

استخدامات الجبس لتحسين خصائص ومواصفات الترب الملحية للزراعة

هند محمد ارقيق^{1*}، صفاء ياسين محمد²، إبراهيم ابوالليل³
^{1,2}قسم علم النبات، كلية العلوم، جامعة طبرق، طبرق، ليبيا
³كلية الهندسة طبرق، جامعة طبرق، طبرق، ليبيا

Using of Gypsum to Improve the Properties and Specifications of Saline Soils for Agriculture

Hind M. Arigig^{1*}, Safa Y. M. Ragab², Ibrahim Abu Alleel³

^{1,2}Department of Botany, Faculty of Science, Tobruk University, Tobruk, Libya

³Faculty of Engineering, Tobruk University, Tobruk, Libya.

*Corresponding author: hend.emhemed@tu.edu.ly

Received: August 16, 2023

Accepted: October 03, 2023

Published: October 07, 2023

المخلص

أجريت هذه الدراسة بهدف استخدام راسب خام الجبس كمادة أولية وموارد طبيعية من جهة، ومن جهة أخرى إمكانية تطبيقها على الترب الزراعية السودانية لتعديلها وتحسين خواصها الفيزيائية لما له من فوائد عديدة، فقد أظهرت الدراسات أن الجبس أكثر فعالية من الجير في تلبية متطلبات الكالسيوم في النبات عند الحاجة إلى الكالسيوم الإضافي. لقد اشتملت الدراسة على عدة جوانب لتقييم مدى إمكانية تطبيق الجبس على الترب الملحية بهدف تعديلها وتحسين خواصها الفيزيائية مما يجعلها أكثر صلاحية في الزراعة وتحقيق أعلى المعدلات. لذا فقد تم احضار تربة من ثلاث مناطق زراعية بضواحي مدينة طبرق وخطها معاً بحيث تشكل تربة ممثلة لترب مختلفة، وتم تعبئتها في أصص بلاستيكية قطرها 18 سم، حيث تم زراعة بذور نبات الذرة على عمق 2 سم. تم استخدام مياه ري ذات تركيزات مختلفة من الملوحة في ري بذور نبات الذرة لمعرفة مدى استجابة وقدرة هذه البذور على الإنبات والنمو في ظروف مختلفة لمواصفات مياه الري بدون معالجة عن طريق إضافة مسحوق الجبس، حيث تمثلت مياه الري الملحية في تحضير مستويات مختلفة من المياه التي تحاكي تراكيز المياه الجوفية المالحة المختلفة التي يتم الري بها، وذلك لمدة ثلاثة أسابيع متتالية. كما تم تحضير محاليل ملحية من كلوريد الصوديوم NaCl بهدف محاكاة الترب الملحية المختلفة وذلك من خلال هذه المحاليل بأخذ أوزن 2 جرام، 4 جرام، 6 جرام، 8 جرام و 10 جرام وإذابتها في ماء مقطر وتم إكمال الحجم إلى واحد لتر (1000 مل). تم قياس معدلات النمو في نبات الذرة لجميع المعاملات لتراكيز مياه الري المختلفة لمدة ثلاثة أسابيع متتالية من خلال قياس كل من ارتفاع البادرات، طول وعرض الورقة، مساحة الورقة، عدد الجذور الجانبية، طول الساق، الوزن الرطب والجاف، طور الجذر الأولي وعدد الجذور الجانبية. في هذه الدراسة تم تطبيق خام الجبس على التربة الزراعية المستخدمة في الدراسة بواقع 2 طن/أكر و 3 طن/أكر ورصد معدلات النمو للنبات خلال الفترة الزمنية للدراسة وهي ثلاثة أسابيع. تضمنت الدراسة ثلاث حالات دراسية كل حالة شملت مجموعة من العينات على النحو التالي: المجموعة A: وتمثل عينات التربة بدون المعالجة (إضافة الجبس) عند تركيزات مختلفة من مياه الري بالمحلول الملحي إضافة إلى عينة الشاهد. المجموعة B: وتضم عينات التربة كما بالمجموعة A والمعالجة بالجبس عند مستويات تركيز بمعدل 12.11 جرام/أصيص (أي 2 طن/أكر). المجموعة C: وتشمل عينات التربة كما بالمجموعة A والمعالجة بالجبس عند مستويات تركيز بمعدل 18.16 جرام/أصيص (أي 3 طن/أكر). اقتصرت عملية الإنبات لنبات الذرة بعد سبعة أيام والتي تُظهر التباين الواضح في معدلات الإنبات عند التركيزات المختلفة للمحلول الملحي مما يدل على تأثير درجة ملوحة التربة على معدلات الإنبات والنمو في النبات، حيث كانت أعلى نسبة إنبات لعينة الشاهد (86.7%) وأقل نسبة إنبات في العينة S5 (45.19) عند التركيز 10 جرام. أظهرت النتائج مدى التحسن في معدلات النمو للنبات بين العينات المعالجة بإضافة مسحوق الجبس في المجموعتين B و C مقارنةً بالمجموعة A غير المعالجة.

أسفرت النتائج أيضاً أن معدلات النمو في النبات تزداد بزيادة معدلات إضافة مسحوق الجبس، حيث كانت معدلات النمو في المجموعة C أعلى من معدلات النمو في المجموعة B. كانت معدلات إضافة مسحوق الجبس في المجموعة B 12.11 جرام/أصيص، في حين كان في المجموعة B 18.16 جرام/أصيص. وتتوقف معدلات إضافة مسحوق الجبس للتربة على نوع التربة الزراعية من حيث خصائصها الفيزيائية والكيميائية ودرجة الصودية.

الكلمات المفتاحية: التربة الصودية (الملحية)، الجبس، تعديل التربة، المعالجة، التركيزات، نبات الذرة، معدلات النمو.

Abstract

This study was conducted with the aim of using gypsum ore deposits as raw materials and natural resources on the one hand, and on the other hand, the possibility of applying it to sodic agricultural soils to amend them and improve their physical properties because of its many benefits. Studies have shown that gypsum is more effective than lime in meeting the calcium requirements in plants when They need extra calcium. The study included several aspects to evaluate the possibility of applying gypsum to saline soils in order to amend them and improve their physical properties, making them more suitable for agriculture and achieving higher rates. Therefore, soil was brought from three agricultural areas on the outskirts of the city of Tobruk and mixed together to form soil representing different soils, and it was filled in plastic pots with a diameter of 18 cm, where corn seeds were planted at a depth of 2 cm. Irrigation water with different concentrations of salinity was used to irrigate the seeds of maize plants to see the response and ability of these seeds to germinate and grow in different conditions to the specifications of the irrigation water without treatment by adding gypsum powder. Different saline groundwater concentrations are used for irrigation, for three consecutive weeks. Sodium chloride (NaCl) salt solutions were prepared in order to simulate different salty soils. Through these solutions, weights of 2 grams, 4 grams, 6 grams, 8 grams and 10 grams were taken and dissolved in distilled water, and the volume was completed to one liter (1000 ml). Growth rates of maize plants were measured for all treatments of different irrigation water concentrations for three consecutive weeks by measuring seedling height, leaf length and width, leaf area, number of lateral roots, stem length, wet and dry weight, initial root stage and number of lateral roots. In this study, gypsum was applied to the agricultural soil used in the study at a rate of 2 tons/acre and 3 tons/acre, and the growth rates of the plant were monitored during the study period of three weeks. The study included three case studies, each case included a group of samples as follows: Group A: It represents soil samples without treatment (adding gypsum) at different concentrations of irrigation water with brine, in addition to the control sample. Group B: It includes soil samples as in group A, treated with gypsum at concentration levels of 12.11 g/pot (ie 2 tons/acre). Group C: It includes soil samples as in group A and treated with gypsum at concentration levels of 18.16 g/pot (i.e., 3 tons/acre). The germination process of the maize plant was completed after seven days, which shows the clear variation in germination rates at different concentrations of the saline solution, which indicates the effect of soil salinity on the germination and growth rates of the plant, where the highest germination rate was in the control sample (86.7%) and the lowest germination rate in the sample. S5 (45.19) at 10g focus. The results showed the extent of improvement in plant growth rates among samples treated with gypsum powder in groups B and C compared to untreated group A. The results also revealed that the plant growth rates increased with the increase in the rates of adding gypsum powder, as the growth rates in group C were higher than the growth rates in group B. The rates of adding gypsum powder in group B were 12.11 grams/pot, while in group B it was 18.16 gram/pot. The rates of adding gypsum powder to the soil depend on the type of agricultural soil in terms of its physical and chemical properties and the degree of sodicity.

Keywords: Sodic soil (saline), Gypsum, Soil amendment, Treatment, Concentrations, Maize plant, Growth rates.

مقدمة

تعتبر صحة التربة من القضايا ذات الاهتمام العالمي والتي تؤثر من بين أمور أخرى على الأمن الغذائي وجودة المياه. ويمكن لبعض الممارسات الزراعية، عند تطبيقها بشكل صحيح، حماية وتحسين صحة التربة. حيث تشير الدراسات البحثية وخبرات إدارة المزارع في الولايات المتحدة إلى أن الجبس هو تعديل فعال وقيم للتربة لأنواع معينة من التربة.

لقد حظي الجبس باهتمام متجدد في السنوات الأخيرة كتعديل محتمل للتربة. وقد وجد بعض المزارعين الذين تبينوا أن آثاره على الخصائص الفيزيائية للتربة يمكن أن تؤدي إلى إنتاج وأرباح أعلى، وتترايد البيانات حول قدرة المعدن على الحد من تلوث المصدر غير المحدد الذي تساهم به الزراعة.

إن الكالسيوم هو عنصر غذائي نباتي مهم وهو ضروري في جميع أنحاء التربة لنمو جذور النبات. ومع ذلك، فإن معظم أنواع التربة تحتوي على ما يكفي من الكالسيوم القابل للتبديل المتاح للنبات من أجل نمو جيد للجذور، ومعظم "نقص الكالسيوم" ناتج بالفعل عن مستويات مفرطة من العناصر الأخرى مثل الألومنيوم أو البوتاسيوم أو الأمونيوم أو الصوديوم [1].

