دراسة تقدير الجبس في التربة بطريقة حرارية بديلة

The Study of Gypsum Determination in the Soil by Alternative Heating Method

Received 19 January 2011 / Accepted 25 May 2011

د. أحمد الشلاش العبيد

الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - مركز بحوث ديرالزور - سورية.

المُلخَّص

أجريت الدراسة في مختبرات مركز بحوث ديرالزور/سورية. خلال عامي 2009 ـ 2010 بهدف تقدير محتوى التربة من الجبس بطريقة حرارية بديلة، حيث حُضرت عينات قياسية تحتوي على جبس نقي بنسبة 0، 1، 2، 3، 4، 5، 6، 10، 20، 40، 60، 80، 100 %، كما أُخذت 24 عينة تربة ذات محتوى مختلف من الجبس من مناطق مختلفة من محافظة ديرالزور، وتم تقدير نسبة الجبس في العينات القياسية وعينات التربة بالطرائق التقليدية المعتمدة لتقدير الجبس في التربة (الطريقة الحرارية لـ Nelson وطريقة الناقلية الكهربائية وطريقة المعايرة) وبالطريقة الحرارية البديلة والتي تتلخص بالتسخين على درجة حرارة 105م° لمدة ساعتين لإزالة الماء الهيجروسكوبي، ثم التسخين على درجة حرارة 200 م° لإزالة ماء التبلور للجبس.

أظهرت النتائج تفوق الطريقة الحرارية البديلة على الطرائق التقليدية العالمية المعتمدة من خلال دقتها وسهولة إجرائها، بالإضافة إلى كونها غير مكلفة وآمنة بيئياً، فقد كانت القيم التقديرية لنسبة الجبس بالطريقة البديلة ذات ارتباط إحصائي قوي جداً مع العينات القياسية (R^2=1)، حيث بلغت نسبة الجبس المقدرة بالطريقة البديلة 99.68 % من نسبة الجبس في العينات القياسية، في حين بلغ متوسط نتائج تقدير الجبس بالطريقة الحرارية لـNelson 84.83 % فقط و88.77 % بطريقة الناقلية الكهربائية مقارنةً مع نسبة الجبس في العينات القياسية .

الكلمات المفتاحية: تقدير الجبس في التربة، طريقة بديلة للجبس.

Abstract

The study was carried out in the research laboratories in DeirEzzor center during 2009-2010 with the aim to evaluate the soil content of Gypsum by an alternative heating method . The standard samples with pure Gypsum were made up to 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6,10, 20, 40, 60, 80, 90, 100%, and 24 samples of soil with a different Gypsum content were taken from different areas from DeirEzzor. The Gypsum content in all

©2013 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved - ISSN 2305- 5243.

samples was evaluated by the traditional standard ones (heating method for Nelson, electrical conductivity method, titration method), and by alternative heating method,which depends on heating at 105 C° to remove the hygroscobic water , then heating at 200 C° to remove the crystallization water of Gypsum.

In fact ,the results showed that the superiority of suggested method to the used traditional methods is caused by its accuracy in addition it is easy, cheep and safe environmentally. However, the evaluated value of Gypsum content by the suggested method was strongly correlated with Standard samples (R^2=1). The alternative method measure 99.68% of Gypsum content in the standard samples, whereas the heating methods of Nelson and the electrical conductivity methods evaluate only 84.83% and 88.77% respectively .

Keywords: The evaluation of Gypsum in the soil , The alternative method for Gypsum.

المقدمة

يتواجد الجبس في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة على شكل كبريتات كالسيوم ثنائية الماء (الجبس المتأدرت $CaSO_4.2H_2O$)، أما الجبس نصف المائي (الباسانيت $CaSO_4$ $1/2H_2O$) فيتواجد أحياناً على سطح التربة في المناخات الجافة جداً، في حين ينتشر الجبس غير المتأدرت (الأنهدريت CaSO4) في التوضعات الجيولوجية (الكامل و درمش، 1999).

يُعد تحديد محتوى التربة من الجبس أحد المؤشرات الرئيسة لفهم سلوك هذه التربة، كما يُعد تحديد نسبة الجبس في التربة من العمليات الضرورية لتحقيق الاستثمار الزراعي الأمثل لهذه الترب وطرائق الري الواجب إتباعها (Lebron وزملاؤه، 2009).

ويتم تقدير الجبس في التربة بعدة طرائق قياسية تقليدية (حرارية وكيميائية)، ومن الطرائق الحرارية لتقدير الجبس في التربة طريقة Nelson وزملائه (1978) وطريقة Artieda وزملائه (2006)، وتعتمد الطرائق الحرارية على إزالة الماء الهيجروسكوبي وماء التبلور للجبس بالتسخين على درجات حرارة مختلفة، حيث تعتمد طريقة Nelson على إزالة الماء الهيجروسكوبي من عينة التربة بالتسخين على درجة حرارة 80 م° لمدة 24 ساعة، ثم إزالة ماء التبلور للجبس بالتسخين على درجة حرارة 105 م° لمدة 72 ساعة، أما طريقة Artieda فتعتمد على إزالة الماء الهيجروسكوبي من عينة التربة بالتسخين على درجة حرارة 70 م° لمدة 24 ساعة، ثم إزالة ماء التبلور للجبس بالتسخين على درجة حرارة 90 م° حتى ثبات الوزن لمدة 72 ساعة أو أكثر، أما الطرائق الكيميائية فتعتمد إما على قياس الناقلية الكهربائية بعد ترسيب الجبس بوساطة الأسيتون ثم إذابة الجبس المرسب بالماء المقطر (FAO، 1990; Sayegh وزملاؤه، 1978)، أو تعتمد على تقدير الكالسيوم والسلفات في مستخلص عجينة مشبعة ومستخلص تربة بطريقة المعايرة (درمش وزملاؤه، 1982 وLagerwerff وزملاؤه، 1965).

