MENOUFIA JOURNAL OF SOIL SCIENCE

https://mjss.journals.ekb.eg

Title of Thesis	**:**	STUDIES ON THE CONTENT OF SOME AVAILABLE NUTRIENTS AND PLANT GROWTH IN SALT AFFECTED SOILS
Name of Applicant	**:**	Shimaa Hassan Abd El-Warth El-Melege
Scientific Degree	**:**	M. Sc.
Department	**:**	Soil Science
Field of study	**:**	Soil Science
Date of Conferment	**:**	March 13, 2024

Supervision Committee:

- Dr. S. A. Radwan : Prof. of Soil Chemistry, Faculty of Agriculture, Menoufia Uni.
- Dr. E. A. Abou Hussien : Prof. of Soil Chemistry, Faculty of Agriculture, Menoufia Uni.
- Dr. Manal F. A. Tantawy: Prof and Head Research of Soil, Water and Environment Research Institute, Agriculture Research Center (ARC) Egypt

Summary: The study was carried out using salt-affected soils to study the effect of gypsum or sulfur, each individually or in combination, on the soil chemical properties and its content of nutrients, as well as its effect on the growth and content of barley plants (*Hordeum vulgare L.*), cultivar variety Giza 123).
From each soil, five surface (0-30) cm were collected from different sites, good mixed and analyzed for its chemical and physical Properties as well as its content of available nutrients and trace elements.
In this study two soil amendments were used. The first was the elemental Sulphur (ES) as a chemical amendment with purity of 99% and pH of 6.8 The second was gypsum (G) as a natured amendment ($CaSO_4 2H_2O$) which obtained from Agricultural Research Station, Sokha, Kafr ElShikh Governorate. The purity of the used G was 85%. This study was carried out as a pots experiment on barley plant (*Hordeum vulgare L.*), as a test plant. Seeds of barley ware obtained from Agricultural Research Center (ARC) Egypt. The studied treatments were: -

1. Soil types include five soils (So1, So2, So3, So4 and So4) varied in the physical and chemical properties especially their EC (dSm^{-1}) values.
2. Elemental Sulphur (ES) which applied at four application rates So (0.0%), S1(0.05%), S2(0.10%) and S3(0.20%).
3. Gypsum (G) application which carried out at three application rates i.e. G0 (0.0%), G1(0.04%) and G3(0.08%)

The studied treatments, including soil salinity and applications of elemental sulfur and gypsum, were arranged within the experimental units in a 3-way completely randomized block design with three replicates.

All pots were irrigated at moisture content of soil field capacity (60%). As well as these pots were manured by compost at rate of 5%.

At the same time the pots ware fertilized by ordinary super phosphate at a rate of $0.13 gkg^{-1}$. The applications of compost, super phosphate and elemental Sulphur and gypsum ware carried out before planting and good mixed with the pots soil. Both N and K fertilizers ware applied at recommended doses of barley plants ($g.kg^{-1}$) as ammonium nitrate 33%N and potassium Sulphur ($48\%k_2O$)

After 72 days of planting, the plants of each pot ware harvested above the soil surface, weighted oven dried, weighted and analyzed for the content of some nutrients and trace elements.

Aftar harvesting, soil samples were taken separately from each pot and analyzed for its chemical composition and the content of available nutrients and trace elements.

The obtained data may be summarized in the following points:

- The studied five soils have an EC value varied between 2.80 dSm^{-1} (S4) and 5.40 dSm^{-1} (S3)
- Soil pH varied between 7.19 and 7.78 in soil 2 and 5 respectively, while the content of OM varied between 2.36 and 0.37% in soil1 and 5 respectively, ESP were varied between 10.47 and 17.38 in soil 1 and soil 5, respectively Na was varied from 19.50 to 29.0 $meq.L^{-1}$ in soil 1 and soil 5.
- The predominant soluble cations in the five soils were Na^{+}, while the predominant soluble anion was CL^{-1}
- All soils have a low and moderate content of both macro- and micro- nutrients as well as the content of some trace elements.
- The five soils have a clay texture class.

A- Effect of soil properties on dry matter yield of barley plants (BDW):

- According the found BDW the cultivated soils take the order soil2>soil1>soil3>soil4>soil5.This trend means that, BDW was decreased with the increase in soil EC dSm^{-1}. The relationship between BDW $gpot^{-1}$ and soil EC may be explained by this equation.

$$BDW = 6.06 – 0.82\ EC \qquad (r=0.92)$$

- Increasing in soil pH of the studied soils reduced BDW ($gpot^{-1}$). Where their reeducation was BDW= 38.8 -4.65 pH (r=0.71)
- As well as increasing in the soil content ($meq.L^{-1}$) of soluble Na^{+} and Cl^{-} resulted in decrease of BDW ($gpot^{-1}$), where these two relations may be described using the following two equation:

$BDW=5.83- 0.10\ Na^{+}$ (meq. L^{-1}) (r=0.93) in the case of Na^{+}

$BDW= 5.91- 0.09\ Cl^{-1}$ (meq. L^{-1}) (r=0.92) in the case of Cl^{-}

These two equations and the two varied correlation coefficients show a similar decrease effected of both Na^{+} and Cl^{-} on BDW.

B. Effect of gypsum and Sulphur applications on barley dry weight (BDW):

-Individual applications of gypsum especially at high application rate (0.08%) resulted in a significant increase of BDW under the five soil conditions under study for example, BDW in the plants grow in soil 5 was increased from 1.13 $gpot^{-1}$ with zero gypsum and Sulphur (G0 and S0) applications to 1.35 $gpot^{-1}$ in the same soil with the treatment of S0 and G3 recorded increase percent of 17.391.