لقد أظهرت الدراسات أن الجبس أكثر فعالية من الجير في تلبية متطلبات الكالسيوم في النبات عند الحاجة إلى الكالسيوم الإضافي. كما أن الكالسيوم في الجبس قابل للذوبان، حتى عندما يكون الرقم الهيدروجيني للتربة أكبر من 7، هذا يعزز توافره للنبات وحركته. ويتم ترشيح الكالسيوم المطبق كجبس في باطن الأرض بسرعة أكبر من الكالسيوم المطبق على شكل جير. ويوجد الكبريت في الجبس على شكل كبريتات (SO_4^{2-})، وهو متاح للنبات. لقد لوحظ زيادة نقص الكبريت في المحاصيل حيث تحول استخدام الأسمدة بعيداً عن الإمداد العرضي بالكبريت في الأسمدة الفوسفورية [2].

يمكن أن يساعد الجبس في التخفيف من المشاكل التي تسببها مستويات الصوديوم الزائدة في تربة الصودا. ويحل الكالسيوم محل الصوديوم في مواقع التبادل وتعزز الكبريتات إزالته عن طريق الترشيح (مثل كبريتات الصوديوم القابلة للذوبان) [3]. وتزيد نسبة الصوديوم والكالسيوم المنخفضة وتركيز الكبريتات الأعلى في محلول التربة من تليد الطين ويحسن الاستقرار الكلي (بنية التربة). وتتآكل التربة بسهولة أكبر عندما تفتقر إلى البنية. كما أن نقص الركام المستقر يعني أيضاً وجود مساحات مسامية أقل للمياه للتنقل خلالها. حيث ينتج عن هذا التشبع السريع بالمياه وضعف الترشيح أثناء هطول الأمطار وزيادة التقشر السطحي وضغط التربة عند جفاف التربة [4].

وفي بعض أنواع التربة الحمضية، يمكن استخدام الجبس لتخفيف سمية الألومنيوم الموجودة في باطن الأرض. لا ينبغي استخدام الجبس بدلاً من الجير لتصحيح حموضة التربة السطحية حيث أن تأثيره ضئيل على درجة حموضة التربة. حيث يمكن مزجه في التربة، ويكون الجير أكثر فاعلية في تحييد حموضة التربة، وزيادة درجة حموضة التربة وتقليل التشبع الحمضي. يعتبر الجير أيضاً أكثر فاعلية من الجبس في أعلى 10 سم في أنظمة عدم الحراثة لأن ديدان الأرض والكائنات الحية الأخرى تخلط الجير في التربة. ومع ذلك، لا يمكن خلط الجير في التربة التحتية الحمضية ما لم يتم الحرث العميق المكلف. في هذه الحالات، يمكن أن يكون استخدام الجبس فعالاً [5].

يُضاف الجبس (يُطلق عليه أحياناً الجبس الأرضي) إلى التربة إما كمصدر للمغذيات أو لتعديل خصائص التربة وتحسينها. والجبس قابل للذوبان في الماء إلى حد ما، ولكنه أكثر قابلية للذوبان أكثر من الحجر الجيري 100 مرة في تربة الأس الهيدروجيني المحايدة. عند تطبيقها على التربة، فإن قابليتها للذوبان تعتمد على عدة عوامل، بما في ذلك حجم الجسيمات، ورطوبة التربة، وخصائص التربة. يذوب الجبس في الماء ليطلق Ca^{2+} و SO_4^{2-} ، مع عدم وجود تأثير مباشر كبير على درجة حموضة التربة. في المقابل، فإن الحجر الجيري يحد الحموضة في التربة منخفضة الأس الهيدروجيني. في المناطق ذات التربة التحتية الحمضية، يستخدم الجبس أحياناً كمصدر قابل للذوبان نسبياً من الكالسيوم لتخفيف من سمية الألومنيوم [6].

تستفيد بعض أنواع التربة من استخدام الجبس كمصدر للكالسيوم. في التربة التي تحتوي على فائض من الصوديوم (Na)، فإن الكالسيوم المنطلق من الجبس سوف يميل إلى الارتباط مع تقارب أكبر من Na في مواقع تبادل التربة، وبالتالي إطلاق Na ليتم ترشيحها من منطقة الجذر [7,8]. عند استخدام الجبس في معالجة التربة عالية الصوديوم، فإنه يؤدي بشكل عام إلى تعزيز الخصائص الفيزيائية للتربة - مثل تقليل الكثافة الظاهرية، وزيادة النفاذية وتسرب المياه، وتقليل قشرة التربة. في معظم الظروف، فإن إضافة الجبس في حد ذاته لن يؤدي إلى فك التربة الطينية المتماسكة أو الثقيلة [9,10].

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة هذه الدراسة في النقاط التالية:

1. انعدام الخطط التنموية لاستغلال هذه الخامات.
2. ليس هنالك خطط لتطوير وتنمية هذه الخامات ضمن استراتيجيات التنمية المستدامة.
3. تزايد نسبة تراكيز الأملاح في التربة نظراً لاستخدام مياه ري غير مطابقة للمواصفات.
4. تدني خصائص التربة الزراعية.

أهداف الدراسة

1. تقييم خامات الجبس من خلال دراسة خصائصها الكيميائية والفيزيائية.
2. تسليط الضوء على هذه الخامات الطبيعية لإجراء المزيد من الدراسات.
3. حث الجهات المعنية بالاهتمام بهذه الموارد الطبيعية وتقدير الاحتياطات المؤكدة لها.
4. التوجه الى استخدام خامات الجبس كمادة تطبيقية من شأنها تحسين خواص الترب السودية.

أهمية الدراسة

تحظى هذه الدراسة بأهمية خاصة نظراً لامتلاك ليبيا احتياطات كبيرة من هذه المواد الأولية الخام في العديد من المناطق الليبية والتي تُعد أحد أهم الموارد الطبيعية الداعمة للاقتصاد القومي. لذا ينبغي أن تكون محل عناية الجهات المعنية وتقدير احتياطاتها في ضوء البيانات المتاحة لتحقيق التنمية المستدامة. كما تتميز هذه المواد الأولية بجودتها العالية مما يجعلها محل للدراسة والبحث كمادة أولية، وتشجيع الجهات المعنية بإجراء المزيد من البحث والاستكشاف والتنقيب لتحقيق التنمية المستدامة وزيادة الدخل الوطني ودعم الاقتصاد.

مبررات الدراسة

نظراً لامتلاك ليبيا بالعديد من المواقع التي يتواجد فيها خام الجبس بجودة عالية والذي يُعد مادة خام أولية تدخل في العديد من الاستخدامات والتطبيقات، ومن جهةٍ أخرى وجود الكثير من المشاكل المتعلقة بالترب الزراعية سيما مشكلة تزايد الأملاح وتحول التربة إلى تربة صودية مما ينعكس سلباً على حالتها الزراعية وقدرتها الإنتاجية، لذا فإنه يمكن استخدام الجبس كمادة معدلة ومحسنة للعديد من خواص هذه الترب من خلال التطبيقات الزراعية على مختلف المحاصيل الزراعية، وبالتالي تساهم في تحقيق التنمية المستدامة ودعم الاقتصاد الوطني.

منهجية الدراسة

الجانب النظري

ويتناول الدراسات السابقة التي تطرقت لهذا الموضوع بمختلف جوانبه ومحاولة الاستفادة منها في الوصول إلى مفاده يمكن بناء عليها بعض النتائج.

حيث الدراسة الحقلية والمعملية لجمع العينات وتحليل البيانات والمعلومات المتحصل عليها من المواقع قيد الدراسة، وتحليل هذه البيانات في إطار استراتيجية كيفية تطبيق خام الجبس كمادة محسنة ومعدلة للتربة السودية.

التربة الزراعية

استخدمت تربة طينية رملية بعد أن تمت عملية نخلها للحصول على الحجم المناسب لعينات التربة المستخدمة، ثم تعبئتها في أصص بلاستيكية قطرها 15 سم وعلى عمق حوالي 2 سم تم زراعة البذور وأضيفت مياه الري المختلفة إلى التربة بمقدار ثابت لجميع التراكيز إضافة إلى مياه الشاهد. حيث تم تحليل كل من عينات التربة وعينات الجبس بالمعامل المركزي بالشركة الوطنية للإسمت بالفتاح.

الزراعة في الأصص

تم احضار تربة من ثلاث مناطق زراعية بضواحي مدينة طبرق وخطها معاً بحيث تشكل تربة ممثلة لترب مختلفة، وتم تعبئتها في أصص بلاستيكية قطرها 18 سم، حيث تم زراعة البذور على عمق 2 سم وتم ريها بالمحلول المائي المُحضّر بمقدار ثابت لجميع التركيزات لمدة ثلاثة أسابيع على النحو التالي:

1. تم زراعة بذور الذرة بتاريخ 2022/05/11 بمعدل خمس بذرات بكل أصيص وريها بالماء المُحضر.
2. استمرت عملية الري لمدة أسبوع حتى ظهور أول نبتة بالشاهد بتاريخ 2022/05/16 حيث تم إزالة نبتتان من كل أصيص لتبقى ثلاث نبتات.

تضمنت الدراسة ثلاث حالات دراسية كل حالة شملت مجموعة من العينات على النحو التالي:

1. المجموعة A: التي تمثل عينات التربة بدون المعالجة (إضافة الجبس) عند تركيزات مختلفة من مياه الري بالمحلول الملحي إضافةً إلى عينة الشاهد.
 2. المجموعة B: وتضم عينات التربة كما بالمجموعة A والمعالجة بالجبس عند مستويات تركيز بمعدل 10 جرام/أصيص.
 3. المجموعة C: وتضم عينات التربة كما بالمجموعة A والمعالجة بالجبس عند مستويات تركيز بمعدل 20 جرام/أصيص.
- أجريت هذه الدراسة على نبات الذرة بمعمل قسم النبات بكلية العلوم جامعة طبرق، حيث تم جلب بذور هذه الذرة من السوق المختص ببيع البذور.

حيوية البذور

أختبار حيوية البذور قيد الدراسة وذلك من خلال أخذ 20 بذرة وزراعتها وحساب فترة الإنبات.