ويرى Artieda وزملاؤه (2006) أن تقدير الجبس في التربة بإتباع الطرائق التي تعتمد على تقدير الكبريتات هي طرائق طويلة ومتعبة، كما أنها لاتقدر نسبة الجبس بدقة وخاصةً عند وجود معادن الكبريتات الأخرى بالإضافة إلى الجبس، كما أوضح الكامل ودرمش (1999) و Bashour وSayegh (2007) أن الطرائق التقليدية الكيميائية لتقدير الجبس في التربة لاتستخلص كامل كمية الجبس لأن الجبس نصف المتأدرت هو الذي يتم فصله ومعايرته لأنه أكثر ذوباناً من الجبس، بالإضافة إلى انحلال الكالسيوم والكبريتات من مصادر أخرى غير الجبس، ولهذا لاتعطي الطرق التقليدية المتبعة لتقدير الجبس في التربة نتائج دقيقة ، ولهذا يرى Artieda وزملاؤه (2006) أن الطرائق الحرارية لتقدير الجبس في التربة أفضل من الكيميائية، فهي من الطرائق السهلة والدقيقة، كما أنها لاتعتمد على تقدير الكبريتات أو الكالسيوم في التربة مما يؤدي إلى خلوها من التداخلات، وهي لاتحتاج إلى تجهيزات مكلفة أو معقدة ، بالإضافة إلى أنها تعد من الطرائق الآمنة بيئياً، لاسيما وأن هناك اهتمام عالمي كبير بالمواد الكيميائية الضارة بصحة الإنسان وبيئته، وهناك أيضاً حاجة ملحة لتبني مفهوم البدائل للمواد الكيميائية الخطرة كأداة من الأدوات الرئيسة لحماية البيئة وصحة الإنسان، ووسيلة لتجنب مخاطر المواد الكيميائية التي تحيط بصحة العمال وسلامتهم .

- الهدف من البحث :

يهدف هذا البحث إلى دراسة تقدير الجبس في التربة بطريقة حرارية بديلة و سهلة ، وغير مكلفة، ودقيقة وآمنة بيئياً .

مواد البحث وطرائقه

- موقع تنفيذ البحث:

نُفذ البحث في مختبرات مركز بحوث ديرالزور/سورية، خلال عامي

2009 - 2010. وذلك عبر إجراء العديد من الدراسات والتقديرات، وقد جرى أولاً تنفيذ العديد من التقديرات لدراسة دقة المبدأ العلمي للطريقة البديلة وذلك من أجل اعتمادها. ثم تبع ذلك دراسة دقة الطريقة من خلال تحضير عينات قياسية (مرجعية) تتضمن نسباً مختلفةً من الجبس، ثم جرى تقدير نسبة الجبس في هذه العينات بالطريقة البديلة وبالطرائق التقليدية المعتمدة لتقدير الجبس في التربة، كما تمت دراسة مدى الطريقة البديلة (حد الكشف الأدنى والأعلى) في عينات من الجبس النقي وخلائط تتضمن نسباً مختلفةً من الجبس . كما دُرست التداخلات المؤثرة على دقة الطريقة البديلة. وقد تبع هذه الاختبارات أخذ عينات تربة ذات محتوى مختلف من الجبس (24 عينة تربة)، وتم تقدير محتواها من الجبس بالطريقة البديلة وبالطرق التقليدية المعتمدة لتقدير الجبس في التربة .

• الطريقة البديلة:

ـ المبدأ العلمي للطريقة البديلة:

تعتمد الطريقة البديلة على إزالة الماء الهيجروسكوبي لعينة التربة بالتسخين على درجة حرارة 105 م° لمدة ساعتين، ثم إزالة ماء التبلور للجبس بالتسخين على درجة حرارة 200 م° لمدة ساعتين. والفرق يمثل كمية ماء التبلور الكلية المفقودة من الجبس، ومن أجل تحويل كمية ماء التبلور للجبس إلى نسبة الجبس نضرب بالعامل الثابت 3.778 الذي يمثل نسبة وزن كبريتات الكالسيوم إلى ماء التبلور $2H_2O$.

ـ الطريقة:

ـ يُؤخذ 1غ تربة جافة هوائياً وتوضع في جفنة بورسلان معروفة الوزن (دقة 0.001غ)، ثم توضع في فرن تجفيف مزود بفتحة تهوية على درجة حرارة 105 م° لمدة ساعتين ثم توزن الجفنة بعدوضعها في المجفف حتى تأخذ درجة حرارة الغرفة .

ـ تعاد الجفنة إلى الفرن وتجفف على درجة 200 م° لمدة ساعتين، ثم توزن الجفنة بدقة بعد وضعها في المجفف حتى تأخذ درجة حرارة الغرفة، ثم تحسب النسبة المئوية (%) للجبس في التربة من المعادلة التالية :

$$\text{الجبس (\%)} = (B - A) / W \times 100 \times 3.778$$

حيث:

A - وزن عينة التربة مع الجفنة بعد التسخين على درجة 105 م° (غ).

B - وزن عينة التربة مع الجفنة بعد التسخين على درجة 200م° (غ).

W- وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ).

100: عامل تحويل إلى نسبة مئوية.

3.778: عامل ثابت، ناتج من نسبة وزن كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ إلى الماء $2H_2O$ أو نسبة 136.15/ 36.032= 3.778 في جزيء الجبس المائي ($CaSO_4.2H_2O$) مع ملاحظة أنه:

أ ـ يمكن استخدام وزن تربة من 1 ـ 3غ.

