مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

دراسة تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم في بعض المجاميع الميكروبية وبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة طينية

الدكتور ياسر حماد*

(تاريخ الإيداع 25 / 8 / 2013. قبل للنشر في 21 / 1 / 2014)

□ ملخّص □

يهدف البحث الحالي إلى دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم(PG) في بعض المجاميع الميكروبية (بكتريا, فطريات, أكتينومايسيت, بكتريا مثبتة للآزوت الجوي) وبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة طينية في محافظة اللاذقية.

تضمنت التجربة أربع معاملات للفوسفوجبسيوم بمعدل 5 مكررات لكلّ معاملة كانت كالآتي: شاهد(0%PG)، (2%PG), (4%PG), (6%PG) من وزن التربة.

بينت نتائج البحث أن إضافة الفوسفوجبسيوم أدت إلى زيادة الناقلية الكهربائية وانخفاض درجة pH التربة المدروسة, بالإضافة إلى وجود علاقة ارتباط بين الناقلية الكهربائية ودرجة pH التربة, ونسب الإضافة من الفوسفوجبسيوم.

كما أدت إضافة الفوسفوجيبسيوم إلى زيادة محتوى التربة من العناصر الغذائية (الحديد, الفوسفور, المنغنيز), وانخفاض محتواها من المادة العضوية نتيجة زيادة تحللها بفعل زيادة نشاط الأحياء الدقيقة مع زيادة نسبة الإضافة.

فضلاً عن انخفاض التعداد العام للبكتريا وزيادة أعداد الفطريات مع زيادة نسبة الإضافة من الفوسفوجبسيوم, وزيادة نشاط البكتريا المثبتة للآزوت الجوي خصوصاً عند التركيز(2%PG).

الكلّمات المفتاحية: فوسفوجبسيوم(PG), مجاميع الأحياء الدقيقة, بكتريا، فطريات، خصائص التربة.

* مدرس –اختصاص أحياء دقيقة– قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

A Study of the Effect of Adding Phosphogypsum on the Microorganism Groups and on the Physical and Chemical Characteristics of Muddy Soil

Dr. Yaser Hammad*

(Received 25 / 8 / 2013. Accepted 21 / 1 /2014)

□ ABSTRACT □

This study aimed at evaluating the effect of different addition levels ofphosphogypsum(PG) on some microbial groups (bacteria, fungi, actinomycetes, and nitrogen fixingbacteria) and on the physical and chemical characteristics of muddy soil in Lattakia. Three levels of PG (2%, 4%, and 6%) were used in addition to a control (0% PG).

The results showed that the addition ofphosphogypsum caused an increase inEC and a decrease inpH in the studied soil.Agood correlation between the levels ofphosphogypsum and the content of iron, phosphor, and manganese in the soil was noted.

Our results also showed that the addition of phosphogypsum reduced the content of organic matter in the soil which could be explained by the increase of a micro-organism activity.A decrease of the total number of bacteria, and an increase of fungi were also noted. The activity of nitrogen fixing bacteria increased especially at 2% PG.

Keywords: phosphogypsum, microorganisms, bacteria, fungi, soil characteristics

***Assistant Professor, Microbiology, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

تعدّ الأسمدة الفوسفاتية من المركبات والمواد التي تحوي على عنصر الفوسفور في صورة صالحة للامتصاص من قبل النبات بعد أن يجر عليها بعض التحولات تحت ظروف معينة لإعطاء الفوسفور بالشكل الميسر للنباتات؛ إذ يعدّ الفوسفور من العناصر الغذائية الأساس التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة؛ إذ يدخل في تركيب البروتينات المعقدة (RNA, DNA) وكذلك في مركبات تخزين الطاقة (ADP, ATP)، كما أنه ضروري لتنظيم امتصاص العناصر الغذائية الأخرى مثل البوتاسيوم، الآزوت، وبعض العناصر النادرة. فضلاً عن أهميته في تشكل الأفرع الثمرية وتطور الثمار وتشكل البذور بالإضافة إلى دوره في تشكل مجموع جذري قوي ومتفرع.

يشكل الفوسفوجبسيوم أحد أهم المنتجات الثانوية لصناعة السماد الفوسفاتي؛ إذ ينتج من تصنيع الطن الواحد من حمض الفوسفور بالطريقة الرطبة حوالي 4 . 5 طن من الفوسفوجبسيوم، و قد قدر الإنتاج العالمي منه في عام 1990 بحوالي 125 مليون طن (Alcordo and Recheigl, 1993) وفي عام 1997 أكثر من 220 مليون طن (Phosphate News letter, 1997) وبلغ إنتاجه السنوي في سورية حوالي 720 ألف طن (العودات، 2005).

يعدّ الصخر الفوسفاتي في سورية أحد الخامات المهمة وهو من مجموعة الأباتيت ويوجد على نحو رئيس في منطقة غدير الحمل بالقرب من تدمر ومنطقة وادي الرحيم قرب دير الزور ومنطقة الحفة التابعة لمحافظة اللاذقية ومنطقة الحباري (كناكري، 1990). بينت نتائج الأبحاث أن الفعالية الزراعية النسبية للصخور الفوسفاتية تتأثر بعوامل كثيرة يمكن إجمالها بثلاثة عوامل رئيسة منها ما هو مرتبط بخصائص الصخر, وأخرى مرتبطة بخصائص التربة, فضلاً عن العوامل المرتبطة بالنبات (Chien, 1990). وقد استخدم الفوسفوجبسيوم منذ فترة طويلة في إعداد التربة وتعديل قلويتها (عامر، 1998)، إذ يساعد في تشكيل أفق سطحي كثير المسامات يزيد من امتصاص الماء، فضلاً عن استخدامه لغسيل الأملاح من التربة (Al-Janabi, 1988).