مياه الري الملحية Brackish Water

تمثلت مياه الري الملحية في تحضير مستويات مختلفة من المياه التي تحاكي تراكيز المياه الجوفية المالحة المختلفة التي يتم الري بها وكانت على النحو التالي:

1. تحضير محاليل ملحية من كلوريد الصوديوم NaCl بهدف محاكاة الترب الملحية المختلفة وذلك من خلال هذه المحاليل بأخذ أوزن 2 جرام، 4 جرام، 6 جرام، 8 جرام و10 جرام وإذابتها في ماء مقطر وتم إكمال الحجم إلى واحد لتر (1000 مل).
 2. قياس التوصيلية الكهربائية لهذه المحاليل.
 3. قياس الأس الهيدروجيني pH.
 4. غسل البذور قيد الدراسة بالمياه الجارية عدة مرات.
 5. قياس كل من النسبة المئوية وسرعة الإنبات من العلاقتين التاليتين:
- نسبة الإنبات = (عدد البذور النابتة/العدد الكلي للبذور) × 100
سرعة الإنبات = عدد البذور النابتة/ عدد الأيام منذ بداية الإنبات
6. متابعة نمو البادرات وإجراء القياسات عليها.

قياس النمو

تم قياس ارتفاع البادرات (سم) بواسطة المسطرة لجميع المعاملات من التراكيز ومياه الري.

6.2.6. الوزن الطري والجاف للبادرات

يتم قياس النتائج لمدة ثلاثة أسابيع بشكل دوري وتسجل النتائج في كلتا الحالتين ليتم مناقشتها بعد ذلك أن يتبين تأثير كل من مياه الصرف الصناعي والمياه الملحية عند التركيزات المختلفة على معدلات النمو في هذه النباتات.

أجريت عملية القياس على العينات المختلفة لمدة ثلاث أسابيع متتالية والتي شملت كل من:

1. ارتفاع النبات من سطح التربة: تم قياس ارتفاع النبات باستخدام المسطرة.
2. طول الورقة: قياس طول الورقة باستخدام المسطرة.
3. مساحة الورقة: طول الورقة × عرضها × 0.95
4. عدد الجذور الجانبية: حساب عدد الجذور الجانبية لكل بادرة.
5. طول الساق: تم حساب طول سيقان البادرات باستخدام المسطرة.
6. الوزن الرطب: تم حساب الوزن الطري للبادرة ملجم باستخدام الميزان الحساس.
7. الوزن الجاف: ثم وضعت البادرات في الفرن عند درجة حرارة 80 درجة مئوية لمدة 48 ساعة، بعد ذلك تم حساب الوزن الجاف للبادرات.

8. طور الجذر الأولي: تم قياس أطوال الجذور الأولية للبادرات وحساب متوسط القيم.

7.2.6. تطبيق خام الجبس

لقد تم إحضار عينات الجبس من مواقع ثلاثة بمحجر السويحلي الواقع شرق مدينة بنغازي (شكل 1، 2)، وتحليلها كيميائياً بمعامل الشركة الوطنية للإسمنت بالفتاح باستخدام جهاز XRF لتعيين مكونات هذه العينات.



شكل 1 صورة فضائية لموقع رواسب الجبس



شكل 2 صورة فضائية لموقع محاجر استخراج الجبس.

في هذه الدراسة تم تطبيق خام الجبس على التربة الزراعية المستخدمة في الدراسة بواقع 2 طن/أكر و 3 طن/أكر ورصد معدلات النمو للنبات خلال الفترة الزمنية للدراسة وهي ثلاثة أسابيع.

النتائج والمناقشة

التربة الزراعية

تعدّ التربة إحدى الموارد الطبيعية الهامة للإنسان، إذ تُستغل في العديد من الأغراض والاستخدامات البشرية في شتى النواحي، لذا يتوجب دراستها وتقييمها وتحديد العوامل المؤثرة في خصائصها وتدهورها مما ينعكس سلباً على معدلات الإنتاج.

خصائص التربة Soil Characteristics

لدراسة خواص التربة الطبيعية والكيميائية فقد تم جمع عينات تربة من ثلاثة مواقع على أعماق تتراوح ما بين 0 – 20 سم من سطح التربة وهي المنطقة التي تنتشر بها غالبية الجذور السطحية للنباتات (شكل 3).



شكل 3 مواقع جمع عينات التربة.

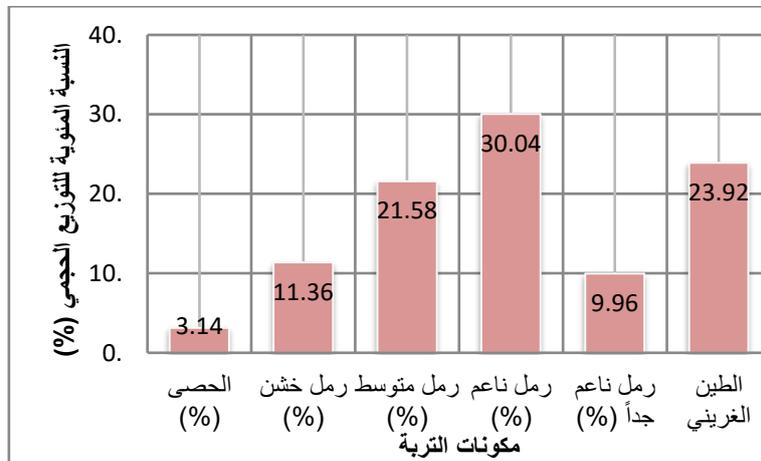
التحليل الميكانيكي Mechanical Analysis

لقد تبين من إجراء التحليل الميكانيكي لعينات التربة الزراعية النتائج المدونة بالجدول 1:

جدول 1: التوزيع الحجمي لحبيبات التربة Particle size distribution

المعاملات المواقع	العمق (سم)	الحصى (%)	رمل خشن (%)	رمل متوسط (%)	رمل ناعم (%)	رمل ناعم جداً (%)	الطين الغريني
الموقع (2)	0-20	0.89	15.72	20.80	31.50	6.70	24.39
الموقع (3)	0-20	0.45	17.60	25.70	30.32	10.80	15.13
المدى							
		0.45- 8.09	15.72- 17.75	18.25- 25.70	28.30- 31.50	6.70- 12.38	15.13- 32.23
		3.14	11.36	21.58	30.04	9.96	23.92

لقد تبين من التحليل الحجمي لعينات التربة عن تباين في توزيع النسب الحجمية بين المكونات المختلفة. وهذا الأمر قد يعزو إلى الظروف الترسيبية والعوامل الجيولوجية التي تشكلت منها هذه الترب من عوامل تجوية مختلفة وعوامل وبيئة الترسيب. الشكل 4 يوضح هذا الاختلاف بين مواقع الدراسة.



شكل 4 متوسط النسب المئوية للتوزيع الحجمي لحبيبات التربة

قوام التربة Soil Texture

القوام يعني تحديد نسبة المكونات المعدنية للتربة حسب أقطارها حيث إن الحصى (Gravels) أكبر من (2 مم)، والرمل من (2 – 0.05 مم)، والسلت من (0.05 – 0.002 مم)، والطين أقل من (0.002 مم). ويمكن تحديد قوام التربة بعد تقدير النسب الحجمية لها، حيث يتراوح القوام من الرمل إلى الطيني، وقوام التربة له أهمية في حديد قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية كذلك سرعة حركة المياه ودرجة التهوية، فالتربة الرملية جيدة التهوية وقدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية قليلة بعكس الأراضي الطينية فهي رديئة التهوية وحركة الماء بها بطيئة ولها قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية.

من الشكل 4 الذي يمثل التحليل الميكانيكي لعينات التربة تبين أن الرمل الناعم يمثل أعلى نسبة مئوية (30.04%) يليه الطين الغريني (23.92%)، وبناءً على هذه المكونات فإن التربة يمكن تصنيفها على أنها رملية طينية القوام.

الخواص الفيزيائية Physical Properties

من الضروري تعيين بعض الخواص الفيزيائية للتربة نظراً لما لها من أهمية في تقييم نوعية التربة وتحديد خصائصها. في هذه الدراسة تم تعيين كل من الأس الهيدروجيني (رقم الحموضة) والتوصيلية الكهربائية (جدول 2).

الخواص الكيميائية Chemical Properties

إن تحديد الخواص الكيميائية يعتبر ذات أهمية للتربة لتعيين طبيعتها ومدى وملاءمتها للنباتات والمحاصيل الزراعية.

رقم الحموضة pH

تقدير الـ pH هو قياس لدرجة الحموضة والقلوية للتربة، وتقاس وحدات الحموضة والقلوية من (0 – 14) وعند رقم التعادل (7) يتساوى تركيز الهيدروجين (H^+) والهيدروكسيل (OH^-) بينما من درجة (0 – 7) يزداد تركيز أيون الهيدروجين وعلى العكس من (7 – 14) يزداد تركيز أيون الهيدروكسيل (OH^-). لقد تم تقدير الـ pH في عينة التربة (paste)، للعينات (جدول 2.5)، حيث كان متوسط قيمه هو 8.52، وهذا يعني أن هذه التربة قلوية.

التركيب الكيميائي للتربة Chemical Composition of Soil

لقد تم جمع عينات من ثلاث ترب مختلفة وإجراء التحليل الكيميائي لها لتعيين الكاتيونات والأنيونات. الجدول 2 يبين متوسط التركيب الكيميائي لهذه الترب

جدول 2 متوسط التحليل الكيميائي لعينات للتربة

الكاتيونات والأنيونات (ملجم/لتر)						pH	Ec. × 10 ⁶ at 25°C
Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K		
84.0	30.15	24.0	7.50	83.60	5.97	8.52	30.05

ويمكن تحديد نوع التربة بناءً على تقسيم معمل الملوحة الأمريكي كما يلي:

أ. التربة الملحية

الأملاح الكلية الذائبة تزيد عن (4 مليموز/سم) عند (25 م°)، وكذلك رقم الـ pH أقل من (8.5).

