مقارنة طريقتي أولسن وجوريه هيبرت لاستخلاص الفوسفور المتاح من تربة متفاوتة المحتوى من كربونات الكالسيوم، وتحديد زمن الرج الأمثل

*أكرم محمد البلخي

(الإيداع: 8 حزيران 2020 ، القبول: 15 آيلول 2020)

الملخص:

نفذ هذا البحث خلال العام 2019 بهدف دراسة مقارنة لطريقتي أولسن وجوريه هيبرت في استخلاص الفوسفور المتاح في تربة أضيفت إليها كربونات الكلسيوم بنسب متزايدة (شاهد (9%) ، 15%، 20%، 25 %، 30%، 35%، كما أضيف الفسفور إلى المعاملات للوصول إلى تركيز كاف (15 مغ/كغ p) دون الشاهد، وحضنت العينات في جو المختبر مدة شهرين وجرى تقدير الفسفور المتاح بكلا الطريقتين بعد إضافة الكربونات خلال الازمان التالية (اسبوع ، اسبوعين ، شهر، شهر ونصف، شهرين)، كما تم قياس الفسفور المتاح بالطريقتين في أزمان رج مختلفة (1/2 ساعة، ساعة واحدة، ساعتين) وتحديد زمن الرج الأمثل لاستخلاص أكبر كمية من الفسفور المتاح، وكذلك وكذلك تأثير كربونات الكلسيوم على هذه الكمية. أفضت النتائج إلى ما يلي:

_ تفوق طريقة أولسن في قيم الفوسفور المتاح مقارنة بطريقة جوريه هيبرت، حيث تراوح مستوى الفسفور المتاح حسب أولسن بين الكافي والمتوسط، بينما تراوح بين المتوسط والضعيف والضعيف جداً وفقاً لجوريه هيبرت.

– كان زمن الرج مدة ساعة واحدة الأفضل بالنسبة للفوسفور المستخلص بطريقة أولسن مقارنة بالرج مدة نصف ساعة والرج مدة ساعتين، بينما كان زمن الرج لساعتين هو الأفضل حسب جوريه هيبرت مقارنة بالرج لمدة نصف ساعة والرج مدة ساعة واحدة، ولكنه أعطى مستوى فوسفور أقل مقارنة بطريقة أولسن في المعاملات كافة.

– أدى ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في التربة إلى نخفاض قيم الفسفور المتاح والمستخلص بكلا الطريقتين، وبعد الأسبوع الأول من زمن الحضن ظهرت الفروقات في كمية الفسفور المتاح بين المعاملات مع ارتفاع نسب كربونات الكالسيوم إلا أنها لم تكن معنوية، وبعد شهر من الحضن أصبحت هذه الفروقات معنوية بين معاملة الشاهد (9% $CaCO_3$) ومعاملة تربة (35%).

الكلمات المفتاحية: فوسفور متاح، أولسن، جوريه هيبرت، كربونات كالسيوم.

*أستاذ مساعد، قسم علوم التربة، جامعة دمشق.

The Comparing of Olsen and Joret–Hebert methods for extraction of available phosphorus in soil different in the content of calcium carbonate, and determination optimum shake time

Akram Mohammad AL- Balkhi*

(Received: 8 June 2020, Accepted: 13 September 2020)

Abstract:

This search was conducted during 2019 in order to compare Olsen,s method with Joret–Hebert,s method for extraction of available phosphorus in soil with increasing added calcium carbonate: blank(9% $CaCO_3$), 15%, 20%, 25%, 30%, 35%. And the phosphorus was added to treatments and blank to reach into sufficient level (15 mgP/kg). Samples were incubated in the laboratory for two months, and the available phosphorus was determined by two methods after addition of calcium carbonate during the fallowing times: (one week, two weeks, one month, 1.5 month, 2months), and to determine available phosphorus with two methods by different shake times: (1/2 hour, 1 hour, 2 hours), and the determination of optimum shake time for extraction the highest quantity of available phosphorus and the effect of calcium carbonate on this quantity. The results showed: exceeding of olsen,s method in available phosphorus quantities in comparison with Joret–Hebert,s method, so the level of available phosphorus ranged between sufficient and medium for olsen, whereas it was between medium and weak and very weak for Joret–Hebert.