تلعب المجاميع الميكروبية في التربة دوراً مهماً في تحلل المادة العضوية والمحافظة على خصوبتها, كما تعدّ الكتلة الحيوية الميكروبية وفعاليتها والنشاط الأنزيمي من المؤشرات المهمة عن مدى أهلية التربة للزراعة (Anderson and Domsch, 1989; Machulla *et al*., 2005). كما يرتبط النشاط والنمو المكروبي طرداً مع زيادة استهلاك الكربون العضوي(Kahn *et al*, 1999)، كما أكدت دراسة أخرى في الهند أن أعلى تعداد للبكتريا والفطريات تتوافق مع أعلى نسبة فقد للكربون في تربة أضيف لها نسب مختلفة من الفوسفوجبسيوم (Nayak *et al*, 2011).

أظهرت نتائج دراسة (Kowalski *et al,* 2002) حول الانتقال الحيوي للفوسفوجيسيوم في اثنين من السلالات البكتيرية الهوائية (mesophilic) و (Thermophilic), حدوث زيادة في تركيز أيون (Sulphide) وإرجاع 50 % من سلفات الفوسفوجيسيوم في كلتا السلالتين، لكن فعالية هذه العملية لا تتجاوز (140 –196 mg) من SO_4^{-2} لكلّ ليتر كل (24) ساعة في مختلف درجات الحرارة.

أثبتت دراسة تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم بمستويات مختلفة على تربة مزروعة بفول الصويا مع التلقيح ببكتريا الريزوسفير *Bacillus megaterium*, أن تشكل العقد الجذرية كان مرتبطاً بعاملين أساسيين هما مستويات الإضافة من الفوسفوجبسيوم وتركيز اللقاح البكتيري, الذي أدى بالنتيجة إلى زيادة نسبة الإنبات وتحسين الإنتاج من فول الصويا خاصة عند مستويات الإضافة من 1–6% PG (Adriana, 2011).

كما يتأثر التنفس في الترب الرطبة بالإضافات المختلفة من الفوسفوجبيسيوم(Delaune *et al*, 2006) وتشير دراسة أخرى على أن إضافة الفوسفوجبسيوم أدت إلى تحسين خصائص التربة البيولوجية وزيادة الفوسفور والبوتاسيوم في تربة مزروعة بنبات الملفوف في الصين(Lee et al., 2009).

تعد إضافة الفوسفوجبسيوم للتربة من أهم طرائق التخلص منه من جهة, والاستفادة من صفاته وخواصه في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتحسين نمو النباتات وإنتاجها من جهة أخرى وهذا ما أكدته كثيرٌ من الدراسات (Merril *et al*, 1980; Alcordo and Rechcigl, 1993; Pettrov and Savchenko, 1986; Rutherford *et al*, 1994,).

يستخدم الفوسفوجبسيوم أيضاً في استصلاح الأراضي الصودية إذ يؤدي بسبب ذوبانه السريع إلى تحرير الكالسيوم في محلول التربة؛ لأنه يحل محل الصوديوم، مما يؤدي إلى زيادة رشح الماء في التربة وزيادة معدل التوصيل المائي وغسل الصوديوم من التربة. (Rutherford *et al*, 1994; Novikov *et al*, 1990; Orlov *et al*, 1989; Petrov and Savchenko, 1986).

يعدّ الفوسفوجبسيوم مصدراً لكثير من العناصر الغذائية المهمة للنبات فهو مصدر للكالسيوم والفوسفور والكبريت ويزيد من إتاحة الحديد في التربة وبالتالي فإن إضافته للتربة تؤدي إلى مد النباتات بالعناصر الغذائية خلال مراحل النمو المختلفة (Bianco *et al*, 1990; Malavolta *et al*, 1987; Singh and Joshi, 1990; Gasho and Alva, 1990). كما يعمل الفوسفوجبسيوم على خفض تطاير الأمونيا من السماد الآزوتي (Bayrakli *el al*, 1990).

يستخدم الفوسفوجبسيوم أيضاً في تحسين خصائص الترب الطينية . اللومية؛ إذ تزداد نفاذية الطبقة السطحية للتربة وكذلك التوصيل المائي (Rutherford *et al*, 1994)، وتنخفض كتامة التربة وتراصها ويزداد عدد الجذور وانتشارها في الطبقات العميقة للتربة حتى بعد عدة سنوات من إضافة الفوسفوجبسيوم (Sumner *et al*, 1990). كما تؤدي إضافة الفوسفوجبسيوم إلى انخفاض قيمة الـ pH للتربة (Al-Janabi, 1988, العودات وآخرون، 1997)؛ إذ إن إضافة 2.5 غ و 5.غ/كغ تربة خفضت الـ pH بمقدار 0.7-0.8 وحدة (Chung *et al*, 2001) ويتشابه هذا مع النتائج المتحصل عليها بعد إضافة PG إلى ترب رملية قليلة الخصوبة(Jarak *et al*, 2003).

ولا يزال الجدل قائماً حتى الوقت الحالي, حول استخدام مادة الفوسفوجبسيوم في الزراعة، وذلك لما لهذه المادة من أهمية في مجالات مختلفة عموماً والزراعة خصوصاً. إذ ما زالت هذه المادة في مرحلة الاختبار والدراسة في سورية ولم تصل إلى مرحلة الاستعمال كما هو الحال في معظم دول العالم, إذ يوجد تجارب بحثية مختلفة لمعرفة تأثيرات هذه المادة بأشكالها المختلفة في خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية وإنتاج النباتات كماً ونوعاً. ومن هنا تنبثق أهمية البحث الحالي الذي يتناول دراسة مدى تأثير إضافة مستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم في بعض المجاميع المكروبية (بكتريا, فطريات, أكتينومايسيت, بكتريا مثبتة للآزوت) وبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة طينية في محافظة اللاذقية. وتلخصت أهداف البحث بالآتي:

1- دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم في بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة طينية.