ب ـ يجب إجراء التحليل على درجة حرارة 25 م° + 3 م° ، كما يجب استخدام فرن تجفيف مزود بفتحة تهوية للسماح بإزالة الرطوبة من فرن التجفيف .

ج ـ تعتمد دقة الطريقة على تنفيذ مايلي: الدقة في عمليات الوزن ، وتبريد العينات في المجفف بعد إخراجها من الفرن إلى درجة حرارة الغرفة، وعلى البدء في عملية التسخين بدءاً من درجة حرارة الغرفة، حيث يفقد جزء من ماء التبلور للجبس عند وضع العينات مباشرة على حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة.

• دراسة المبدأ العلمي للطريقة:

تم اعتماد مبدأ الطريقة بناءً على الاختبارات التالية :

ـ دراسة فقد الماء الهيجروسكوبي من التربة :

إن الطريقة القياسية لإزالة الماء الهيجروسكوبي من التربة تجري بالتسخين على درجة حرارة 105 ـ 110 م° لمدة 16ـ 24 ساعة حتى ثبات الوزن (درمش وزملاؤه، 1982)، وللتأكد من درجة حرارة وزمن فقد الماء الهيجروسكوبي لعينات التربة، فقد أُخذت عينة رمل كوارتز وعينة تربة لومية ، وعُوملت بحمض 2HCl مولر لإذابة الجبس وإزالته بالغسيل بالماء المقطر من عينة التربة (Bashour و Sayegh، 2007)، بعد ذلك جففت عينة التربة هوائياً وأجري اختبار الجبس للتأكد من خلوها من الجبس، ثم وُضعت عينة التربة في فرن تجفيف مزود بفتحة تهوية على درجة حرارة 105م° لمدة ساعتين وثلاث ساعات، على درجة حرارة 80 م° و 70 م° لمدة 24 ساعة .

ـ دراسة فقد ماء التبلور للجبس عند التسخين على درجة 105م° لمدة ساعتين لإزالة الماء الهيجروسكوبي :

إن تسخين عينات التربة على درجة حرارة 105 م° لمدة ساعتين لإزالة الماء الهيجروسكوبي يؤدي إلى فقد كمية من ماء التبلور للجبس، ولهذا فقد تمت دراسة الكمية المفقودة من ماء التبلور للجبس، حيث أُخذ وزن 1 غ من الجبس النقي في جفنة بورسلان معروفة الوزن بدقة 0.001 غ (6 مكررات)، ثم وُضعت الجفنات في فرن تجفيف على درجة حرارة 105 م° لمدة ساعتين، ثم أُخذ الوزن بدقة بعد تبريد العينات إلى درجة

حرارة الغرفة ، ثم حُسبت كمية الماء المفقودة من الكمية الكلية لماء التبلور للجبس.

- دراسة درجة حرارة وزمن فقد ماء التبلور كلياً من الجبس :

لتحديد درجة حرارة فقد ماء التبلور كلياً من الجبس والزمن اللازم لهذا الفقد، استخدم جبس نقي، وتربة ذات محتوى مرتفع من الجبس (تربة جبسية)، وتم تسخين عينات الجبس النقي وعينات التربة في فرن تجفيف على درجات حرارة مختلفة (190، 200، 212، 220 م°) ولأزمنة مختلفة (ساعة ،ساعة ونصف ، ساعتين ، ساعتين ونصف ، وثلاث ساعات) حتى ثبات وزن العينات الذي يشير إلى فقد ماء التبلور كلياً من الجبس .

- دراسة نسبة الفقد من وزن المادة العضوية وفقد الآزوت العضوي :

لدراسة نسبة فقد المادة العضوية عند التسخين على درجة حرارة 200 م° لمدة ساعتين، فقد جرى تقدير نسبة المادة العضوية في عينة تربة قبل وبعد التسخين على درجة حرارة 200 م° لمدة ساعتين، كما جرت دراسة الكمية المفقودة من الآزوت العضوي في عينة التربة السابقة ولبقايا عضوية مختلفة قبل التسخين وبعده على درجة حرارة 200م° .

- دراسة دقة الطريقة :

لدراسة دقة الطريقة تم تحضير عينات قياسية (عينات مرجعية) تتضمن خلائط من الرمل الكوارتز: جبس نقي، وخلائط من تربة: جبس نقي (تربة لومية رملية خالية من الجبس) وتتضمن هذه الخلائط جبس بنسبة 10 ، 20 ، 30 ، 40، 50 ، 60 ، 70 ، 80 ، 90 ، 100 %، ثم جرى تقدير الجبس في الخلائط بالطريقة البديلة، وبالطريقة الحرارية لـ Nelson وبطريقة الناقلية الكهربائية، وذلك لمقارنة دقة الطريقة البديلة مع الطرق القياسية التقليدية .

- دراسة مدى الطريقة :

لدراسة حد الكشف الأعلى للطريقة البديلة، فقد تم تقدير نسبة الجبس في عينات جبس نقي نقاوته 98 %، ولدراسة حد الكشف الأدنى، فقد تم تحضير خلائط تربة/رمل: جبس نقي، حيث أخذت عينة رمل كوارتز وعينة تربة لومية رملية (رمل 61.52 %، طين 14.48 %، سلت 24 %) وعوملت بحمض 2HCl مولر لإذابة الجبس والتخلص منه بالغسيل، وبعد التأكد من خلوها من الجبس بتقديره في العينات حضرت خلائط تربة وخلائط رمل تحتوي على جبس نقي بنسبة 0 ، 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 و 6 %، وقُدرت نسبة الجبس في الخلائط بالطريقة البديلة.

