

دراسة استجابة النجيل البلدي (*Cynodon dactylon*) لمستويات من التسميد بالصخر الفوسفاتي وخليطه مع الكبريت الحر

رباب منير ناصر*⁽¹⁾ ويلي أحمد حبيب⁽¹⁾ وغيث أحمد علوش⁽¹⁾

(2). قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
(*) للمراسلة: م. رباب منير ناصر. البريد الإلكتروني: rababnasser1973@gmail.com.

تاريخ الاستلام: 2017/11/21 تاريخ القبول: 2018/01/15

الملخص

نُفذت تجربة حقلية في قرية الهنادي الواقعة في جنوب محافظة اللاذقية ولعامين متتالين (2013 و2014) وذلك لدراسة استجابة النجيل البلدي وقدرته على استخدام الصخر الفوسفاتي السوري (PR) كمصدر للفوسفور، ودراسة أثر الخلط مع الكبريت الحر على هذه الاستجابة. تضمنت الدراسة ثلاث معاملات فضلاً عن معاملة الشاهد التي لم تتلق أي إضافة: معاملة الـ (PR)، وخليط PR مع الكبريت S (PRS)، ومعاملة السوبر فوسفات الثلاثي (TSP). أضيفت المصادر الفوسفاتية في بداية التجربة بثلاثة معدلات 520، 1040، 1560 كغ/هكتار، واستخدم ثلاث نسب خلط من الكبريت (10%، 20%، 50%) نسبة لـ PR وزناً. استمرت التجربة لعامين متتالين نُفذ خلالها ثماني حشات. بينت النتائج استجابة النجيل البلدي في العام الأول لـ PR المضاف لوحده، وبلغت قيمة الفعالية الزراعية النسبية لـ PR في نهاية العام 75% نسبة لـ TSP. تمتع الصخر الفوسفاتي بأثر متبقي مما أدى لاستمرار الاستجابة في العام الثاني ووصلت قيمة الفعالية الزراعية النسبية إلى 109% في الحشة الأخيرة في نهاية العام الثاني. حسنت عملية الخلط مع الكبريت من استجابة النجيل البلدي بحيث بلغت الفعالية الزراعية النسبية لـ PR في نهاية العام الأول 126 و131 و193% لنسب الخلط 10 و20 و50% من الصخر الفوسفاتي في الحشة الرابعة، واستمر التحسن في النمو والفعالية الزراعية النسبية نتيجة عملية الخلط مع الكبريت في العام الثاني.

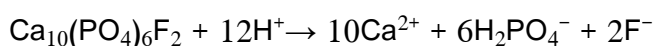
الكلمات المفتاحية: النجيل البلدي، الصخر الفوسفاتي، الكبريت، الفعالية الزراعية.

المقدمة:

يتعرض الفوسفور في الترب السورية لتفاعلات معقدة تؤدي لتثبيتته وانخفاض إتاحتها للنبات (Ryan *et al.*, 1985). كما يمكن أن يتعرض جزء من الفوسفور المضاف عن طريق الأسمدة الفوسفاتية للفقد مع ماء السيل السطحي (Run off) مسبباً ظاهرة الإثراء الغذائي (Eutrophication) نتيجة ارتفاع تركيز الفوسفور في المسطحات المائية المجاورة (Smith and Schindler, 2009; Andersson *et al.*, 2013). يؤدي كل ذلك إلى ارتفاع تكلفة العملية التسميدية، فضلاً عن الآثار السلبية على بيئة المسطحات المائية، من هنا برزت أهمية البحث عن بدائل طبيعية آمنة بيئياً ورخيصة الثمن يمكنها ان تشكل مصدراً للفوسفور المتاح. يشكل الصخر

الفوسفاتي أحد الفلزات الطبيعية المنتشرة في القطر العربي السوري حيث يوجد مخزون احتياطي مرتفع قُدر بنحو 1800 مليون طنّاً (USGS, 2012).

إن استخدام الصخر الفوسفاتي كمصدر للفوسفور، يعدّ مناسباً في إنتاج المحاصيل تحت ظروف محددة، وخاصة في الترب الحامضية، ويحقق جدوى اقتصادية مهمة مقارنة بالأسمدة الفوسفاتية القابلة للذوبان ذات التكلفة العالية (Hammond *et al.*, 1986; Chien and Menon, 1995; Rajan *et al.*, 1996; Chien, 2003; Rajan *et al.*, 2004). كما بينت الدراسات الأولية بأن الصخور الفوسفاتية السورية تتمتع بفعالية زراعية مهمة، وتختلف أهميتها بحسب ظروف التربة المستخدمة فكانت عالية جداً في الترب الحامضية (حبيب وشين، 2002؛ Alloush, 2003)، ولكن عملية انحلاله صعبة في الترب القاعدية وخاصة في الترب الكلسية التي تتصف بدرجة pH مرتفعة ومحتوى مرتفع من كربونات الكالسيوم (CaCO₃) وبالتالي من أيونات الكالسيوم المنحلة وذلك وفقاً لمعادلة انحلال الفلوروأباتيت الذي يعد الشكل السائد للفوسفور في الترب الكلسية (Kanabo and Gilkes, 1987):



لقد تباينت فعالية الصخور الفوسفاتية السورية في الترب القاعدية بحسب النبات المزروع، فكانت مرتفعة عند زراعة اللفت الزيتي (ناصر وحبيب، 2009) والترمس (مجر وحبيب، 2016)، فيما كانت منخفضة عند زراعة العشب النجيلي (ناصر وحبيب، 2009). يأتي هذا التباين بين النباتات لقدرتها على استخلاص الفوسفور من الصخر بسبب طبيعة راشحاتها الجذرية، فبعض النباتات تتمتع برشح جذري لأحماض عضوية كاللفت الزيتي ونباتات العائلة البقولية (Alloush, 1990; Hoffland, 1992). بينت أيضاً الدراسات أن طبيعة المجموع الجذري يساهم في قدرة النبات لاستغلال التربة المحيطة مما يمكن النبات من الوصول لعدد أكبر من دقائق الصخر الموجودة في محيطه، فالنباتات النجيلية التي تتميز بمجموع جذري ليفي كثيف تزيد من فرص وسطح التلامس بين الجذور ودقائق الصخر الفوسفاتي (Bekele *et al.*, 1983)، وهذا أيضاً ما وضحته دراسة Bolan *et al.*, (1990) حيث ازدادت فعالية الصخر الفوسفاتي عند استخدامه في المراعي الدائمة بسبب كثافة الجذور وبالتالي زيادة فرص التلامس بين الجذور ودقائق الصخر الفوسفاتي. لقد بينت دراسات عديده أن خلط الصخر الفوسفاتي مع الكبريت الحر Elemental sulfur، يمكن أن يحفز من انحلاله، ويحسن فعاليته الزراعية في ظروف بعض الترب (حبيب، 2009، 2011؛ ناصر، 2010)، حيث يؤدي الكبريت دوراً هاماً في تخفيض درجة pH التربة عن طريق أكسدته من قبل بكتريا Thiobacillus مؤدية لإنتاج حمض الكبريت، الأمر الذي يساعد في زيادة انحلال الصخر الفوسفاتي وإتاحة الفوسفور (Swaby, 1975; Rajan, 1982, 1987)، وقد بينت دراسة للباحثان ناصر وحبيب (2009) تحسن استجابة نبات العشب النجيلي (Ryegrass) للصخر الفوسفاتي السوري (عين ليلون) من جراء خلطه بمعدل (PR:S= 5:1) في تربة رملية لومية منخفضة المحتوى الكلسي. كما أدى تطبيق خليط من الصخر الفوسفاتي والكبريت إلى زيادة في إنتاج المراعي الدائمة بالمقارنة مع إضافة الصخر الفوسفاتي لوحده (Rajan *et al.*, 1996). كما يتأثر انحلال الصخر الفوسفاتي عند خلطه مع الكبريت بنوع الصخر الفوسفاتي، ونسبة الخلط بين الصخر والكبريت (PR: S) ونوع المحصول وظروف التربة (Rajan, 2002).