2- دراسة تأثير الفوسفوجبسيوم في بعض المجاميع المكروبية /بكتريا، فطريات، أكتينومايست والبكتريا المثبتة للآزوت الجوي/.

طرائق البحث ومواده:

1: تحضير التربة:

أخذت عينات الدراسة من تربة طينية من مزرعة حمضيات تقع في منطقة برج القصب (شمال اللاذقية)، إذ تم جمع العينات من مواقع مختلفة من الحقل وبكميات كافية، ثم خلطت على نحوٍ جيد لتشكل عينة مركبة، ثم وزّعت بعد تنخيل التربة وتجفيفها في المختبر, في أصص بمعدل 3 كغ تربة جافة/لكلّ أصيص.

2: تحضير الفوسفوجبسيوم:

تم الحصول على الفوسفوجبسيوم المستخدم في التجربة من الشركة العامة لصناعة الأسمدة بحمص, و يبيّن الجدول (1) التركيب الكيميائي له.

جدول (1) التركيب الكيميائي للفوسفوجبسيوم المستخدم في التجربة.

النسبة الوزنية (أساس فوسفوجبسيوم رطب)	المادة
21%	رطوبة
22.07 (م م/100غ وزن جاف)	Ca
52.91 (م م/100غ وزن جاف)	SO_4
0.59(م م/100غ وزن جاف)	P_2O_5
1.76(م م/100غ وزن جاف)	Si
0.007 (م م/100 غ وزن جاف)	Mg

3:التحاليل الفيزيائية والكيميائية:

تم تقدير الخصائص المختلفة للتربة المدروسة وقياسها كالآتي:

1 – درجة الـ pH بطريقة جهاز الـ pH – meter (مستخلص 1:5).

2 – الناقلية الكهربائية/EC/ باستخدام جهاز الـEC–meter (مستخلص 1:5)

2 – المادة العضوية بطريقة الهضم الرطب.

3 – الفوسفور بطريقة موليبدات الأمونيوم.

4 – البوتاسيوم بطريقة جهاز اللهب.

5 – التحليل الميكانيكي بطريقة الماصة.

4:الدراسة الميكروبيولوجية:

تم اعتماد طريقة العد بالأطباق لتقدير كثافة الكائنات الحية الدقيقة للمجاميع الميكروبية المختلفة بهدف دراسة المجاميع الميكروبية /بكتريا، فطريات، أكتينومايست والبكتريا المثبتة للآزوت/ وذلك باستخدام بيئات غذائية انتخابية خاصة بكل مجموعة، عقمت في الأوتوكلاف على درجة حرارة 121مْ، ثم سكبت في الأطباق بعد إضافة 1 مل من التخفيفات الملائمة والمحضّرة من وزن محدد من التربة الجافة.

4–1: دراسة أعداد البكتريا في التربة:

تم تقدير أعداد البكتريا في التربة باستخدام بيئة آجار مستخلص التربة والمكونة من: 15 غ آجار, 1 غ غلوكوز, 0.5غ فوسفات بوتاسيوم, 100 مل مستخلص تربة, 900 مل ماء عادي, إذ كانت قيمة pH /6.8– 7/.

4-2: دراسة أعداد الفطريات في التربة:

تم تقدير أعداد الفطريات في التربة باستخدام بيئة الروزبنغال والمكونة من: 15غ آجار, 10غ غلوكوز, 1غ $NaNO_3$, 1غ K_2HPO_4, 100 مل مستخلص تربة, 2 مل تركيز 1% روزبنغال, يكمل الحجم بالماء الى 1000مل.

4-3: دراسة أعداد الأكتينومايست في التربة:

تم تقدير أعداد الأكتينومايست في التربة باستخدام بيئة ينسن والمكونة من: 15 غ آجار, 2 غ غلوكوز, 0.2 غ كازئين, 0.5 غ K_2HPO_4 , 0.2 غ $MgSO_4$, آثار من كلوريد حديد, 1000مل ماء, إذ كانت قيمة الpH /6.5-6.6/.

4-4: دراسة أعداد البكتريا الهوائية المثبتة للآزوت الجوي بشكل حر:

تم تقدير أعداد البكتريا المثبتة للآزوت الجوي باستخدام بيئة خالية من الآزوت مكونة من: 15 غ آجار, 0.5غ $K2HPO_4$, 0.2 غ $MgSO_4$, 0.2 غ Nacl, آثار $4H_2O$ .MnSO4, آثار 6H2O .$FeCl_2$, 1000 مل ماء.

5 تصميم التجربة والتحاليل المنفذة:

صممت التجربة في أربع معاملات بمعدل 5 مكررات لكلّ معاملة وكانت المعاملات كالآتي:

- المعاملة الأولى: شاهد من دون إضافة الفوسفوجبسيوم (0%).
- المعاملة الثانية: إضافة الفوسفوجبسيوم بمعدل (2%).
- المعاملة الثالثة: إضافة الفوسفوجبسيوم بمعدل (4%).
- المعاملة الرابعة: إضافة الفوسفوجبسيوم بمعدل (6%).

تمّ استخدام أصص كبيرة الحجم تحوي ما يعادل 3 كغ تربة جافة.

وقد أجري تحليل كيميائي وميكروبيولوجي للتربة قبل إضافة الفوسفوجبسيوم لها (زمن صفر) وذلك بهدف معرفة خصائصها الكيميائية ومحتواها من الكائنات الحية الدقيقة قبل إضافة الفوسفوجبسيوم،

ثم أجري تحليل كيميائي وميكروبيولوجي للتربة بعد إضافة الفوسفوجبسيوم بحوالي ستة أشهر بهدف معرفة أثر إضافة المستويات المختلفة من الفوسفوجبسيوم على بعض الخصائص الكيميائية والحيوية للتربة المدروسة.