-Individual applications of Sulphur especially at high applications in all soils under study resulted in a signification increase of BDW. For example, BDW of barely plants planted in soil5 was increased from 1.13 $gpot^{-1}$ with the treatment of G0 and S0 to 2.11 $gpot^{-1}$ recorded increase percent of 83.478

-More significant increases of BDW were found with the plants growing in the soils with the combined applications of G and S especially at their high application rates (G2 and S3). For example, BDW of the plants grown in soil5 was increased from 1.15 $gpot^{-1}$ with G0 and S0 treatment to 2.52 $gpot^{-1}$ for the plants cultivated in the same soil treated by G2 and S3 together with increase percent of 123.478.

C. Effected of gypsum and sulfur applications on nutrients contents of barley plants:

1- Nitrogen (N) content:

- The soils under study have a moderate effect on N concentration (%) in barely plants which ranged between 0.13 and 0.10% with different treatments under study.
- With all treatments of G and S individually and in combination and according the found N (%) in barley plants the cultivated soils take the order soil 2> soil 1> soil 3 >soil4 >soil5.This order is in harmony with pH of the studied soils as well as with these soils content of organic matter.
- On the other hand, N uptake by barely plants in the five soils varied from 2.89 to 6.91$mgpot^{-1}$ with a mean of 4.24 $mgpot^{-1}$, where the highest uptake was found in the plants planted in soil2 and the lowest was found in the plants cultivated in soil 5.
- Nitrogen uptake by barley plants significantly increased as a result of added S increase where its uptake varied from 2.89 $mgpot^{-1}$ in soil 5 to 6.04 $mgpot^{-1}$ in soil2 with mean of 4.24 $mgpot^{-1}$.

- Individual application of gypsum led to a signification increase in both N concentration (%) and uptake ($mgpot^{-1}$) by barely plants grown in the five soils varied in their salinity. For example, N uptake by barley in soil2 was increased from 2.60 $mgpot^{-1}$ with the treatment of S0 and G0 to 7.31 $mgpot^{-1}$ with the treatment of S0 and G2.

The data also show that, the effectiveness of Sulphur and gypsum application for promoting nitrogen uptake. For example, in soil 2, the highest mean nitrogen uptake (12.42 $mgpot^{-1}$) was observed at the 0.2% and 0.08 % application level for both sulfur and gypsum, respectively, while in soil 4, the highest mean nitrogen uptake (9.38 $mgpot^{-1}$) was observed at the 0.05% sulfur and 0.04 % gypsum application.

Moreover, the data indicates that the combined application of sulfur and gypsum can have a significant effect on nitrogen uptake in barley plants, with the highest mean nitrogen uptake observed at the 0.1% sulfur and 0.08% gypsum application levels. For example, in soil 2, the combined application of sulfur and gypsum at the 0.1% and 0.08% application levels resulted in a mean nitrogen uptake of 12.42 $mgpot^{-1}$, which is higher than the mean nitrogen uptake observed with either sulfur or gypsum alone at any application level in the same soil.

2-Phosphorus(P) content:

The properties of the studied soil have a significant effect on P (%) of barley plants, where according to this content, the experimental soils take the order soil5>soil4>soil2>soil1>soil3.

Furthermore, the results suggest that the response of P uptake to sulfur and gypsum additions also varies depending on soil type. For example, in soil 1 and soil 2, the highest P uptake values are observed at 0.1% sulfur and 0.08% gypsum.

Furthermore, the results suggest that the optimum sulfur and gypsum application rates for maximum P uptake in soils vary among soils. For example, in soil 1 and soil 2, the highest P uptake values are observed at 0.1% sulfur and 0.08% gypsum, while in soil 3, soil 4, and soil 5, the highest P uptake values are observed at 0.2% sulfur and 0.04% gypsum.

Regarding the effect of adding elemental sulfur, the results suggest that P uptake generally increases with increasing levels of sulfur, although the magnitude of the increase varies depending on the specific soil sample. For instance, in soil 1, the P uptake increases from 5.80 $mgpot^{-1}$ to 10.79 mg/pot as the rate of sulfur increases from 0.0% to 0.2%. Generally, the mean P uptake throughout all soil samples increased from 5.13 to 10.77 $mgpot^{-1}$ as the rates of sulfur increases from 0.0 to 0.2%.

In respect to the effect of gypsum treatments on P uptake ($mgpot^{-1}$), the results indicate that, the P uptake generally increases with increasing levels of gypsum, although the magnitude of the increase varies depending on the specific soil sample.

For instance, in soil 1, the P uptake increases from 7.03 $mgpot^{-1}$ to 9.71 $mgpot^{-1}$ as the gypsum addition rate increases from 0.0% to 0.08%. General, mean of P uptake in all soil samples increased from 5.97 $mgpot^{-1}$ to 9.14 $mgpot^{-1}$ as the rate of gypsum increases from 0% to 0.08%.

3-Potassium (K) content:

The plants content (%) of K with all S and G applications varied widely from soil to another. The results indicate that the combined applications of gypsum and sulfur generally enhance K uptake compared to the application of either amendment alone, although the magnitude of the increase varies depending on the specific soil sample and the added rate of gypsum and sulfur used. For instance, in Soil 1, the application of 0.0 % gypsum and 0.10% sulfur results in a K uptake from 1.25 mg/pot, which is higher than the uptake observed with either amendment alone.

As well as their soil5 has the highest K % in the barley plants, with a value of 1.54%, while Soil3 has the lowest K %, with a value of 1.34%.

A variation in K uptake by the plants across the different studied soils, soil2 has the highest K uptake, with plants taking up 63.45 mg/ pot, while soil4 has the lowest K uptake, with plants taking up only 28.93 mg per pot.

The mean K uptake of all soils was 40.83 $mgpot^{-1}$, that increase with increasing the level of sulfur added to the soil, the K% of barley plants increases. For instance, in Soil1, the mean K% of barley plants increases from 1.32 at 0% sulfur to 1.48 at 0.2% sulfur.

As increase in the level of gypsum added to the soil increases, the mean K% of barley plants shows a slight increase. For example, in soil1, the mean K% of barley plants increases from 1.33 at 0% gypsum to 1.48% at 0.08% gypsum. This trend is also observed in other soils. However, the observed trend is not statistically significant, given the LSD value for gypsum at a 0.05 level of significance, which is 0.1.

