. Chemical soil properties

a. Soil pH.

Calcareous soil pH appeared highly affected by S applications compared with that resulting from Mg application. In general, both S and Mg applications resulted in a decrease in soil pH. Therefore, all RCS and RCMg values of soil pH concerning added S and Mg were negative. Under the studied treatments, pH values ranged between 8.65 in the soil untreated by S or Mg (control) to 7.85 in the soil treated by 450 and 60 mg kg^{-1} of S and Mg with RCS and RCMg of -7.647 and -1.009, respectively.

b. Soil EC

There are slight decreases in calcareous soil EC as a result of added S and or Mg. Therefore, all RCS and RCMg values were negative and low. Under the studied treatments, EC values ranged between 3.62

dSm^{-1} in the soil untreated by S or Mg (control) to 3.28 dS m^{-1} in the soil treated by 450 and 60 mg kg^{-1} of S and Mg with RCS and RCMg of -2.09 and -2.38 % respectively.

c. Organic matter content (OM).

Increasing rates of added S and Mg alone and in combination increased the soil content of OM, especially in the combined applications. Therefore, with all S and Mg applications, RC values of soil OM content were positive. An increase in the soil Sulphur applications resulted in a greater increase in the soil content of OM than that found with Mg treatments.

d. Calcium carbonate ($CaCO_3$)

Increasing the rate of added S and Mg individually or in combination resulted in a decrease of $CaCO_3$ content (%) in the calcareous soil. Therefore, RC (%) values of these contents concerning the studied treatments were negative and decreased with the increasing rate of added S and Mg.

Elemental S application reduced the soil content of $CaCO_3$ at higher rates than associated Mg applications, as cleared from RCS and RCMg values.

II. Soil content of available nutrients

a - Available nitrogen (N)

The soil content (mg kg^{-1}) of available N has a narrow range, where this content ranged between 23.3 and 26.25 mg kg^{-1}. This content was increased with the addition of S and Mg individually and together.

With zero S application, calcareous soil content of available N was increased from 23.50 to 24.25 mg kg^{-1} with the increase of added Mg from 20 to 60 mg kg^{-1}. In the soil untreated with Mg, available N content was increased from 23.45 to 24.15 mg kg^{-1} with the increase of added S from 150 to 450 mg kg^{-1}.

b - Available phosphorus (P)

Under experimental conditions, the soil content of available P ranged between 3.33 and 4.73 mg kg^{-1}. Without S applications, the content of available P in the calcareous soil was increased from 3.40 to 3.92 mg kg^{-1} as a result of an increase in added Mg from 20 to 60 mg kg^{-1}.

At the same time, an increase of added S from 150 to 450 mg kg^{-1} without Mg applications resulted in an increase of available P from 3.37 to 3.65 mg kg^{-1}.

c. Available potassium (K)

Under experimental conditions, the soil content of available K was highly affected by the studied treatments, where this content ranged between 170.7 and 231.3 mg kg^{-1}.

As is clear from the calculated RC values. The soil content of available K affected by S application was higher than that associated with Mg applications.

d. Available sulphur (S)

There is a low effect of added Mg on the calcareous soil content of available S, while this effect was greater as a result of S applications than that resulting from Mg applications. With zero S applications, the soil content of available S increased from 6.23 to 6.50 mg kg^{-1} as a result of increasing added Mg from 20 to 60 mg kg^{-1}. As well as this content in calcareous soil fertilized by 60 mg kg^{-1} Mg was increased from 30.30 to 81.13 mg kg^{-1} with the increase of added S from 150 to 450 mg kg^{-1}.

e. Soluble and available magnesium (Mg)

There is a clear effect of S and Mg applications on the content of soluble and available Mg in the calcareous soil, where the highest effect was found in the soil treated by S and Mg together, especially at their high application rates.

Calcareous soil content of soluble Mg in relation to the studied treatments ranged between 2.33 and 24.5 mg $kg^{-1,}$ and this range for the content of available Mg was between 9.11 and 70.78 $mgkg^{-1}$ in the untreated soil and in the treated by high application rates of S and Mg.

The increase percent in calcareous soil content of both soluble and available Mg as a result of S and Mg applications may be cleared from their RC values affected by the experimental applications.

