

MENOUFIA JOURNAL OF SOIL SCIENCE

<https://mjss.journals.ekb.eg>

Title of Thesis	:	APPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY IN PLANT NUTRITION AND SOIL FERTILITY
Name of Applicant	:	Mohamed Khaled El Sayed Elgezery
Scientific Degree	:	Ph.D.
Department	:	Soil Science
Field of study	:	Soil Science
Date of Conferment	:	Jun. 12, 2024
Supervision Committee:		
- Dr. M. N. Faiyad	:	Prof. of Plant Nutrition and Soil Fertility, Faculty of Agriculture, Menoufia Uni.
- Dr. E. A. Abou Hussien:	:	Prof. of Soil Physics and Water Relations, Faculty of Agriculture, Menoufia Uni.

SUMMARY AND CONCLUSION

This study was conducted in two experiments on one sandy soil of Egypt (30°22'11.0" N, 30° 47' 41.0" E). The first was carried as a pots experiment at greenhouse experiment, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Menoufia University, Shebin El-Kom, Egypt and the second was carried out as a field experiment at Alkhatatba Village, El Sadat City, Menoufia Governorate, Egypt to study the influence of conventional (CMFs) and nano mineral fertilizers (NMFs) applied in soil-foliar method and pre-treatment (soaking treatment) of sugar beet seeds using a mixture of micronutrients in nano form on:

- 1- Chemical properties of sandy soil as well as its content of available macro and micronutrients.
- 2- Growth, yield and quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.vc.BTS-654) as well as its content of macro and micronutrients.

Treatment in this study are listed as followed:

- 1- T1: Control 100% RDs (recommended doses) of N, P, K, Fe, Zn, Mn and Cu mineral fertilizers. These RDs as defined by Ministry of Agriculture and Land Reclamation.
- 2- T2: Nano macronutrients + Nano micronutrients (NNPK+NMN) which carried out at 50 % of recommended dose.
- 3- T3: Nano potassium (NK) which applied potassium sulphate at a rate of 50% of its RDs (25 kg fed⁻¹).
- 4- T4: Nano micronutrients (NM) Mixtures of micronutrients containing of Fe, Zn, Mn and Cu. This solution was added at application rate of 50 % of its recommended dose.
- 5- T5: Nano potassium + Nano micronutrients (NK+NMN) as described with the treatments number 3 and 4.

This study was carried out on sugar beet (*Beta vulgaris* L.,vc BTS-645) plant. Seeds of sugar beet were brought from Sugar Corps Research Institute, Agricultural Research Centre "ARC", Giza, Egypt.

I- Greenhouse experiment

In this experiment, 40 plastic pots were used, where each pot was filled by 15 kg of fine sandy soil. The pots were divided into two main groups (20 pots/ main group) representing the soaking treatments. The pots of each main group were divided into five subgroups (4 pot sub group⁻¹) representing the treatments of mineral fertilizers. All treatments of conventional and nanofertilizers were carried out separately before planting. All pots were fertilized with recommended dose (RDs) as defined by Ministry of Agriculture and Land Reclamation. This experiment includes 10 treatments. The studied ten treatments were arranged in a two way randomize complete blocks design (RCBD) in four replicates.

At harvest stage (120 day), the plant of each pot was taken as a whole and separated into roots and shoots. Then some growth parameters of both shoots and roots were carried. Their growth parameters were as the following:

- a- Root and shoots fresh and dry weight (g/plant⁻¹). Leaf chlorophyll content (mg m⁻²) as well as leaf area index (LAI).
- b- Both shoots and roots chemical composition analyses.

In addition, relative changes “RC” (%) of the data of obtained were calculated.

$$RC (\%) = \frac{DT - DC}{DC} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

Where the *DT* and *DC* represent treatments values of treated and untreated soil and plants, respectively.

After harvesting, the soil of each pot was taken from each pot, ground, good mixed, sieved through a 2 mm sieve and kept for its pH and EC (dS m⁻¹) as well as the content of available macro and micronutrients.

II- The Field Experiment

A field experiment was carried out during 2022/2023 autumn-winter growing season at Alkhatatba Village, El Sadat City, Menoufia Governorate, Egypt (30°22'11.0" N, 30° 47' 41.0" E). The experimental area (600 m²) was divided into plots with a total number of 40 plots. These plots were divided into equal main groups represent pre-treatment (soaking) treatment of sugar beet seeds. After that the plots of each main group were divided into five subgroups representing the treatments of mineral fertilizers as pre-mentioned with the first experiment. At 26 October 2022, two seeds (under soaked) of sugar beet seeds were handily planted in each hill at 5–10 cm depth with 25 cm distance on 2 sides of the beds (plants density 28000 fed⁻¹). Groundwater is used for irrigation with applying surface drip irrigation. All plots were fertilized with recommended dose (RDs) as defined by Ministry of Agriculture and Land Reclamation (as mentioned in the first experiment). The experimental treatments were arranged in two-way randomized complete block design (RCBD) with four replicates.