As increased the level of sulfur added to the soil, the mean K uptake of barley plants also increases. For example, in soil1, the mean K uptake of barley plants increases from 34.81 mg per pot at 0% sulfur to 56.47 mg per pot at 0.2% sulfur. This trend is also observed in other soils.

There is no clear trend in the mean K uptake of barley plants with increasing levels of gypsum. For example, in soil1, the mean K uptake of barley plants is 41.15 mg per pot at 0% gypsum, and it increases to 52.52 mg per pot at 0.08% gypsum, but it decreases to 51.23 mg per pot at 0.04% gypsum.

This trend is not consistent across the other soils. In some soils, such as soil2 and soil4, the mean K uptake of barley plants increases with increasing levels of gypsum.

4-Sulfur (S) content:

The data shows that, S % values for studied soils varied with values ranging from 0.406 to 0.487 %. The highest S % value was observed in soil 5 (0.487), followed by soils 2 and 4 (0.480 and 0.483%).

Sulfur uptake in studied soils, varied with values ranging from 9.229 to 21.016 $mgpot^{-1}$. The highest sulfur uptake was observed with soil 2 (21.016 $mgpot^{-1}$), followed by soil 1 (16.083 $mgpot^{-1}$). The lowest sulfur uptake was observed in soil 5 (9.229 $mgpot^{-1}$). The higher sulfur uptake observed in soils with lower salt concentrations (soils 1 and 2). On the other hand, the lower sulfur uptake observed in soils with higher salt concentrations (soils 4 and 5).

Increasing the amount of gypsum applied to the soil increases the sulfur content of the barley plants. When no gypsum applications, the sulfur content of the barley plants was 0.44 %. However, while its values with 0.04% and 0.08%gypsum.

Increased to 0.47% and 0.49%, respectively. The data shows that increasing the amount of gypsum applied to the soil results in a higher sulfur uptake in barley plants. When no gypsum was added to the soil, the sulfur uptake by the barley plants was 10.80 mg/pot. However, when 0.04% gypsum was added to the soil, the sulfur uptake increased to 13.61 mg/pot. Moreover, the sulfur uptake increased to 15.24 mg/pot when 0.08% gypsum was added to the soil.

Additions of sulfur had a positive impact on S% in all soils tested. As the sulfur rate increased from 0.0 to 0.2 %, there was a corresponding increase in S% in all soils. However, the impact of sulfur on S% varied depending on the soil type. Soils 5, 4, and 2 had higher S% values compared to soils 1 and 3.

In addition, S application had a significant increase effect on S uptake by barely plants grown in soils varied in their salinity. The highest sulfur uptake was observed in soil 2 at the highest sulfur rate of 0.2%, with a value of 27.81 mg/pot. Soil 4 also showed a significant increase in sulfur uptake as the sulfur rate increased.

5-Lead (Pb) content:

Lead concentration and uptake (mg/kg and $mgpot^{-1}$) are higher in soils with higher salinity, such as content in soil 2 and soil 3, compared to soils with lower salinity, such as soil 4 and soil 5. However, there

are some exceptions, such as soil 1, which has a lower salinity but a higher Pb mg/kg than soil 4 and soil 5.

The experimental saline soils can be arranged according to their effect on Pb concentration (mg/kg) in the barley plant as the following order: soil 3> soil 5 > soil 4 >soil 2 > soil 1 and as Pb uptake ($mgpot^{-1}$) as the following order: soil 2 > soil 1 > soil 3 > soil 4 > soil 5.

In general, gypsum application increased Pb (ppm) and uptake $mgpot^{-1}$ by barley plant in most soils, except for soil 4 and soil 5, where the highest gypsum rate (G3) decreased Pb (mg/kg) and uptake ($mgpot^{-1}$) in barley plants compared to the control (Go).

6-Cadmium (Cd) content:

All five saline soils have cadmium concentrations in barley above the average level of 0.1 mg/kg, but below the animal feed limit of 0.5 mg/kg. This means that these soils have different effects on Cd accumulation in barley plants. Lead uptake by barley plants grown in different saline soils is very low, where its ranging from 0.0003 to 0.0005 $mgpot^{-1}$.

The mean Cd content of barley plants increased with increasing sulfur applications in all soils.

- The data also show that, indicating that sulfur enhanced the uptake of Cd by the plants.
- The highest Cd content was observed with the plants in soil 5 with treatment S3 (0.1968 mg/Kg), while the lowest Cd content was observed with the plants in soil 2 with treatment.
- The statistical results show that sulfur treatments have significant effects on Cd. This means that there are differences among the treatments in terms of Cd (mg/Kg).
- The results reveal that, the mean Cd uptake of barley plants increased with increasing sulfur applications across all soils.

The highest Cd uptake was observed in soil 2 with treatment S3 (0.0007 $mgpot^{-1}$), while the lowest Cd uptake was observed in soil 4 and soil 5 with treatment S0 (0.0002 $mgpot^{-1}$).

The statistical analysis shows that gypsum treatment has a significant effect on Cd uptake in barley plants. This means that, there are significant differences among the mean Cd uptake for different gypsum treatments where a significantly different between G0 and G1, G0 and G2, and G1.

D-Relationships between nutrients uptake and soil chemical properties:

There are as negative correlation between nitrogen uptake and soil properties such as pH, EC, K^+, Na^+, Mg^{++}, Ca^{++}, Cl^-, and HCO_3^-. Higher levels of some soil properties were associated with higher P % in barley plants. On the other hand, the correlation coefficients for P uptake ($mgpot^{-1}$) were negative. Saline soil chemical properties have a well effect (positive or negative) in K content (% and $mgpot^{-1}$) The positive or negative of the correlation coefficient indicates the direction of the relationship between the two variables. A positive correlation coefficient suggests that as one variable increases.

The other variable also tends to increase, while a negative correlation coefficient suggests that as one variable increases, the other variable tends to decrease.