ب. التربة الملحية القلوية

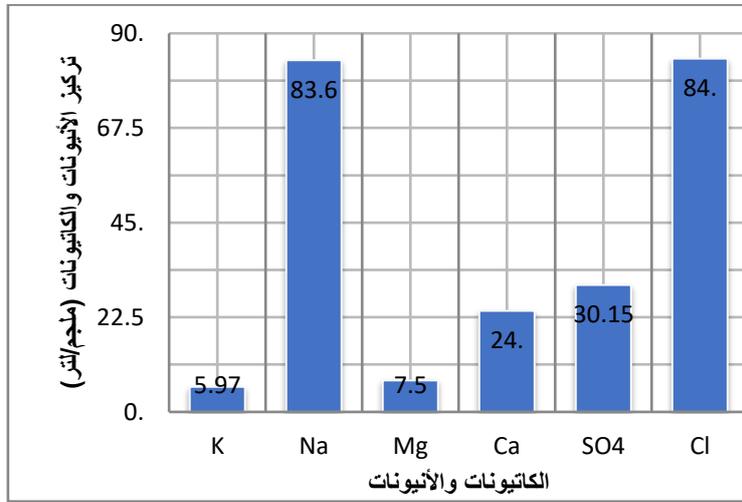
الأملاح الكلية الذائبة تزيد عن (4 مليموز/سم) عند (25 م°) وكذلك الـ pH أعلى من (8.5).

ت. التربة القلوية

الأملاح الكلية الذائبة أقل من (4 مليموز/سم) عند (25 م°) والرقم الحموضة (pH) أعلى من (8.5).

ومن نتائج تحليل العينات وجد أن الأملاح الكلية الذائبة بالتربة تتراوح من (30.05 مليموز/سم)، عند (25 م°). لذلك فإنه يمكن تصنيف هذه التربة على أنها ملحية قلوية حسب تقسيم معمل الملوحة الأمريكي.

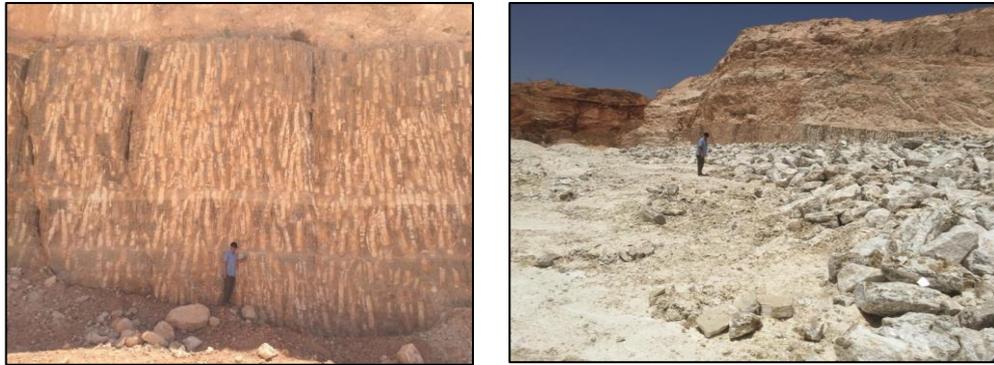
من جهة أخرى، فقد تم تمثيل تركيزات الكاتيونات والأنيونات في التربة ببيانيا. الشكل 5 يبين توزيع الكاتيونات والأنيونات في التربة حيث كان تركيز أيون الكلور والصوديوم هما الأعلى مقارنة بباقي التركيزات مما يدل على ملوحة هذه التربة.



شكل 5 توزيع الكاتيونات والأنيونات في عينات التربة.

رواسب خام الجبس Gypsum Deposits

تناولت هذه الدراسة ثلاثة مواقع لرواسب خام الجبس المحلية بمنطقة سيدي المبروك الواقعة في الشرق من مدينة بنغازي (شكل 6)، بهدف دراسة الخواص الفيزيوكيميائية وبعض الخصائص والمواصفات الأخرى التي من شأنها إمكانية تقييم هذه الرواسب كمادة خام أولية تدخل في العديد من الصناعات والأغراض الزراعية. تمثلت هذه المواقع في موقع سيدي المبروك (1)، (2) و (3)، حيث أجريت الدراسة على العينات التي تم جمعها من المواقع الثلاثة.



شكل 6 مواقع رواسب خام الجبس.

الخواص الفيزيائية Physical Properties

تُعد دراسة الخواص الفيزيائية من الأمور الهامة في توصيف خصائص ومواصفات المواد الأولية ومنها رواسب الجبس، نظراً لأهميتها الاقتصادية في مناهج شتى ومتعددة. لذا ينبغي دراسة هذه الخواص فضلاً عن الخواص الأخرى ذات الصلة بعمليات تقييم هذه الخامات الأولية.

لقد تم جمع العينات وفق الخطة المعدة لبرنامج الدراسة من خلال الزيارات الحقلية لمنطقة الدراسة الواقعة شرق مدينة بنغازي حيث خضعت هذه العينات للفحص والاختبار المعملية بمعامل الشركة الليبية لصناعة الإسمنت بالفتاح.

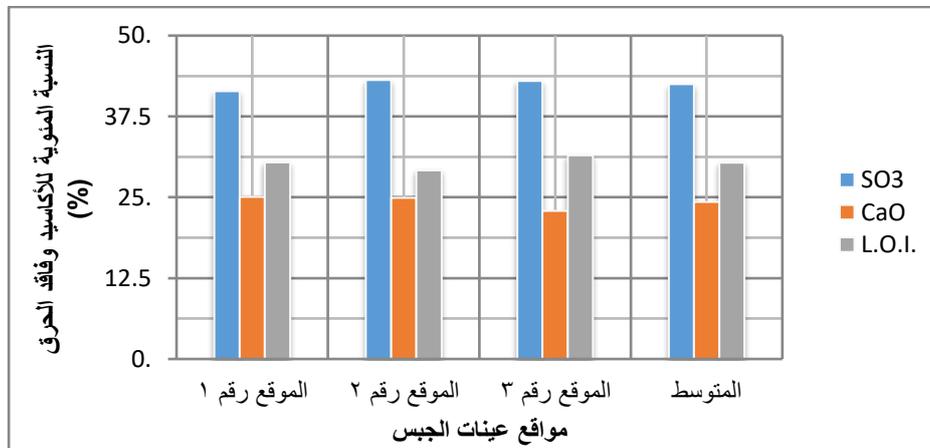
الخواص الكيميائية Chemical Properties

لقد أجريت التحاليل الكيميائية على عينات الجبس التي تم جمعها من المواقع الثلاثة لتحديد أهم مكوناتها التي من شأنها يُبنى عليها أهم خصائص تقييم هذه الخامات. الجدول 3 يبين متوسط المكونات الرئيسية لعينات الجبس التي تمثل مواقع جمع العينات.

جدول 3: متوسط التحليل الكيميائي لخام الجبس.

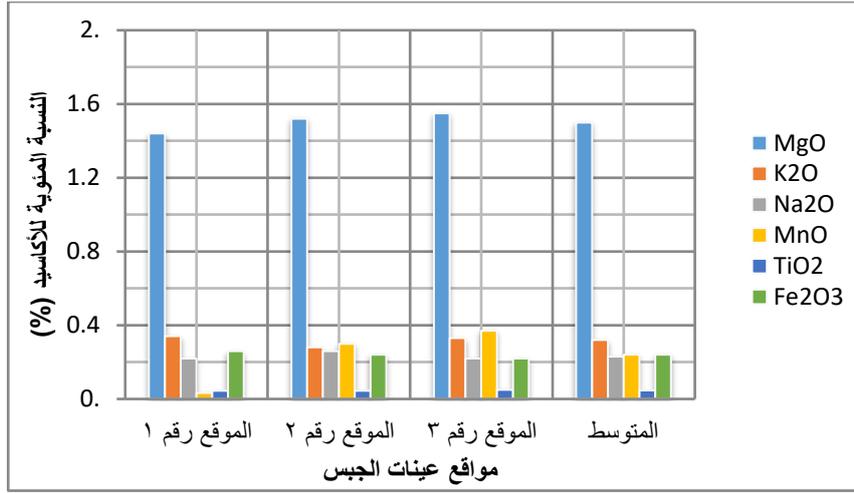
المتوسط (x)	النسبة المئوية (%)			الصيغة الكيميائية	المركب الكيميائي
	الموقع رقم 3	الموقع رقم 2	الموقع رقم 1		
42.51	42.99	43.13	41.40	SO ₃	ثالث أكسيد الكبريت
24.29	22.90	24.92	25.06	CaO	أكسيد الكالسيوم
1.50	1.55	1.52	1.44	MgO	أكسيد المغنسيوم
0.32	0.33	0.28	0.34	K ₂ O	أكسيد البوتاسيوم
0.23	0.22	0.26	0.22	Na ₂ O	أكسيد الصوديوم
0.24	0.37	0.30	0.032	MnO	أكسيد المنجنيز
0.046	0.050	0.044	0.045	TiO ₂	أكسيد التيتانيوم
0.24	0.22	0.24	0.26	Fe ₂ O ₃	أكسيد الحديد
0.0047	0.0050	0.0040	0.0052	Cl	الكلور
30.36	31.50	29.15	30.42	L.O.I.	فاقد الحرق
99.74	100.13	99.85	99.22	Σ	الإجمالي

المخطط البياني في الشكل 7 يبين توزيع النسب المئوية لكل من ثالث أكسيد الكبريت، أكسيد الكالسيوم وفاقد الحرق، فقد أظهرت نتائج التحليل التقارب في هذه القيم.



شكل 7 نسب توزيع بعض المعاملات في خام الجبس.

من جهة أخرى يوضح الشكل 8 توزيع الأكاسيد في خام الجبس حيث كان أكسيد المغنسيوم وأكسيد الكالسيوم هما الأعلى مقارنةً بباقي القيم التي أظهرت تبايناً إلى حد ما من موقع لآخر. إن هذا التباين في قيم هذه المعاملات قد يعزو لعوامل عدة أهمها ظروف البيئة الترسيبية والتي تؤثر بشكل مباشر على طبيعة التركيب الكيميائي لهذه المواد.



شكل 8 نسب توزيع الأكاسيد في خام الجبس.