At harvest stage (190 days from sowing), plant roots of each plant were taken, weighted and recorded as kg plant⁻¹ and Mg fed⁻¹. At the same day root of five plants were selected randomly from each replicate to record their growth parameters which were as:

- a) Morphological characters i.e. root length (cm), root diameter (cm), root fresh and dry weight (kg plant⁻¹ and Mg fed⁻¹).
- b) Leaf chlorophyll content (at 90 and 180 day, mg m⁻²).
- c) Quality traits.i.e. sucrose percentage, quality index, α -amino-N, K, Na and total soluble solids percentage (TSS %).
- d) Nutrients content (N, P, K, Fe, Zn, Mn and Cu).

In addition, relative changes “RC” (%) of the data with the studied treatments in compared with the control (T1) were calculated as illustrated with the first experiment.

After harvesting, soil sample was taken from each plot, prepared, and analyzed for its some chemical properties and the content of available macro-and micronutrients.

The obtained results could be summarized as follows: -

I- Greenhouse experiment

1- Effect of CMFs and NMFs applications on:-

a) Sandy soil pH and EC.

- Nano-mineral fertilizers (NMFs) compared with led to a decrease in sandy soil pH and EC compared to conventional mineral fertilizers (CMFs) with both non- and soaking treatments.
- There are not significant differences between the found data in relation with the studied treatments of mineral fertilizers applied in soil-foliar methods.
- Soil pH and EC values with the soaking treatment were lower compared to these found with non-soaking treatment, where these differences was not significant.

b) Sandy soil nutrients content.

- Soil content (mg kg^{-1}) of available N, P, and K varied widely based on the tested treatments of mineral fertilizers in both conventional and nano forms. Soaking treatments with five soil-foliar treatments of mineral fertilizers resulted in an increase in the sandy soil content of available N, P, and K compared to non-soaking treatments.
- Mineral fertilizers (CMFs and NMFs) applications have an increase effect on sandy soil cultivated by sugar beet of available contents of Fe, Zn, Mn, and Cu (mg kg^{-1}).
- The results show that, the treatments T2, T3, T4, and T5 resulted in a significant increase in the soil content of these nutrients in compared with these found with T1, with wide variations between them.

2- Effect of CMFs and NMFs applications on sugar beet plant.

- Sugar beet leaves under sandy soil conditions are significantly affected by NMFs applications compared to CMFs, with a relative change (RC%). Measured leaf characteristics such as chlorophyll content, leaf area index (LAI), fresh weight, and dry weight increased significantly with NMFs applications compared to CMFs treatments.
- Similar increases were found with soaking treatment compared to non-soaking treatment under all treatments of mineral fertilizers.
- Both fresh and dry weight of sugar beet (roots and shoots) grown in sandy soil showed a wide range depending on the studied treatments where with either of non- and soaking treatments the highest weights found in the plant receiving T2.
- The fresh weights of roots and shoots with non-soaking treatment ranged from 201.19 and 256.65 to 283.91 and 361.44 (g plant^{-1}) recorded RC values of 28 and 27 %, respectively. While their dry weight with the non-soaking ranged from 95.97 and 115.13 to 147.27 and 187.54 (g plant^{-1}) with RC equal 54 and 63 %, respectively.
- Sugar beet (roots and shoots) plant content (% and mg plant^{-1}) of N, P and K under sandy soil conditions in relation with mineral fertilizers (conventional and nano forms) and seeds soaking treatment using mixture of nanomicro nutrients appeared a significant difference among the studied treatments. Roots content (% and mg plant^{-1}) with non-soaking treatment N content ranged from 0.125 to 0.167 % and this rang with soaking treatment was from 0.132 to 0.176 %. As well as, N content (%) of shoots varied from 0.116 to 0.160 % and from 0.124 to 0.173 % with non- and soaking treatments, respectively. Nitrogen uptake (mg plant^{-1}) by both roots and shoots of sugar beet plants increased significantly as a result of NMFs applications compared with that found with CMFs applications.
- Phosphorus (P) content (%) and uptake (mg plant^{-1}) were increased as a result NMFs applications compared with CMFs applications in both roots and shoots of sugar beet plants grown in sandy soil

under non- and soaking treatments. According to the found data of P content and RC values of its uptake the experimental treatments of mineral fertilizers may be arranged in the following order T2>T5>T3>T4>T1. This order was observed in both roots and shoots with non- and soaking treatments.