Such as a weak positive correlation for S content with pH (0.06), EC (0.19), K^+ (0.26), Na^+ (0.10), Mg^{++} (0.28), Ca^{++} (0.54) and SO_4^{--} (0.10), indicating that these soil properties have little influence on the sulfur content of barley plants in saline soils.

There is a negative correlation between sulfur uptake and most of the soil properties, except for pH and Ca^{++}. The strongest negative correlation is with SO_4^{--} (r = -0.700), followed by Na^+ (r = -0.674) and HCO_3^- (r = -0.685). The weakest negative correlation is with EC (r = -0.651) and Cl^- (r = -0.651). The positive correlation with pH (r = 0.058) and Ca^{++} (r = 0.542) is weak and moderate, respectively.

عنوان الرسالة: دراسات على المحتوى الميسر من بعض المغذيات ونمو النبات فى الأراضي المتأثرة بالأملاح

اسم الباحث : شيماء حسن عبد الوارث المليجى

الدرجة العلمية: الماجستير فى العلوم الزراعية

القسم العلمى : علوم الأراضي

تاريخ موافقة مجلس الكلية : ٢٠٢٤/٣/١٣

لجنة الإشراف: أ.د/ صلاح عبد المجيد رضـــــوان أستاذ كيمياء الاراضى، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

أ.د/ الحسيني عبد الغفار أبو حسيـن أستاذ كيمياء الاراضى، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

أ.د/ منال فتحى عبد السلام طنطاوي رئيس بحوث معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة -مركز البحوث الزراعية-الجيزة- مصر

الملخص العربى

أجريت الدراسة باستخدام الاراضى المتأثرة بالملوحة لدراسة تأثير الجبس أو الكبريت كل على حدة أو مجتمعة على الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من العناصر الغذائية، وكذلك تأثيرها على نمو ومحتوى نباتات الشعير ***Hordeum vulgare L.*** (صنف الجيزة ١٢٣ صنف) تم تجفيف خمسة أسطح (٠-٣٠) سم من كل تربة من مواقع مختلفة، وتم خلطها جيدًا وتحليلها من حيث خصائصها الكيميائية والفيزيائية بالإضافة إلى محتواها من العناصر الغذائية والعناصر النادرة المتاحة.

في هذه الدراسة تم استخدام نوعين من محسنات التربة وهي الكبريت العنصري كمحسن كيميائى (ES) ذات نقاوة ٩٩٪ ودرجة حموضة ٦.٨، والثاني كان الجبس (G) كمحسن طبيعي ($CaSO_4$ $2H_2O$) والذي تم الحصول عليه من محطة البحوث الزراعية بسخا بمحافظة كفر الشيخ. بلغت درجة نقاوته ٨٥٪ وقد أجريت هذه الدراسة كتجربة أصص على نبات الشعير (***Hordeum vulgare L.***) كنبات اختبار. بذور الشعير تم الحصول عليها من مركز البحوث الزراعية مصر وكانت معاملات الدراسة هي:

١- أنواع التربة وتشمل خمسة أنواع من التربة (So1، So2، So3، So4، So4) متفاوتة في الخواص الفيزيائية والكيميائية خاصة قيم EC (dSm^{-1}).

٢- الكبريت العنصرى (ES) والذى أضيف عند أربع معاملات وهى (٠.٠٪) ، S1(0.05)٪ (٠.١٠) S2٪ ، S3 (٠.٢٠٪).

٣- الجبس الزراعى (G) الذي تم اضافته بثلاثة معدلات G0 (0.0)٪ ، G1 (٠.٠٤٪) وG3 (٠.٠٨٪)

تم ترتيب المعاملات المدروسة وهي نوع الارض ومعدلات اضافه الكبريت والجبس، بما في ذلك ملوحة التربة وتطبيقات عنصر الكبريت والجبس، داخل الوحدات التجريبية في تصميم القطاعات الكاملة ثلاث اتجاهات مع ثلاث مكررات.

تم ري جميع الأصص عند المحتوى الرطوبى مساويا ٦٠% من السعه الحقليه للارض وكذلك تم تسميد الاصص بالكمبوست بمعدل ٥٪.

في نفس الوقت تم تسميد الأصص بالسوبر فوسفات بمعدل ٠.١٣ جم/ كجم. تم إضافة كلاً من الكبريت والسوبر فوسفات قبل الزراعة وخلطها جيداً مع تربة الاصص.

تم إضافة كل من اسمدة N و K بالمعدلات الموصي بها لنبات الشعير (٠.١ جم/كجم) على صورة نترات الأمونيوم ٣٣٪ N وكبريت البوتاسيوم (٤٨٪).

بعد ٧٢ يومًا من الزراعة، تم حصاد نباتات كل أصيص فوق سطح التربة وتجفيفها بفرن على ٧٠˚C ثم وزنها وكذلك تقدير المحتوى من بعض العناصر الغذائية والعناصر النادرة.

وبعد الحصاد، تم أخذ عينة التربة من كل أصيص وتحليلها من حيث الخواص الكيميائيه ومحتوى العناصر الغذائية والعناصر النادره الميسره.

يمكن تلخيص النتائج التي تم الحصول عليها في النقاط التالية:

- أن درجه التوصيل الكهربائى لارض الدراسه تراوحت ما بين 2,80 ديسميز/م فى الارض٤ و3,70 ديسميز/ م فى الارض رقم ٥.
- الرقم الهيدروجيني تراوح بين 7,19 و7,78 فى الأرض ٢و٥ على الترتيب، في حين إختلف محتوى الماده العضويه ما بين 2,03و37, 0 فى الأرض ٢و٥ على الترتيب.وكذلك كانت نتائج الصوديوم ما بين19,50 و.٢90 فى الأرض ٢و٥ على الترتيب.
- الكاتيونات الذائبة السائدة في الأراضي الخمسة كانت الصوديوم، بينما كان الأنيون السائد هو الكلوريد.
- وكانESP يتراوح مابين 10.47 و17.38 فى التربة ١و٥ على التوالى وكذلك محتوي المادة العضوية كان يتراوح بين 0.37و2.36فى التربه ١و٥ على التوالى.
- وكان المحتوى الميسر من المغذيات الكبرى والصغرى وكذلك العناصر النادره منخفض إلى متوسط.
- التربة الخمسة ذات قوام طينى.