تحتل زراعة العشب النجيلي البلدي مساحات كبيرة سواء في الملاعب الرياضية أو الخلطات العلفية، تمثل العملية التسميدية أحد مصادر التكلفة العالية بسبب ارتفاع ثمن الأسمدة الكيميائية خاصة الفوسفاتية منها. يمتلك القطر العربي السوري مخزوناً مهماً من الصخور الفوسفاتية، وهي مصادر طبيعية رخيصة الثمن وآمنة بيئياً، وبالتالي تعود عملية استخدامه في التسميد بالفائدة على المزارع

والمهتمين في إنشاء وإدارة الملاعب الخضراء، من هنا تأتي أهمية البحث. يهدف البحث لدراسة إمكانية استخدام الصخر الفوسفاتي في العملية التسميدية لنبات النجيل العشبي (*Bermuda-grass (Cynodon dactylon)*) وأثر إضافة الكبريت على تحسين استجابة النبات للصخر الفوسفاتي.

مواد البحث وطرقه:

الموقع: نفذت تجربة حقلية في حقل في قرية الهنادي (10 كم جنوب مدينة اللاذقية). حددت بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل (Black *et al.*, 1965)، حُدد قوام التربة باستخدام طريقة الهيدرومتر (Bouyoucos, 1962)، ومحتواها من كربونات الكالسيوم الكلية بطريقة المعايرة الرجعية (Back titration)، ومحتواها من المادة العضوية بطريقة (Walkely and Black (1934) يظهر الجدول (1) بأن التربة ذات قوام رملي لومي، ودرجة pH مائلة للقلوية، وبلغ محتواها من كربونات الكالسيوم الكلية (5.6%)، وذات محتوى منخفض من الفوسفور المتاح (3.4 مغ P / كغ تربة).

الجدول 1: بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع

القيمة	خواص التربة
16.8	الطين %
14.7	السلت %
68.5	الرمل %
7.8	pH _{H2O} (1:2.5)
2.9	الكربون العضوي %
5.6	% CaCO ₃
14.1	(meq/100g) CEC
8.5	الكالسيوم المتبادل (meq/ 100g)
3.4	(mg/ kg) Olsen- P

الصخر الفوسفاتي (PR) Phosphate Rock: تم الحصول على الفوسفات الخام (الصخر الفوسفاتي) من الجزء المتفقت من توضعات الفوسفات السورية في موقع عين ليلون (الحفة) التي تقع على بعد 30 كم إلى الشرق من مدينة اللاذقية، وهو على شكل فلز الأباتيت من نوع كربونات- فلوروأباتيت، و يقترب في خصائصه من الفرانكوليت (عباس وجبيلي، 1996). طحن الصخر ونخل بواسطة منخل أقطار فتحاته (150 µm) 100mesh وقدر محتواه من الفوسفور الكلي بطريقة (Olsen and Sommers, 1982) وكان P %12.05 في العينة الصخرية، أما صيغته التجريبية $Ca_{9.64} Na_{0.26} Mg_{0.10} (PO_4)_{5.02} (CO_3)_{0.98} F_{2.39}$ (Habib *et al.*, 1999) ويشكل الفوسفور المنحل في سترات الأمونيوم المتعادلة (Neutral Ammonium Citrate) نسبة 2% من الصخر الفوسفاتي، يصنف بناءً عليه هذا الصخر بأنه متوسط إلى عالي الفعالية الزراعية النسبية وذلك تبعاً للتصنيف المقترح من قبل Hammond وآخريين (1986). ويحتوي على 6.4% من CaCO₃.

السوبر فوسفات الثلاثي (Triple Super Phosphate = TSP) : يحتوي 46% P₂O₅ (P=20.08%).

الكبريت: استخدم زهر الكبريت التجاري الناعم.

المادة النباتية: عشب النجيل البلدي (*Bermuda grass (Cynodon dactylon)*) يتبع العائلة النجيلية، ويستخدم في الخطات العلفية وزراعة المروج الخضراء والملاعب الرياضية، يتمتع بمجموع جذري ليفي كثيف مما يؤمن فرص تلامس كبيرة بين دقائق الصخر مع المجموع الجذري، وكذلك بفترة نموه الطويلة.

المعاملات والمعدلات السمادية: تضمنت الدراسة ثلاث معاملات من الصخر الفوسفاتي PR وبثلاثة معدلات فضلاً عن الشاهد (بدون إضافة) 520، 1040، 1560 كغ/P/هكتار. ولتبيان أثر عملية الخلط مع الكبريت (S) على استجابة النبات للصخر الفوسفاتي حضرت معاملة الخليط (PRS) التي تضمنت المعدلات ذاتها من الصخر الفوسفاتي وطبق الكبريت بثلاثة معدلات خلط نسبة للصخر الفوسفاتي 10%، 20%، 50% وزناً. ويهدف المقارنة وتقدير الفعالية الزراعية النسبية للصخر الفوسفاتي فقد حضرت معاملة من سماد السوبر فوسفات الثلاثي (TSP) التي تضمنت ذات المعدلات السابقة من الفوسفور. تم توزيع المعاملات وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، ونفذت جميع المعاملات بواقع ثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة، وبالتالي بلغ عدد القطع التجريبية 48 قطعة يوضحها الجدول (2)، وبلغت مساحة كل قطعة 2.8 م². أضيفت المصادر السمادية (TSP, S, PR) بحسب المعاملة قبل موعد الزراعة بحوالي 15 يوم وذلك لمرة واحدة لموسمين زراعيين وذلك نثراً على سطح التربة ومن ثم قلبها في التربة على عمق 10 سم. كما أضيف قبل الزراعة السماد البوتاسي والسماد الأزوتي ولجميع المعاملات مع الأسمدة الفوسفاتية والقلب في التربة، حيث أضيف السماد البوتاسي بصورة كبريتات البوتاسيوم (K₂O 50%) بمعدل 28 غ لكل قطعة تجريبية (مايعادل 100 كغ/هكتار كبريتات بوتاسيوم)، وأضيف السماد الأزوتي بصورة نترات الأمونيوم (33.5% N) وبمعدل 42 غ لكل قطعة تجريبية (مايعادل 150 كغ/هكتار نترات أمونيوم).

الجدول 2. المعاملات المستخدمة في التجربة

المعاملة	معدل P المضاف	معدل S بالنسبة للـPR %
	Kg P/ha	
Control	-	-
PR ₁	520	-
PR ₂	1040	-
PR ₃	1560	-
PR ₁ S ₁	520	10%
PR ₁ S ₂	520	20%
PR ₁ S ₃	520	50%
PR ₂ S ₁	1040	10%
PR ₂ S ₂	1040	20%
PR ₂ S ₃	1040	50%
PR ₃ S ₁	1560	10%
PR ₃ S ₂	1560	20%
PR ₃ S ₃	1560	50%
TSP ₁	520	-
TSP ₂	1040	-
TSP ₃	1560	-

وبما أن الحشائش تكون متزاحمة فتتنافس فيما بينها على الماء والغذاء وأيضاً بسبب قصها باستمرار، فقد استمرت إضافة الأسمدة البوتاسية والأزوتية خلال موسم النمو فأضيفت كل شهرين وذلك بمعدل 270 كغ/هكتار من كبريتات البوتاسيوم، وبمعدل 400 كغ/هكتار نترات أمونيوم، وأما الحديد فقد أضيف عن طريق الرش الورقي باستخدام شيلات الحديد بتركيز 5 ppm. إن التربة المستخدمة ذات محتوى منخفض من الفوسفور، أدى ذلك لظهور أعراض نقص الفوسفور منذ بداية النمو مما اضطرنا لإضافة جرعة ابتدائية 5 جزء بالمليون على شكل فوسفات البوتاسيوم وذلك لجميع المعاملات على حد سواء. زرعت بذور النجيل البلدي بتاريخ

12/ 6/ 2013 بطريقة النثر وذلك بخلط 75 غ من البذور مع كمية من تربة القطعة التجريبية لضمان توزيعها بشكل متجانس. استمرت التجربة لعامين متتاليين (2013-2014)، نفذت كافة عمليات الخدمة للمحصول من ري وتعشيب وإضافة الأسمدة بشكل دوري.