6 - التحليل الإحصائي:

تمت دراسة علاقات الارتباط بين العوامل المدروسة باستخدام العلاقات المتاحة في برنامج EXCEL

النتائج والمناقشة:

1- أثر إضافة الفوسفوجبسيوم على بعض الخصائص الفيزيائية للتربة المدروسة:

بينت نتائج الدراسة, عدم وجود أي تأثير في مكونات التربة (رمل-سلت-طين) عند إضافة الفوسفوجبسيوم للتربة (الجدول 2).

جدول(2) أثر إضافة الفوسفوجبسيوم في التحليل الميكانيكي للتربة

المعاملات	التحليل الميكانيكي %		
	رمل	سلت	طين
الشاهد	22	31	47
%2	24	29	47
%4	24	31	45
%6	24	29	47

2- أثر إضافة الفوسفوجبسيوم على بعض الخصائص الكيميائية للتربة:

تم قياس درجة ال pH والناقلية الكهربائية وتقدير المادة العضوية والفوسفور المتاح والحديد والمنغنيز للتربة في بداية التجربة (زمن 0) قبل المعاملة بالفوسفوجبسيوم وبعد ستة أشهر من المعاملة بمستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم وكانت النتائج كما هي واردة في الجدول (3).

جدول(3) نتائج التحليل الكيميائي التربة قبل المعاملة (زمن 0) وبعد ستة أشهر من المعاملة بإضافة الفوسفوجبسيوم على بعض الخصائص الكيميائية للتربة

المؤشرات / المعاملات		pH	m mhos/cm	%	ppm		
			EC	المادة العضوية	P المتاح	Fe	Mn
قبل المعاملة بالPG بداية التجربة (زمن 0)		7.5	0.3	2.83	40	1.5	2.9
بعد 6 أشهر من المعاملة بال PG	الشاهد0%	7.2	0.4	2.79	41	1.6	2.9
	%2	6.9	0.6	2.30	59	2.8	3.3
	%4	6.5	0.9	2.00	73	3.1	3.8
	%6	6.1	1.2	1.90	76	3.5	4.8

2-1 تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم على درجة pH التربة:

بينت نتائج البحث أن قيم ال pH قد انخفضت في جميع المعاملات المضاف إليها الفوسفوجبسيوم مقارنة مع الشاهد من جهة ومع قيم الpH للتربة قبل إضافة الفوسفوجبسيوم(جدول 3), إذ انخفض الpH من 7.2 إلى 6.1 ويتوافق مقدار هذه الزيادة مع دراسة (Chung *et al*, 2001).

كما تناسب هذا الانخفاض عكساً مع زيادة تركيز كمية الفوسفوجبسيوم المضافة. وأظهر التحليل الاحصائي وجود ارتباط خطي بين درجة ال pH ونسب إضافة PG إلى التربة, إذ كان معامل الارتباط (R = −1) وتتوافق هذه النتائج مع دراسات اخرى (Al-AlJanabi, 1988؛ العودات وآخرون، 1997، Jarak *et al*, 2003) تؤكد انخفاض درجة pH التربة عند إضافة الفوسفوجبسيوم للتربة, ويمكن أن يعزى ذلك إلى انخفاض درجة الحموضة بسبب تأثير حمض الفوسفور وحمض فلور الماء.

2-2 تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم في الناقلية الكهربائية للتربة:

دلت نتائج البحث الحالي, أن قيم ال EC قد ازدادت بوضوح في جميع المعاملات المضاف إليها الفوسفوجبسيوم مقارنة بالشاهد ومع قيم الناقلية للتربة قبل إضافة الفوسفوجبسيوم (جدول 3), وقد يعود هذا إلى ذوبان الفوسفوجبسيوم الذي يمد التربة بالعديد من العناصر الغذائية كالفوسفور والكبريتات والكالسيوم(Ca^{+2}, SO_4^{-2}, PO_4^{-}[3]) وهذا ما أكده (Bianco *et al*, 1990; Malavolta *et al*, 1987) ما ينعكس على قيم التوصيل الكهربائي وزيادة الأملاح وبالتالي زيادة الناقلية الكهربائية,

وقد تناسبت هذه الزيادة في قيم الناقلية الكهربائية طرداً مع ارتفاع نسب الإضافة من الفوسفوجبسيوم وهذا ما يؤكده معامل الارتباط إذ (R = 1)، كما أشارت دراسة الارتباط بين الناقلية الكهربائية ودرجة ال pH إلى وجود ارتباط تام (R = −1) إذ تزداد الناقلية مع انخفاض قيم ال pH.

2-3 تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم في المادة العضوية في التربة:

بينت نتائج الدراسة الحالية أن نسبة المادة العضوية في التربة المعاملة بالفوسفوجبسيوم قد انخفضت مع زيادة نسبة الفوسفوجبسيوم المضافة مقارنة بالشاهد وبقيم النسبة المئوية للمادة العضوية قبل إضافة الفوسفوجبسيوم (جدول 3)، وكانت نسبة الانخفاض متناسبة عكساً مع زيادة نسبة الإضافة من الفوسفوجبسيوم, إذ تتوافق هذه النتيجة مع زيادة نسبة فقد الكربون في التربة مع زيادة تركيز الفوسفوجبسيوم المضاف (Nayak *et al,* 2011).