III- Effect of S and Mg applications on faba bean plants

a. Straw and seeds yield

There are a significant effect of added S and Mg on straw, seeds and biological yields of faba bean plants under calcareous soil conditions.

Under the experimental conditions, yields of straw, seed and biological ranged from 3.35, 6.13 and 9.48 g pot^{-1} in the unfertilized soil by S or Mg to 5.73, 10.62 and 16.35 g $pot^{-1}$for the plants grown on the soil fertilized by 450 and 60 $mgkg^{-1}$ S and Mg, respectively.

The highest yields (g pot^{-1}) of faba (straw, seeds, and biological) were found in the plants treated by the combined fertilization of S and Mg, especially at their high application rates.

b. Biological index.

Values of the biological index increased because of both S and Mg applications individually and in combination. Values of this index ranged between 0.58 and 0.367 in the unfertilized plants and plants fertilised by 450 mg kg^{-1} S and 60 mg kg^{-1} Mg. Increase of values of biological index in response to both S Mg applications means that the experimental treatments (S and Mg fertilization) resulted in a greater increase in the seed yield of faba bean plants compared with that found with the straw yield.

IV- Effect of S and Mg applications on faba bean plants content of macro nutrients.

a. Nitrogen (N) content.

There is an increase effect of both S and Mg applications individually and in combination on N content and uptake (% and mg pot^{-1}) in seeds and straw of faba bean plants. Therefore, all RCS and RCMg of N uptake by seeds and straw were positive with wide variations according to the added rate of S and Mg.

With zero S application, seeds and straw have N concentration of 2.28 and 1.63% in the plants received 20 $mgkg^{-1}$ Mg and increased to 3.15 and 2.05% in the plants fertilized by 60 $mgkg^{-1}$ Mg, respectively.

Also, with zero S application N uptake by seeds and straw of faba bean plants was increased from 150.48 and 58.68 mg pot^{-1} to 271.53 and 88.15 mg pot^{-1} as a resulted of increasing added Mg from 20 to 60 mg pot^{-1}.

b. Protein content

Seeds and straw of faba bean plants containing (%) of protein affected by S and/or Mg applications showed a significant increase. The lowest protein content was found in the plants unfertilized by S and

Mg, while the highest content was found in the plants fertilized by S and Mg together, especially at their high application rates. Therefore, all RCS and RCMg of faba bean protein content affected by S and Mg applications were positive.

c. Phosphorus (P) content

phosphorus concentration (%) in both seeds and straw of faba bean plants ranged between 1.25 and 2.03% and between 0.78 and 1.58 %, respectively. Also, P uptake in the seeds ranged between 67.63 and 215.59 mg pot^{-1} and was between 26.13 and 90.53 mg pot^{-1} in straw. With the same treatment of S and Mg, P concentration and its uptake by seeds were higher than those found with the straw. Therefore, all RCS and RCMg for P uptake were positive. With zero S applications increasing rate of added Mg from 20 mg kg^{-1} to 60 mg kg^{-1} resulted in an increase of P concentrations in seeds and straw of faba bean plants from 1.29 and 0.82% to 1.72 and 1.20% and increased its uptake from 85.14 and 29.52 mg pot^{-1} to 148.26 and 51.60 mg pot^{-1}, respectively. Also, with zero Mg application increasing added S from 150 to 450 $mgkg^{-1}$ resulted in an increase of P concentration in the seeds and straw of faba bean plants from 1.30 and 0.80 % to 1.48 and 0.85% and the increases of P uptake was from 94.25 and 29.60 mg pot^{-1} to 126.84 and 39.27 mg pot^{-1}, respectively.

d. Potassium (K) content

Seeds and straw concentration of K affected by the experimental treatments where it's ranging from 1.78 and 1.15 % to 2.94 and 2.05 %, as well as their uptake, ranged from 109.11 and 38.53 mg pot^{-1} to 312.23 and 117.47 mg pot^{-1}, respectively.