نفذت 8 حشات خلال عامي التجربة (بمعدل حشة كل شهرين تقريباً)، وذلك عن طريق استخدام إطار خشبي مساحته 1m^2 (2 م 0.5X م)، وذلك بوضعه في وسط القطعة التجريبية لاستبعاد الأطراف. نفذت عملية الحصاد بقص النباتات داخل الإطار على ارتفاع 3 سم من سطح التربة، تم أخذ الوزن الرطب للكمية الناتجة من كل قطعة تجريبية وبعد خلطها جيداً، أخذت عينة عشوائية ممثلة وسُجل الوزن الرطب لها قبل تجفيفها في الفرن على درجة حرارة 70 م° ولمدة 48 ساعة، سُجل الوزن الجاف، وبعد الطحن تم هضم عينة نباتية بطريقة الهضم الجاف و قدر الفوسفور الكلي الممتص Total-P uptake بطريقة الفاندايت-موليبدايت. أخذت عينة تربة من كل قطعة تجريبية، ثم جففت هوائياً ونخلت بمنخل قطر 2 مم واحتفظ بها لإجراء التحاليل المخبرية حيث قدر محتواها من الفوسفور المتاح بطريقة أولسن (Olsen-P) وتم قياس درجة الـ pH في معلق مائي (Soil : H₂O = 1 : 2.5) باستخدام جهاز pH-meter.

الفعالية الزراعية النسبية للخصر الفوسفاتي (Relative Agronomic Effectiveness= RAE%) : تم حسابها لدراسة استجابة النبات للخصر الفوسفاتي، ويقصد بها مقارنة كمية المادة الجافة المنتجة من معاملة الصخر الفوسفاتي أو من معاملة الخليط مع الكبريت (PRS) مع كمية المادة الجافة المنتجة من معاملة سماد TSP. وتحسب عن طريق استخدام المعادلة نصف اللوغاريتمية التي تربط بين كمية المادة المنتجة باستخدام المصادر السمادية الفوسفورية المختلفة (Chien *et al.*, 1990; Habib *et al.*, 1999):

$$Y_i = Y_0 + B_i \ln(X), \quad X > 0$$

Y_i = كمية المادة الجافة مقدرة طن/ هكتار، Y_0 = كمية الإنتاج بغياب المصدر الفوسفوري (الشاهد) حيث أعطيت معاملة الشاهد القيمة 1 ppm من الفوسفور من أجل حساب اللوغاريتم، X = معدّل الفوسفور المضاف مقدراً بـ ppm، B_i = معامل التراجع الخطي نصف اللوغاريتمي للعلاقة بين إنتاج المادة الجافة ومعدل المصدر الفوسفوري المضاف، وهي عبارة عن ميل المنحنى البياني. وعندئذ فإن RAE% هي النسبة المئوية لميل الخط البياني للمعاملة المراد حساب فعاليتها الزراعية ($B_i/B_{PRS}, B_{PPR}$) إلى ميل المنحنى البياني لمعاملة TSP (B_{TSP}) كنسبة مئوية:

$$RAE\% = (B_i/B_{TSP}) \times 100$$

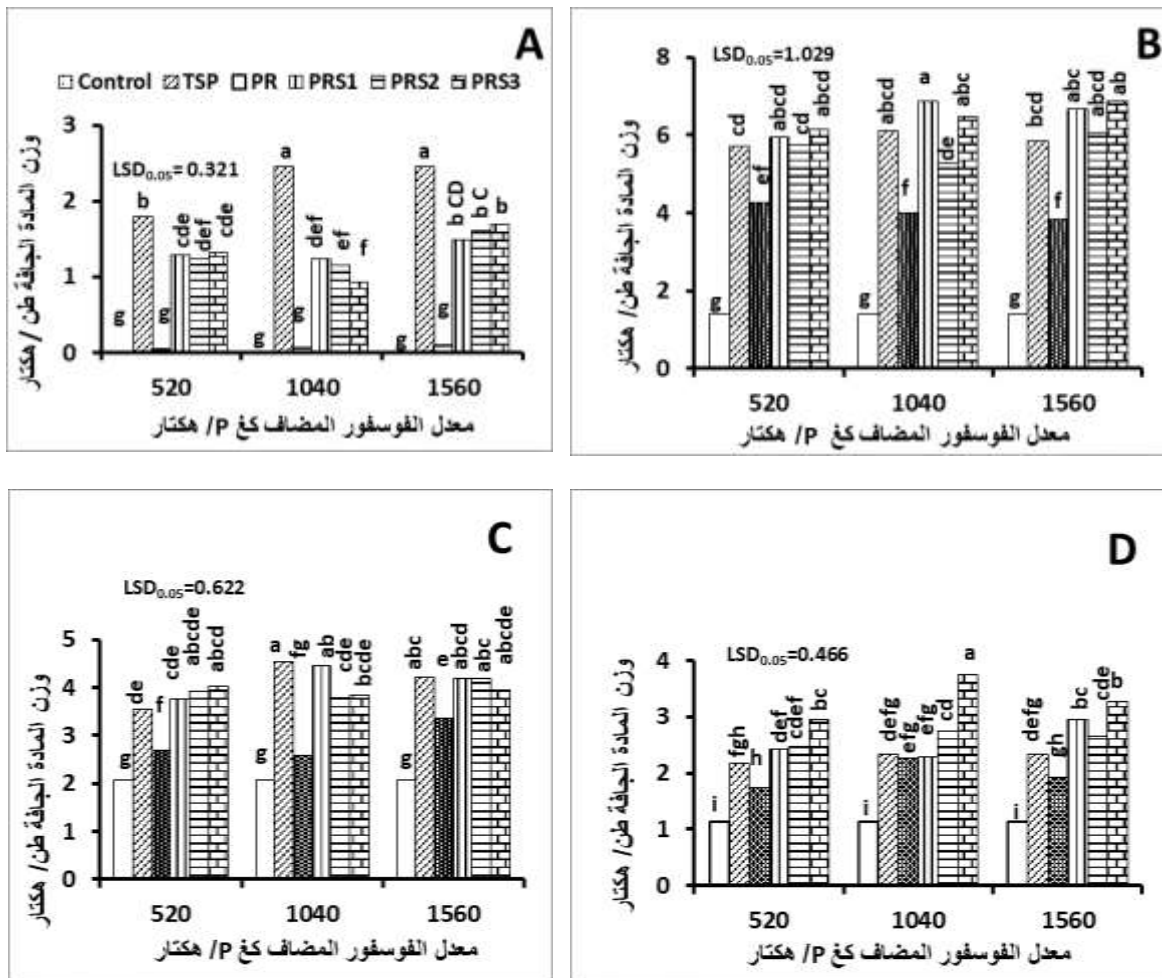
التحليل الإحصائي: تم بإجراء تحليل التباين ANOVA لبيان تأثير الإضافة الفوسفورية (P)، والكبريت (S)، والتأثير المتداخل بينهما (PR*S)، وذلك باستخدام برنامج SAS Institute (1999)، كما وتم فصل المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند درجة معنوية 0.05.