- Also, K content (% and mg plant⁻¹) in both roots and shoots were increased significantly with NMFs and soaking treatments in compared with CMFs and non-soaking treatments followed by these fertilizers applications.
- The effect of some mineral fertilizers (N, P, K, and micronutrients) in conventional and nano forms with non-and soaking on sugar beet contents (mg kg and mg plant⁻¹) of Fe, Zn, Mn and Cu especially with appeared wide response the nanofertilizers treatment (T2, T3, T4 and T5) compared with data of T1, where the treatment of nano-mineral fertilizers resulted in a significant increase in sugar beet (roots and shoots) content of Fe, Zn, Mn and Cu.
- Micronutrients contents and uptake (mg kg⁻¹ and mg plant⁻¹) of both roots and shoots of sugar beet plants increased significantly as a result of soaking treatment in compared with that found with non-soaking treatments.

II- Field experiment

1- Impact of CMFs and NMFs applications on:-

a) Sandy soil pH and EC.

- There are not significant differences in the found data of soil pH and EC affected by the five tested mineral fertilization treatments with both non- and soaking treatments.
- Soil pH and EC values appeared a low response for the soaking treatment, where their decreased in compared to their non-soaking treatment. These decreases were not significant.

b) Sandy soil nutrients content.

- Results showed that soil content (mg kg⁻¹) of available N, P, and K varied widely based on the tested treatments and the determined nutrient found with T2 especially with soaking treatment. The high values of these contents were positive with wide variations.
- Sandy soil contents of available N, P, and K with NMFs were higher than these found with CMFs with both non-and soaking treatment. Soaking treatments with five soil treatments of mineral fertilizers resulted in a significant increase in the sandy soil content of available N, P, and K compared to non-soaking treatments.
- Mineral fertilizers (CMFs and NMFs) applications have a significant effect on the available contents (mg kg⁻¹) of Fe, Zn, Mn, and Cu in sandy soil cultivated by sugar beet.
- The results show that the treatments T2, T3, T4, and T5 resulted in a significant increase in the soil content of these nutrients. All RC values of sandy soil content of available Fe, Zn, Mn, and Cu affected by the studied treatments were positive, with wide variations between them.

2- Impact of CMFs and NMFs on growth, yield and quality traits of sugar beet plants

a) Chlorophyll content (mg m⁻²).

- Chlorophyll content (mg m⁻²) in the leaves of sugar beet plants (at 90 and 180 day growth period) under sandy soil conditions was increased significantly as a result of NMFs applications in compared with to that found CMFs applications with non-and soaking treatment. Similar significant increases in the leaves content of chlorophyll was found with soaking treatment in compared with these recorded with non-soaking treatment with the tested treatments of mineral fertilizers (CMFs and NMFs).

b) Morphological characters and yield of Sugar beet plant (roots).

- Data of root length, root diameter, root fresh weight, root dry weight, root yield and sugar yield of sugar beet plant grown in sandy soil increased significantly as a result of NMFs applications than

these recorded with CMFs treatment with both of non- and soaking treatments. The highest weights were found in the plant received T2.

- The root length and root diameter with non-soaking treatment ranged from 22.53 to 27.13 and 17.43 to 21.14 (cm) recorded RC values of 20 and 21 %, respectively. While their root fresh weight, root dry weight with the non-soaking ranged from 1.20 to 1.52 and 0.317 to 0.419 (kg plant⁻¹) with RC equal 27 and 32 % and root yield and sugar yield ranged from 35.38 to 43.92 and 6.63 to 8.85 (Mg fed⁻¹), respectively.

c) Quality traits.

- Data of quality traits.i.e. Sucrose percentage, quality, total soluble solid percentage (%TSS), α -amino-N, K and Na of sugar beet plants under sandy soil conditions increased significantly by NMFs applications in compared with these resulted from CMFs applications with both non-and soaking treatment.
- Similar significant increases of the measured quality traits were found with soaking treatment in compared with these recorded with non-soaking treatment with all mineral fertilizers (CMFs and NMFs) treatments under study.

d) Nutrients contents.

- Sugar beet (roots) plants content (% and kg fed⁻¹) of N, P and K under sandy soil conditions in relation with mineral fertilizers (conventional and nano forms) and seeds soaking treatment using mixture of nano micronutrients was increased significantly as a result of NMFs applications in compared with that found with CMFs applications with a significant difference with the effect of treatments. This trend was found with both non- and soaking treatments.
- There are a significant difference among the studied treatments effect on roots sugar beet plants content of N, P and K. Roots content (% and kg fed⁻¹) of N, P and K with non-soaking treatment ranged from 0.218 to 0.270, 0.089 to 0.104 and 0.079 to 0.098 % and this rang with soaking treatment was from 0.299 to 0.292, 0.094 to 0.112 and 0.083 to 0.104 %, respectively.