يمكن أن يعزى ذلك لزيادة نشاط الأحياء الدقيقة عند إضافة الفوسفوجبسيوم وبالتالي زيادة تمعدن المادة العضوية وتحرر العناصر الغذائية, وهذا ما أشارت إليه دراسات عديدة (Kahn *et al*, 1999, Malavolta *et al*, 1987; Singh and Joshi, 1990).

2-4 تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم في الفوسفور المتاح في التربة:

دلت نتائج البحث على زيادة نسبة الفوسفور المتاح في التربة مع زيادة نسبة إضافة الفوسفوجبسيوم بالمقارنة مع الشاهد من جهة ومع قيم القوسفور المتاح في التربة قبل إضافة الفوسفوجبسيوم(جدول 3), ويمكن أن يعزى ذلك إلى غنى الفوسفوجبسيوم بهذا العنصر من جهة وزيادة حموضة التربة من جهة ثانية، وتلاؤم هذه الزيادة مع انخفاض الpH في التربة المعاملة بال PG (جدول 3) وبالتالي تحرر الفوسفور بعد إضافة الفوسفوجبسيوم (Malavolta et al, 1987). كما نلحظ ان قيم الفوسفور المتاح في معاملة الشاهد بعد 6 أشهر من الإضافة بقيت قريبة من قيم الفوسفور المتاح في التربة قبل المعاملة وهذا ما يؤكد أيضا أثر الفوسفوجبسيوم في زيادة الفوسفور المتاح في التربة المدروسة، وهذا يتوافق مع دراسة سابقة (Lee *et al*., 2009).

3-2-5 تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم في محتوى التربة من الحديد والمنغنيز:

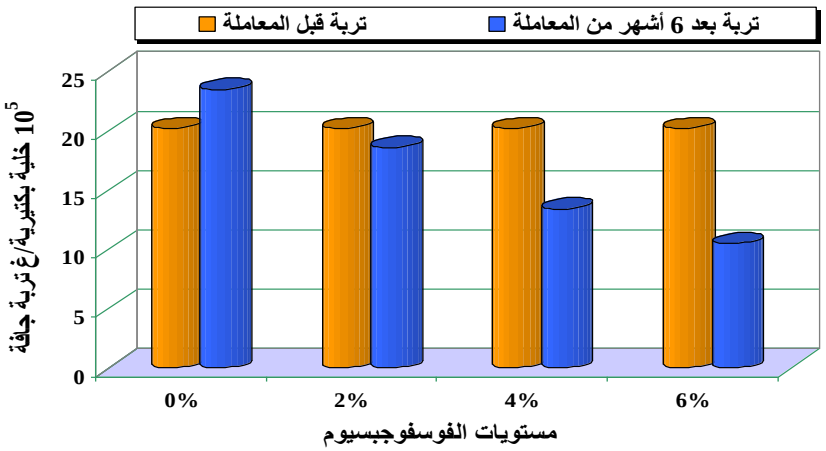
بينت نتائج الدراسة حدوث زيادة في نسبة الحديد والمنغنيز في التربة بعد إضافة الفوسفوجبسيوم (جدول 3) وكانت هذه الزيادة طردية مع زيادة تركيز الفوسفوجبسيوم المضاف وخاصة بالنسبة للمنغنيز, ويعود هذا إلى التأثير الحامضي للفوسفوجبسيوم وبالتالي زيادة ذوبان مركبات الحديد والمنغنيز وتحول جزء منها إلى الشكل المتاح للنبات. تتوافق هذه النتائج مع نتائج دراسات سابقة أكدت حدوث مثل هذه الزيادة (Singh *et al*, 1990; Gasho and Alva, 1990).

3-3 أثر إضافة الفوسفوجبسيوم في المجاميع المكروبية:

تم تقدير كثافة المجاميع المكروبية/بكتريا، فطريات، أكتينومايست، بكتريا مثبتة للآزوت الجوي/ في التربة المدروسة قبل المعاملة (زمن 0) وبعد 6 أشهر من المعاملة بإضافة مستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم

3-3-1 تأثيرإضافة الفوسفوجبسيوم في البكتريا في التربة:

يلحظ من الشكل (1) أن العدد الكلّي للبكتريا في التربة قد انخفض قليلاً بعد إضافة الفوسفوجبسيوم وبخاصةٍ عند معدل 4% و6%, ويمكن أن يعزى ذلك إلى التأثير الحامضي للفوسفوجبسيوم الناتج عن حمض الفوسفور وحمض فلور الماء الموجودان في الفوسفوجبسيوم.



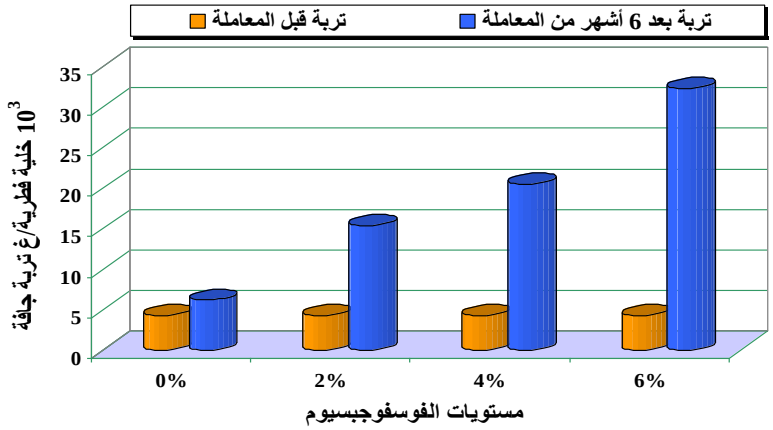
الشكل (1) أثر إضافة مستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم على الكثافة الميكروبية البكتيرية.