النتائج والمناقشة:

يظهر الشكل (1، A) أن إنتاج المادة الجافة التي تعبر عن استجابة النجيل البلدي للخصر الفوسفاتي كانت معدومة في كافة المعدلات في الحشة الأولى (بعد 37 يوم من الزراعة). في الحشة الثانية وبعد مضي 70 يوم بعد الزراعة كانت استجابة النجيل البلدي واضحة للخصر الفوسفاتي (1، B)، فازداد إنتاج المادة الجافة زيادة معنوية في كافة معدلات الصخر الفوسفاتي (PR) بالمقارنة مع الشاهد،

لكن بقيت كمية الإنتاج أقل وبطريقة معنوية من باقي معاملات التجربة (معاملات الخلط مع الكبريت PRS ومعاملة TSP). وتكررت النتيجة نفسها في الحشة الثالثة (103 يوم بعد الزراعة) (الشكل 1، C). لوحظ تحسن كبير في الإنتاج لمعاملة الـ PR في الحشة الرابعة فكانت كمية الانتاج متقاربة مع مانتجته معاملة الـ TSP وفي كافة المعدلات، لكنها كانت أقل وبطريقة معنوية من معاملات الخليط مع الكبريت إلا عند المعدل الثاني للصخر الفوسفاتي (1040 كغ/هكتار) ومعدل الخلط الأول مع الكبريت (PR2S1) (الشكل 1، D) فكانت كمية الانتاج معادلة لإنتاج المادة الجافة.

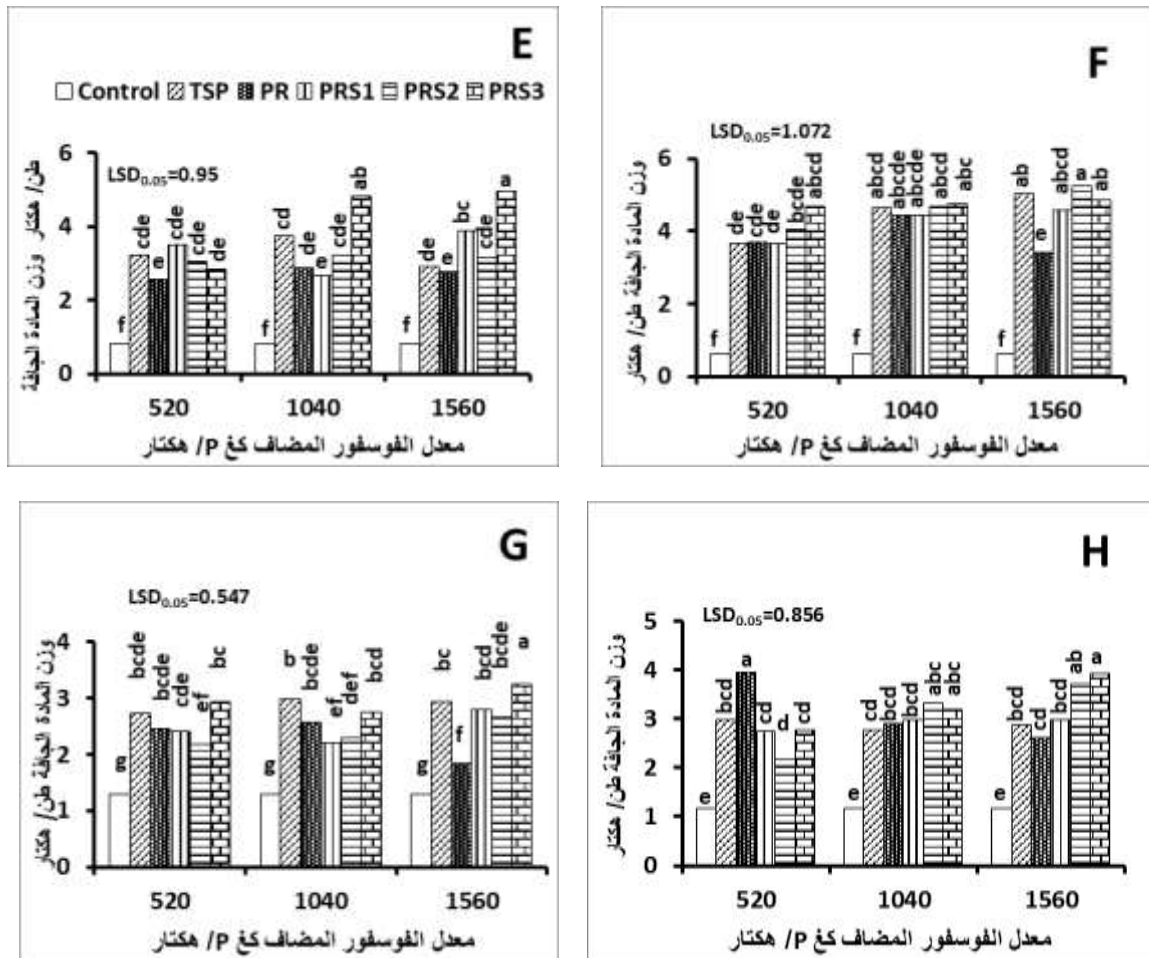
إن تربة التجربة هي تربة كلسية وتحتوي كمية منخفضة من الفوسفور المتاح (الجدول 1)، كما أن الصخر الفوسفاتي مصدر بطيء الانحلال في الترب الكلسية القاعدية (Chien and Menon, 1995)، وهذا يفسر التأخير الواضح في إنتاج المادة الجافة في معاملات الصخر الفوسفاتي (PR) عند إضافته لوحده حتى الحشة الثانية. يمتلك النجيل البلدي جذر ليفي كثيف يساعد في زيادة فرص التلامس مع حبيبات الصخر الفوسفاتي، كما تسيطر الكربوهيدرات على مفرزات جذوره (Moghimi *et al.*, 1978)، فتتشط الكائنات الحية الدقيقة وتفرز أحماض عضوية تساعد في تخفيض درجة pH. تعمل جميع هذه العوامل على تحفيز انحلال الصخر الفوسفاتي وبالتالي تحسين استجابة النجيل البلدي للصخر. لعب عامل الزمن دوراً مهماً في نمو المجموع الجذري الليفي للنجيل وزيادة كثافته وكذلك في انحلال حبيبات الصخر، تم الحصول على نتيجة مشابهة في دراسة سابقة للباحثين ناصر وحبيب (2009). حسنت عملية خلط الصخر الفوسفاتي مع الكبريت من استجابة النبات في جميع حشات العام الأول، فقد أعطت المعاملات التي استقبلت خليط الصخر الفوسفاتي مع الكبريت (PR/S) فروقات معنوية في كمية المادة الجافة المنتجة بالمقارنة مع المعاملات التي استقبلت الصخر الفوسفاتي لوحده (PR) وذلك في جميع نسب الخلط ومعدلات الإضافة. أعطت معاملات الخليط إنتاجاً أقل من معاملة السوبر فوسفات (TSP) وفي جميع معدلات الإضافة في الحشة الأولى (الشكل 1، A)، لكن تشابهت معه في الحشة الثانية والثالثة حيث لم تكن هناك فروق معنوية بين معاملات الخليط ومعاملة الـ TSP (الشكل 1، B و C). وفي الحشة الرابعة تفوق إنتاج المادة الجافة معنوياً عند نسبة الخلط 50% على إنتاج معاملة TSP في جميع معدلات الفوسفور المستخدمة. يعود التحسن في استجابة العشب النجيل في معاملات الخليط للأثر الحامضي الناتج عن أكسدة الكبريت، والذي يحفز بدوره عملية انحلال الصخر الفوسفاتي وتوفير الفوسفور في التربة، تتشابه هذه النتائج مع نتائج Rajan *et al.*, (1996) التي بينت أن عملية خلط الصخر الفوسفاتي مع الكبريت أدت لزيادة في إنتاجية المراعي الدائمة مقارنة مع المعاملات التي أضيف لها الصخر الفوسفاتي لوحده (PR) أو سماد السوبر فوسفات المفرد لوحده.