Sugar beet content and uptake (mg kg⁻¹ and kg fed⁻¹) of micronutrients (Fe, Zn, Mn and Cu) under sandy soil conditions in appeared a wide response to the tested treatments of mineral fertilizers (conventional and nano forms) and seeds soaking treatment using mixture of nano micronutrients. These contents were increased significantly as a result of NMFs applications in compared with those found with CMFs applications. This trend was found with both non- and soaking treatments. As well as the content of Fe, Zn, Mn and Cu with nano-mineral fertilizers are lower than these found with soaking treatment.

عنوان الرسالة: تطبيقات النانوتكنولوجي في تغذية النبات وخصوبة الأراضي

اسم الباحث : محمد خالد السيد الجزيري

الدرجة العلمية: دكتور الفلسفة في العلوم الزراعية

القسم العلمي : علوم الأراضي

تاريخ موافقة مجلس الكلية : ٢٠٢٤/٨/١٢

لجنة الإشراف: أ.د/ محمد نجيب السيد فياض أستاذ تغذية نبات وخصوبة الأراضي، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

أ.د/ الحسيني عبد الغفار أبو حسين أستاذ كيمياء الأراضي، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

الملخص العربي

أجريت هذه الدراسة في تجربتين على إحدى الأراضي الرملية في مصر (١١,٠٢٢٥٣٠ شمالاً، ٣٠°٤٧'٤١" شرقاً). أجريت الأولى كتجربة أصص وتمت بصوبة التجارب الزراعية - قسم علوم الأراضي - كلية الزراعة - جامعة المنوفية بشبين الكوم - مصر والثانية تجربة حقلية في قرية الخطاطبة - مدينة السادات - محافظة المنوفية - مصر لدراسة تأثير الأسمدة التقليدية (CMFs) والأسمدة المعدنية النانوية (NMFs) المضافة بالإضافة الأرضية والرش والمعاملة المسبقة (معاملة النقع) لبذور بنجر السكر باستخدام خليط من المغذيات الصغرى في صورة النانو على:

- ١- الخواص الكيميائية للتربة الرملية وكذلك محتواها من المغذيات الكبرى والصغرى الميسرة.
- ٢- نمو وإنتاجية وصفات الجودة لنبات بنجر السكر علاوة على محتواها من المغذيات الكبرى والصغرى.

وكانت معاملات التسميد في هذه الدراسة كالتالي:-

- ١- T1: الكنترول عبارة عن ١٠٠% من المعدلات الموصى بها من وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي لنبات بنجر السكر وذلك للعناصر الكبرى والصغرى.
 - ٢- T2: المغذيات الكبرى+ المغذيات الصغرى في صورة النانو (NNPK+NMN) والتي يتم تنفيذها بنسبة ٥٠% من المعدل الموصى به.
 - ٣- T3: نانو البوتاسيوم (NK) الذي يتم إضافة كبريتات البوتاسيوم بمعدل ٥٠% من المعدل الموصى (٥ كجم/فدان).
 - ٤- T4: المغذيات الصغرى في صورة النانو (NMN) والتي يتم تنفيذها بنسبة ٥٠% من المعدل الموصى بها.
 - ٥- T5: نانو بوتاسيوم+ المغذيات الصغرى في صورة النانو (NK+NMN) والتي تم ذكرها في المعاملات رقم ٣ و ٤.
- في هذه الدراسة تم استخدام نبات بنجر السكر (*Beta vulgaris L.,vc BTS-645*) تم إحضار البذور من معهد بحوث المحاصيل السكرية - مركز البحوث الزراعية - الجيزة - مصر.

١- تجربة الصوبة

في هذه التجربة تم استخدام ٤٠ أصيص بلاستيك، حيث تم ملء كل أصيص بمقدار ١٥ كجم من التربة الرملية الناعمة. تم تقسيم الأصص إلى مجموعتين رئيسيتين (٢٠ أصيص/المجموعة الرئيسية) تمثل معاملات النقع. ثم تم تقسيم أصص كل مجموعة رئيسية إلى خمس مجموعات فرعية (٤ أصص لكل مجموعة فرعية) تمثل معاملات الأسمدة المعدنية. تم تنفيذ جميع معاملات الأسمدة التقليدية والنانوية بشكل منفصل قبل الزراعة. تم تسميد جميع الأصص بالجرعة الموصى بها (RDs) كما حددتها وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي. تتضمن هذه التجربة ١٠ معاملات. تم ترتيب المعاملات العشرة المدروسة في اتجاهين بتصميم القطاعات الكاملة العشوائية في أربع مكررات.