Also, with zero Mg application, K concentration in the seeds and straw was increased from 1.82 and 1.18 % to 1.95 and 1.35 %, and its uptake was increased from 131.95 and 43.66 to 167.12 and 62.37 mg pot^{-1} as a result in the increase of added S from 150 to 450 mg kg^{-1}, respectively. Therefore, all RCS and RCMg values of K uptake by faba bean plants because of S and Mg applications were positive.

e. Magnesium (Mg) content

With the same treatment of S and/or Mg, seeds were characterized by a high content of Mg compared with that found in the straw. Magnesium concentration (%) in the seeds and straw of faba bean plants ranged from 0.52 and 0.33 % to 1.50 and 0.82%, while its uptake ranged from 31.88 and 11.06 mg pot^{-1} to 159.30 and 46.99 mg pot^{-1}, respectively.

With zero S applications increasing of added Mg from 20 to 60 mg kg^{-1} resulted in an increase of Mg concentration in the seeds and straw of faba bean plants under calcareous soil conditions from 0.60 and 0.35 % to 0.90 and 0.36 %, while its uptake was increased from 39.6 and 12.60 mg pot^{-1} to 77.58 and 15.48 mg pot^{-1}, respectively.

As well as without Mg fertilization increasing of added S from 150 to 450 mg kg^{-1}, resulted in an increase of Mg concentrations in the seeds and straw of faba bean plants from 0.54 and 0.33 % to 0.62 and 0.42 % and its uptake was increased from 39.15 and 12.21 mg pot^{-1} to 53.13 and 19.40 mg pot^{-1}, respectively.

f. Sulphur (S)content

Under this study conditions, all experimental treatments of S and Mg resulted in a significant increases of S content (% and mg pot^{-1}) in the seeds and straw of faba bean plants. Therefore, S concentration in the seeds and straw was ranged from 0.81 and 0.50 % to 1.62 and 1.25 % with recorded S uptake ranged from 49.65 and 16.75 mg pot^{-1} to 172.04 and 71.63 mg pot^{-1}, respectively.

Also, with the same treatment of S and Mg fertilization, seeds' S content (% and mg pot^{-1}) was higher than that in the straw.

عنوان الرسالة: تأثير إضافة الكبريت على صلاحية المغنسيوم في الأرض الجيرية
اسم الباحث : ياسمين على عدوى عبده
الدرجة العلمية: الماجستير فى العلوم الزراعية
القسم العلمى : علوم الأراضي
تاريخ موافقة مجلس الكلية : ٢٠٢٥/٥/١٤
لجنة الإشراف: أ.د/ الحسيني عبدالغفار ابو حسين أستاذ كيمياء الأراضي ، كلية الزراعة، جامعة المنوفية
أ.د/ منال فتحي طنطـــــــاوي أستاذ كيمياء الاراضي معهد بحوث الاراضى والمياه والبيئة– مركز البحوث الزراعية- مصر
د/ أحمد محمد البعـــــــلاوي أستاذ مساعد تغذية النبات قسم علوم الاراضى، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

الملخص العربي

أجريت هذه الدراسة في مزرعة خاصة بطريق وادى النطرون-العلمين، محافظة البحيرة ،مصر على تربة جيرية لدراسة تأثير إضافة عنصر الكبريت كمحسن للتربة على بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من العناصر الغذائية الميسرة وخاصة محتوى الماغنسيوم الميسر وكذلك إنتاجية التربة لنبات الفول البلدي (جيزة ٧١٦) ومحتواه من بعض العناصر الغذائية.

تم الحصول على عنصر الكبريت المستخدم في هذه الدراسة من شركة الهلب بمصر المحتوى على ٩٩٪ من الكبريت وله درجة حموضه (في معلق ١: ٥) 6.42 وكذلك تم استخدام المغنسيوم (Mg) في شكل أسيتات مغنيسيوم يحتوى على ١٦,٩% Mg.

ولتحقيق أهداف هذه الدراسة تم إجراء تجربة أصص اثناء فصل الشتاء ٢٠٢٠/٢٠٢١ على نبات الفول البلدي كنبات اختبار. كانت معاملات الدراسة ١٦ معاملة كتطبيقات فرديه ومشتركة للكبريت مع الماغنسيوم. أضيف الكبريت العنصري بمعدلات ٠. ١٥٠. ٣٠٠. ٤٥٠ ملجم كبريت /كجم تربة، بينما كانت معدلات إضافة الماغنيسيوم ٠. ٢٠. ٤٠. ٦٠ ملجم مغنيسيوم /كجم تربة في صورة أسيتات المغنيسيوم.