الشكل 1. إنتاج المادة الجافة في العام الأول (الحشة الأولى A، الحشة الثانية B، الحشة الثالثة C، الحشة الرابعة D) بينت النتائج أن زيادة معدل الصخر إلى 1040 (PR₂) و 1560 (PR₃) كغ/هكتار لم تتسبب بأية زيادة معنوية في إنتاج المادة الجافة بالمقارنة مع المعدل الأول PR₁ = 520 كغ / P / هكتار، وقد يفسر ذلك بأن زيادة نمو النبات تتعلق بزيادة امتصاص الفوسفور وليس بزيادة تركيز الفوسفور، فالامتصاص يتوقف عند حد معين، وهي نتائج مشابهة للباحث (Rajan 1987) الذي وجد أن إنتاج المادة الجافة لم يزداد بزيادة معدل الفوسفور المضاف للتربة. إن الانخفاض العام في إنتاج المادة الجافة في الحشة رقم 4 بالمقارنة مع الحشتين الثانية والثالثة يعود لانخفاض درجة الحرارة بحلول فصل الشتاء.

بهدف دراسة الأثر المتبقي للصخر الفوسفاتي تركت التجربة للعام الثاني وذلك بعد انخفاض وتيرة نمو النجيل مع بداية شهر كانون الثاني 2014 إلى بداية نيسان 2014. لقد حافظت جميع المعاملات في العام الثاني على وتيرة نمو مهمة، فكان نمو جميع المعاملات عالياً وكانت كمية الإنتاج أعلى وبطريقة معنوية بالمقارنة مع الشاهد وذلك في جميع الحشات (شكل 2، E، F، G، H). لقد أعطت معاملة الصخر الفوسفاتي (PR) نمواً كبيراً حيث تشابهت الكمية المنتجة في هذه المعاملة وفي معدلاته الثلاثة مع ما أنتجته معاملة السوبر فوسفات (TSP) في جميع الحشات، لا بل تفوق الإنتاج في هذه المعاملة معنوياً عند المعدل الأول (520 كغ/هـ) في الحشة الأخيرة على إنتاج معاملة TSP فبلغت كمية الإنتاج 3.96 طن/هكتار مقابل 2.9 لمعاملة TSP لنفس المعدل أي بزيادة قدرها 53% بعد طرح الشاهد (شكل 2، D). لم تتسبب عملية خلط الصخر الفوسفاتي مع الكبريت بمعدلات الخلط الثلاثة أي بزيادة

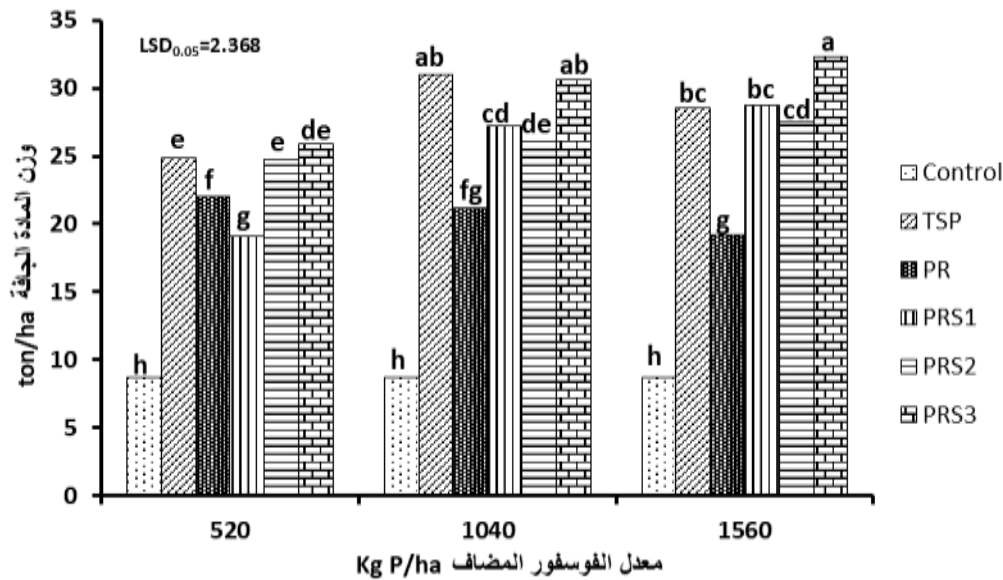
معنوية في إنتاج المادة الجافة المنتجة في هذه المعاملات بالمقارنة مع معاملات الصخر الفوسفاتي أو TSP عند نفس المعدلات، لكن ظهر تحسين معنوي في الإنتاج عند نسبة خلط للكريت 50% لبعض المعدلات في الحشة الخامسة والسادسة (الشكل 2. E و F)، بالمقارنة مع معاملة PR و TSP عند نفس المعدل.



الشكل 2. إنتاج المادة الجافة في العام الثاني (الحشة الخامسة E والحشة السادسة F والحشة السابعة G والحشة الثامنة H)

تم جمع الإنتاج الكلي في عامي التجربة، تبين النتائج بأن استجابة النجيل الكلية للصخر الفوسفاتي بقيت أقل وبطريقة معنوية بالمقارنة مع معاملة الـ TSP وعند كافة المعدلات (الشكل 3). تبين النتائج بأن زيادة معدل الصخر الفوسفاتي المضاف إلى 1040 و 1560 كغ/هكتار لم تسبب أي زيادة معنوية في الإنتاج لا بل ظهر انخفاض وكان هذا الانخفاض معنوياً عند المعدل الثالث 1560 بالمقارنة مع المعدل الأول. تباين أثر عملية الخلط مع الكريت بحسب كل من معدل الصخر المضاف ومعدل الخلط مع الكريت، فعند الخلط بنسبة 10% (PRS1) لم تسبب أي زيادة لا بل كانت أقل وبطريقة معنوية مع معاملة الصخر الفوسفاتي (المعدل الأول 520) وقد يعود ذلك إلى تعرض الفوسفور الناتج من انحلال الصخر الفوسفاتي بتأثير الكريت المضاف للتثبيت بسرعة أكبر من قدرة النبات على امتصاصه بكميات كبيرة وذلك بالمقارنة مع التحلل البطيء للصخر الفوسفاتي لوحده وبالتالي استعادة النبات بشكل أكبر. بينما أدت لزيادة معنوية بالمقارنة مع معاملة الصخر الفوسفاتي لوحده عند معدلي الاضافة الباقيين (1040 و 1560). أدت عملية الخلط مع الكريت بنسبة 20% و 50% (PRS3, PRS2) لتحسين الإنتاج عند جميع معدلات الاضافة بالمقارنة مع ما أنتجته معاملة الصخر

الفوسفاتي لوحده (PR) لنفس المعدلات. عند مقارنة نسب الخلط الثلاث مع بعضها PRS1، PRS2، PRS3، يُلاحظ تشابه الإنتاج بين نسبي الخلط الأولى والثانية (20 و 50%) عند خلطها مع المعدل الأول من الصخر الفوسفاتي (520 كغ P/هكتار)، لكن كلا المعاملتين أفضل وبطريقة معنوية بالمقارنة مع نسبة الخلط الأولى (10%). لكن عند إضافة الصخر الفوسفاتي في المعدلين التاليين (1040 و 1560 كغ P/هكتار) لوحظ تشابه الإنتاج باستخدام معدلي الخلط الأول والثاني (10 و 20%) لكن كان أقل مما حققته نسبة الخلط الثالثة (50%). إن الزيادة الحاصلة في إنتاج المادة الجافة في معاملات الخليط PR/S بالمقارنة مع معاملات الصخر الفوسفاتي لوحده، توفر دليلاً على فعالية عنصر الكبريت الذي يخفض درجة pH التربة وبالتالي يساهم في تحول الفوسفور غير الذائب في الصخر الفوسفاتي إلى الشكل المتاح للنبات. يوضح الجدول (3) أثر عملية خلط الكبريت مع الصخر الفوسفاتي على الفوسفور المتاح وبالتالي على انحلال PR، حيث ارتفع قيم الفوسفور المتاح معنوياً في جميع معاملات الخليط باستثناء معاملي الخلط الأولى والثانية