The shake time of one hour was the best for olsen,s available phosphorus in comparison with 1/2 and 2 hours, whereas the shake time of 2 hours was the best for Joret–Hebert in comparison with 1/2 and 1 hours, but it gave less phosphorus level than olsen,s method in all treatments.

The increasing of percentage of calcium carbonate in soil caused decreasing in quantity of available phosphorus and extracted with both of methods, and after the first week of incubation time, the differences in quantity of available phosphorus between treatments increasing added calcium carbonate appeared, but they were not significant, and after 1 month of incubation these differences between blank(9% $CaCO_3$) and 35% became significant.

Keywords: Available phosphorus, Olsen, Joret–Hebert, calcium carbonate.

*Assistant professor, soil science, agriculture college, Damascus Univ.

1– مقدمة:

يُعد الفسفور أحد العناصر الخصوبية المهمة في تغذية النبات، و يأتي من حيث الأهمية في المرتبة الثانية بعد الآزوت، حيث يدخل في تركيب الأحماض النووية، ويلعب دوراً كبيراً في كثير من التفاعلات الأنزيمية اللازمة لتفاعلات الطاقة، كما يساهم في الإزهار ونضج الثمار والبذور. (Ruttenberg,، 2009).

تتباين الترب في إحتوائها على كربونات الكالسيوم، ويُعد العامل المطري والصخر الأم الأساس في وجودها في التربة، ويمكن أن تكون نسبة كربونات الكالسيوم في التربة منخفضة أي أقل من 5% ويمكن أن تكون مرتفعة تزيد عن 25%، و تتميز الترب الكلسية بارتفاع الـ pH عن 7، حيث يمكن أن يصل إلى 8.3 في حالة النسب العالية من كربونات الكلسيوم، وبالتالي يمكن أن تظهر أعراض نقص العديد من العناصر الغذائية على النباتات النامية في هذه الترب وخاصة أعراض نقص الفوسفور. كما تتصف بتطاير الأمونيا فيها، وكذلك بتثبيت الفوسفات حيث تتحول فوسفات الكلسيوم الأحادية الذائبة المضافة إلى فوسفات كلسيوم ثنائية ضعيفة الذوبان وفي مرحلة لاحقة إلى فوسفات كلسيوم ثلاثية غير ذائبة نتيجة تفاعلها مع الكلسيوم(Peter وآخرون، 2000).

هناك طرائق عدة لاستخلاص الفوسفور القابل لإفادة النبات Available في الترب، وتتباين هذه الطرائق في محلول استخلاصها و نوع التربة من حيث درجة الـ pH و إحتوائها على كربونات الكالسيوم، منها: أولسن، جوريه هيبرت، براي، دييز وغيرها من طرائق الاستخلاص.(Wünscher وآخرون2015, Kruse وآخرون2015, Kalkhajeh وآخرون 2018).

تُعد طريقة أولسن Olsen التي تستعمل محلول بيكربونات الصوديوم (0.5 مول، pH=8.5) كمحلول استخلاص للفوسفور القابل للإفادة، أكثر هذه الطرائق إنتشاراً خاصة في في الترب الكلسية (Wünscher وآخرون2015)، ويمكن لهذه الطريقة أن تساهم بشكل أكبر في استخلاص أجزاء الفوسفور العضوية القابلة للحركة labile organic P fractions. وحسب هذه الطريقة، يعد محتوى التربة عالياً من الفوسفور إذا تجاوز محتواها منه 15 PPM على شكل P (Hedley وآخرون، 1982و Ivanoff وآخرون، 1998). بينما تُعد طريقة جوريه هيبرت Joret–Hebert، والتي تستعمل أوكزالات الأمونيوم (0.2 N) كمحلول استخلاص للفوسفور، أقلها إنتشاراً. وحسب هذه الطريقة، يعد محتوى التربة عالياً من الفوسفور إذا تجاوز محتواها منه 225 PPM على شكل P_2O_5، ومتوسطاً إذا انخفض عن 180 PPM وضعيفاً إذا انخفض عن 140 PPM على شكل P_2O_5. وقد أشار Nawara وآخرون(2017) إلى أن طرائق الاستخلاص التقليدية ليست دائماً دقيقة ومتجددة، وينبغي تقييمها وفقاً لقدرتها على إذابة أجزاء الفوسفات المدمصة والمترسبة وتقدير الشكل القابل لإفادة النبات بشكل أفضل.