في مرحلة الحصاد (١٢٠ يوماً)، تم أخذ نبات كامل من كل أصيص وتم تقسيمه إلى جذور وسيقان. ومن ثم تم إجراء أخذ بعض قياسات النمو لكل من الجذر والسيقان وكانت معايير النمو على النحو التالي:

أ- الوزن الطازج والجاف للجنود والسيقان (جم/نبات)، محتوى الورقة من الكلوروفيل (ملجم/م²) وكذلك دليل مساحة الورقة (LAI).

ب- تحليل التركيب الكيميائي للسيقان والجنود.

بالإضافة إلى حساب التغيرات النسبية للنتائج المتحصل عليها بتأثير معاملات الدراسة باستخدام المعادلة (١)

$$\text{التغير النسبي (\%)} = \frac{\text{قيمة المعاملة - قيمة الكنترول}}{\text{قيمة الكنترول}} \times 100 \quad (١)$$

بعد الحصاد أخذت عينة أرض من كل أصيص على حده وجففت هوائياً وطحنت ونخلت خلال منخل ٢ مم وقدر لها رقم الحموضة والتوصيل الكهربى (ds m⁻¹) وكذلك محتواها الميسر من بعض المغذيات الكبرى والصغرى.

٢- تجربة الحقل

أجريت التجربة الحقلية خلال موسم النمو الخريفي الشتوي ٢٠٢٢/٢٠٢٣ بقرية الخطاطبة، مدينة السادات، محافظة المنوفية، مصر (٣٠°٤٧'٤١" شمالاً، ٣٠°٤٧'٤١" شرقاً). تم تقسيم المساحة التجريبية (٦٠٠ م²) إلى قطع تجريبية بإجمالي عدد ٤٠ قطعة. تم تقسيم هذه القطع التجريبية إلى مجموعات رئيسية متساوية تمثل المعاملة المسبقة (النقع) لبذور بنجر السكر. بعد ذلك تم تقسيم قطع كل مجموعة رئيسية إلى خمس مجموعات فرعية تمثل معاملات الأسمدة المعدنية كما ذكر في التجربة الأولى. في ٢٦ أكتوبر ٢٠٢٢، تمت زراعة بذرتين (بدون النقع ومع النقع) من بذور بنجر السكر يدوياً في كل جورة على عمق ٥-١٠ سم ومسافة ٢٥ سم على جانبي المصطبة (الكثافة النباتية ٢٨٠٠٠ نبات/فدان). تم الري باستخدام المياه الجوفية بنظام الري بالتنقيط السطحي. تم تسميد جميع قطع الأراضي بالجرعة الموصى بها (RDs) كما حددتها وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي (كما ذكر في التجربة الأولى). رتبت المعاملات التجريبية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بأربعة مكررات.

بعد ١٩٠ يوم من الزراعة حصدت النباتات من كل وحده تجريبية على حده. ووزنت (كجم/نبات، طن/فدان). وفي نفس اليوم تم اختيار جذر خمسة نباتات عشوائياً من كل مكرره لتسجيل معايير النمو والتي كانت على النحو التالي:

أ) الصفات المورفولوجية مثل طول الجذر (سم)، قطر الجذر (سم)، الوزن الطازج والجاف للجذر (كجم/نبات، طن/فدان).

ب) محتوى الأوراق من الكلوروفيل (عند ٩٠ و ١٨٠ يوم من الزراعة، ملجم/م²).

ج) صفات الجودة: نسبة السكر، مؤشر الجودة وألفا أمينو نيتروجين والبوتاسيوم والصوديوم ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (%TSS).

د) محتوى العناصر الغذائية (Cu, Mn, Zn, Fe, K, P, N).

بالإضافة إلى حساب التغيرات النسبية للنتائج المتحصل عليها باستخدام المعادلة (١).

بعد ذلك أخذت عينة أرض من كل وحده تجريبية على حده وجففت هوائياً وطحنت ونخلت خلال منخل ٢ مم وقدر لها الخواص الكيميائية وكذلك محتواها من بعض المغذيات الكبرى والصغرى الميسرة.