- دراسة التداخلات:

تحت ظروف خاصة قد توجد في التربة أملاح مائية أخرى بالإضافة إلى الجبس مثل ($MgSO_4.7H_2O$، $MgSO_4.6H_2O$، $MgCl_2.6H_2O$، $CaCl_2.6H_2O$، $Na_2CO_3.10H_2O$، $Na_2SO_4.10H_2O$)، وهذه الأملاح المائية في حال وجودها تسبب تداخلات أو أخطاء عند تقدير نسبة الجبس في التربة، ولدراسة فقد ماء التبلور من الأملاح المائية التي قد تتواجد في التربة فقد تم تسخين عينات نقية من هذه الأملاح على درجة حرارة 105م° لمدة 72ساعة وعلى درجة حرارة 200م° لمدة ساعتين لمعرفة نسبة فقد ماء التبلور، وبالتالي معرفة تداخلات هذه الأملاح مع الجبس عند تقديره بالطريقة الحرارية لـ Nelson وبالطريقة البديلة، كما تم تسخين هذه العينات على درجة 300م° لإزالة ماء التبلور كلياً من الأملاح المائية وحساب كمية الماء المفقودة عند التسخين على حرارة 105 م°و 200 م°.

- الترب:

لدراسة تقدير الجبس بالطريقة البديلة في عينات تربة ذات محتوى مختلف من الجبس، ومقارنة الطريقة البديلة مع الطرائق القياسية المعتمدة لتقدير الجبس في التربة، فقد أخذت عينات تربة (24عينة تربة) ذات محتوى مختلف من الجبس، من مناطق مختلفة من محافظة ديرالزور ممسوحة سابقاً ومعروفة من حيث نسبة الجبس، وجرى تقدير الجبس في العينات بالطريقة البديلة وبطريقة الناقلية الكهربائية، وبطريقة المعايرة، بالإضافة إلى الطريقة الحرارية لـ Nelson.

النتائج والمناقشة

أوضح الكامل و درمش (1999) أن الجبس يفقد ماء التبلور كلياً عند التسخين على درجة حرارة 212 م°، وتؤكد نتائج الجدول 1 أن التسخين على درجة حرارة 190 م° لمدة ثلاث ساعات لم يؤد إلى فقد ماء التبلور كلياً من الجبس سواءً في عينات الجبس النقي أو في عينات التربة الجبسية، في حين فقد الجبس ماء التبلور كلياً عند التسخين على درجة حرارة 200 م°لمدة ساعتين ونصف، وعلى درجة حرارة 212 م° و 220 م° لمدة ساعتين بدليل ثبات الوزن عند التسخين لزمن أكثر، وعلى اعتبار أن التسخين على درجة حرارة 200 م° لمدة ساعتين قد أدى إلى إزالة 99.95 % من كمية ماء التبلور الكلي لعينة الجبس النقي (الجدول1)، ولم يؤد إلى أي فقد في الآزوت العضوي من البقايا العضوية المدروسة (الجدول 2)، فقد تم اعتماد التسخين على 200 م° لمدة ساعتين لإزالة ماء التبلور من الجبس.

الجدول 1. نسبة الجبس (%) مقدرة بالطريقة البديلة لعينات جبس نقي وعينات تربة جبسية على درجات حرارة وأزمنة مختلفة.

الحرارة / الزمن	190 م°		200 م°		212 م°		220 م°		300 م°
	جبس نقي	تربة	جبس نقي	تربة	جبس نقي	تربة	جبس نقي	تربة	جبس نقي
ساعة	96.32	68.51	97.26	72.716	97.35	72.58	97.43	72.87	97.74"
ساعة ونصف	96.38	72.32	97.43	72.749	97.54	72.87	97.44	73.11	97.74"
ساعتين	96.48	72.49	97.69	72.99	97.74"	73.12"	97.74"	73.12"	97.74"
ساعتين ونصف	96.65	72.63	97.74	"73.12	97.74"	73.12"	97.74"	73.12"	97.74"
ثلاث ساعات	96.68	72.87	97.74 "	73.12"	97.74"	"73.12	97.74"	73.12"	97.74"

- النتائج متوسط لـ 6 مكررات. - " تشير إلى ثبات الوزن.

الجدول 2. كمية الآزوت الكلي (%) في البقايا العضوية ونسبة المادة العضوية في التربة المدروسة قبل التسخين وبعده على درجة الحرارة 200 م° ولأزمنة مختلفة.

المعاملات / زمن التسخين	البقايا العضوية			
	أوراق أشجار توت		روث أبقار	
	الآزوت الكلي قبل التسخين %	الآزوت الكلي بعد التسخين %	الآزوت الكلي قبل التسخين %	الآزوت الكلي بعد التسخين %
ساعتان	3.61	2.407	0.82	0.73
ساعتان ونصف	3.54	2.292	0.82	0.69
التربة	نسبة المادة العضوية والآزوت الكلي			
	المادة العضوية قبل التسخين %	الآزوت الكلي قبل التسخين %	المادة العضوية بعد التسخين %	الآزوت الكلي قبل التسخين %
تربة 1	2.2	0.093	2.16	0.058
تربة 2	2.5	0.1	2.45	0.055
تربة 3	1.6	0.06	1.6	0.053
تربة 4	3.2	0.11	2.91	0.061

- النتائج متوسط لـ 3 مكررات.

تؤكد نتائج الجدول 2 أن التسخين على درجة الحرارة 200 م° لمدة ساعتين يؤدي إلى فقد كمية من الآزوت الكلي سواءً من روث الأبقار وأوراق أشجار التوت أو من التربة ، وقد أكدت الدراسات (Schripsema، 1977 ;Raison ،1979 ;Boerner ،1982 ;McNoughton وزملاؤه، 1998; Neary وزملاؤه، 1999) أن فقد الآزوت من المادة العضوية لايحدث إلا عند ارتفاع درجة الحرارة إلى أكثر من 200 م° .