2– مبررات الدراسة:

تعتمد مخابر علوم التربة في العالم طرائق عدة لاستخلاص الفوسفور القابل لإفادة النبات (المتاح)، وتُعد طريقة أولسن الأوسع إنتشاراً في استخلاص الفوسفور في الترب الكلسية والتي تشكل في سورية 23% من المساحة الإجمالية للقطر، إلا أنه في الآونة الأخيرة بدأت مخابر قسم علوم التربة بكلية الزراعة في جامعة دمشق استعمال طريقة جوريه هيبرت إضافة لطريقة أولسن، ونتيجة لاختلاف الطريقتين في محلول استخلاصهما للفسفور المتاح وكذلك تباينهما في تقييم مستويات الفسفور في التربة، كان من الضروري اختبار طريقة جوريه هيبرت ومقارنتها بطريقة أولسن من أجل الوقوف على كفاءتها ودقة قياسها.

3– هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى إختبار طريقة جوريه هيبرت في استخلاص الفسفور المتاح ومقارنتها بطريقة أولسن في تربة متفاوتة المحتوى من كربونات الكالسيوم، وتحديد زمن الرج الأمثل.

4– مواد وطرائق البحث

أولاً: مواد البحث

التربة: أخذت التربة من قرية عمرة التي تقع شمال شرق مدينة شهبا (5–6 كم) في محافظة السويداء، وترتفع عن سطح البحر حوالي 1000 م. وهي منطقة سهلية ومستوية، تزرع بالمحاصيل الحبية بالدرجة الأولى (قمح –شعير –حمص) إلى جانب بعض بساتين الزيتون، الصخر الأم: بركاني المنشأ لقربها من البركان الخامد (تل شيحان)، وهي تربة طينية القوام، غير مالحة ومائلة للقلوية وتحتوي على نسبة كربونات كالسيوم بحدود 9%، وفقيرة بالمادة العضوية والآزوت والفوسفور ومتوسطة المحتوى من البوتاسيوم.

2– كربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

3– فوسفات أحادية البوتاسيوم $KHPO_4$.

4– أصص بلاستيكية تتسع لـ 1/2 كغ تربة.

الجدول رقم (1): التحاليل الفيزيائية والكيميائية للتربة قبل الزراعة

التحليل الميكانيكي %			القوام	الكثافة الظاهرية cm^3/g	الكثافة الحقيقية cm^3/g	المسامية الكلية %	PH معلق 2.5:1	EC dS/m	كربونات كالسيوم %	المادة العضوية %	الآزوت الكلي %	الفسفور المتاح (اولسن PPM	البوتاسيوم القابل للافادة PPM
الرمل	السلت	الطين											
36	19	45	طيني	1.3	2.6	50.0	7.5	0.21	9.0	0.91	0.04	5.5	250

توصيف فيزياكيميائي وخصوبي للتربة:

نفذت مجموعة من التحاليل الفيزياكيميائية والخصوبية في مخابر قسم علوم التربة في كلية الزراعة بجامعة دمشق وذلك حسب Jones (2001). وشملت التحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر، الكثافة الظاهرية بالاسطوانة مخبرياً، الكثافة الحقيقية بالبكنومتر، PH معلق 2.5:1، EC مستخلص5:1، كربونات كالسيوم بالكالسيمتر، المادة العضوية بالأكسدة بديكرومات البوتاسيوم، والآزوت الكلي بطريقة كلداهل والفوسفور المتاح بطريقة أولسن و البوتاسيوم المتاح بطريقة أسيتات الأمونيوم. وخلال عملية التحضين تم تقدير الفسفور المتاح خلال فترات زمنية، من أسبوع حتى شهرين، من الحضن، بطريقتي أولسن (بيكربونات الصوديوم 0.5 مول و8.5 PH) وجوريه هيبرت (أكزالات الأمونيوم 0.2 N) في أزمان رج مختلفة (1/2 ساعة، ساعة واحدة، ساعتين).