بما أن معظم أجناس البكتريا تفضل النمو في الأوساط المعتدلة والمائلة إلى القلوية ويقل تعدادها مع زيادة الحموضة (ألكسندر، 1982) وبالتالي نلحظ انخفاض أعداد البكتريا مع زيادة نسب إضافة الفوسفوجبسيوم (شكل 1) التي تؤدي لانخفاض درجة ال pH أو زيادة الحموضة (جدول 3) ما ينعكس سلباً على نمو البكتريا ونشاطها. وهذا ما أكدته معنوية الارتباط بين البكتريا وال pH من جهة (R= 0.99) وبين البكتريا وال PG % من جهة ثانية (R= −0.99). لكن هذه النتائج لا تتوافق مع دراسة (Nayak *et al*, 2011) التي تشير إلى زيادة التعداد الكلّي للبكتريا والفطريات في التربة عند التركيز 10% PG باستخدام بيئة الآجار المغذي للبكتريا وبيئة دكستروز البطاطا للفطريات.

3-3-2 تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم في الفطريات في التربة:

يلحظ من الشكل (2) أن أعداد الفطريات قد ازداد بشكل ملحوظ في جميع المعاملات بعد إضافة الفوسفوجبسيوم بستة أشهر مقارنة مع الشاهد من جهة وبالمقارنة مع أعداد الفطريات في التربة قبل المعاملة بالفوسفوجبسيوم من جهة أخرى، على عكس البكتريا، وذلك بسبب قدرة الفطريات على المنافسة والنمو في الأوساط الحامضية (مارتن، 1982). وقد لوحظ وجود زيادة كبيرة في أعداد الفطريات من الأجناس: *Aspergillus*, *Penecillium*, *Fusarium*.

كما تناسبت زيادة أعداد الفطريات في التربة المدروسة طرداً مع نسب الإضافة من الفوسفوجبسيوم (R= 0.99) وعكساً مع قيم ال pH (R= − 0.99). وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة (Nayak *et al*, 2011).



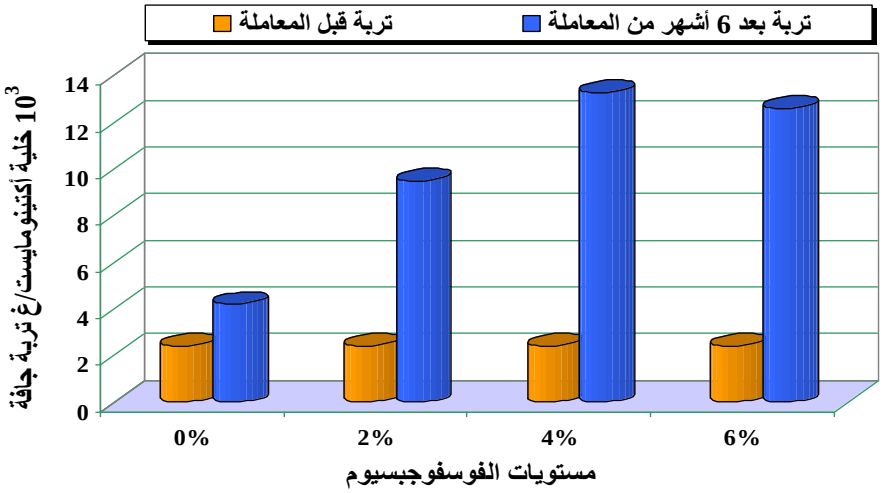
الشكل (2) أثر إضافة مستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم في التعداد الكلّي للفطريات في التربة.

3-3- 3 تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم في الأكتينومايست في التربة:

بينت نتائج الدراسة الحالية حدوث زيادة في أعداد الأكتينومايست في التربة بعد ستة أشهر من المعاملة بالفوسفوجبسيوم مقارنة مع الشاهد وأعداد الأكتينومايست في التربة قبل المعاملة لحدود التركيز 4% (الشكل 3), وتراجعت هذه الزيادة بعد هذا التركيز، ويمكن تفسير ذلك بأن pH التربة عند التركيز4% (جدول3) يقع ضمن حدود ال pH (6.5-6.6) الملائمة لتنمية الأكتينومايست على بيئة ينسن المستخدمة في الدراسة(مارتن، 1982، محمود، 1987)

كما يمكن أن يعزى ذلك لقدرة بعض أجناس الأكتينومايست على تحمل النمو في الأوساط المائلة قليلاً إلى الحموضة(Zhang *et al*, 2003). وهذا يتوافق مع عزل سلالات متحملة للحموضة من تربة غابة صنوبرية تتبع *Nocardia aciditolerans sp* ودرجة الpH المثلى لنموها 5.5 (Golinska *et al*, 2013).

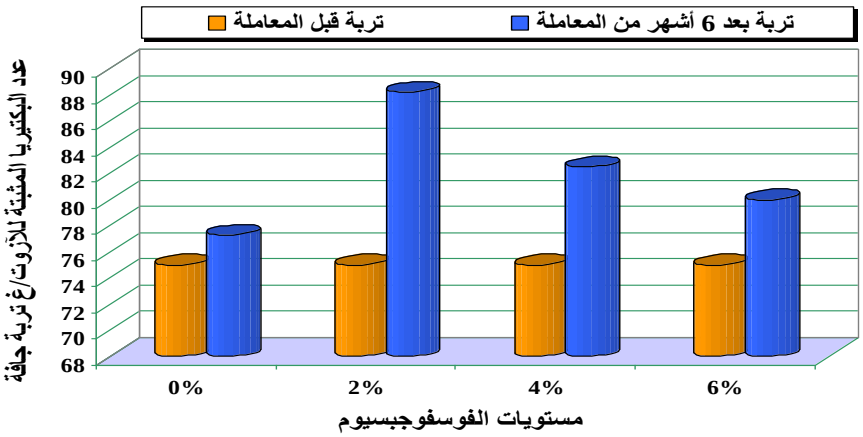
كما لوحظ وجود زيادة في أعداد الأكتينومايست موجبة غرام ومقاومة للصبغ الحامضي التي يعتقد انها تتبع الجنسين: *Micromonospora*, *Nocardia*. بحسب خواصها المزرعية والمجهرية المميزة (مارتن، 1982؛ العيسى وعلوش، 2006 ؛ العيسى، 2007 ؛ Zhang *et al*, 2003 ؛ Hirsch and Valdes, 2009).