إلا أن Neary وزملاؤه (1999) أكدوا أن فقد المادة العضوية يتأثر بعاملين هما شدة ومدة التعرض للنار . وهذا يشير إلى أن الآزوت الكلي قد لايفقد عند التسخين إلى درجة 200 م° إلا أن مدة أو زمن التسخين على درجة 200م° هو العامل المؤثر في فقد الآزوت الكلي سواءً من البقايا العضوية أو من التربة، ويؤكد ذلك زيادة فقد الآزوت الكلي من البقايا العضوية عند زيادة زمن التسخين من ساعتين إلى ساعتين ونصف .

أما عند تسخين التربة إلى درجة حرارة 200 م° فقد بلغ متوسط فقدان المادة العضوية في عينات التربة المدروسة 1.9% ، وهذا يؤكد فقد كمية من المادة العضوية عند التسخين على درجة حرارة 200 م°، وعلى الرغم من ذلك فإن هذا الفقد لن يؤثر في دقة تقدير الجبس في التربة بهذه الطريقة.

من خلال بيانات الجدول 3 فإننا نلاحظ أن تسخين عينات الرمل والتربة اللومية على درجة حرارة 105 م° لمدة ساعتين وثلاث ساعات قد أدى إلى إزالة كمية من الرطوبة هي ذاتها المفقودة عند التسخين على درجة 80 م° لمدة 24 ساعة، وعلى اعتبار أن التسخين على درجة 80 م° لمدة 24 ساعة كاف لإزالة الماء الهيجروسكوبي من عينات التربة وفق Nelson وزملاؤه، (1978)، وهذا يؤكد أن التسخين على درجة حرارة 105 م° لمدة ساعتين كافٍ لإزالة الماء الهيجروسكوبي من التربة .

وتؤكد نتائج الجدول 4 أن التسخين على درجة 105 م° لمدة ساعتين (لإزالة الماء الهيجروسكوبي) يؤدي إلى فقد كمية من ماء التبلور الكلي للجبس، فقد بلغت كمية ماء التبلور المفقودة 0.07 % من كمية ماء التبلور الكلية للجبس، ومع ذلك فإنه يمكننا إهمال نسبة الفقد هذه لعدم أهميتها، حيث أن نسبة الماء المفقودة من الجبس النقي تعادل نسبة جبس 0.26 % من أصل 98 % جبس نقي، وهذا يشير إلى أن نسبة الخطأ في

الطريقة (الناتجة عن التداخل) لا تتجاوز 0.26 %.

وبالنتيجة فإن المبدأ العلمي الذي استندت على أساسه الطريقة هو مبدأ صحيح ودقيق لتقدير الجبس في التربة.

ومن خلال بيانات الجدول 5 فإننا نلاحظ أن نتائج تقدير الجبس في العينات القياسية بالطريقة البديلة وبالطريقة الحرارية وطريقة الناقلية الكهربائية ذات ارتباط إحصائي قوي جداً مع نسبة الجبس في العينات القياسية، وأعطت نتائج تقدير الجبس بالطريقة البديلة أعلى ارتباط (R^2=1) مع نسبة الجبس في العينات القياسية، كما أن المعادلة الخطية التي تربط بين نتائج تقدير الجبس بالطريقة البديلة مع نسبة الجبس في العينات القياسية هي من الشكل y=1.003x، في حين أن المعادلة الخطية التي تربط بين نتائج تقدير الجبس بالطريقة الحرارية وطريقة الناقلية الكهربائية مع نسبة الجبس في العينات القياسية على الترتيب هي y=1.183x ، و y=1.137x، كما أن متوسط نتائج تقدير الجبس بالطريقة البديلة مقارنةً مع نسبة الجبس في العينات القياسية (متوسط مجموع نتائج تقدير الجبس على أساس نسبة مئوية) قد بلغت 99.65 % من نسبة الجبس في العينات القياسية، في حين بلغ متوسط نتائج تقدير الجبس بالطريقة الحرارية 84.83 % فقط و88.77 % بطريقة الناقلية الكهربائية مقارنةً مع نسبة الجبس في العينات القياسية.

الجدول 3 . النسبة المئوية (%) للرطوبة على أساس الوزن (الماء الهيجروسكوبي) لعينات رمل كوارتز وتربة لومية خالية من الجبس وجافة هوائياً على درجات حرارة مختلفة.

الحرارة / العينات	تسخين على درجة 105م° لمدة 2 ساعة	تسخين على درجة 105م° لمدة 3 ساعة	تسخين على درجة 80م° لمدة 24 ساعة	تسخين على درجة 70م° لمدة 24 ساعة
رمل كوارتز	0.077	0.077	0.077	0.066
تربة لومية رملية	0.132	0.132	0.1297	0.1059

- النتائج متوسط لـ 6 مكررات.

الجدول 4. النسبة المئوية (%) لماء التبلور المفقودة من الجبس النقي (بالطريقة البديلة والطرائق الحرارية التقليدية) عند التسخين لإزالة الماء الهيجروسكوبي.

العينات / الحرارة	تسخين على درجة 105م° لمدة 2 ساعة (الطريقة البديلة)		تسخين على درجة105م° لمدة 3 ساعة (الطريقة البديلة)		تسخين على درجة 80م° لمدة 24 ساعة (طريقة Nelson)		تسخين على درجة 70م° لمدة 24 ساعة (طريقة Artieda)	
	للماء المفقود %	الجبس %	للماء المفقود %	الجبس %	للماء المفقود %	الجبس %	للماء المفقود %	الجبس %
جبس نقي	0.07	0.26	0.08	0.3	0.07	0.26	0.05	0.19

نسبة الجبس : عبارة عن كمية ماء التبلور المفقودة من عينة الجبس النقي مضروبة بعامل التحويل إلى كمية الجبس.