نتائج الزراعة في الأخص

أجريت هذه الدراسة على نبات الذرة الصفراء من خلال زراعتها في أخص بلاستيكية قطرها 18 سم، حيث تم زراعة البذور على عمق 2 سم وريها بالمحلول المائي المُحضّر بمقدار ثابت لجميع التركيزات لمدة ثلاثة أسابيع على النحو التالي:

1. تم زراعة بذور الذرة بتاريخ 2022/05/11 بمعدل عشر بذرات بكل أصيص وريها بالماء المُحضّر.
2. استمرت عملية الري لمدة أسبوع حتى ظهور أول نبتة بالشاهد بتاريخ 2022/05/16 حيث استغرقت عملية الإنبات خمسة أيام.

تطبيق مسحوق الجبس

تختلف كميات تطبيق الجبس على حسب نوع التربة المراد تعديلها، إلا أن متوسط الكمية التي يتم تطبيقها في الغالب على أغلب الترب الزراعية تتراوح ما بين 2-3 طن/فدان. وعليه فقد تم طحن خام الجبس وتنعيمه إلى الحجوم الدقيقة التي يمكنها تخلل نسيج التربة خلال عملية الري وإضافتها إلى التربة على نفس المعدل السابق بالنسبة للمساحة المزروعة بالأخص على النحو التالي:

- تضمنت الدراسة ثلاث حالات دراسية كل حالة شملت مجموعة من العينات على النحو التالي:
1. المجموعة A: هذه المجموعة تمثل عينات التربة بدون المعالجة (إضافة الجبس) عند تركيزات مختلفة من مياه الري بالمحلول الملحي إضافة إلى عينة الشاهد.
 2. المجموعة B: وتضم عينات التربة كما بالمجموعة A والمعالجة بالجبس عند مستويات تركيز بمعدل 12.11 جرام/أصيص (أي 2 طن/أكر).
 3. المجموعة C: وتشمل عينات التربة كما بالمجموعة A والمعالجة بالجبس عند مستويات تركيز بمعدل 18.16 جرام/أصيص (أي 3 طن/أكر).
- أجريت هذه الدراسة بمعمل قسم النبات بكلية العلوم جامعة طبرق، حيث تم جلب بذور هذه الذرة من السوق المختص ببيع البذور.

حيوية البذور

لقد أُختبرت حيوية البذور قيد الدراسة وذلك من خلال أخذ 20 بذرة وزراعتها فكانت نسبتها 98% بعد مرور خمسة أيام.

مياه الري الملحية Brackish Water

تمثلت مياه الري الملحية في تحضير مستويات مختلفة من المياه التي تحاكي تراكيز المياه الجوفية المالحة المختلفة التي يتم الري بها وكانت على النحو التالي:

1. تم تحضير محاليل ملحية من كلوريد الصوديوم NaCl بهدف محاكاة الترب الملحية المختلفة وذلك من خلال هذه المحاليل بأخذ أوزن 2 جرام، 4 جرام، 6 جرام، 8 جرام و10 جرام وإذابتها في ماء مقطر وتم إكمال الحجم إلى واحد لتر (1000 مل).
2. تم قياس التوصيلية الكهربائية لهذه المحاليل فكانت 2.5، 4.2، 6.8، 9.01 و10.3 ملليموز/سم على التوالي.

3. قياس الأس الهيدروجيني pH.

4. تم قياس كل من النسبة المئوية وسرعة الإنبات من العلاقتين التاليتين:

$$\text{نسبة الإنبات} = (\text{عدد البذور النابتة} / \text{العدد الكلي للبذور}) \times 100$$

فقد كانت نسبة الإنبات لبذور الذرة المزروعة 86.7% لعينات الشاهد كما بالجدول 4.

$$\text{أي أن النسبة} = 100 \times \frac{13}{15} = 86.7\%$$

جدول 4: نسبة الإنبات للبذور.

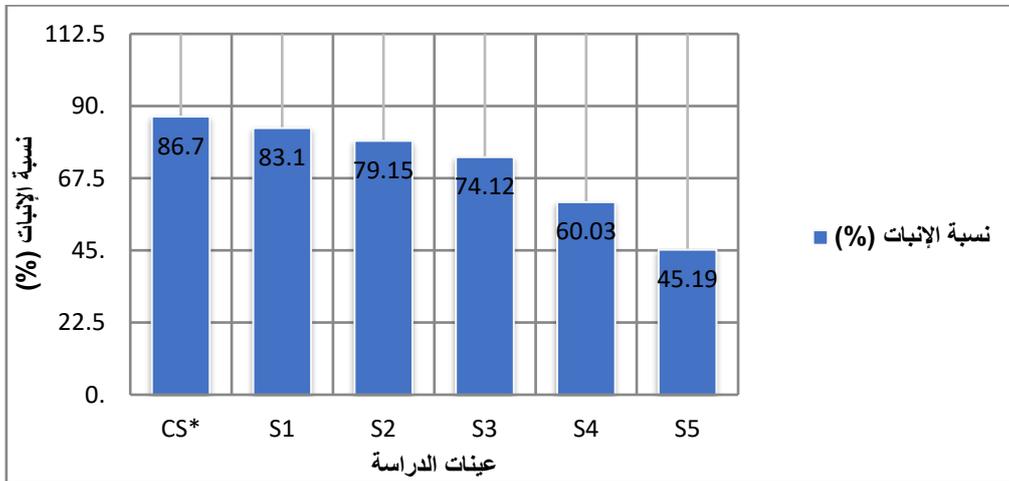
العينة	CS*	S1	S2	S3	S4	S5
نسبة الإنبات (%)	86.7	83.10	79.15	74.12	60.03	45.19
التركيز الملحي (جرام)	00	2	4	6	8	10

* عينة الشاهد (CS) Control sample
** العينات من S1 إلى S5 تمثل التركيزات المختلفة لمياه الري

هذا يتضح من خلال الشكل البياني 9 حيث كانت أعلى نسبة إنبات لعينة الشاهد (86.7%) وأقل نسبة إنبات في العينة S5 (45.19) عند التركيز 10 جرام.

قياس معدلات النمو للنبات

بعد إتمام عمليات النمو تم إجراء القياسات للمعاملات التي أشرنا إليها آنفاً لكافة البادرات النامية وحساب متوسط القياسات لكل المعاملات.



شكل 9 نسب الإنبات لنبات الذرة.

معدلات نمو النبات في المجموعة A

بدون تطبيق مسحوق الجبس

هذه المجموعة غير المعالجة بتطبيق الجبس على التربة، حيث تم إجراء القياسات عند التركيزات المختلفة لماء الري الملحي. الشكل 10 يبين معدلات النمو لهذه المجموعة، والتي تُظهر التباين الواضح في معدلات الإنبات عند التركيزات المختلفة للمحلول الملحي مما يدل على تأثير درجة ملوحة التربة على معدلات الإنبات والنمو في النبات. ومن الواضح أن معدل الإنبات في عينة الشاهد SC يمثل أعلى معدل ثم يقل معدل النمو كلما ازداد تركيز ماء الري الملحي كما في العينة S5.



شكل 10: معدلات النمو للمجموعة A بدون معالجة بإضافة الجبس.

من جهة أخرى يوضح الجدول 5 القياسات التي أجريت للنبات لهذه المجموعة.

جدول 5: معدلات النمو للمجموعة A بدون معالجة بإضافة الجبس

S5	S4	S3	S2	S1	CS*	المعاملات
2.5	4.0	5.3	6.0	7.0	8.2	طول الساق (سم)
0.38	0.44	0.75	0.83	0.92	1.22	الوزن الجاف (جرام)
1.4	1.6	1.8	2.9	3.1	3.8	الوزن الرطب (جرام)
12.44	18.77	26.00	29.78	32.68	37.41	مساحة الورقة (سم ²)**
1.5	4.5	7.0	8.5	12.5	13.4	طول الجذر الأولي (سم)
3	3	4	5	5	6	عدد الجذور الجانبية
.511	2.51	16.1	16.5	.217	17.9	طول الورقة (سم)
1.1	31.	71.	1.9	02.	2.2	عرض الورقة (سم)
10	8	6	4	2	00	التركيز الملحي (جرام)
لم يتم المعالجة للتربة بالجبس في هذه الحالة						معدل تطبيق الجبس
*عينة الشاهد (CS) Control sample						
**مساحة الورقة (سم ²) = طول الورقة × عرض الورقة × 0.95						

تطبيق مسحوق الجبس

في هذه الدراسة تم تطبيق خام الجبس على التربة الزراعية المستخدمة في الدراسة بواقع 2 طن/فدان و 3 طن/فدان و رصد معدلات النمو للنبات خلال الفترة الزمنية للدراسة وهي ثلاثة أسابيع.

ومن حساب مساحة الأصيل تبين أن معدلات تطبيق الجبس في هذه التجربة يكون حوالي 12.11 جرام/أصيل في الحالة B وحوالي 18.16 جرام/أصيل في الحالة C.

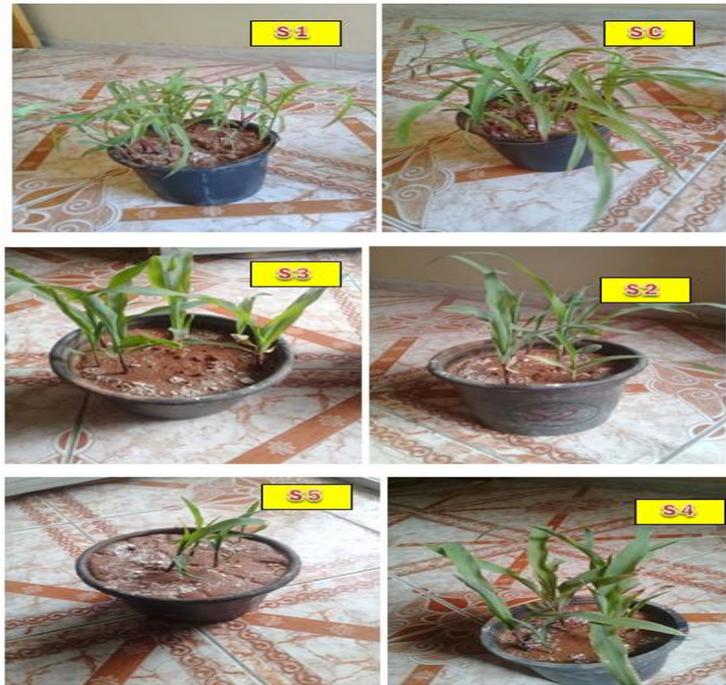
حيث تم طحن عينات الجبس الممتلئة للمواقع الثلاثة وتنعيمها لأحجام يمكنها تغلغل تركيب التربة، وخلطها معاً كما في الشكل 11، ثم إضافتها للطبقة العليا من التربة وريها بعد ذلك بالماء الملحي عند تراكيز مختلفة.