أ- تأثير خواص الأرض على محصول المادة الجافة لنبات الشعير (BDW)

- وفقًا للقيم المتحصل عليها من BDW، فإن الأراضى الخمسه تأخذ الترتيب ٢> ١> ٣> ٤> ٥. يعني هذا الإتجاه أن محصول المادة الجافة من نبات الشعير إنخفض مع زيادة درجه التوصيل الكهربى للأرض. يمكن توضيح العلاقة بين بقعة BDW -1 و EC للتربة بهذه المعادلة:

$$BDW = 6.06 - 0.82\ EC\ (r = 0.92)$$

- زيادة الرقم الهيدروجيني للتربة المدروسة خفض محصول الماده الجافةBDW والموضح بالمعادلةBDW = 38.8 PH 4.65- ف (ص = ٠.٧١.
- بالإضافة إلى ذلك فان الزيادة لمحتوى التربة (ملليمكافئ/لتر) من الصوديوم والكلور الذائبين أدى إلى إنخفاض محصول الماده الجافه ((BDW; $(gpot^{-1})$)، حيث يمكن وصف هاتين العلاقتين بإستخدام المعادلتين التاليتين:

$$BDW=5.83- 0.10\ Na^{+}\ (meq.\ L^{-1}) \qquad (r=0.93)\ \text{in the case of}\ Na^{+}$$

$$BDW= 5.91- 0.09\ Cl^{-1}\ (meq.\ L^{-1}) \qquad (r=0.92)\ \text{in the case of}\ Cl^{-}$$

تُظهر هاتان المعادلتان معاملات الارتباط تشابه تاثير كل من هذين الأنيونين على إنخفاض محصول الماده الجافه.

ب. تأثير إضافات الجبس والكبريت على الوزن الجاف للشعير (BDW)

أدت إضافات الجبس خاصه عند معدل الإضافه المرتفع (٠.٠٨٪) إلى زيادة معنويه فى محصول الماده الجافه تحت ظروف الأراضى الخمسة قيد الدراسة على سبيل المثال، تمت زيادة BDW في النباتات التي تنمو في التربة ٥ من ١.١٣ جم /اصيص بدون اضافه جبس او كبريت إلى ١.٣٥ جم /اصيص في نفس التربة مع معالجة SO و G3 بمعدل زيادة بنسبة17.391 .

أدت الاضافات المنفرده للكبريت خاصة في معدلات الاضافه العالية في جميع أنواع الاراضى تحت الدراسة إلى زيادة محصول المادة الجافه زيادة معنويه. على سبيل المثال زاد محصول الماده الجافه للنباتات المزروعة بالشعير في التربة ٥ من ١.١٣ جم /اصيص مع معالجة G٠ و S٠ إلى ٢.١١ جم /اصيص بزيادة مقدارها 83,478%

أمكن الحصول على زيادة معنويه أكثر فى محصول الماده الجافه مع الإضافات المشتركه للجبس والكبريت خاصة في معدلات الإضافات العالية (G2 و S3). على سبيل المثال، تمت زيادة BDW للنباتات المزروعة في التربة ٥ من ١.١٥ جم /اصيص بدون إضافه جبس او كبريت إلى ٢.٥٢ جم /أصيص للنباتات المزروعة في نفس التربة مع المعامله G2 و S3 مع زيادة نسبه مئويه قدرها 123,478 .

ج- تأثير إضافه الجبس والكبريت على محتويات العناصر الغذائية لنبات الشعير:

١- محتوى النيتروجين (N):

أظهرت التربة قيد الدراسة تاثير متوسط على محتوى نباتات الشعير من النيتروجين (٪) في نباتات الشعير حيث تراوحت هذه النسب المئوية بين ٠.١٣ و ٠.١٠٪ وذلك مع جميع معدلات الدراسة.

مع جميع معاملات G و S كل على حدة ومعا ووفقًا لنسبة N (٪) الموجودة في نباتات الشعير، أخذت التربة المزروعة ترتيب التربة ٢> تربة ١> تربة ٣> تربة ٤> تربة ٥. هذا الترتيب متمشياً مع الأس الهيدروجيني للأراضى المدروسة وكذلك المحتوى من المواد العضوية.

من ناحية أخرى، تفاوتت الكميات الممتصة من النيتروجين في الأراضي الخمسة من ٢.٨٩ إلى ٦.٩١ ملجم/ اصيص بمتوسط ٤.٢٤ ملجم/اصيص، حيث تم الحصول على أعلى نسبة في النباتات المزروعة في التربة ٢ وأقلها في النباتات المزروعة في التربة ٥.

ازداد النيتروجين الممتص زيادة معنويه مع زيادة الكبريت المضاف حيث تفاوت إمتصاصه من ٢.٨٩ ملليجرام /اصيص في التربة ٥ إلى ٦.٠٤ ملليجرام /اصيص في التربة بمتوسط ٤.٢٤ ملليجرام /اصيص.

أدى إضافت الجبس إلى زيادة معنويه في كل من تركيز (%) وامتصاص (مليجرام /اصيص) (٪) النيتروجين فى الأراضى الخمسة المتفاوتة في ملوحتها، على سبيل المثال، ازداد النيتروجين الممتص بنبات الشعير في التربة ٢ من ٢.٦٠ ملليجرام /اصيص مع تم إضافت كبريت او جبس إلى ٧.٣١ ملليجرام /اصيص مع علاج S٠ و G2 (٠,8%).