2– تجربة تحضين:

وضع 1/2 كغ تربة في كل أصيص ثم أضيف للتربة كمية متزايدة من كربونات الكلسيوم للوصول إلى النسب التالية من كربونات الكالسيوم: شاهد (9%)، 15%، 20%، 25 %، 30%، 35%، كما أضيف الفسفور بمعدل ثابت إلى المعاملات للوصول إلى تركيز كاف (15 مغ/كغ p) بما فيه الشاهد، وحضنت العينات في المختبر مدة شهرين وجرى تقدير الفسفور المتاح بكلا الطريقتين بعد إضافة الكربونات خلال الازمان التالية (أسبوع ، اسبوعين ، شهر، شهر ونصف، شهرين)، كما تم تقدير الفسفور المتاح، بعد إضافة الكربونات والفسفور، بطريقتي أولسن (بيكربونات الصوديوم 0.5 مول و8.5 PH) وجوريه هيبرت (أكزالات الأمونيوم 0.2 N) في أزمان رج مختلفة (1/2 ساعة، ساعة واحدة، ساعتين) وتحديد زمن الرج الأمثل لاستخلاص أكبر كمية من الفسفور المتاح، وكذلك دراسة تأثير ارتفاع كربونات الكلسيوم في كمية الفسفور المستخلصة.

المعاملات التالية:

1– تربة شاهد (9% $CaCO_3$، لم يضاف إليها كربونات كالسيوم).

2– تربة (15% $CaCO_3$).

3- تربة (20% CaCO3).

4- تربة (25% CaCO3).

5- تربة (30% CaCO3).

6- تربة (35% CaCO3).

(ملاحظة: تم الوصول إلى نسب كربونات الكالسيوم في التربة آخذين بعين الاعتبار نسبة كربونات الكالسيوم الأصلية في التربة(9%)، وجرت عملية الخلط جيداً. كما تم إضافة الفوسفور إلى المعاملات كافة بما فيها الشاهد للوصول الى التركيز الكافي كون التربة فقيرة بالفوسفور أي رفع محتوى التربة من الفوسفور من 5.5 إلى 15 PPM حسب أولسن).

5- النتائج والمناقشة:

1- اختبار طريقتي أولسن وجوريه هيبرت في استخلاص الفوسفور المتاح، وتحديد زمن الرج الأمثل:

يبين الجدولان 2 و3 كمية الفسفور المتاح المستخلص من التربة بطريقتي أولسن وجوريه هيبرت، وذلك خلال فترات الحضن والتي استمرت شهرين، ويلاحظ من الجدولين، عموماً، أن طريقة أولسن أظهرت مستويات خصوبية كافية بالفوسفور المتاح مقارنة بطريقة جوريه والتي أظهرت مستويات متوسطة للمعاملات ذاتها، وخلال المرحلة ذاتها من زمن الحضن، كما كان زمن الرج لمدة ساعة واحدة الأفضل بالنسبة للفوسفور المستخلص بطريقة أولسن مقارنة بالرج لمدة نصف ساعة والرج لمدة ساعاتين، بينما كان زمن الرج لساعيتين هو الأفضل حسب جوريه هيبرت مقارنة بالرج لمدة نصف ساعة والرج مدة ساعة واحدة، ولكنه أعطى مستوى فوسفور أقل مقارنة بطريقة أولسن في المعاملات كافة. و بلغت أعلى كمية فوسفور متاح ومستخلص بطريقة أولسن وخلال زمن رج ساعة واحدة وفي الأسبوع الأول من الحضن في المعاملة (شاهد 9%) 15 مغ P/كغ، ويعد هذا المستوى من الفوسفور كافياً ، بينما كانت أقل أكمية ولزمن الرج نفسه وبعد شهرين من الحضن 9.5 مغ P/كغ في المعاملة (تربة 35%) وبمستوى خصوبي متوسط، وقد أظهرت معاملة (شاهد 9%) فروقات معنوية في الفوسفور المتاح مقارنة بالمعاملة (تربة 35%) بعد شهر من زمن الحض.

أما طريقة جوريه هيبرت فقد أظهرت مستويات فوسفور مستخلصة أقل من طريقة أولسن، حيث بلغت أعلى كمية فوسفور متاح خلال زمن الرج لساعتين وفي الأسبوع الأولى من الحضن في معاملة (شاهد 9%) 169مغ P_2O_5/كغ وبمستوى فوسفور متوسطاً، بينما كانت أخفض كمية منه بعد شهرين من الحضن وخلال زمن الرج ذاته (ساعتين) في المعاملة 35% كربونات كالسيوم حيث بلغت 104 مغ P_2O_5/كغ، وبمستوى فوسفور ضعيفاً. ويتضح من خلال مقارنة المستويات الخصوبية للفوسفور المتاح لكل طريقة، فإن طريقة أولسن وخلال زمن الرج لساعة واحدة كانت الأفضل مقارنة بطريقة جورية هيبرت، ويمكن تفسير ذلك بأن الـ pH القلوي لمحلول بيكربونات الصوديوم يمكن أن يساهم بشكل أكبر في استخلاص أجزاء الفوسفور العضوية القابلة للحركة labile organic P fractions. (Hedley وآخرون، 1982 و Ivanoff وآخرون، 1998). وكذلك إلى قدرة أنيون البيكربونات على إزاحة أنيون الفوسفات من سطح التربة إلى المحلول، مقارنة بأنيون الأكزالات في محلول أكزالات الأمونيوم بطريقة جوريه هيبرت. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه Horta و Torrent، (2007).