- النتائج متوسط لـ 6 مكررات.

الجدول 5. نتائج تقدير الجبس (%) في العينات القياسية بالطريقة البديلة والطرائق المعتمدة لتقدير الجبس في التربة.

تقدير الجبس % للجبس في العينات القياسية	نسبة الجبس % المقدرة في العينات القياسية					
	الطريقة البديلة		الطريقة الحرارية لـ Nelson		طريقة الناقلية الكهربائية	
	الجبس %	الخطأ النسبي %	الجبس %	الخطأ النسبي %	الجبس %	الخطأ النسبي %
9.8 = 10	9.77	0.31	8.37	17.08	8.9	10.11
19.6 = 20	19.51	0.46	17.14	14.35	17.71	10.67
29.4 = 30	29.31	0.31	24.50	20	26.31	11.74
39.2 = 40	39.06	0.36	33.12	18.36	34.9	12.32
49 = 50	48.78	0.45	41.69	17.53	43.53	12.57
58.8 = 60	58.56	0.41	50.11	17.34	52	13.07
68.6 = 70	86.41	0.28	57.83	18.62	60.42	13.54
78.4 = 80	78.15	0.32	65.92	18.93	69.07	13.51
88.2 = 90	87.83	0.42	74.19	18.89	77.06	14.46
98 = 100	97.69	0.32	83.13	17.89	85.4	14.75
	R^2= 1		R^2= 0.999		R^2= 0.999	

- تمثل النتائج متوسطات لستة مكررات - تمثل قيمة الخطأ النسبي للطريقة مع نسبة الجبس في العينات القياسية

ويلاحظ أيضاً من خلال الجدول 5 أن أقل خطأ نسبي Relative error كان عند الطريقة البديلة مقارنةً مع العينات القياسية، وهذا يؤكد دقة الطريقة البديلة وتفوقها على الطرائق التقليدية لتقدير الجبس في التربة.

ووفق FAO (1990) فإن الجبس يتحول إلى أنهدريت بالحرارة، ويبدأ بفقد الماء عند درجة حرارة 40 م°، ويصل إلى مرحلة الجبس نصف المائي عند درجة حرارة 70 - 90 م°، وفوق الدرجة 100م° فإن الجبس يبقى يحتوي على حوالي0.01 مول ماء لكل مول جبس، وهذا يؤكد أن الطريقة الحرارية لـ Nelson غير دقيقة بما فيه الكفاية لتقدير الجبس في التربة، حيث أن التسخين على الدرجة 105 م° لمدة 72ساعة بالطريقة الحرارية (الجدول 5) قد أدى إلى إزالة 84.83 % فقط من ماء التبلور الكلية للجبس، كما أن الاستمرار في التسخين على الدرجة 105 م° حتى ثبات الوزن (لمدة 90 ساعة) قد أدى إلى إزالة 88.93 % من ماء التبلور الكلية للجبس .

ومن خلال بيانات الجدول 6 يُلاحظ أن حد الكشف الأدنى للطريقة البديلة هو حتى محتوى جبس 4 % (مع العلم بأن حد الكشف لطريقة Nelson هو أيضاً حتى 4 %)، فقد أعطى تقدير نسبة الجبس بالطريقة البديلة نتائج أعلى من نسبة الجبس الحقيقية الموجودة في العينات المرجعية حتى محتوى جبس 4 %، وبناءً على نتائج متوسط تقدير الجبس بالطريقة البديلة في خلائط التربة / رمل : جبس نقي فقد تم اعتماد المعادلة الخطية التالية لتصحيح محتوى الجبس الحقيقي المقابل لنسبة الجبس المقدرة بالطريقة البديلة عند نسبة الجبس في التربة أقل من 4 %:

$$Y = 0.904\ X$$

حيث: Y : نسبة الجبس المصححة.

X : نسبة الجبس بالطريقة البديلة .

وبناءً على نتائج الجدول 6 فقد تم التوصل إلى الجدول 7 والذي يمثل تصحيح النتائج عندما تكون نسبة الجبس أقل من 4 %، ولهذا يمكن استخدام المعادلة الخطية السابقة أو الجدول 7 لتصحيح نتائج تقدير الجبس عند نسبة أقل من 4 %، مع العلم بأن الجدول 7 أدق من المعادلة الخطية لتصحيح النتائج.

الجدول 7. نسبة الجبس بالطريقة البديلة ونسبة الجبس المصححة عند محتوى جبس في التربة أقل من 4 % .

نسبة الجبس بالطريقة البديلة	نسبة الجبس المصححة
من 0.6 ـ 1.79	نسبة الجبس بالطريقة البديلة ـ 0.6
من 1.8 ـ 2.3	نسبة الجبس بالطريقة البديلة ـ 0.5
من 2.31 ـ 2.8	نسبة الجبس بالطريقة البديلة ـ 0.4
من 2.81 ـ 3.26	نسبة الجبس بالطريقة البديلة ـ 0.3
من 3.27 ـ 3.66	نسبة الجبس بالطريقة البديلة ـ 0.2
من 3.67 ـ 4	نسبة الجبس بالطريقة البديلة ـ 0.1

ملاحظة: نسبة الجبس المصححة = نسبة الجبس بالطريقة البديلة مطروحاً منها نسبة التصحيح .

وتشير نتائج الجدول 8 إلى تداخل الأملاح المائية المبينة في الجدول مع الجبس عند وجود هذه الأملاح المائية في التربة سواءً عند تقدير الجبس في التربة بالطريقة البديلة أو بالطريقة الحرارية لـ Nelson .