شكل 11 مسحوق الجبس المعالج للتربة الملحية.

معدلات نمو النبات في المجموعة B

في هذه الحالة تم دراسة معدلات النمو لنبات الذرة عند تطبيق 12.11 جم من الجبس لكل أصيص عند التركيزات الملحية لماء الري المختلفة. كانت معدلات النمو متباينة بين العينات المختلفة كما يُظهرها الشكل 12. ومن خلال القياسات التي تمت على هذه المجموعة تبين وجود تحسن في معاملات القياس بالنسبة للنبات مقارنةً بالقياسات التي حصلنا عليها في حال المجموعة A الغير معالجة بإضافة مسحوق الجبس كما بالجدول 6.



شكل 12 معدلات النمو عند تطبيق 12.11 جرام/أصيص من مسحوق الجبس.

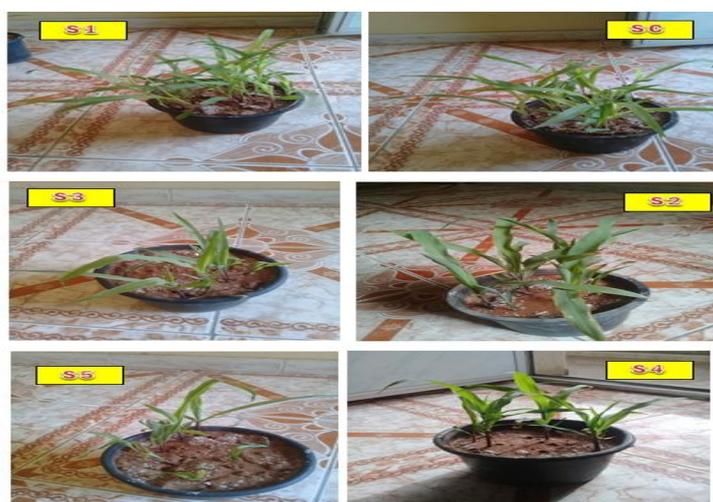
جدول 6: معدلات النمو بإضافة مسحوق الجبس بنسبة 12.11 جرام.

المعاملات	CS*	S1	S2	S3	S4	S5
طول الساق (سم)	10.2	.09	.67	6.5	5.2	3.5
الوزن الجاف (جرام)	1.95	.621	1.32	1.05	0.84	0.68
الوزن الرطب (جرام)	4.02	3.62	3.45	3.12	2.88	2.09
مساحة الورقة (سم ²)**	40.55	37.11	32.68	27.87	19.82	14.25

4.4	7.5	9.6	11.50	13.9	14.2	طول الجذر الأولي (سم)
3	4	4	5	6	7	عدد الجذور الجانبية
12.5	14.9	16.3	17.2	18.6	19.4	طول الورقة (سم)
1.2	1.4	1.8	2.0	2.1	2.2	عرض الورقة (سم)
10	8	6	4	2	00	التركيز الملحي (جرام)
إضافة مسحوق الجبس بنسبة 12.11 جرام/أصيص						معدل تطبيق الجبس
*عينة الشاهد (CS) Control sample **مساحة الورقة (سم ²) = طول الورقة × عرض الورقة × 0.95						

معدلات النمو لنبات للمجموعة C

في هذه الحالة تم دراسة معدلات النمو لنبات الذرة عند تطبيق 18.16 جم من الجبس لكل أصيص عند التركيزات الملحية المختلفة، وقد تبين من خلال القياسات زيادة في معدلات النمو نظراً لزيادة تركيز الجبس المضاف إلى التربة كما بالشكل 13. الجدول 7 يعطي قياسات معاملات الاختبار لهذه المجموعة.



شكل 13 معدلات النمو عند تطبيق 18.16 جرام/أصيص من مسحوق الجبس.

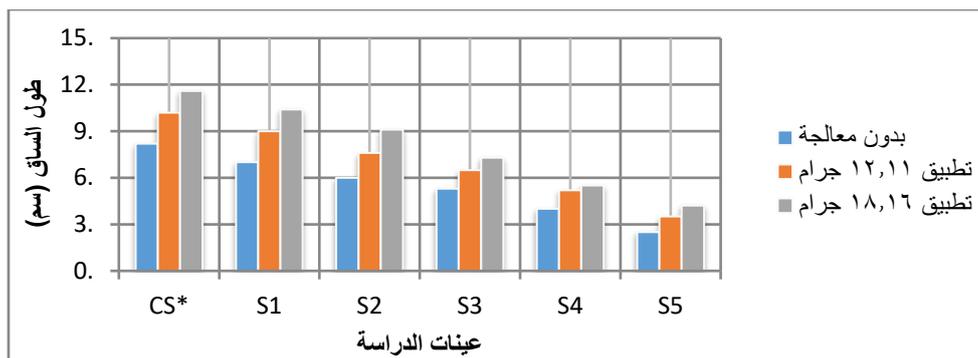
جدول 7: معدلات النمو بإضافة مسحوق الجبس بنسبة 18.16 جرام

S5	S4	S3	S2	S1	CS*	المعاملات
4.2	5.5	7.3	1.9	4.10	11.6	طول الساق (سم)
0.88	1.04	1.15	1.39	2.1	2.4	الوزن الجاف (جرام)
2.49	2.98	3.20	3.52	3.72	4.20	الوزن الرطب (جرام)
16.57	22.56	31.41	36.51	40.76	44.57	مساحة الورقة (سم ²)**
4.6	8.5	9.9	12.50	14.3	14.4	طول الجذر الأولي (سم)
3	3	4	5	7	8	عدد الجذور الجانبية
.531	.951	4.71	3.81	5.91	20.4	طول الورقة (سم)
31.	51.	91.	12.	22.	2.3	عرض الورقة (سم)
10	8	6	4	2	00	التركيز الملحي (جرام)

معدل تطبيق الجبس	إضافة مسحوق الجبس بنسبة 18.16 جرام/أصيص
*عينة الشاهد Control sample (CS) **مساحة الورقة (سم ²) = طول الورقة × عرض الورقة × 0.95	

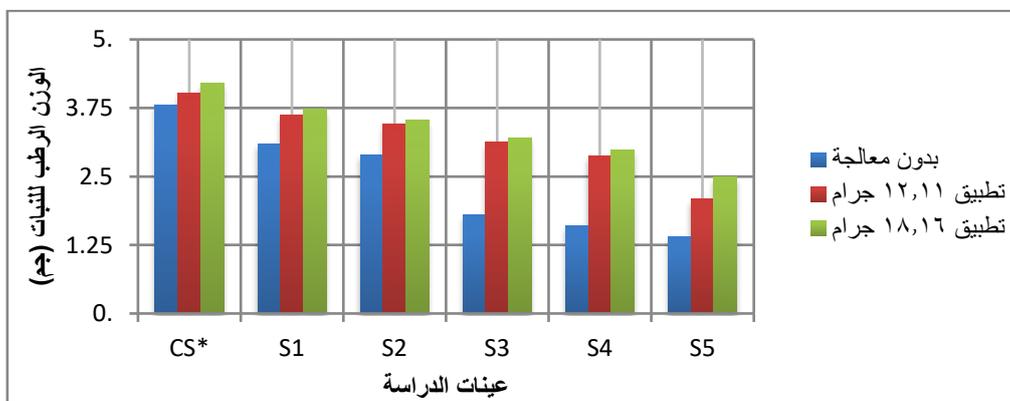
ولمزيد من الإيضاح لنتائج الدراسة تم تمثيل قيم معاملات النمو بين الحالات الثلاث وهي المجموعة A بدون المعالجة بإضافة مسحوق الجبس، والمجموعتان الأخريان وهما B, C بعد المعالجة بإضافة مسحوق الجبس بنسب مختلفة وفق الحسابات المذكورة آنفاً.

الشكل البياني 14 يبين العلاقة في معدلات نمو نبات الذرة بالنسبة لطول الساق لعينات الدراسة غير المعالجة بإضافة الجبس للتربة، ذات التركيزات المختلفة من المحلول الملحي مقارنة بعينة الشاهد. فمن خلال الشكل يتبين الفارق في معدلات النمو بين الحالات الثلاث.

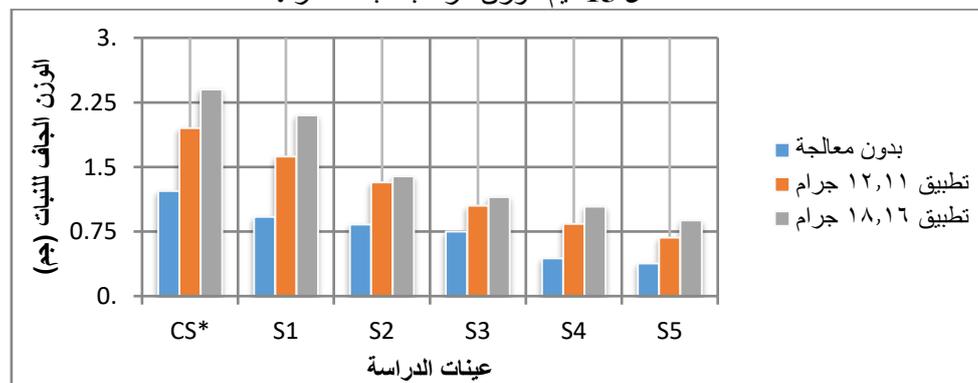


شكل 14 معدلات النمو في طول الساق.

الشكلان 15 و 16 يبينان معدلات قيم كل من الوزن الجاف والوزن الرطب لنبات الذرة، حيث كانت النتائج متباينة ما بين المجموعات A, B, C نظراً لاختلاف التركيز الملحي للتربة واختلاف معدلات تطبيق مسحوق الجبس. ومن الواضح أن قيم المجموعة C كانت أعلى من قيم المجموعتين الأخريين وهذا يعزو إلى تحسن حالة التربة بإضافة الجبس مما انعكس إيجابياً على معدل إنبات نبات الذرة.