أظهرت البيانات أيضاً فعالية الإضافات المشتركة الكبريت والجبس في تعزيز إمتصاص النيتروجين والتى إختلفت بإختلاف أنواع التربة. على سبيل المثال، في التربة ٢، لوحظ أن أعلى متوسط إمتصاص للنيتروجين (١٢.٠مجم/اصيص) عند معدل إضافه ٠.٢٪ و ٠.٠٨٪ لكل من الكبريت والجبس على التوالي، بينما في التربة ٤، كان أعلى متوسط إمتصاص للنيتروجين (٩.٣٨ مجم / اصيص). لوحظ مع إضافه ٠.٠٥٪ كبريت و ٠.٠٤٪ جبس.

علاوة على ذلك، تشير النتائج إلى أن الأضافات المشتركة للكبريت والجبس يمكن أن يكون لها تأثير معنوى على إمتصاص النيتروجين في نباتات الشعير، مع أعلى معدل إمتصاص للنيتروجين كان مصاحباً لإضافة ٠.١٪ كبريت و٠.٠٨٪ جبس. على سبيل المثال، في التربة ٢، أدى الاستخدام المشترك للكبريت والجبس عند معدلات ٠.١٪ و ٠.٠٨٪ إلى الحصول على إمتصاص قدره ١٢.٤٢ مجم / اصيص وهو أعلى من متوسط إمتصاص للنيتروجين الذي لوحظ مع الإضافات المنفرده لكل من الكبريت أو الجبس عند أي معدل إضافة فى كل تربه.

٢- محتوى الفوسفور (P):

- كان لخصائص التربة المدروسة تأثير معنوي على نسبة الفوسفور (%) فى نبات الشعير، ووفقاً لهذا المحتوى، فإن الأراضي تحت التجربة أخذت الترتيب "تربة ٥> تربة ٤> تربة ٢> تربة ١> تربة ٣".

علاوة على ذلك، تشير النتائج إلى أن إستجابة إمتصاص الفوسفور لإضافات الكبريت والجبس تختلف أيضاً بإختلاف خواص التربة. على سبيل المثال، في التربة ١ والتربة ٢ ، لوحظ أن أعلى قيم إمتصاص للفوسفور عند ٠.١٪ كبريت و ٠.٠٨٪ جبس.

علاوة على ذلك، تشير النتائج إلى أن انسب معدلات إضافة للجبس والكبريت للحصول على اقصى إمتصاص للفوسفور يتوقف على نوع الأرض. على سبيل المثال، في التربة ١ والتربة ٢ ، لوحظت أعلى قيم إمتصاص للفوسفور موجوداً مع ٠.١٪ كبريت و ٠.٠٨٪ جبس ، بينما كان فى الأراضى ٣ و ٤ و ٥ مع معدلات إضافة ٠.٢٪ كبريت و ٠.٠٤٪ جبس.

صاحب إضافة الكبريت تأثير معنوى على إمتصاص الفوسفور ويتوقف هذه الزياده على نوع الارض وخواصها على سبيل المثال، في التربة ١ ، زاد إمتصاص الفوسفور من ٥.٨٠ مجم / اصيص إلى ١٠.٧٩ مجم / اصيص مع زيادة معدل إضافة الكبريت من ٠.٠٪ إلى ٠.٢٪. بشكل عام، زاد متوسط امتصاص الفوسفور في جميع عينات التربة من ٥.١٣ مجم / اصيص ١٠.٧٧ مجم / اصيص مع زيادة الكبريت المضاف من ٠٪ إلى ٠.٢٪.

فيما يتعلق بتأثير بمعدلات الجبس على إمتصاص الفوسفور (ملليجرام / اصيص)، أوضحت النتائج إلى زيادة فى إمتصاص الفسفور مع إختلاف معدل الزيادة بإختلاف نوع وخواص الأرض.

على سبيل المثال، في التربة ١، ازداد امتصاص الفوسفور من ٧.٠٣ مجم / اصيص إلى ٩.٧١ مجم / اصيص مع زيادة معدل إضافة الجبس من ٠.٠٪ إلى ٠.٠٨٪. وكان المتوسط العام للفسفور في جميع عينات التربة إزداد من ٥.٩٧ مجم / اصيص إلى ٩.١٤ مجم /اصيص حيث إزداد معدل الجبس من ٠٪ إلى ٠.٠٨٪.

٣- محتوى البوتاسيوم (K):

تفاوت محتوى النباتات (%) من البوتاسيوم مع جميع إضافات الكبريت والجبس المختلفة من تربة إلى أخرى. وتشير النتائج إلى أن الاستخدام المشترك للجبس والكبريت بشكل عام ادى إلى زيادة فى إمتصاص البوتاسيوم مقارنة مع تلك المصاحبة للإضافات الفردية. على سبيل المثال، في التربة ١ ، صاحب اضافة ٠.٠٪ من الجبس و ٠.١٠٪ من الكبريت إلى زيادة البوتاسيوم الممتص إلى ٨.٠١ مجم / اصيص ، وهو أعلى من الامتصاص المصاحب للإضافات المنفردة وأظهرت النتائج فى الأرض أن أعلى محتوى (%) من البوتاسيوم (1.54%) فى التربة رقم ٥، بينما التربة ٣ كانت أقل نسبة هي (١.٣٤٪).

إختلف البوتاسيوم الممتص بإختلاف أنواع التربة المدروسة. وكانت التربة ٢ أعلى إمتصاص للبوتاسيوم حيث كان امتصاص النبات، ٦٣.٤٥ مجم / اصيص، بينما كانت التربة ٤ أقل امتصاص للبوتاسيوم، ٢٨.٩٣) مجم / اصيص). متوسط إمتصاص البوتاسيوم لجميع أنواع التربة هو ٤٠.٨٣ مجم / اصيص والذي زاد مع زيادة مستوى الكبريت المضاف إلى التربة. على سبيل المثال، في التربة ١ ، يزيد متوسط K٪ فى نبات الشعير إزداد محتوى البوتاسيوم من ١.٣٢ عند ٠٪ كبريت إلى ١.٤٨ عند ٠.٢٪ كبريت.