والجدير بالذكر أن الأملاح المائية عدا الجبس نادرة الوجود في الترب وذلك بسبب الذوبان العالي للأملاح المائية (Seeling، 2000)، كما توجد هذه الأملاح في الترب تحت ظروف خاصة مثل كربونات الصوديوم الذوابة النادرة التواجد في التربة، والتي توجد فقط تحت ظروف الترب القلوية (Bashour و Sayegh، 2007).

ولدى قراءة بيانات نتائج تقدير الجبس بالطريقة البديلة والطرائق

الجدول 6. نتائج تقدير الجبس (%) بالطريقة البديلة في العينات المرجعية عند المحتوى المنخفض للجبس في التربة.

نسبة الجبس % / الخلائط (العينات المرجعية)	تربة : جبس نقي	رمل : جبس نقي	المتوسط
تربة / رمل + 0 % جبس نقي	0.62	0.59	0.60
تربة / رمل + 1 % جبس نقي	1.6	1.606	1.603
تربة / رمل + 2 % جبس نقي	2.4	2.4	2.42
تربة / رمل + 3 % جبس نقي	3.287	3.24	3.26
تربة / رمل + 4 % جبس نقي	4.05	4.07	4.06
تربة / رمل + 5 % جبس نقي	5.01	4.98	4.995
تربة / رمل + 6 % جبس نقي	6	6.01	6
			R^2= 0.935

- النتائج متوسط لـ 6 مكررات.

التقليدية المعتمدة لتقدير الجبس في التربة والمبينة في الجدول 9 فيلاحظ أن قيم تقدير الجبس بالطريقة البديلة كانت الأعلى، تليها على الترتيب طريقة الناقلية الكهربائية، والطريقة الحرارية لـ Nelson، ثم طريقة المعايرة ، وهذه النتائج تتطابق مع نتائج تقدير الجبس في العينات القياسية، ويُلاحظ أيضاً أن أقل خطأ نسبي كان عند طريقة الناقلية الكهربائية مع الطريقة البديلة عند نسبة الجبس أعلى من 6 %.

الجدول 8. كمية الماء المفقودة من الكمية الكلية لماء التبلور للأملاح المائية عند التسخين على درجة حرارة 105م° لمدة 72ساعة و200م° لمدة ساعتين ونصف.

الماء المفقود / الملح المائي	كمية الماء المفقودة (%)عند التسخين على 105م° لمدة 72 ساعة (طريقة Nelson)	كمية الماء المفقودة (%)عند التسخين على 200 م° لمدة ساعتين (الطريقة البديلة)
$CaCl_2.6H_2O$	+ 72.3	75.33
$MgSO_4.6H_2O$	78.34	81.58
$MgSO_4.7H_2O$	75.8	79.8
$MgCl_2.6H_2O$	73.6	75.21
$Na_2CO_3.10H_2O$	97.08	99.26
$Na_2SO_4.10H_2O$	-	-

+ تجفف الأملاح المائية على درجة 300م° حتى ثبات الوزن وتحسب كمية ماء التبلور الكلية وعلى أساسها تحسب كمية الماء المفقودة على الدرجة 200م° أو 105م°.

الجدول 9. نتائج تقدير الجبس (%) في عينات التربة بالطريقة البديلة والطرق التقليدية المعتمدة لتقدير الجبس في التربة.

التقدير / رقم العينة	نسبة الجبس %						
	الطريقة البديلة	طريقة Nelson	الخطأ النسبي % لـ Nelson مع البديلة	طريقة الناقلية الكهربائية	الخطأ النسبي % لطريقة الناقلية مع البديلة	طريقة المعايرة	الخطأ النسبي % لطريقة المعايرة مع البديلة
1	1.79	1.55	15.48	0.14	-	0.11	-
2	2.59	2.2	17.73	0.28	-	0.25	-
3	3.67	3.17	15.77	1.13	-	1.09	-
4	4.07	3.49	16.62	2.53	60.87	2.51	62.15
5	4.64	4.12	12.62	3.61	28.53	3.11	49.2
6	5.46	4.91	11.2	4.83	13.04	4.72	15.68
7	6.51	5.7	14.2	5.91	10.15	5.56	17.09
8	7.2	6.18	16.5	6.58	9.42	6.21	15.94
9	7.98	6.84	16.67	7.21	10.68	6.96	14.65
10	8.97	7.67	16.95	8.1	10.74	7.61	17.87
11	9.15	7.79	17.46	8.25	10.91	7.85	16.56
12	10.33	8.92	15.81	9.27	11.43	8.94	15.55
13	12.98	11.16	16.31	11.78	10.19	11.23	15,58
14	14.98	12.95	15.68	13.47	11.21	12.98	15.41
15	15.46	13.15	17.56	13.89	11.3	13.26	16.59
16	20.44	17.26	18.42	18.41	11.02	17.35	17.81
17	29.42	24.86	18.34	26.45	11.23	25.04	17.49
18	41.52	35.15	18.12	37.06	12.03	35.32	17.55
19	47.09	39.75	18.46	41.98	12.17	40.05	17.58
20	51.09	43.15	18.4	45.48	12.33	42.92	19.03
21	61.96	52.34	18.38	55.14	12.37	52.15	18.81
22	71.95	60.73	18.47	63.35	13.57	60.44	19.04
23	73.73	62.33	18.29	64.88	13.64	61.29	20.3
24	76.19	64.51	18.1	68.05	11.96	62.45	22

- النتائج متوسط لـ 6 مكررات.