ويكمن إيجاز النتائج المتحصل عليها فيما يلي:

I- تجربة الصوبة

■ تأثير الأسمدة التقليدية (CMFs) والأسمدة المعدنية النانوية (NMFs) على:

١- التربة الرملية

أ) رقم الحموضة والتوصيل الكهربى (ds m⁻¹)

- أدى استخدام الأسمدة المعدنية النانوية (NMFs) إلى انخفاض رقم حموضة التربة الرملية والتوصيل الكهربى مقارنة بالأسمدة المعدنية التقليدية (CMFs) مع كل معاملات عدم النقع والنقع.

- لا توجد فروق معنوية بين البيانات الموجودة فيما يتعلق بالمعاملات المدروسة للأسمدة المعدنية المضافة بالإضافة للأرضية والرش.
- وكانت قيم رقم الحموضة للتربة وقيم التوصيل الكهربائي مع معاملة النقع أقل مقارنة بتلك الموجودة في معاملة عدم النقع، حيث لم تكن هذه الاختلافات كبيرة.
- لا توجد فروق معنوية بين القيم الموجودة بالنسبة للمعاملات المدروسة للأسمدة المعدنية المضافة بطريقة رش أو بالإضافة للتربة.
- كانت قيم رقم الحموضة للتربة والتوصيل الكهربائي مع معاملة النقع أقل مقارنة بتلك الموجودة في معاملة عدم النقع، حيث لم تكن هذه الاختلافات معنوية.

(ب) مغذيات التربة

- تباين محتوى التربة (ملجم/كجم) من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم الميسر على مدى واسع بناءً على المعاملات المدروسة للأسمدة المعدنية في كل من الأشكال التقليدية وأشكال النانو. أدت معاملات النقع للمعاملات الخمس للأسمدة المعدنية إلى زيادة محتوى التربة الرملية من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم مقارنة بمعاملات عدم النقع.
- معاملات الأسمدة المعدنية (CMFs و NMFs) لها تأثير متزايد على التربة الرملية المزروعة بواسطة بنجر السكر الذي يحتوي على محتويات متاحة من الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس (ملجم/كجم).
- أظهرت النتائج أن المعاملات T2، T3، T4، T5 أدت إلى زيادة معنوية في محتوى التربة من هذه العناصر الغذائية مقارنة مع المعاملات T1، مع وجود اختلافات واسعة بينهما.

٢- تأثير الأسمدة التقليدية (CMFs) والأسمدة المعدنية النانوية (NMFs) على نبات بنجر السكر

- تتأثر أوراق بنجر السكر تحت ظروف التربة الرملية بشكل كبير بمعاملات NMFs مقارنة مع CMFs، مع تغير نسبي (%RC). زادت خصائص الأوراق المقاسة مثل محتوى الكلوروفيل ودليل مساحة الورقة (LAI) والوزن الطازج والوزن الجاف بشكل ملحوظ مع معاملات NMFs مقارنة بمعاملات CMFs.
- وقد وجدت زيادات مماثلة مع معاملة النقع مقارنة بمعاملة عدم النقع تحت جميع معاملات الأسمدة المعدنية.
- أظهر كل من الوزن الطازج والجاف لبنجر السكر (الجذور والسيقان) المزروع في التربة الرملية نطاقاً واسعاً اعتماداً على المعاملات المدروسة حيث مع أي من المعاملات عدم النقع والنقع كانت أعلى الأوزان موجودة في النبات بالمعاملة T2.
- تراوحت الأوزان الطازجة للجذور والسيقان مع المعاملة عدم النقع من ٢٠١,١٩ و ٢٥٦,٦٥ إلى ٢٨٣,٩١ و ٣٦١,٤٤ (جم/نبات) وسجلت قيم RC قدرها ٢٨ و ٢٧% على التوالي، بينما تراوح وزنها الجاف مع عدم النقع من ٩٥,٩٧ و ١١٥,١٣ إلى ١٤٧,٢٧ و ١٨٧,٥٤ (جم / نبات) مع نسبة RC تساوي ٥٤ و ٦٣% على التوالي.
- ظهرت اختلافات معنوية في محتوى نباتات بنجر السكر (الجذور والسيقان، %، ملجم/نبات) من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم تحت ظروف التربة الرملية وعلاقتها بالأسمدة المعدنية (الأشكال التقليدية والنانو) ومعاملة نقع البذور باستخدام خليط من المغذيات الصغرى النانوية من بين العلاجات المدروسة. تراوحت نسبة النيتروجين في معاملة الجذور (%، ملجم/نبات) مع معاملة عدم النقع من ٠,١٢٥ إلى ٠,١٦٧، وتراوحت مع معاملة النقع من ٠,١٣٢ إلى ٠,١٧٦%. كذلك تراوحت نسبة النيتروجين (%) في الأفرع من ٠,١١٦ إلى ٠,١٦٠% ومن ٠,١٢٤ إلى ٠,١٧٣% في المعاملات عدم النقع والنقع على التوالي. زاد امتصاص النيتروجين (ملجم/نبات) بواسطة كل من جذور وسيقان نباتات بنجر السكر بشكل ملحوظ نتيجة معاملات NMFs مقارنة بتلك الموجودة في معاملات CMFs.
- تم زيادة محتوى الفوسفور (%P) والإمتصاص (ملجم/نبات) نتيجة معاملات NMFs مقارنة بمعاملات CMFs في كل من جذور وسيقان نباتات بنجر السكر المزروعة في التربة الرملية تحت معاملات عدم النقع. وفقاً للبيانات