الجدول رقم(2): كمية الفسفور المتاح بطريقة أولسن خلال أزمان مختلفة من الحضن والرج (مغP/كغ)

زمن الحضن	المعاملات	زمن الرج					
		1/2ساعة	المستوى	ساعة واحدة	المستوى	ساعتين	المستوى
أسبوع	شاهد (%9)	14.5 a	كاف	15.0 a	كاف	14.0 a	كاف
	%15	14.5 a		14.8 a		14.5 a	
	%20	14.3 a		14.7 a		4.4 a	
	%25	14.1 a		14.4 a		14.1 a	
	%30	13.8 a		14.2 a		14.0 a	
	%35	13.6 a		14.1 a		13.5 a	
	%5 LSD	1.5		1.2		0.8	
أسبوعين	شاهد (%9)	14.4 a	كاف	14.9 a	كاف	14.2 a	كاف
	%15	14.4 a		14.7 a		13.9 a	
	%20	14.2 a		14.6 a		13.7 a	
	%25	13.7 a		14.2 a		13.2 a	
	%30	13.6 a		13.9 a		12.8 a	
	%35	13.2 a		13.7 a		12.6 a	
	%5 LSD	1.4		1.3		1.8	
شهر واحد	شاهد (%9)	14.5 a	كاف	14.7 a	كاف	14.3 a	كاف
	%15	14.0 a		14.5 a		14.0 a	
	%20	13.8 a		14.0 a		13.5 a	
	%25	12.5 a		12.8 a		12.6 a	
	%30	11.8 a		12.2 a		12.0 a	
	%35	10.2 b	متوسط	10.5 b	متوسط	10.2 b	متوسط
	%5 LSD	3.5		3.6		3.8	
شهر ونصف	شاهد (%9)	14.4 a	كاف	14.6 a	كاف	14.2 a	كاف
	%15	13.5 a		14.1 a		13.8 a	
	%20	11.9 a		12.1 a		11.8 a	
	%25	11.6 a		11.8 a		11.4 a	
	%30	9.5 b	متوسط	9.8 b	متوسط	9.2 b	متوسط
	%35	9.1 b		9.5 b		9.1 b	
	%5 LSD	2.1		1.9		2.1	
شهرين	شاهد (%9)	14.2 a	كاف	14.5 a	كاف	14.0 a	كاف
	%15	12.6 a		12.9 a		12.5 a	
	%20	12.1 a		12.4 a		12.1 a	
	%25	9.6 b	متوسط	9.8 b	متوسط	9.6 b	متوسط
	%30	9.2 b		9.5 b		9.2 b	
	%35	8.9 b		9.5 b		9.0 b	
	%5 LSD	2.3		.24		2.3	
تقييم أولسن للفوسفور المتاح (دليل استخدام الأسمدة في الشرق الأدنى. 2007. FAO)			ضعيف جدا	ضعيف	متوسط	كاف	عالي
			<3	8-3	11-8	15-11	20-15

الجدول رقم (3):كمية الفسفور المتاح بطريقة جوريه هيبرت خلال أزمان مختلفة من الحضن والرج (مغP_2O_5/كغ)