الشكل (3) أثر إضافة مستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم في التعداد الكلّي للأكتينومايست.

4-3 تأثير إضافة الفوسفوجبسيوم في البكتريا الهوائية المثبتة للآزوت في التربة بصورة حرة:

يلحظ من الشكل (4) أن أعداد البكتريا المثبتة للآزوت الجوي في التربة المدروسة قد ازدادت عند إضافة مستويات مختلفة من الفوسفوجبسيوم ولاسيما عند تركيز 2% مقارنة مع الشاهد وتعدادها في التربة قبل المعاملة بإضافة الفوسفوجبسيوم وهذا يدل على تأثير الفوسفوجبسيوم في تقوية النشاط الحيوي في التربة خصوصاً الأحياء الدقيقة الهوائية المثبتة للآزوت الجوي بشكل حر, ولكن العدد انخفض بعض الشيء عند تركيز 4% و6% مقارنة مع تركيز 2% وقد يكون ذلك بسبب تأثر البكتريا سلباً بالوسط الحامضي الناشئ عن إضافة الفوسفوجبسيوم.



الشكل (4) أثر إضافة مستويات مختلفة من PG في البكتريا الهوائية المثبتة للآزوت في التربة بصورة حرة.

الاستنتاجات والتوصيات:

نستنتج من خلال نتائج الدراسة الحالية أن إضافة الفوسفوجبسيوم إلى تربة طينية في محافظة اللاذقية قد أدت إلى زيادة الناقلية الكهربائية وانخفاض درجة pH التربة مع زيادة تركيز الفوسفوجبسيوم المضاف, مع وجود علاقة ارتباط خطيّة بين الناقلية الكهربائية و pH التربة ونسب الإضافة من الفوسفوجبسيوم.

كما أدت إضافة الفوسفوجيبسيوم إلى زيادة محتوى التربة من العناصر الغذائية (الحديد, الفوسفور, المنغنيز), وانخفاض محتوى المادة العضوية نتيجة زيادة تحللها بفعل زيادة نشاط الأحياء الدقيقة مع زيادة نسبة الإضافة من الفوسفوجبسيوم.

فضلاً عن انخفاض التعداد الكلّي للبكتريا وزيادة أعداد الفطريات مع زيادة نسبة الإضافة من (PG), وزيادة أعداد البكتريا الهوائية المثبتة للآزوت الجوي بصورة حرّة وخاصة عند التركيز 2%.

ومن ثم فإننا نوصي بإضافة الفوسفوجيبسيوم إلى التربة بشكل مدروس بحسب نوع التربة و المحصول المزروع, وأن تترافق إضافات الفوسفوجبسيوم للتربة مع إضافة المادة العضوية وذلك لأن استخدامها إلى جانب الفوسفوجبسيوم يقلل من أخطار زيادة تركيز بعض العناصر ويمنع ضياع العناصر الزائدة وذلك بادمصاصها على الغرويات العضوية وبالتالي إغناء التربة بهذه العناصر لفترة طويلة, فضلاً عن الاستمرار في إجراء الأبحاث حول إضافة الفوسفوجبسيوم للترب الزراعية.

المراجع:

1- العودات، محمد; أرسلان أواديس ; كناكري سلوى. *أثر إضافة الفوسفوجيسيوم على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لبعض الترب ونمو النباتات, تراكم المادة المشعة فيها* . تقرير علمي، هيئة الطاقة الذرية . قسم الوقاية الإشعاعية والأمان النووي, 1997.

2- العودات، محمد. *الفوسفوجيسيوم واستعمالاته في العالم*. ورشة عمل حول إمكانية استخدام الفوسفوجيسوم في الزراعة السورية, 2005، دمشق.

3- العيسى، عبدالله , علوش ميساء. *أساسيات علم الأحياء الدقيقة*، منشورات جامعة البعث، 2006.

4- العيسى، عبدالله. *ميكروبيولوجيا التربة*، منشورات جامعة البعث، 2007.

5- عامر، طلعت. *كيفية استخدام الفوسفوجيسيوم*. مجلة المهندس الزراعي العربي، العدد (41), 1998.

6- كناكري، سلوى. *تقرير عن إمكانية استخدام الصخر الفوسفاتي بالتسميد المباشر*. قسم التطبيقات الزراعية، 1990، دمشق.

7- محمود، سعد زكي. *الميكروبيولوجيا التطبيقية العملية*. مكتبة الأنجلو المصرية. 1987، القاهرة

8- مارتن، ألكساندر. *مقدمة في ميكروبيولوجيا التربة*، –جون وايلي، نيويورك– الطبعة الثانية، 1982، القاهرة.

9- ADRIANA, S. IMPACT OF *bacillus megaterium on fertilization with phosphogypsum*. Journal of Engineering Studies and Research, 17, 2011, 3- 93.

10- ALCORDO, I. S and RECHCIGL, I. E. *Phosopogypsum in agriculture: A review.* Advanced in Agronomy Vol. 49, 1993, 55 – 118.

11- AL-JANABI, E. A. *The effect of phosphogypsum application on the efficiency of salt leaching and plant growth*. Baghdad Univ. Iraq. Coll off Agric. 1988. (Master thesis) pp. 74.