مع زيادة معدل الجبس المضاف إلى التربة، ازداد المحتوى من البوتاسيوم (%) فى نباتات الشعير زيادة بسيطة. على سبيل المثال، في التربة ١ ، إزداد متوسط نسبة البوتاسيوم في نباتات الشعير من ١.٣٣% عند ٠.٠٪ جبس إلى ١.٤٨% عند ٠.٠٨٪ جبس. لوحظ هذا الإتجاه أيضاً في جميع أنواع الأراضى الأخرى. ومع ذلك، فإن الاتجاه الملحوظ ليس ذا دلالة إحصائية، حيث اعطى قيمة ٠.٠١١ عند مستوى ٠.٠٥ LSD للجبس.

مع زيادة معدل الكبريت المضاف إلى التربة، ازداد أيضًا امتصاص K لنبات الشعير. على سبيل المثال، في التربة ١ ، إزداد متوسط امتصاص البوتاسيوم لنباتات الشعير من ٣٤.٨١ مجم / اصيص مع اضافة بنسبة ٠.٠٪ كبريت إلى ٥٦.٤٧ مجم / اصيص بنسبة ٠.٢٪ من الكبريت. لوحظ هذا الإتجاه أيضاً في جميع أنواع الأراضى تحت الدراسة.

لا يوجد إتجاه واضح في متوسط إمتصاص البوتاسيوم لنباتات الشعير مع زيادة مستويات الجبس. على سبيل المثال، في التربة ١ ، متوسط إمتصاص البوتاسيوم لنبات الشعير هو ٤١.١٥ مجم / اصيص عند معدل اضافة ٠٪ من الجبس ، وزاد إلى ٥٢.٥٢ مجم / اصيص عند معدل اضافة ٠.٠٨٪ من الجبس ، ولكنه انخفض إلى ٥١.٢٣ مجم / اصيص بنسبة ٠.٠٤٪ من الجبس.

هذا الإتجاه غير ثابت فى جميع أراضى الدراسة. في بعض أنواع التربة مثل التربة ٢ والتربة ٤ ، إزداد متوسط امتصاص البوتاسيوم لنباتات الشعير مع زيادة معدلات إضافة الجبس ، بينما في أنواع أخرى من التربة ، مثل التربة ٣ والتربة ٥ ، إنخفض متوسط إمتصاص البوتاسيوم لنباتات الشعير مع زيادة الجبس المضاف.

٤- محتوى الكبريت (S):

أظهرت النتائج أن قيم S٪ لها تأثير علي أراضي الدراسة على محتوى النبات من الكبريت (%) حيث تراوحت من ٠.٤٠٦ إلى ٠.٤٨٧٪. وكانت أعلى قيمة S٪فى الارض ٥ (٠.٤٨٧)، تليها التربة ٢ و ٤ (٠.٤٨٠ و ٠.٤٨٣%).

إمتصاص الكبريت فى أراضي الدراسة من ٩.٢٢٩ مجم / اصيص إلى ٢١.٠١٦ مجم / اصيص. لوحظ أعلى إمتصاص للكبريت في التربة ٢ (٢١.٠١٦ مجم / اصيص)، تليها التربة ١ (١٦.٠٨٣ مجم / اصيص). لوحظ أقل إمتصاص للكبريت في التربة ٥ (٩.٢٢٩ مجم / اصيص) وكان أعلى إمتصاص للكبريت فى الاراضى منخفضة الملوحه (تربة ١,٢).

على الجانب الأخر، أقل إمتصاص للكبريت كان مع الأراضى مرتفعة الملوحة (تربة ٤,٥) .

زيادة كمية الجبس المضاف إلى الأراضى أدى إلى زيادة محتوى الكبريت في نبات الشعير. عند عدم إضافة الجبس إلى التربة، كان محتوى الكبريت في نبات الشعير ٠.٤٤٪. أما عند إضافة الجبس ٠.٠٤٪ و ٠.٠٨٪ إلى التربة، فإن محتوى الكبريت في نبات الشعير زاد إلى ٠.٤٧٪ و ٠.٤٩٪. على التوالى.

أظهرت النتائج أن زيادة كمية الجبس المضاف أدى االى زيادة فى إمتصاص الكبريت في نباتات الشعير. عند عدم إضافة الجبس إلى التربة، كان الكبريت الممتص بواسطة نباتات الشعير ١٠.٨٠ مجم/ اصيص. ومع ذلك، عند إضافة ٠.٠٤٪ من الجبس إلى التربة، زاد امتصاص الكبريت إلى ١٣.٦١ مجم /اصيص. علاوة على ذلك، زاد امتصاص الكبريت إلى ١٥.٢٤ مجم / اصيص عند إضافة ٠.٠٨٪جبس زراعى.

إضافة الكبريت كان له تأثير معنوى على نسبة الكبريت في جميع أنواع أراضى الدراسة. مع زيادة معدل اضافة الكبريت من ٠.٠ إلى ٠.٢٪ ، أدى إلى زيادة مقابلة في محتوى الكبريت في جميع أنواع الأراضى، وتأثر المحتوى من الكبريت تاثيراً معنوياً على S٪ باختلاف انوع الأراضى حيث أظهرت الأراضى ٥ و ٤ و ٢ على قيم محتوى الكبريت أعلى مقارنة بالتربة ١ و ٣ .

كان لإضافة الكبريت تأثير معنوي على محتوى نباتات الشعير من الكبريت مع تفاوت فى القيم المتحصل عليها من إمتصاص النبات مع تفاوت ملوحة التربه والتى كان لها تأير معنوى على إمتصاص الكبريت وقد لوحظ أعلى إمتصاص للكبريت في الأرض ٢ عند أعلى معدل إضافه٠.2 % كبريت من ٢٧.٨١ مجم / اصيص. فى حين أظهرت الأراضى ٤ أيضاً زيادة معنوية في إمتصاص الكبريت مع زيادة معدل الكبريت.