في مرحلة الحصاد تم حصاد النباتات وفصل البذور عن القش ووزنها للحصول على محصول البذور والقش وكذلك المحصول البيولوجي. تم تحديد محتويات البذور والقش (٪) و(ملجم/أصيص) من كل من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكبريت.

بعد حصاد النباتات تم أخذ عينة تربة من كل أصيص وتم إعدادها لإجراء بعض التحاليل الكيميائية (الخصائص الكيميائية وكذلك محتواها الميسر من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكبريت).

يمكن تلخيص النتائج التي تم الحصول عليها في النقاط التالية

I- خصائص التربة الكيميائية

أ. درجة حموضة التربة pH

أظهرت النتائج أن درجة حموضة التربة الجيرية كانت أكثر تأثرا بإضافات الكبريت مقارنه بتلك الناتجة من إضافة الماغنسيوم. وبشكل عام، أدى استخدام كل من الكبريت والماغنسيوم الى انخفاض درجة حموضه التربة. ولذلك ، فان جميع قيم التغير النسبي الناتج عن استخدام الكبريت RCS والناتج عن استخدام المغنيسيوم RCMg للـ pH للتربة كانت سالبه مع المعاملات المدروسة. وتراوحت قيم الـ pH للتربة بين 7.85 و٨,٦٥ في التربة الغير معالجة بواسطة الكبريت أو المغنسيوم (الكنترول) إلى ٧,٨٥ في التربة المعاملة بـ ٤٥٠ و ٦٠ ملجم/كجم تربة من الكبريت والمغنيسيوم بقيم RCS و RCMg تساوي - ٧,٦٤٧ و- ١,٠٠٩ على الترتيب.

ب. التوصيل الكهربي لمستخلص التربة (EC)

هناك انخفاض طفيف في EC التربة الجيرية نتيجة إضافة الكبريت والماغنسيوم. لذلك كانت جميع قيم RCS وRCMg سالبه ومنخفضة.

تراوحت قيمه توصيل الكهربي للتربة بين ٣,٦٢ في التربة الغير معامله بكلا من الكبريت والمغنيسيوم (الكنترول) الى ٣,٢٨ في التربة المعاملة ب ٤٥٠ و٦٠ ملجم/كجم من كلا من الكبريت والمغنيسيوم بقيم RCS وRCMg تتراوح بين- ٢,٠٩ الى - ٢,٣٨ على الترتيب.

ج. محتوى المادة العضوية

الاضافات المتزايدة من كلا من الكبريت والمغنيسيوم سواء منفرده او مشتركه ادت الى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وبخاصه عند الاضافات المشتركة وبالتالي فان قيم التغير النسبي لإضافة كلا من الكبريت والمغنيسيوم كانت موجبه وكانت الزيادة في محتوى التربة من المادة العضوية أكثر عند إضافة الكبريت مقارنه عند إضافة معاملات المغنيسيوم

د. كربونات الكالسيوم (CaCO3)

إن زيادة معدل إضافة الكبريت والماغنسيوم منفردًا أو مجتمعاً أدى إلى انخفاض محتوى كربونات الكالسيوم (٪) في التربة الجيرية لذلك قيم RC (٪) لمعاملات الكبريت والمغنيسيوم كانت سالبة وتزداد تأثيرا مع زيادة نسبة إضافة الكبريت والماغنسيوم أدت إضافة الكبريت إلى تقليل محتوى التربة من كربونات الكالسيوم بمعدلات أعلى من إضافات الماغنسيوم كما يظهر من قيم RCS وRCMg.

II- محتوى التربة من العناصر الغذائية الميسرة

أ. لنيتروجين الميسر (N)

محتوى التربة (ملجم/كجم) من النيتروجين المتوفر له مدى ضيق حيث تتراوح هذا المحتوى بين ٢٣,٣ و٢٦,٢ ملجم/كجم وازداد هذا المحتوى بزيادة الكبريت والماغنسيوم المضاف منفردا أو مشتركا. مع عدم إضافة الكبريت زاد محتوى التربة الجيرية النيتروجين الميسر من ٢٣,٥ إلى ٢٤,٢٥ ملجم/كجم مع زيادة الماغنسيوم المضاف من ٢٠ إلى ٦٠ ملجم/كجم في التربة غير المعاملة بالماغنيسيوم زاد محتوى النيتروجين الميسر من ٢٣,٤٥ إلى٢٤,١٥ ملجم/كجم مع زيادة الكبريت المضاف من ١٥٠ إلى٤٥٠ ملجم/كجم