زمن الحضن	المعاملات	زمن الرج					
		1/2ساعة	المستوى	ساعة واحدة	المستوى	ساعتين	المستوى
أسبوع	شاهد (%9)	89 a	ضعيف جداً	111 a	ضعيف	169 a	متوسط
	%15	84 a		107 a		166 a	
	%20	82 a		105 a		154 a	
	%25	79 a		101 a		153 a	
	%30	75 a		98 a		153 a	
	%35	73 a		95 a		150 a	
	%5 LSD	18.3		17.1		19.2	
أسبوعين	شاهد (%9)	88 a	ضعيف جداً	109 a	ضعيف	161 a	متوسط
	%15	84 a		105 a		156 a	
	%20	80 a		101 a		151 a	
	%25	80 a		101 a		151 a	
	%30	77 a		96 a		149 a	
	%35	77 a		95 a		147 a	
	%5 LSD	12.1		15.8		15.1	
شهر واحد	شاهد (%9)	87 a	ضعيف جداً	109 a	ضعيف	160 a	متوسط
	%15	82 a		103 ab		153 a	
	%20	79 a		100 ab		149 a	
	%25	75 a		98 ab	ضعيف جداً	146 a	
	%30	73 a		94 ab		144 a	
	%35	70 a		90 b		120 b	ضعيف
	%5 LSD	18.2		18.4		17.5	
شهر ونصف	شاهد (%9)	88 a	ضعيف جداً	110 a	ضعيف	154 a	متوسط
	%15	80 a		100 ab		150 a	
	%20	76 a		99 ab	ضعيف جداً	144 a	
	%25	75 a		96 ab		143 a	
	%30	71 a		93 ab		122 b	ضعيف
	%35	69 a		89 b		115 b	
	%5 LSD	19.7		18.3		19.5	
شهرين	شاهد (%9)	84 a	ضعيف جداً	105 a	ضعيف	152 a	متوسط
	%15	77 a		98 ab	ضعيف جداً	141 a	
	%20	74 a		93 ab		141 a	
	%25	71 a		90 ab		123 b	ضعيف
	%30	70 a		87 ab		117 b	
	%35	66 a		84 b		104 b	
	%5 LSD	18.2		17.9		16.7	
تقييم جوريه هيبرت للفوسفور المتاح (Joret and Hebert,1955)		ضعيف جدا		ضعيف	متوسط	كاف	عالي
		<100		140–100	180 –140	225–180	300–225

2– تأثير ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في التربة في الفوسفور المتاح :

يتبين من الجدولين 2 و3 التأثير السلبي لارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في التربة في الفوسفور المتاح، والمستخلص بكلا الطريقتين، وللمعاملات كافة عموماً، حيث يلاحظ انخفاض قيم الفسفور المتاح و المستخلص بكلا الطريقتين نتيجة إضافة كربونات الكالسيوم إلى التربة، وكان هذا الانخفاض متناسباً طردياً مع ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في التربة، وبعد الأسبوع الأول من الحضن، ظهرت الفروقات في كمية الفسفور المتاح بين المعاملات مع زيادة نسبة الكربونات، إلا أنها لم تكن معنوية، وبعد شهر من الحضن أصبحت هذه الفروقات معنوية بين معاملة الشاهد (9%) ومعاملة تربة (35%)، وبلغت كمية الفسفور المتاح خلال هذه الفترة من الحضن وبعد ساعة واحدة من الرج حسب أولسن (14.7 و 14.5 و14.0و 12.8 و 12.2 و10.5) مغP/كغ في كل من المعاملات التالية: تربة شاهد(9%)، تربة (15%)، (20%)، (25%)، (30%)، (35%) وبالترتيب السابق ذاته. وكان مستوى الفوسفور المتاح في المعاملات الخمس الأولى كافياً، وفي المعاملة السادسة متوسطاً. وفي طريقة جوريه هيبرت، وكان تأثير كربونات الكالسيوم مشابهاً لما عليه في طريقة أولسن من حيث تأثير زيادة نسبتها في التربة في كمية الفوسفور المتاح في هذه الفترة من الحضن وزمن رج لساعتين، حيث بلغت كميته حسب جوريه هيبرت (160 و 153 و149 و 146 و 144 و120) مغ P_2O_5/كغ في كل من المعاملات التالية: تربة شاهد(9%)، (15%)، (20%)، (25%)، (30%)، (35%) وبالترتيب السابق نفسه، وكان مستوى الفوسفور المتاح في المعاملات الخمس الأولى متوسطاً، وفي المعاملة السادسة ضعيفاً. ويمكن تفسير انخفاض قيم الفوسفور المتاح، (والمستخلص بكلا الطريقتين) مع الزمن عموماً مع ارتفاع كربونات الكالسيوم المضافة إلى التربة، إلى تأثير كربونات الكالسيوم في تثبيت الفوسفات حيث يتفاعل الكالسيوم مع الفوسفات والتي غالباً ما تكون أحادية وذائبة لتتحول إلى فوسفات ثنائية الكالسيوم أقل ذوباناً وفي مرحلة لاحقة إلى فوسفات ثلاثية الكالسيوم غير ذائبة، كما أن وجود كربونات الكالسيوم في التربة يجعل الـ pH مائلاً للقلوية وسيادة الفوسفات الثنائية والأقل ذوباناً. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده كل من الحمداني (2008) والحافظ وآخرون 2013 والبلخي (2017).