كما يُلاحظ من خلال نتائج الجدول 9 أن تقدير الجبس بطريقة الناقلية الكهربائية وطريقة المعايرة عند محتوى الجبس في التربة أقل من 4 % (العينات رقم 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5) قد أعطى نتائج أقل بكثير من نتائج تقدير الجبس بالطريقة البديلة، وهذا يشير إلى عدم دقة هذه الطرائق عند محتوى الجبس في التربة أقل من 4 %. كما أن نتائج تقدير الجبس في التربة بطريقة Nelson قد أعطت قيماً أقل من نتائج تقدير الجبس بالطريقة البديلة، وهذا يعود إلى أن ماء التبلور للجبس لايفقد كلياً عند التسخين على درجة حرارة 105م° وفق FAO (1990).

مماسبق يمكن استنتاج مايلي:

- بينت النتائج دقة الطريقة البديلة لتقدير النسبة المئوية للجبس في التربة، فقد بلغت نسبة الجبس المقدرة بالطريقة البديلة 99.65 % من نسبة الجبس في العينات القياسية، كما أن نسبة الخطأ في الطريقة البديلة لم تتجاوز 0.3 % مقارنة مع العينات القياسية، كما أظهرت النتائج تفوق الطريقة البديلة على الطرائق التقليدية المعتمدة، فقد بلغ متوسط نتائج تقدير الجبس بالطريقة الحرارية لـ Nelson 84.83 % فقط و88.77 % بطريقة الناقلية الكهربائية مقارنةً مع نسبة الجبس في العينات القياسية.
- أظهرت النتائج أن حد الكشف للطريقة البديلة عند المحتوى المنخفض للجبس في التربة حتى 4 %، وقد أمكن التغلب على مشكلة حد الكشف المنخفض للطريقة البديلة من خلال جدول تصحيح .
- أظهرت النتائج أن الطريقة الحرارية البديلة قد أدت إلى اختصار الزمن اللازم لإجراء تقدير الجبس، حيث تحتاج الطريقة البديلة إلى ست ساعات فقط كحد أقصى لإنجاز تحليل الجبس في التربة، في حين تحتاج باقي الطرائق الحرارية إلى ثلاثة أيام على الأقل لإنجاز تحليل الجبس، كما أظهرت النتائج أن الطريقة البديلة تتميز عن باقي الطرائق لتقدير الجبس في التربة بدقتها وبساطتها وسهولة إجرائها، بالإضافة إلى كونها غير مكلفة وآمنة بيئياً.

وبناءً على النتائج السابقة يُوصى بإتباع الطريقة البديلة عوضاً عن الطرائق التقليدية القياسية لتقدير نسبة الجبس في التربة، وخاصة في الترب الكلسية والجبسية والمالحة .

المراجع

درمش، محمد خلدون، ومحي الدين القرواني، ومصطفى البلخي. 1982. أساسيات علم التربة: الجزء العملي، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، ص 25 .

الكامل، محمد وليد، ومحمد خلدون درمش. 1999. دراسة مرجعية لخواص الجبس في الترب الجبسية وأثره في بناء المواد الطينية، ندوة الترب المالحة والجبسية بين الري والزراعة والإستصلاح، كلية الزراعة، جامعة حلب: 299-318.

Artieda, O., J. Herrero, and P. J. Drohan. 2006. Refinement of the differential water loss Method for Gypsum determination in soils. Soil Sci Soc Am. J.,vol.70:1932- 1935.

Bashour, I. I., and A. H. Sayegh. 2007. Methods of Analysis for soils of arid and semi-arid Regions. American University of Beirut, Beirut, Lebanon, p.50.

Boerner, R. E. J. 1982. Fire and nutrient cycling in temperate ecosystems. BioScience, 32: 187 -192 .

FAO. 1990. Management of gypsiferous soils. Soil resources, Manangement and conservation service. Food and Agriculture organization of the United Nation, Rome, p.70.

Lagerweff, J. V., G. W. Akin, and S. W. Moses. 1965. Detection and determination of gypsum in proceedings of the soil Science. In: FAO, 1990., ed., Management of gypsiferous soils. Soil resources, Manangement and conservation service. Food and Agriculture organization of the United Nation, Rome:70 - 77 .

Lebron, L., J. Herrero, and D.A. Robinson . 2009. Determination of Gypsum content in dryland soils exploiting the Gypsum bassanite phase change. soil Sci Soc Am.J.,73: 403 -411.

McNaughton, S. J., N. R. H. Stronach, and N. J. Georgiadis. 1998. Combustion in natural fires and global emissions budgets. Ecol Appl ,8:464- 468.

Neary, D. G., C. C. Klopatek, L. F. DeBano, and P. F. Folliott. 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. Forest Ecology and Management,122:51 -71.

Nelson, R. E., L. C. Klameth, and W. D. Nettleton. 1978. Determining soil gypsum content and expressing properties of gypsiferous soils. In: FAO,1990.,ed., Management of gypsiferous soils. Soil resources, Manangement and conservation service. Food and Agriculture organization of the United Nation, Rome:70 -77 .

Raison, R. J. 1979. Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations: a review. Plant & Soil, 51: 73 -108 .

Sayegh, A. H., N. A. Khan, P. Khan, and J. Rtan . 1978. Factors effecting gypsum and cation exchange capacity determination in gypsiferous soil .In: FAO, 1990., ed., Management of gypsiferous soils. Soil resources, Manangement and conservation service. Food and Agriculture organization of the United Nation ,Rome:70 -77.

Schripsema, J. R. 1977. Ecological changes on pine-grassland burned in spring, late spring, and winter. MS thesis, South Dakota State Univ, Brookings, P. 99.

Seeling, B. D. 2000.Salinity and Sodicity in North Dakota soils. North Dakota State University. Department of Agriculture, ND 58108 - 6050.