ب. الفوسفور الميسر (P)

تحت ظروف التجربة تراوح محتوى التربة من الفوسفور الميسر بين ٣,٣٣ و٤,٧٣ ملجم/كجم وبدون إضافة الكبريت زاد محتوى الفوسفور المتوفر من ٣,٤٠ إلى ٣,٩٢ ملجم/كجم نتيجة لزيادة الماغنيسيوم المضاف من٦٠ إلى ١٢٠ ملجم/كجم في الوقت نفسه أدت زيادة الكبريت المضاف من ١٥٠ إلى ٤٥٠ ملجم/كجم بدون إضافة ماغنسيوم إلى زيادة الفوسفور المتوفر من ٣,٣٧ إلى ٣,٦٥ ملجم/كجم.

ج. البوتاسيوم الميسر (K)

تحت ظروف التجربة تأثر محتوى التربة من البوتاسيوم الميسر بالمعاملات المدروسة حيث تتراوح هذا المحتوى بين ١٧٠,٧ و٢٣١,٣ ملجم/كجم كما أوضحت قيم التغير النسبي RC المحسوبة أن محتوى التربة من البوتاسيوم الميسر كان أكثر تأثرا بمعاملات الكبريت مقارنة بمعاملات الماغنسيوم.

د. الكبريت المتوفر (S)

أظهرت النتائج أن هناك تأثير منخفض للماغنسيوم المضاف على محتوى التربة الجيرية من الكبريت الميسر، في حين كان هذا التأثير أكبر نتيجة لمعاملات الكبريت مقارنة بالتأثير الناتج عن معاملات الماغنسيوم. أظهرت النتائج أنه مع عدم

إضافة الكبريت فإن محتوى التربة من الكبريت المتاح زاد من ٦,٢٣ إلى ٦,٥٠ ملجم/كجم نتيجة لزيادة الماغنسيوم المضاف من ٢٠ إلى ٦٠ ملجم/كجم وكذلك التربة الجيرية المعاملة بـ ٦٠ ملجم/كجم ماغنيسيوم زاد محتوي التربة من الكبريت الميسر من ٣,٣٠ إلى ٨١,١٣ مع بزيادة الكبريت المضاف من ١٥٠ إلى ٤٥٠ ملجم/كجم.

هـ - الماغنسيوم الذائب والميسر (Mg)

- هناك تأثير واضح لتطبيقات الكبريت والماغنسيوم على محتوى الماغنسيوم الذائب والميسر في التربة الجيرية، حيث وجد أعلى تأثير في التربة المعالجة بالكبريت والماغنسيوم معا خاصه عند معدلات الإضافة العالية تراوح محتوى التربة الجيرية من الماغنسيوم الذائب بالنسبة للمعاملات المدروسة بين ٢,٣٣ و٢٤,٥ ملجم/كجم وكان المدى لمحتوى الماغنسيوم الميسر بين ٩,١١ و٧٠,٧٨ ملجم/كجم في التربة غير المعاملة والتربة المعالجة بمعدلات إضافة عالية من الكبريت والماغنسيوم على الترتيب.

اتضح الزيادة في محتوى التربة الجيرية من الماغنسيوم الذائب والمتاح نتيجة لتطبيقات الكبريت والماغنسيوم من قيم التغير النسبي (RC) الخاصة بها.

III - تأثير إضافة الكبريت والماغنسيوم على نمو النباتات

أ. إنتاجية القش والبذور

هناك تأثير معنوي لإضافة الكبريت والماغنسيوم على القش والبذور والمحصول البيولوجي للنبات الفول البلدي تحت ظروف التربة الجيرية تحت ظروف التجربة تراوحت إنتاجية القش والبذور والمحصول البيولوجي من ٣,٣٥ و٦,١٣ و٩,٤٨ جرام/أصيص في التربة الغير معاملة بالكبريت والماغنسيوم إلى ٥,٧٣ و١٠,٦٢ و١٦,٣٥ جم/أصيص للنباتات المزروعة على التربة المسمدة ب ٤٥٠ و٦٠ ملجم/كجم$^{-1}$ من الكبريت والماغنسيوم على الترتيب.