6– الاستنتاجات:

أدى إختبار طريقتي أولسن وجوريه هيبرت في استخلاص الفوسفور المتاح في تربة ذات محتوى متفاوت من كربونات الكالسيوم، إلى تفوق طريقة أولسن في استخلاص الفوسفور المتاح والذي تراوح مستواه فيها بين الكافي والمتوسط، مقارنة بطريقة جوريه هيبرت حيث تراوح مستوى الفسفور بين المتوسط والضعيف والضعيف جداً، ونتيجة لذلك ينبغي الاعتماد كلية على طريقة أولسن في تقدير الفوسفور المتاح في الترب الكلسية.

7– المراجع:

1 – البلخي، أكرم. 2017. تأثير زبل الأغنام في الحد من تثبيت الفُسفور في ترب متفاو تة في محتواها من كربونات الكالسيوم، وتحديد ثوابت لانغمويرو فروندليش. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 33(1): 291–309.

2– الحافظ منال و حبيب حسن و البلخي، اكرم. 2013. تأثير زمن إضافة الفسفور وعمقه في إتاحته في تربة كلسية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 29(2): 169–180.

3– الحمداني، رائدة .2008 . استخدام الرتنجات في دراسة جاهزية الفسفور لمحصول الذرة الصفراء في تربة كلسية. مجلة زراعة الرافدين. 36(2): 33–43.

4– دليل استخدام الأسمدة في الشرق الأدنى. 2007. FAO .

5- Hedley, M.J.; Stewart, J.W.B.; Chauhan, B.S.1982. Changes in Inorganic and Organic Soil Phosphorus Fractions Induced by Cultivation Practices and by Laboratory Incubations. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 970–976.

6- Horta. M. C and J. Torrent. 2007. The Olsen P method as an agronomic and environmental test for predicting phosphate release from acid soils. Nutr Cycl Agroecosyt.77:283-292.

7- Ivanoff, D.B.; Reddy, K.R.; Robinson, S. Chemical fractionation of organic phosphorus in selected histosols. Soil Sci. 1998, 163, 36–45.

8- Jones- Jones, J. Benton. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis CRC Press Boca Raton. London.

10-Joret. G. and Hebert. J 1955. Contribution a la determination du besoion des sols en acide phosphorique. ANN. Agron.2:233-299.

11- Kalkhajeh, Y.K.; Sørensen, H.; Huang, B.; Guan, D.-X.; Luo, J.; Hu, W.; Holm, P.E.; Hansen, H. 2018. DGT technique to assess P mobilization from greenhouse vegetable soils in China. A novel approach.Sci. Total Environ., 630: 331–339.

12- Kruse, J.; Abraham, M.; Amelung, W.; Baum, C.; Bol, R.; Kühn, O.; Lewandowski, H.; Niederberger, J.;Oelmann, Y.; Rüger, C.;.2015. Innovative methods in soil phosphorus research: A review. J. Plant Nutr *S*oil Sci., 178: 43–88.

13- Nawara. S, T. Van Dael ,R. Merckx ,F. Amery, A. Elsen, W. Odeurs, and H. Vandendriessche . 2017. A comparison of soil tests for available phosphorus in long-term field experiments in Europe. Europe. J. Soil Sci. 68(6): 873-885.

14- Peter, J. O., B. Hesterman., S. R. Waddington and R. R. Harwood. 2000. Rely intercropping of sunnhemp and cowpea into a small holder maiz system in Zimbabwe. Agron. J., 92: 239-244.-133.

15- Ruttenberg, K.C. (2009) The global phosphorus cycle. Treatise on Geochemistry 9: 585-591.

16- Wünscher, R.; Unterfrauner, H.; Peticzka, R.; Zehetner, F.2015. A comparison of 14 soil phosphorus extraction methods applied to 50 agricultural soils from Central Europe. Plant Soil Environ., 61: 86–96.