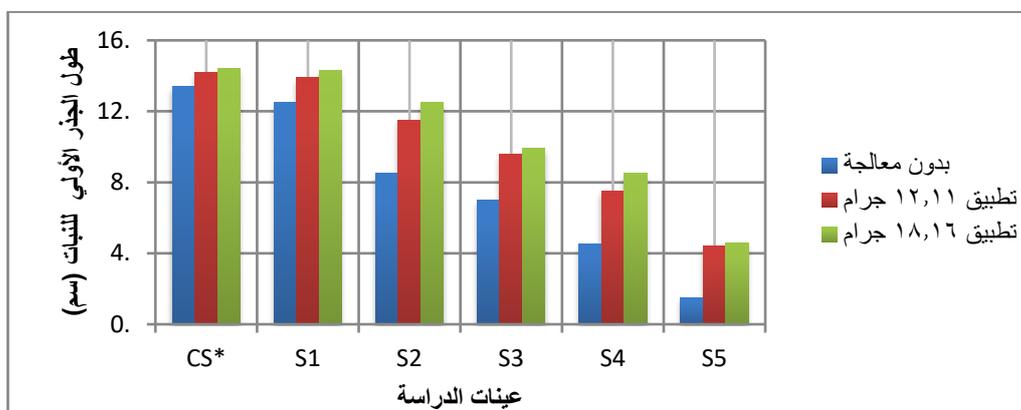


شكل 15 قيم الوزن الرطب لنبات الذرة.

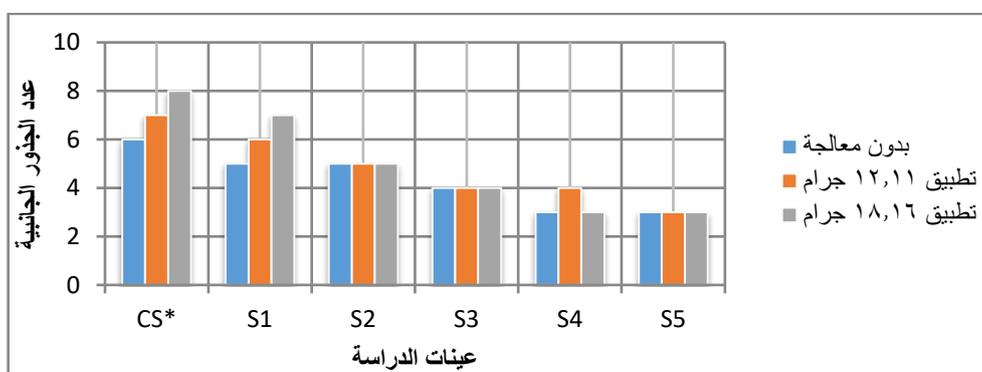


شكل 16 قيم الوزن الجاف لنبات الذرة.

من جهة أخرى وبمقارنة طول الجذر الأولي وعدد الجذور الجانبية في المجموعات الثلاث نجد أيضاً تبايناً واضحاً بين قيم القياسات لهذه المعاملات وهذا يعزو بطبيعة الحال إلى تحسن معدلات نمو النبات في التربة المعالجة بمسحوق الجبس كما بالشكلين 17 و 18، سيما كلما ازداد تركيز المادة المضافة وهو مسحوق الجبس.

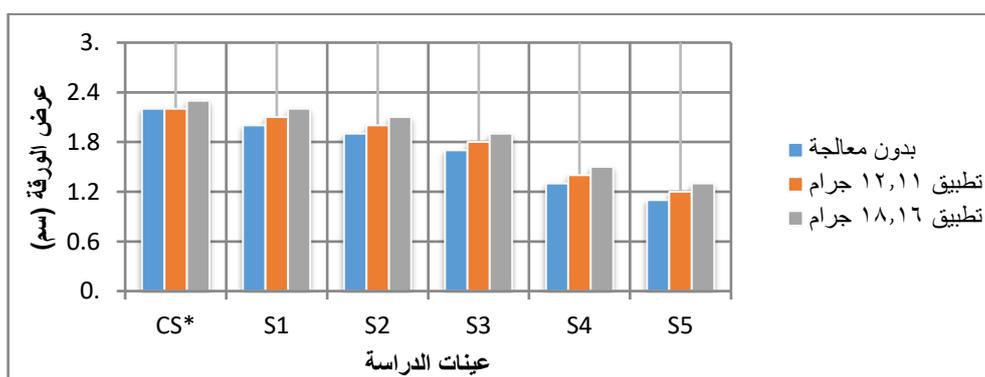


شكل 17 معدلات النمو في طول الجذر الأولي للنبات.

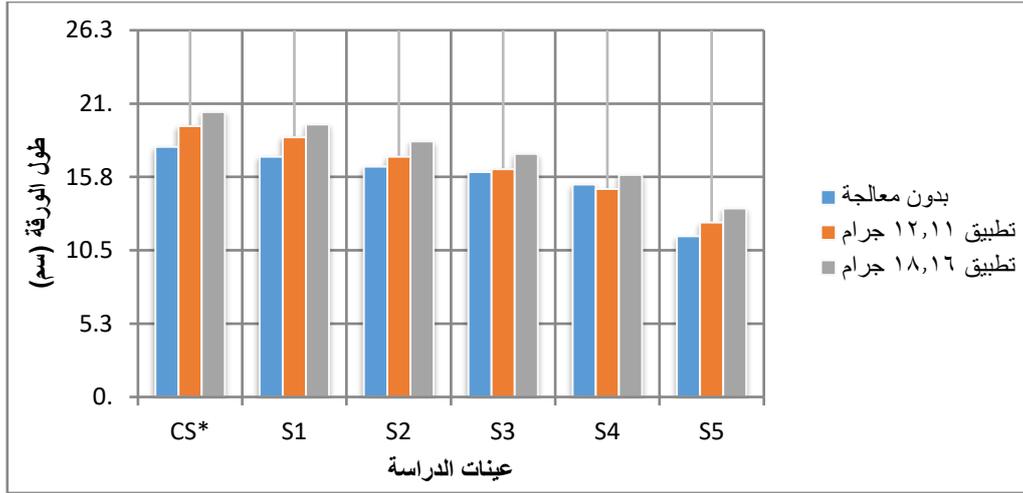


شكل 18 عدد الجذور الجانبية للنبات.

وفي هذه الدراسة أجريت قياسات معدل النمو لأوراق النبات من خلال قياس طول الورقة وعرضها، حيث لوحظ زيادة في معدلات نمو أوراق النبات خلال الحالات الدراسية الثلاث كما يتضح ذلك من خلال الشكلين 19 و 20 نظراً لاختلاف معدلات الجبس المضاف للتربة.

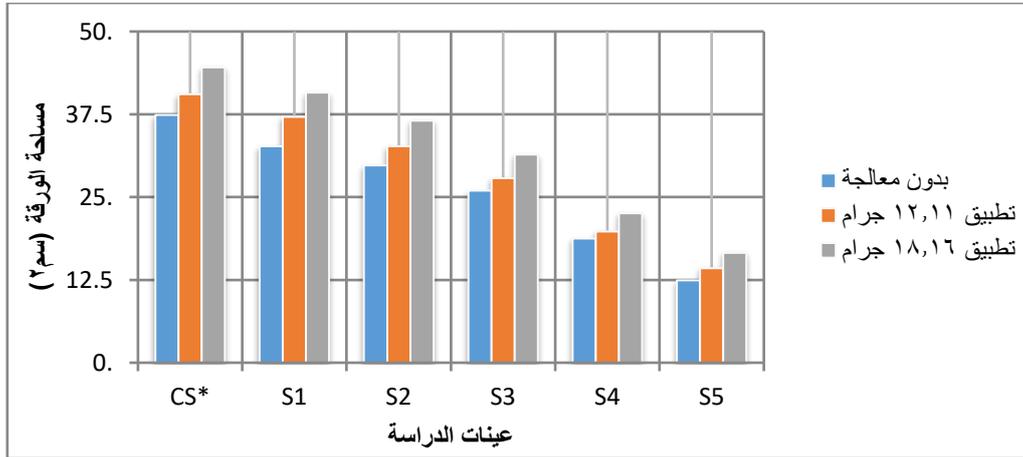


شكل 19 قياسات عرض ورقة نبات الذرة.



شكل 20 قياسات طول ورقة نبات الذرة.

ومن خلال حساب مساحة أوراق النبات للعينات المختلفة قيد الدراسة، تبين وجود فارق بين قيم المساحات للأوراق، والتي أظهرت أكبر قيم في المجموعة C عند أقل تركيز ملحي لماء الري وأعلى معدل من الجبس المضاف (شكل 21).



شكل 21 قياسات مساحة ورقة النبات.

الخلاصة

- في ضوء الدراسة السابقة يمكن أن نستنتج ونستخلص بعض النقاط التي يتم استعراضها على النحو التالي:
- تعتبر صحة التربة من القضايا ذات الاهتمام العالمي والتي تؤثر من بين أمور أخرى على الأمن الغذائي وجودة المياه.
 - تمتلك ليبيا احتياجات كبيرة من رواسب الجبس ذات الجودة العالية، والتي تُعد من المواد الأولية الهامة ذات الأغراض المتعددة وأهمها كمادة مُحسنة لخصائص الترب الملحية.
 - إن الكالسيوم هو عنصر غذائي نباتي مهم وهو ضروري في جميع أنحاء التربة لنمو جذور النبات، وأن نقص الكالسيوم ناتج عن مستويات مفرطة من العناصر الأخرى مثل الألومنيوم، أو البوتاسيوم أو الأمونيوم أو الصوديوم.
 - لقد أظهرت الدراسات أن الجبس أكثر فعالية من الجير في تلبية متطلبات الكالسيوم في النبات عند الحاجة إلى الكالسيوم الإضافي. كما أن الكالسيوم في الجبس قابل للذوبان، حتى عندما يكون الرقم الهيدروجيني للتربة أكبر من 7، هذا يعزز توافره للنبات وحركته. ويتم ترشيح الكالسيوم المطبق كجبس في باطن الأرض بسرعة أكبر من الكالسيوم المطبق على شكل جير. ويوجد الكبريت في الجبس على شكل كبريتات (SO_4^{2-})، وهو متاح للنبات.