- كانت على أعلى إنتاجية (جم/أصيص) من النباتات (القش والبذور والمحصول البيولوجي) في النباتات المعاملة عن طريق التسميد المشترك من الكبريت والماغنسيوم خاصه عند معدلات التطبيقات العالية.

المؤشر البيولوجي

- زادت قيم المؤشر البيولوجي من تأثير تطبيقات الكبريت والماغنسيوم بشكل فردى ومشترك على محتوى النيتروجين وامتصاصه (٪Mgوعاء$^{-1}$) في بذور وقش نباتات الفول البلدي

- ايضا مع تطبيق صفر من الكبريت تم زيادة امتصاص النيتروجين بواسطة القش النباتات والبذور من ١٠٥,٨ و١٥٠,٧٥ ملجم/أصيص إلى ٢٧١,٥٣ و٨٨,١٥ ملجم/أصيص نتيجة لإضافة ملجم من ٢٠ إلى ٦٠ ملجم/أصيص

IV تأثير إضافة الكبريت والماغنسيوم على محتوى النباتات من العناصر الغذائية الكبرى

أ. محتوى النيتروجين

أدت إضافات كل من الكبريت والماغنسيوم بشكل فردى ومشترك إلى زيادة محتوى النيتروجين (٪) وامتصاصه (ملجم/أصيص) في بذور وقش نبات الفول البلدي. لذلك كانت جميع قيم RCS وRCMg لامتصاص البذور والقش إيجابية مع اختلافات واسعه وفقا للمعدل مضاف من الكبريت والماغنسيوم

- مع عدم إضافة الكبريت كان محتوى البذور والقش من النيتروجين ٢,٢٨ و١,٦٣٪ في النباتات التي تلقت ٢٠ مجم ماغنيسيوم/كجم وزاد إلى ٣,١٥ و٢,٠٥٪ في النباتات المخصبة بمقدار ٦٠ ملجم/كجم ماغنيسيوم، على الترتيب.

أيضا مع عدم إضافة الكبريت زاد امتصاص البذور والقش لنباتات الفول البلدي من النيتروجين من ١٥٠,٧٥ و١٠٥,٨ ملجم/أصيص إلى ٢٧١,٥٣ و٨٨,١٥ ملجم/أصيص نتيجة لزيادة الماغنيسيوم المضاف من ٢٠ إلى ٦٠ ملجم/كجم.

ب. محتوى البروتين

أظهرت النتائج المتحصل عليها زيادة معنوية في محتوى بذور وقش الفول البلدي من البروتين (٪) نتيجة لإضافات الكبريت والماغنسيوم

كان أقل محتوى من البروتين في النباتات الغير مخصبه بالكبريت والماغنسيوم بينما تم العثور على أعلى محتوى في النباتات المخصبة ب الكبريت والماغنسيوم معا خاصه عند معدلات تطبيقها العالية لذلك، فان جميع RCS وRCMg لتطبيقات الكبريت والماغنسيوم كانت ايجابيه.

ج. محتوى الفوسفور (p)

تركيز الفوسفور (٪)

- في كل من بذور وقش الفول تراوحت نسبه الفوسفور بين ١,٢٥ و٢,٠٣٪ وبين ٠,٧٨ و١,٥٨٪ على الترتيب. أيضا تراوح امتصاص الفوسفور بواسطة البذور والقش لنباتات الفول بين ٦٧,٦٣ و٢١٥,٥٩ وبين ٢٣,١٣ و٩٠,٥٣ ملجم/أصيص، على الترتيب. لذلك كانت كل قيم التغير النسبي RCS وRCMg إيجابية مع عدم إضافات الكبريت، أسدى زيادة معدل الماغنسيوم المضاف من ٢٠ إلى ٦٠ ملجم/كجم الى زيادة تركيزات الفوسفور في البذور وقش النباتات من ١,٢٩ و٠,٨٢٪ إلى ١,٧٢ و١,٢٠٪ وزيادة امتصاصه من ٥٦,٧٦ و٣٦,٠٨ إلى ١٢٢,١ و٨٥,٢٠ ملجم/أصيص، على الترتيب.