الشكل 3. الإنتاج الكلي للمادة الجافة في عامي التجربة

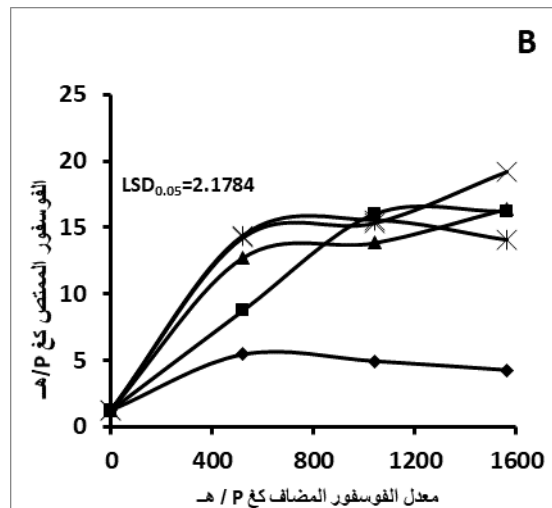
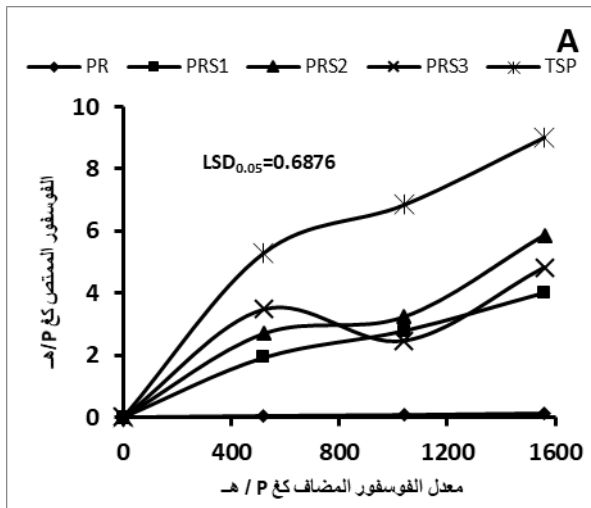
(10 و 20%) على التوالي عند المعدل الأول للصخر الفوسفاتي PR1 = 520 كغ/هكتار وذلك بالمقارنة مع معاملة الصخر الفوسفاتي لوحده. لقد تفوقت قيمة الفوسفور المتاح في معاملة الخلط الثالثة 50% وعند جميع معدلات الإضافة معنوياً على قيمته في معاملة TSP عند نفس المعدلات، لقد بلغت قيمة الفوسفور المتاح في هذه المعاملة 202،231 و 237 مغ/كغ تربة مقابل 105، 44، 200 مغ/كغ تربة في معاملة TSP عند إضافة 520، 1040 و 1560 كغ P/هكتار على التوالي. بينما لم تكن هناك فروقات معنوية بين معاملات الـ PR لوحده بالمقارنة مع الشاهد. وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Rajan et al., 1996). بالرغم من انخفاض تركيز الفوسفور المتاح في معاملات PR فقد حصلت استجابة عالية للصخر الفوسفاتي مما يدل بأن الفوسفور متوفر في التربة، يمكن تفسير ذلك بأن القيمة المقاسة هي للفوسفور المتاح في نهاية التجربة وذلك لاينفي وجود كمية مناسبة من الفوسفور المتاح خلال فترة النمو، يعود ذلك لتحفيز انحلال الصخر الفوسفاتي في بعض نقاط التماس بين الجذور الليلية للعشب وحببيات الصخر نتيجة النشاط الحيوي الذي ينشط نتيجة الافرازات الجذرية في منطقة الجذور.

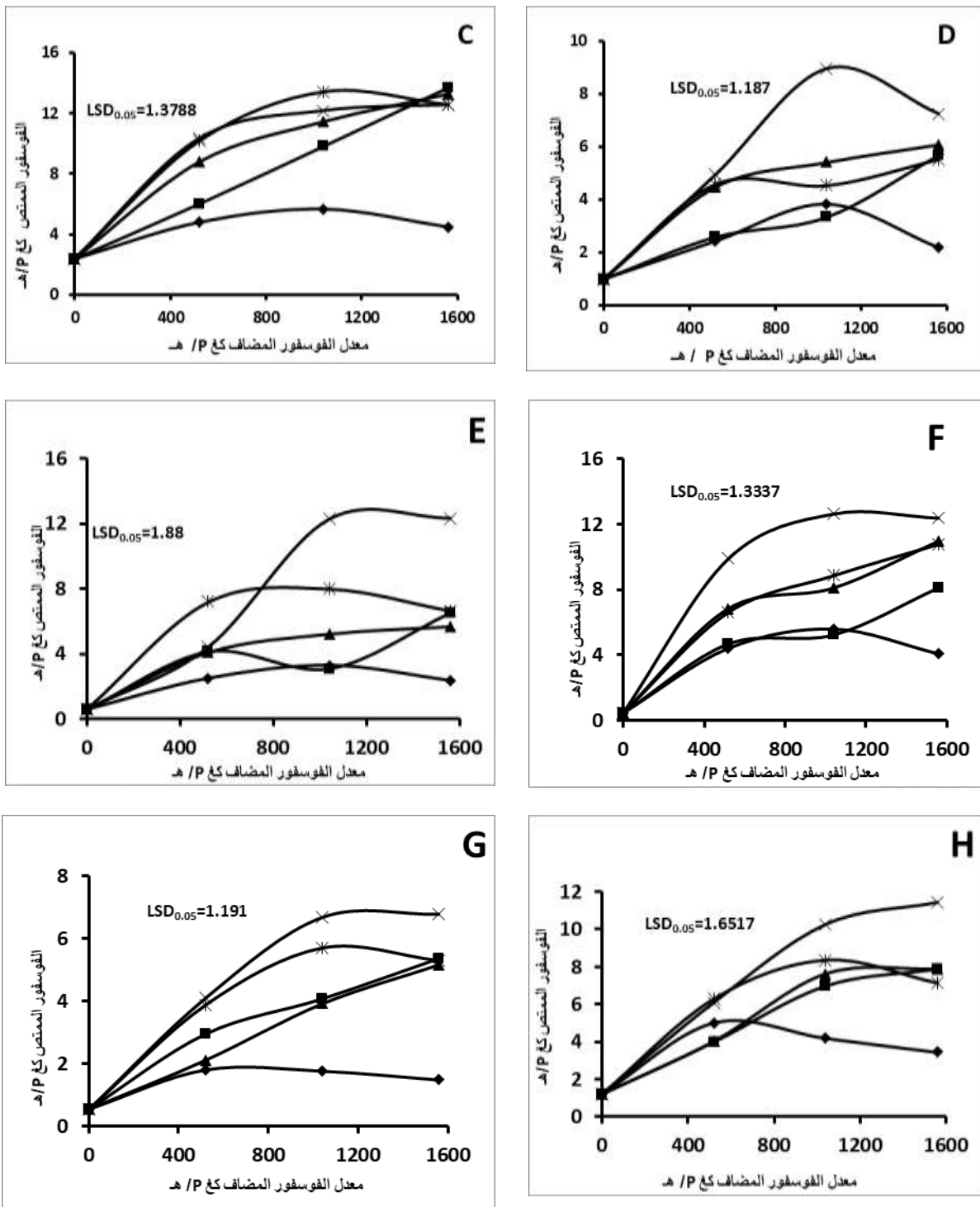
الجدول 3. الفوسفور المتاح Olsen- P (مغ / P كغ تربة) بعد حصاد عشب النجيل في نهاية التجربة