- الموجودة لمحتوى الفوسفور وقيم RC لإمتصاصه، يمكن ترتيب المعاملات التجريبية للأسمدة المعدنية بالترتيب التالي $T_2 > T_5 > T_3 > T_4 > T_1$. وقد لوحظ هذا الترتيب في كل من الجذور والسيقان مع معاملات عدم النقع والنقع.
- أيضًا، تم زيادة محتوى البوتاسيوم (%، مجم نبات) في كل من الجذور والسيقان بشكل ملحوظ باستخدام NMFs ومعاملات النقع مقارنة مع CMFs ومعاملات عدم النقع.
- ظهر تأثير بعض الأسمدة المعدنية (N، P، K، والمغذيات الصغرى) بأشكالها التقليدية والنانو مع عدم النقع والنقع على محتويات بنجر السكر (ملجم/كجم، مجم/نبات) من الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس خاصة مع ظهور استجابة واسعة لمعاملة الأسمدة النانوية (T2، T3، T4، T5) مقارنة مع بيانات T1، حيث أدت معاملة الأسمدة النانوية إلى زيادة معنوية في محتوى بنجر السكر (الجذور والسيقان) من الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس.
- زاد محتوى العناصر الصغرى وامتصاصها (ملجم/كجم، مجم/نبات) لكل من جذور وسيقان نباتات بنجر السكر بشكل ملحوظ نتيجة معاملة النقع مقارنة بتلك الموجودة في معاملات عدم النقع.

II- تجربة الحقل

١- تأثير إضافات الأسمدة المعدنية التقليدية والنانوية على التربة الرملية:

أ. رقم الحموضة والتوصيل الكهربى

- لا توجد فروق معنوية في البيانات الموجودة الخاصة برقم حموضة التربة والتوصيل الكهربى المتأثرة بمعاملات التسميد المعدنية الخمسة التي تم اختبارها مع كل من المعاملات مع عدم النقع والنقع.
- أظهرت قيم رقم الحموضة والتوصيل الكهربى للتربة استجابة منخفضة لمعاملة النقع، حيث انخفضت مقارنة بمعاملة عدم النقع. ولم تكن هذه الانخفاضات كبيرة.

ب. محتوى التربة الرملية من المغذيات

- أظهرت النتائج أن محتوى التربة (ملجم/كجم) من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم الميسر تباين بشكل كبير بناءً على المعاملات المدروسة والعناصر الغذائية الموجودة في المعاملة T2 خاصة مع معاملة النقع. وكانت القيم العالية لهذه المحتويات إيجابية مع وجود اختلافات واسعة.
- كانت محتويات التربة الرملية من N و P و K الميسر مع NMFs أعلى من تلك الموجودة في CMFs مع معاملات عدم النقع والنقع. أدت معاملات النقع مع معاملات الخمس للتربة من الأسمدة المعدنية إلى زيادة معنوية في محتوى التربة الرملية من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم الميسر مقارنة بالمعاملات عدم النقع.
- معاملات الأسمدة المعدنية (CMFs و NMFs) لها تأثير كبير على المحتوى الميسر (ملجم/كجم) من الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس في التربة الرملية المزروعة ببنجر السكر.
- أظهرت النتائج أن المعاملات T2، T3، T4، و T5 أدت إلى زيادة معنوية في محتوى التربة من هذه العناصر الغذائية. كانت جميع قيم RC لمحتوى التربة الرملية من الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس المتأثرة بالمعاملات المدروسة إيجابية، مع وجود اختلافات واسعة بينهما.

٢- تأثير إضافات الأسمدة المعدنية التقليدية والنانوية على نمو وإنتاجية وصفات الجودة لنباتات بنجر السكر:

أ) محتوى الكلوروفيل (ملجم/م²)

- تم زيادة محتوى الكلوروفيل (ملجم م²) في أوراق نباتات بنجر السكر (عند فترة نمو 90 و 180 يومًا) تحت ظروف التربة الرملية بشكل ملحوظ نتيجة لمعاملات NMFs مقارنةً بمعاملات CMFs التي تم العثور عليها مع عدم النقع والنقع. علاج. كما تم العثور على زيادات معنوية مماثلة في محتوى الأوراق من الكلوروفيل مع معاملة النقع مقارنة بتلك المسجلة مع المعاملة عدم النقع مع المعاملات المدروسة للأسمدة المعدنية (CMFs و NMFs).