11. يمكن أن يساعد الجبس في التخفيف من المشاكل التي تسببها مستويات الصوديوم الزائدة في تربة الصودا. ويحل الكالسيوم محل الصوديوم في مواقع التبادل وتعزز الكبريتات إزالته عن طريق الترشيح (مثل كبريتات الصوديوم القابلة للذوبان).
12. تستفيد بعض أنواع التربة من استخدام الجبس كمصدر للكالسيوم. في التربة التي تحتوي على فائض من الصوديوم (Na) ، فإن الكالسيوم المنطلق من الجبس سوف يميل إلى الارتباط مع تقارب أكبر من Na في مواقع تبادل التربة ، وبالتالي إطلاق Na ليتم ترشيحها من منطقة الجذر.
13. عند استخدام الجبس في معالجة التربة عالية الصوديوم، فإنه يؤدي بشكل عام إلى تعزيز الخصائص الفيزيائية للتربة مثل تقليل الكثافة الظاهرية، وزيادة النفاذية وتسرب المياه، وتقليل قشرة التربة.
14. لقد تبين من التحليل الحجمي لعينات التربة عن تباين في توزيع النسب الحجمية بين المكونات المختلفة. وهذا الأمر قد يعزو إلى الظروف الترسيبية والعوامل الجيولوجية التي تشكلت منها هذه الترب من عوامل تجوية مختلفة وعوامل وبيئة الترسيب.
15. أظهر التحليل الميكانيكي لعينات التربة أن الرمل الناعم يمثل أعلى نسبة مئوية (30.04%) يليه الطين الغريني (23.92%)، وبناءً على هذه المكونات فإن التربة يمكن تصنيفها على أنها رملية طينية القوام.
16. من نتائج تحليل العينات وجد أن الاملاح الكلية الذائبة بالتربة تتراوح من (30.05 مليموز/سم) ، عند (25 م). لذلك فإنه يمكن تصنيف هذه التربة على أنها ملحية قلووية حسب تقسيم معمل الملوحة الأمريكي.
17. لقد تبين من دراسة هذه الخواص الفيزيائية لخام الجبس أنها تتباين في بعضها وتتشابه في البعض الآخر، وهذا يعزو بطبيعة الحال إلى التركيب الكيميائي لهذه الخامات وظروف البيئة الترسيبية.
18. أظهر التحليل الكيميائي لخام الجبس من حيث توزيع الأكاسيد أن أكسيد الماغنسيوم وأكسيد الكالسيوم هما الأعلى مقارنةً بباقي القيم التي أظهرت تبايناً إلى حد ما من موقع لآخر.
19. إن هذا التباين في قيم هذه المعاملات الكيميائية قد يعزو لعوامل عدة أهمها ظروف البيئة الترسيبية والتي تؤثر بشكل مباشر على طبيعة التركيب الكيميائي لهذه المواد.
20. أظهرت نتائج زراعة نبات الذرة أن نسبة الإنبات لبذور الذرة المزروعة 86.7% لعينات الشاهد بعد خمسة أيام من تاريخ الزراعة.
21. اكتملت عملية الإنبات بعد سبعة أيام كما تُظهر التباين الواضح في معدلات الإنبات عند التركيزات المختلفة للمحلول الملحي مما يدل على تأثير درجة ملوحة التربة على معدلات الإنبات والنمو في النبات، حيث كانت أعلى نسبة إنبات لعينة الشاهد (86.7%) وأقل نسبة إنبات في العينة S5 (45.19) عند التركيز 10 جرام.
22. إن زيادة درجة ملوحة التربة يؤثر تأثيراً مباشراً على معدلات النمو للنبات، ومن ثم ينعكس سلباً على معدلات الإنتاج.
23. من خلال النتائج لوحظ تدهور معدلات النمو لنبات الذرة مع زيادة التركيز الملحي مما يعمل على زيادة إجهاد التربة.
24. أظهرت النتائج مدى التحسن في معدلات النمو للنبات بين العينات المعالجة بإضافة مسحوق الجبس في المجموعتين B و C مقارنةً بالمجموعة A غير المعالجة.
25. أسفرت النتائج أيضاً أن معدلات النمو في النبات تزداد بزيادة معدلات إضافة مسحوق الجبس، حيث كانت معدلات النمو في المجموعة C أعلى من معدلات النمو في المجموعة B.
26. كانت معدلات إضافة مسحوق الجبس لعينات الدراسة بما يعادل 2 طن/أكر للمجموعة B و 3 طن/أكر للمجموعة C.
27. كانت معدلات إضافة مسحوق الجبس في المجموعة B 12.11 جرام/أصيص، في حين كان في المجموعة B 18.16 جرام/أصيص.
28. تتوقف معدلات إضافة مسحوق الجبس للتربة على نوع التربة الزراعية من حيث خصائصها الفيزيائية والكيميائية ودرجة الصودية.

التوصيات

في إطار النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة يتسنى لنا وضع حزمة من التوصيات يمكن بيانها على النحو التالي:

1. نظراً لامتلاك ليبيا احتياطات هائلة من رواسب خام الجبس، فمن ثم يمكن تطبيقها على الترب الملحية لتعديلها.
2. يمكن حل مشاكل زيادة ملوحة التربة جراء الري بمياه الآبار عالية الملوحة باستخدام الجبس نظراً لتعدد مزاياه تجاه تلك الترب.
3. يمكن استصلاح المزيد من الأراضي غير الصالحة للزراعة من خلال تحسين خواص تربها بإضافة الجبس.
4. إجراء المزيد من البحوث والدراسات على مختلف الترب لتحديد خصائص كل منها وتحديد الكميات المطلوب إضافتها لتحسين خصائصها.
5. على الجهات المعنية أخذ الأمر بعين الاعتبار وتشجيع الاستثمار وخلق فرص عمل.
6. تحسين معدلات الإنتاج للمحاصيل الزراعية من خلال تحسين خواص التربة.
7. اختيار وانتقاء المحاصيل الزراعية التي تتلاءم مع طبيعة التربة بإضافة الجبس.
8. على الجهات البحثية والأكاديمية أن تكاتف الجهود للوصول إلى أفضل النتائج من خلال الدراسات العلمية.
9. الاطلاع على الدراسات والممارسات العملية السابقة في هذا المجال لتحقيق أعلى المعدلات الإنتاجية للمحاصيل الزراعية.
10. العمل على تحقيق التنمية المستدامة من خلال استخدام الموارد الطبيعية والمواد الأولية.

قائمة المراجع:

- [1] Norton, L. D. (2008) Gypsum soil amendment as a management practice in conservation tillage to improve water quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63 (2), 46A-48A.
- [2] Sumner, M. E. and L. Larrimore. (2006) Use of gypsum for crop production on southeastern soils. Presented at the workshop on Research and Demonstration of Agricultural Uses of Gypsum and Other FGD Materials. September 2006, St. Louis, Mo. http://www.oardc.ohio-state.edu/agriculturalfgdnetwork/workshop_files/
- [3] Alhadad, A. A. Effects of Pesticides on Human Health.
- [4] Emhmd, H. M., Ragab, S. Y., & Alhadad, A. A. (2022). Investigation of the Antimicrobial Activity of Some Species Belonging to Pinaceae Family. *Applied Science and Engineering Journal for Advanced Research*, 1(4), 34-45.
- [5] Asanousi Lamma, O., Swamy, A. V. V. S., & Alhadad, A. A. (2018). Assessment of Heavy Metal Pollution in Ground Water and its Correlation with other Physical Parameters at Selected Industrial Areas of Guntur, AP, India. AP, India.
- [6] Tirado-Corbala, R. (2010). A Lysimeter Study of Vadose Zone Porosity and Water Movement in Gypsum Amended Soils (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
- [7] Xu, X. (2006) Soil reclamation using FGD byproduct in China. Presented at the workshop on Research and Demonstration of Agricultural Uses of Gypsum and Other FGD Materials. September 2006, St. Louis, Mo. http://www.oardc.ohio-state.edu/agriculturalfgdnetwork/workshop_files/presentation/Session1/Soil%20Amelioration%20%20by%20FGD%20Byproduct%20in%20Chna-1.pdf.
- [8] Favaretto, N., Norton, L. D., Johnston, C. T., Bigham, J., & Sperrin, M. (2012). Nitrogen and phosphorus leaching as affected by gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium. *Soil Science Society of America Journal*, 76(2), 575-585. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/76/2/575>
- [9] Favaretto, N., Norton, L. D., Johnston, C. T., Bigham, J., & Sperrin, M. (2012). Nitrogen and phosphorus leaching as affected by gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium. *Soil Science Society of America Journal*, 76(2), 575-585. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/76/2/575>
- [10] Peacock, B. (2014) Can gypsum improve water penetration? University of California Cooperative Extension in Tulare County, Pub IG8-97. <http://cetulare.ucdavis.edu/files/82042.pdf>
- [11] Outhman, A. M., & Lamma, O. A. (2020). Investigate the contamination of tissue paper with heavy metals in the local market. *IJCS*, 8(1), 1264-1268.
- [12] Watts, D. B., & Torbert, H. A. (2010). Impact of gypsum applied to grass buffer strips on reducing soluble P in surface water runoff. *Journal of environmental quality*, 38(4), 1511-1517. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19465727>
- [13] Brauer, D., Aiken, G. E., Pote, D. H., Livingston, S. J., Norton, L. D., Way, T. R., & Edwards, J. H. (2005). Amendment effects on soil test phosphorus. *Journal of environmental quality*, 34(5), 1682-1686. <http://naldc.nal.usda.gov/download/7250/PDF>

- [14] Hulugalle, N. R., Weaver, T. B., Ghadiri, H., & Hicks, A. (2006). Changes in soil properties of an eastern Australian vertisol irrigated with treated sewage effluent following gypsum application. *Land Degradation & Development* 17(5), 527-540.
- [15] Lamma, O. A., & Moftah, M. A. (2016). Effect of vermicompost on antioxidant levels in *Andrographis paniculata*. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture*, 2(3), 1-6.