الفوسفور المضاف كغ/هكتار	TSP	PR	معدل الكبريت المضاف كنسبة مئوية للصخر الفوسفاتي				LSD
			0	S1=10%	S2=20%	S3=50%	
0		Control	2.34				
520	43.69	PR ₁	3.46 ^b	8.63 ^b	19.91 ^b	201.68 ^a	17.494
1040	104.92	PR ₂	4.91 ^d	47.25 ^c	105.28 ^b	230.83 ^a	31.149
1560	199.97	PR ₃	4.12 ^d	66.5 ^c	203.01 ^b	237.33 ^a	26.469
LSD	20.521						

الأحرف المختلفة تشير إلى الفروق المعنوية في كل سطر

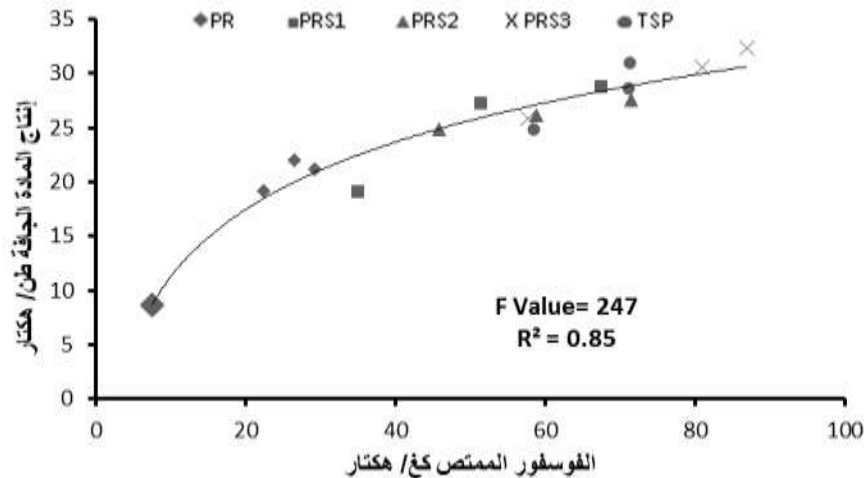
تم قياس الفوسفور الكلي الممتص من قبل النبات، يظهر الشكل العام توافق قيم P-uptake من حيث الشكل مع نتائج إنتاج المادة الجافة في جميع الحشاشات. كانت كمية الفوسفور الممتصة في معاملة الصخر الفوسفاتي (PR) منخفضة في الحشة الأولى ولم تحقق أي فرق معنوي عند مقارنتها بالشاهد (الشكل 4، A)، في حين كانت الفروقات معنوية بدءاً من الحشة الثانية. أثرت عملية الخلط بين الصخر الفوسفاتي والكبريت PR/S معنوياً على كمية الفوسفور الممتص بالمقارنة مع معاملة (PR)، فازدادت كمية الفوسفور الممتص مع تقدم الحشاشات حتى تساوت معه في معاملة السوبر فوسفات في الحشة الثالثة، وتوقفت كمية الفوسفور الممتص معنوياً في معاملي خلط الصخر الفوسفاتي عند المعدل الثاني والثالث مع نسبة خلط 50% PRS3 على جميع معاملات السوبر فوسفات في الحشة الرابعة (الشكل 4، D) واستمر الحال كذلك حتى نهاية التجربة.





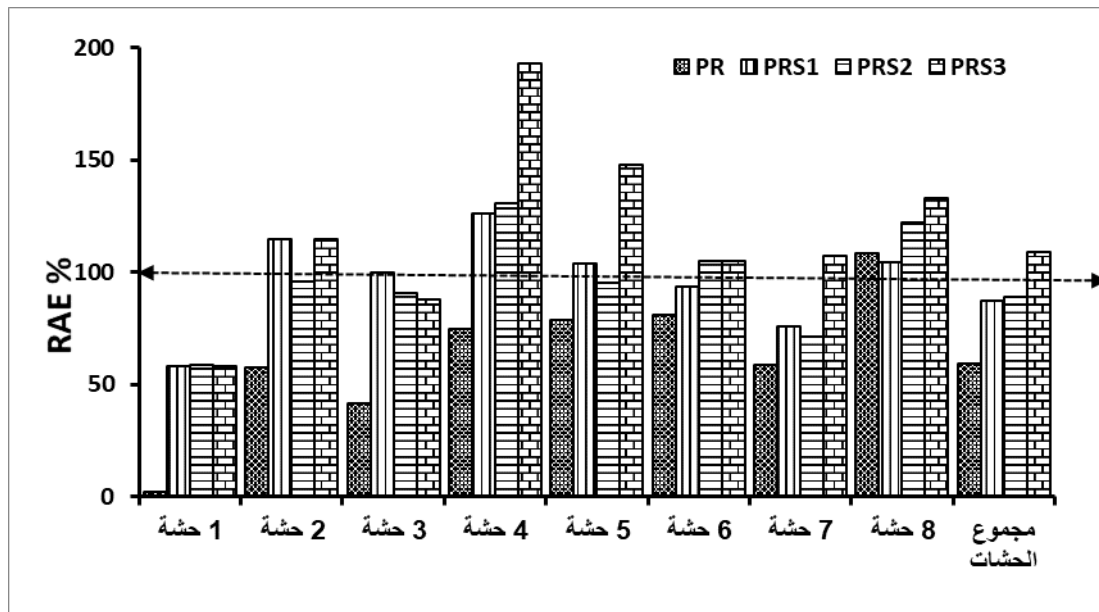
الشكل 4. الفوسفور الممتص P -uptake (الحشة الأولى A، الحشة الثانية B، الحشة الثالثة C، الحشة الرابعة D، الحشة الخامسة E، الحشة السادسة F، الحشة السابعة G، الحشة الثامنة H).

ومن خلال دراسة الفعالية الداخلية (internal efficiency) والتي تعرّف بمعدل كمية المادة الجافة المنتجة إلى الفوسفور الممتص من قبل النبات (Khasawneh and Doll, 1978) تم الحصول على علاقة معنوية جيدة ($R^2 > 0.85$) عند ($p < 0.0001$) بين العاملين (الشكل 5).



الشكل 5. الفعالية الداخلية للمصادر الفوسفورية المختلفة لإنتاج المادة الجافة في العامين

تم حساب الفعالية الزراعية النسبية (RAE%) باستخدام دالة الميل Bi من المخطط نصف اللوغاريتمي لاستجابة النبات للمصادر الفوسفورية المختلفة. تبين النتائج بأن قيمة الفعالية الزراعية النسبية قد اختلفت تبعاً للمعاملة ورقم الحشة. كانت قيمة الفعالية الزراعية منخفضة في معاملة الصخر الفوسفاتي حيث لم تتجاوز 2% في الحشة الأولى، وارتفعت قيمتها مع تقدم الحشات وتراوحت بين 41% و81% في الحشات المتتالية، تفوقت قيمة الفعالية RAE% لمعاملة الصخر الفوسفاتي على TSP في الحشة الثامنة والأخيرة حيث بلغت 109% (الشكل 6). توضح هذه النتائج أهمية عامل الزمن حيث ظهر أثر متبقي للصخر الفوسفاتي حتى نهاية التجربة، يعطي الزمن فرصة أكبر لتحلل الصخر الفوسفاتي بسبب تحلله البطيء لكنه مستمر، تؤكد هذه النتائج نتائجنا السابقة (ناصر وحبيب، 2009). لقد حسنت إضافة الكبريت من قيمة الفعالية الزراعية النسبية وذلك في جميع نسب الخلط ومعدلات الإضافة بالمقارنة مع معاملة الصخر الفوسفاتي، فارتفعت قيمة الفعالية الزراعية النسبية في معظم معاملات الخليط وخاصة عند نسبة الخلط الثالثة (50%)، فبلغت 193% بالمقارنة مع TSP في الحشة الأخيرة من العام الأول، واستمر الأثر الإيجابي لعملية الخلط في العام الثاني (شكل 6). تبين قيمة الفعالية الزراعية لمجموع الحشات أنها كانت 59% لمعاملة الصخر الفوسفاتي وارتفعت إلى 87، 89، 109% في معاملات الخليط مع الكبريت في المعدلات 10، 20 و30% على التوالي.