٥- محتوى الرصاص (Pb):

كان تركيز الرصاص وإمتصاصه بواسطة نبات الشعير أعلى في التربة ذات الملوحة العالية، مثل التربة ٢ والتربة ٣، مقارنة بمحتوى النباتات النامية فى ذات تربة الملوحة المنخفضة، مثل التربة ٤ والتربة ٥. ومع ذلك، هناك بعض الإستثناءات، مثل التربة ١، التي تحتوي على ملوحة أقل، ولكن أعلى فى المحتوى من الرصاص من النباتات الناميه في التربة ٤ والتربة ٥. ويمكن ترتيب الأراضى الملحيه تحت الدراسة طبقاً لتركيز الرصاص بالنباتات على النحو التالي: التربة ٣> التربة ٥> التربة ٤> التربة ٢> التربة ١وبناءاً على الممتص من الرصاص فتلك الأراضى تأخذ الترتيب التالي: التربة ٢> التربة ١> التربة ٣> التربة ٤> التربة ٥.

بشكل عام، أدى إستخدام الجبس إلى زيادة إمتصاص الرصاص (جزء في المليون) والإمتصاص ملليجرام/ اصيص بالنباتات النامية في معظم أنواع الأراضى، بإستثناء التربة ٤ والتربة ٥ ، حيث إنخفض من المحتوى من الرصاص عند أعلى معدل إضافة للجبس مقارنة بالمحتوى عند عدم إضافة الجبس(Go).

٦- محتوى الكادميوم (Cd):

بلغ متوسط محتوى نباتات الشعير فى الأراضى الخمسة تحت الدراسة المالحة على تركيزات من الكادميوم في الشعير أعلى من متوسط مستوى ٠.١ مجم/ كجم، ولكن أقل من المحتوى الحرج البالغ ٠.٥ مجم/ كجم. هذا يعني أن نوع الأرض هذه لها تأثيرات مختلفة على تراكم الكادميوم في نباتات الشعير. إن امتصاص نباتات الشعير المزروعة في تربة مالحة مختلفة ومنخفضة والذي تراوح من ٠.٠٠٠٣ إلى ٠.٠٠٠٥ مجم/ اصيص.

زاد متوسط محتوى الكادميوم في نباتات الشعير مع زيادة إضافت الكبريت في جميع أنواع الأراضى، مما يشير إلى أن زيادة الكبريت أدى إلى زيادة إمتصاص النباتات للكادميوم. لوحظ أعلى محتوى من الكادميوم موجوداً فى النباتات النامية في التربة ٥ بالمعاملةS3 (٠.١٩٦٨ مجم / كجم)، بينما لوحظ أقل محتوى Cd كان فى النباتات الناميه في التربة ٢ مع المعاملة S٠ بمعدل (٠.١١١٢ مجم / كجم) بمعدل صفر كبريت.

- أظهرت النتائج الإحصائية أن معاملات الكبريت كان لها تاثيرات معنوية على الكادميوم (P<٠.٠٠١). هذا يعني أن هناك إختلافات بين المعاملات من حيث تأثيرها على الكادميوم.

- أظهرت النتائج أن متوسط امتصاص الشعير للكادميوم زاد مع زيادة معاملات الكبريت في جميع أنواع الاراضى. لوحظ أعلى امتصاص للكادميوم في التربة ٢ مع المعاملة (0.0007 S3 مجم / اصيص) ، بينما لوحظ أقل امتصاص للكادميوم في التربة ٤ والتربة ٥ مع الممتص (0.0002 S٠ مجم / اصيص).

- أظهر التحليل الإحصائي أن إضافات الجبس لها تأثير معنوي على إمتصاص الكادميوم في نباتات الشعير عند مستوى معنوية ٠.٠١. هذا يعني أن هناك إختلافات معنوية بين متوسط إمتصاص الكادميوم في معاملات الجبس المختلفة حيث يوجد إختلاف كبير بين G0 و G1 ، G0، G2 ، G1 .

د- العلاقات بين المغذيات والخواص الكيميائية للتربة:

وجد أن هناك معامل إرتباط سلبي بين إمتصاص النيتروجين وخصائص التربة مثل الأس الهيدروجيني، EC، HCO_3^-، Cl^-، Ca^{++} ، Mg^{++} ، Na^+ ، K^+

كما وجد أن معاملات ارتباط الأعلى كانت مع بعض صفات التربه والفسفور الممتص في نبات الشعير. من ناحية أخرى، كانت معاملات الإرتباط لإمتصاص الفوسفور (مجم /اصيص) سالبة مع بعض الخواص الكيميائية للتربة المالحة فى حين كان هذا المعامل موجب مع هذه الخواص والمحتوى من البوتاسيوم (٪ مجم/ اصيص) وظهر ذلك على صورة قيمة أقل وتأثير معنوى منخفض فى هذه العلاقة.

مثل هذا معامل إرتباط الموجب الضعيف بين تركيز الكبريت والأس الهيدروجيني (٠.٠٦) ، EC (0.19)، K^+ (0.26) ، Na^+ (0.10)، Mg^{++} (0.28)، Ca^{++} (٠.٥٤) و SO_4^- (٠.١٠) غير أن هذا المعامل سالب مع بعض خصائص التربة والمحتوى من الكبريت في نباتات الشعير في الأراضى المالحة تحت الدراسة.

كذلك كان هناك علاقة سلبية بين إمتصاص الكبريت ومعظم خواص التربة، باستثناء الأس الهيدروجيني و Ca^{++} ، ولهذا المعامل أكثر سالبية مع (SO_4^- (r = -0.700 ، يليه (Na^+ (r = -0.674 و HCO_3^- (r= -٠.٦٨٥). أضعف ارتباط سلبي هو مع EC (r= -0.65) و (Cl^- (r = -0.651. فى حين كانت هذه العلاقة موجبة العلاقة مع الأس الهيدروجيني (r = 0.058) و (Ca^{++} (r = 0.542 ضعيفة ومتوسطة على التوالي.