ب) الصفات المورفولوجية وإنتاجية نبات بنجر السكر (الجذور)

- زادت بيانات طول الجذر، وقطر الجذر، والوزن الطازج للجذر، والوزن الجاف للجذر، وإنتاجية السكر لنبات بنجر السكر المزروع في التربة الرملية بشكل ملحوظ نتيجة لمعاملات NMFs مقارنة بتلك المسجلة مع معاملة CMFs بكل من عدم النقع والنقع. العلاجات. أعلى الأوزان وجدت في النبات المعاملة T2.
- تراوح طول الجذر وقطر الجذر مع عدم النقع من ٢٢,٥٣ إلى ٢٧,١٣ ومن ١٧,٤٣ إلى ٢١,١٤ (سم) وسجلت قيم RC قدرها ٢٠ و ٢١% على التوالي. بينما تراوح الوزن الرطب لجذورها، الوزن الجاف للجذور مع عدم النقع من ١,٢٠ إلى ١,٥٢ ومن ٠,٣١٧ إلى ٠,٤١٩ (كجم/نبات) مع نسبة RC تساوي ٢٧ و ٣٢%، وتراوح إنتاج الجذور وإنتاج السكر من ٣٥,٣٨ إلى ٤٣,٩٢ و ٦,٦٣ إلى ٨,٨٥ (طن/فدان)، على التوالي.

ج) صفات الجودة

- زادت بيانات صفات الجودة: نسبة السكر والوزن الجاف وإجمالي نسبة المواد الصلبة القابلة للذوبان (TSS %) و ألفا أمينو نيتروجين والبوتاسيوم والصوديوم في نباتات بنجر السكر تحت ظروف التربة الرملية بشكل ملحوظ من خلال معاملات NMFs مقارنة مع تلك الناتجة عن معاملات CMFs مع كل من معاملات عدم النقع والنقع.
- تم العثور على زيادات كبيرة مماثلة في صفات الجودة المقاسة مع معاملة النقع مقارنة بتلك المسجلة مع المعاملة عدم النقع مع جميع معاملات الأسمدة المعدنية (CMFs و NMFs) قيد الدراسة.

د) محتوى المغذيات لنبات بنجر السكر

- ارتفع محتوى نباتات بنجر السكر (الجذور، % وكجم/فدان) من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم تحت ظروف التربة الرملية مع الأسمدة المعدنية (الأشكال التقليدية والنانو) ومعاملة نقع البذور باستخدام خليط من المغذيات الصغرى النانوية بشكل ملحوظ. نتيجة لمعاملات NMFs مقارنة مع تلك الموجودة في معاملات CMFs مع اختلاف كبير في تأثير المعاملات. تم العثور على هذا الاتجاه مع كل من المعاملات مع عدم النقع والنقع.
- وجدت فروق معنوية بين المعاملات المدروسة في تأثيرها على محتوى جذور نباتات بنجر السكر من P و N و K. وتراوحت نسبة محتوى الجذور (% وكجم/فدان) من P و N و K مع معاملة عدم النقع من ٠,٢١٨ إلى ٠,٢٧٠. و ٠,١٠٤ إلى ٠,٠٧٩ و ٠,٠٧٩ إلى ٠,٠٩٨% وتراوحت هذه مع معاملة النقع من ٠,٢٩٩ إلى ٠,٢٩٢ ومن ٠,٠٩٤ إلى ٠,١١٢ و ٠,٠٨٣ إلى ٠,١٠٤% على التوالي.
- محتوى بنجر السكر وامتصاصه (مجم/كجم وكجم/فدان) من المغذيات الصغرى (الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس) تحت ظروف التربة الرملية ظهر استجابة واسعة للمعاملات المدروسة للأسمدة المعدنية (الأشكال التقليدية والنانو) ومعالجة نقع البذور بخليط من المغذيات الصغرى النانوية. تمت زيادة هذه المحتويات بشكل ملحوظ نتيجة لمعاملات NMFs مقارنة بتلك الموجودة في معاملات CMFs. تم العثور على هذا الاتجاه مع كل من المعاملات مع عدم النقع والنقع. وكذلك محتوى الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس في الأسمدة النانوية المعدنية أقل من تلك الموجودة في معاملة النقع.