12- ANDERSON, T.H. and. DOMCH, K.H. *Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils.* Soil Biol. Biochem, 21, 1989, 471-479.

13- BIANCO, S.; RUGGIERO, C.; VITTI, G. C. and SANTOS P. R. R. S.. *Effects of phosphogypsum and potassium chloride on the nutrional status, production and organoleptical quality of pineapple fruits.* In: Proceeding of the third international symposium of phosphogypsum, Orland Vol. l, 1990, 348 – 361.

14- BAYRAKLI, F. *Ammonia volatification losses from different fertilizers and effect of several urease inhibitors, Cac12 and phosphogypsum on losses from urea.* Fert, Res. 23, 1990, 147 – 150.

15- CHIEN, S.H. Sulfur fertilizers and their application in proceeding of the third international symposium on sulfur in Agriculture soils. 1990, 407-431.

16- CHUNG, J. B. KANG, S. and SHIN, P. *Short term effect of phosphogypsum on soil chemical properties*. J. Environ. Agri, 20, 2001, 317-324.

17- DELAUNE, R.D. PORTHOUSE, J.D. and. PATRICK, W.H: *Effect of phosphogypsum on respiration and methane emissions in sediment.* Environ. Tech, 27, 2006, 575-584

18- GASCHO, G. J. and ALVA, V. K. *Beneficial effects of gypsum for peanut.* In: Proceeding of the third international symposium of phosphogysum, Orlad. Vol. l, 1990, 376 – 393.

19- HIRSCH A M. and VALDÉS M. *Micromonospora: An important microbe for biomedicine and potentially for biocontrol and biofuels*. Soil Biology & Biochemistry, 2009, 1-7

20- GOLINSKA, P. WANG, D. and GOODFELLOW M. *Nocardia aciditolerans sp. nov., isolated from a spruce forest soil*. Antonie van Leeuwenhoek, 2013, 103, 1079–1088.
21- JARAK, M. BELIC, M. GOVENDAREA, M. MILOSEVIC, N and DJURIC S. *Effect of phosphogypsum and peat on microbiological and chemical properties of arenosol*. Acta Biologica Yugoslavica Senija A, 52, 2003, 1-6.
22- KOWALSKI, W.; PRZYTOCKA-JUSIAK, M.; BŁASZCZYK, M.; HOŁUB, W.; WOLICKA, D. and WESOŁOWSKA, I. *Effect of nitrates on biotransformation of phosphogypsum and phenol uptake in cultures of autochthonous sludge microflora from petroleum refining wastewaters.* Acta Microbiol Pol. , 51(1), 2002, 47-56.
23- KHAN, K.M. REHMAN, K. RAFIQ, U. and GHANI, H.S. *Comparative enzymatic studies on soil under cullivation on wheat and sugarcane*. Int. J. Agri. Biol, 1, 1999, 132-134.
24- LEE, C. H.. HA, B.Y. LEE, Y.B and. KIM, P.J. *Effect of alkalized PG on soil chemical and biological properties.* Comm. Soil Sci. Plant Anal,40, 2009, 2072-2086.
25- MACHULLA, G. BRUNS, M.A and. SCOW, K.M: *Microbial properties of mine spoil materials in the initial stages of soil development*. Soil Sci. Soc. Am. J, 69, 2005, 1069-1077.
26- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; ROSOLEM, C. A.; FAGERIA, N. R. and Guimaras, P. T. G. *Sulfur response of Brazilian crops*. J. Plant Nutr, 10, 1987, 2153 – 2158.
27- MERRIL, S. D.; SADOV, F. M.; DOERING, E. J. and POWER, J. F. *The role of gypsum and other amendments in the reclamation of strip – Mind and in semi – arid environment.* In: Proceeding of the international symposium on phosphogypsum. Laxe Buena Vista. FL. FIPR, No. 01, 1980, 185 – 202.
28- NAYAK, S.MISHRA, C.S.K GURU, B.C. and RATH, M. *Effect of phosphogypsum amendment on soil physico-chemical properties, microbial load and enzyme activities.* J. Environ. Biol, 32, 2011, 613-617.
29- NOVIKOV, A. A; KALSSEN, P. V. and EVENCHIK, S. D. *The status and treds of phosphogypsum utilization* in the USSR. FIPR. Publ, Vol. 2,1990, 594 – 601.
30- ORLOV, D. S.; LUGANSKAYA, I. A. and LOZANOVSKAYA, I. N. *Chemical reclamation of saline – sodic soils of the lower Don floodplain by some industrial waste.* Sov. Soil. Sci. 21, 1989, 78 – 89.
31- PETROV, L. N. and SAVCHENKO, V. I. *Solonatzic chernozems of central Ciscaucasia and methods of improving then*. Sov Soil. Sci, 18, 1986, 124 – 129.
32- *Phosphate Newsletter*. No. 4, 1997, Casablance. Morroco.
33- RUTHERFORD, P. M.; DUDAS, M. J. and SAMEK, R. A. *Environment impact of phosphogypsum. Review article*. Sci. Total environ, 149, 1994, 1 – 38.
34- SINGH, A. L and JOSHI, Y. C. *Effect of different sources of iron and sulfur on leaf chlorosis, nutrient uptake and yield of groundnut*. Fert. Res. 24, 1990, 85 – 96.
35- SUMNER, M. E.; RADCLIFFE, D. E.; MCCRAY, M. and CLARK, R. L. *Gypsum as an ameliorant for subsoil hardbans*. Soil technol, 3, 1990, 253 – 258.
36- ZHANG, J. LIU, Z. and GOODFELLOW, M. *Nocardia caishijiensis sp. nov, a novel soil Actinomycete*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2003, 53, 999–1004