- أيضا مع تطبيق صفر ملجم، زادت في زيادة الكبريت المضافة من ١٥٠ إلى ٤٥٠ ملجم/كجم$^{-1}$ إلى زيادة تركيز الفوسفور ف بذور وقش النباتات من ١,٣٠ و٠,٨٠٪ إلى ١,٤٨ و٠,٨٥٪ وكانت زيادات امتصاص الفسفور من ٠,٩٥ ٦٦,٦٠ و٣٨,٢٥ ملجم أصيص$^{-1}$ إلى ٩٤,٢٥ ٢٩,٦٠ و١٢٦,٨٤ ملجم أصيص$^{-1}$ على التوالي

د. محتوى البوتاسيوم (K)

تأثر تركيز البوتاسيوم في البذور والقش لنباتات الفول البلدي بالمعاملات التجريبية حيث تراوح تركيزه من ١,٧٨ و١,١٥٪ إلى ٢,٩٤ و٢,٠٥٪ كما تراوحت نسبه امتصاصه من ١٠٩,١١ و٣٨,٥٣ إلى ٣١٢,٢٣ و١١٧,٤٧ ملجم/أصيص، على الترتيب.

- مع عدم إضافة المغنيسيوم، زاد تركيز البوتاسيوم في البذور والقش من ٢,٩٤ و٢,٠٥ إلى ١,٤٨ و١,١٥٪ كما زاد امتصاصه من ١٠٩,١١ و٣٨,٥٣ إلى ٣١٢,٢٣ و١١٧,٤٧ ملجم/أصيص نتيجة لزيادة الكبريت المضاف من ١٥٠ إلى ٤٥٠ ملجم/كجم على الترتيب.
- لذلك فإن جميع قيم RCS وRCMg لامتصاص البوتاسيوم بواسطة الفول البلدي نتيجة لتطبيقات الكبريت والماغنسيوم كانت إيجابية.

ه. محتوى الماغنسيوم

مع نفس معاملة الكبريت والماغنسيوم تتميز البذور باحتوائها على نسبة عالية من الماغنسيوم مقارنة بتلك الموجودة في القش

- تراوح تركيز الماغنسيوم (٪) في بذور وقش النباتات من ٠,٥٢ و٠,٣٣% إلى ١,٥٠ و٠,٨٢% بينما تراوح امتصاصه من ٢٥,٤٨ و١٦,١٧ إلى ١١٢,٥٠ و٦١,٥٠ ملجم/أصيص، على الترتيب.
- مع عدم إضافة الكبريت وزيادة الماغنسيوم المضاف من ٢٠ إلى ٦٠ ملجم/كجم أدى إلى زيادة تركيز الماغنسيوم في بذور وقش النباتات تحت ظروف التربة الجيرية من ٠,٦٠ و٠,٣٥ إلى ٠,٩٠ و٠,٣٦% في حين تم زيادة امتصاصه من ٣٩,٦ و١٢,٦٠ إلى ٧٧,٥٨ و١٥,٤٨ ملجم/أصيص، على الترتيب.
- وكذلك بدون التسميد بالماغنسيوم فإن زيادة نسبة الكبريت المضافة من ١٥٠ إلى ٤٥٠ ملجم/كجم نتج عنها زيادة تركيز الماغنسيوم في بذور وقش النباتات من ٠,٤٢ و٠,٦٠% إلى ٠,٦٢ و٠,٤٢% وزيادة امتصاصه من ٩٩,٧٩ و١١٣,٢٠ إلى ٦٠,٩١ و٢٧٩,٦٠ ملجم/أصيص، على الترتيب.

و. محتوى الكبريت (S)

- في ظل ظروف هذه الدراسة، أدت جميع المعاملات التجريبية للكبريت والماغنسيوم إلى زيادة معنوية في محتوى الكبريت (% وملجم/أصيص) في بذور وقش نباتات الفول البلدي ولذلك تتراوح تركيز الكبريت في البذور والقش من ٠,٨١ و٠,٥٠% إلى ١,٦٢ و١,٢٥% وتراوح امتصاص الكبريت من ٤٩,٦٥ و١٦,٧٥ إلى ١٧٢,٠٤ و٧١,٦٣، على الترتيب.
- أيضا مع نفس معاملة التسميد بالكبريت والماغنسيوم كان محتوى البذور من الكبريت (% وملجم/أصيص) أعلى من محتوى القش.