الشكل 6. الفعالية الزراعية النسبية (RAE%) للصحّر الفوسفاتي وخليطه مع الكبريت

إن عملية انحلال الصحّر الفوسفاتي هي عملية بطيئة ومستمرة ومن هنا جاء دور عامل الزمن، حيث تزايدت الاستجابة المتمثلة بالفعالية الزراعية النسبية مع تقدم الحشّات، وتوقفت جميع المعاملات في الحشّة الثامنة على TSP (حيث أن إضافة الأسمدة تمت لمرة واحدة في بداية التجربة) (Rajan, 1987).

يعود العامل الأساس في انحلال الـ PR لدرجة الـ pH المحيطة بحبيبات الصحّر. تبين نتائج قياس درجة الـ pH (جدول 4) بأن إضافة الصحّر الفوسفاتي سببت ارتفاع بسيط في درجة الـ pH التربة، وهي تؤكد نتائج Hammond, (1979) التي بينت أن إضافة الصحّر الفوسفاتي الأباتيتي قد تسبب ارتفاعاً طفيفاً في درجة الـ pH، حيث بين Sikora, (2002) بأن الكربونات الموجودة في بنية الصحّر الفوسفاتي تستهلك الـ H^+ وتسبب زيادة درجة الـ pH، ومع ذلك يُتوقع وجود بعض المواقع الدقيقة الميكرونية حول الشعيرات الجذرية تكون فيها درجة الـ pH منخفضة تساهم في انحلال حبيبات الصحّر الفوسفاتي عند حدوث تقاطع الشعيرات الجذرية مع حبيبات الصحّر الفوسفاتي، وهو سبب استجابة النبات للصحّر الفوسفاتي عند إضافته لوحده، وأعطى ارتفاع الفعالية الزراعية للصحّر الفوسفاتي مع تقدم الحشّات وزيادة نمو المجموع الجذري فبلغت 104% في الحشّة الثامنة والأخيرة. يؤثر السماد الفوسفاتي المضاف على شكل سوبرفوسفات تأثيراً حامضياً، لكن قياس درجة الـ pH يبيّن عدم وجود تغير ملحوظ. إن هذه النتيجة لا تعني غياب الأثر الحامضي للسوبر فوسفات وإنما نتيجة لقياس درجة الـ pH في نهاية التجربة أي بعد عامين من الزراعة، الأمر الذي أدى إلى زوال الأثر الحامضي للـ TSP بسبب قدرة التربة التنظيمية لدرجة الـ pH. أدت إضافة الكبريت إلى انخفاض درجة الـ pH التربة وازدادت قيمة الانخفاض بزيادة نسبة الكبريت المضاف، حيث انخفضت بمقدار 0.7 درجة في معاملة الخليط PR_3S_2 وبلغ الانخفاض 1.4 و 1.9 في المعاملتين PR_2S_3 و PR_3S_3 على التوالي، وهي نتائج مشابهة لتجارب تحضين أخرى نفذت على نفس التربة والتي بلغ فيها قيمة التخفيض 1.7 درجة الـ pH (ناصر، 2010)، ويعزى ذلك إلى الأثر الحامضي للكبريت حيث يتأكسد من قبل بكتريا الـ Thiobacillus مؤدياً لإنتاج حمض الكبريت (Rajan, 1987)، وإلى انخفاض القدرة التنظيمية للتربة لدرجة الـ pH بسبب انخفاض محتواها من كربونات الكالسيوم (5.6%)، وبسبب قوام التربة الخفيف وانخفاض محتواها من الطين (16.8%).

الجدول 4. قياس درجة pH للمعاملات المختلفة في نهاية التجربة

الفوسفور المضاف كغ/هكتار	مصدر P	% للكبريت المضاف بالنسبة للصخر الفوسفاتي			
		0	S1=10%	S2=20%	S3=50%
0	Control	7.5			
520	PR	7.91	7.5	7.3	7
	TSP	7.79			
1040	PR	7.92	7.18	7.25	6.1
	TSP	8			
1560	PR	8.18	7.5	6.8	5.67
	TSP	7.73			

الاستنتاجات:

يمكن للنجيل البلدي أن يستخدم الصخر الفوسفاتي كمصدر للفوسفور لكن بكفاءة أقل من المصدر السمادي المعدني (السوبر فوسفات الثلاثي) عندما يزرع لعام واحد فقط. كما يتصف الصخر الفوسفاتي بأثر متبقي أدى لاستمرار الاستجابة وتفوق الفعالية الزراعية النسبية على السماد المعدني.

أدت عملية الخلط مع الكبريت إلى تحسين الاستجابة طيلة فترة النمو، وكانت لنسبة الكبريت المضافه أثراً على الفعالية الزراعية فارتفعت قيمتها بارتفاع نسبة الخلط.

يوصى باستخدام الصخر الفوسفاتي في التسميد الفوسفاتي لعشب النجيل عند استخدامه في النشاطات الزراعية كزراعة المروج والمراعي في تربة خفيفة القوام، كما يوصى بإضافة الكبريت كإجراء يحسن من استجابة عشب النجيل للصخر الفوسفاتي.

المراجع:

- حبيب، ليلي وسن شين (2002). دراسة الفعالية الكيميائية والفعالية الزراعية النسبية لصخور فوسفاتية سورية في تربة حامضية. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم الزراعية. (24): 143 - 194.
- حبيب، ليلي (2009). دراسة انحلال الصخر الفوسفاتي من خلال خلطه مع معدلات مختلفة من الكبريت و أثر ذلك على الفوسفور المتاح في التربة. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية. 24 (2): 9-20.
- حبيب، ليلي (2011). دراسة الفعالية الزراعية النسبية لصخر فوسفاتي سوري وتأثيرها بنسب الخلط بعنصر الكبريت. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 27 (1): 51 - 64.
- عباس، محمود و يوسف جبيلي (1996). الفوسفات السورية. مجلة عالم الذرة. العدد 43: 70-83.
- مجر، حاتم و ليلي حبيب (2016). استجابة نبات الترمس الأبيض *Lupinus albus* SP. للتسميد بالصخر الفوسفاتي ودور الأحماض العضوية في عملية انحلاله. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم الزراعية. قيد النشر.
- ناصر، رباب و ليلي حبيب (2009). اختبار مقدرة اللفت الزيتي والجازون على امتصاص جذور الأورثوفوسفات من صخر فوسفاتي بعد خلطه بالكبريت الحر في عينتين من التربة الجيرية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات. 31 (5): 195-211.
- ناصر، رباب (2010). الاستخدام المباشر للصخر الفوسفاتي في الزراعة وأثر خلطه مع عنصر الكبريت. أطروحة ماجستير. قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية. 97 صفحة.

- Alloush, G.A. (1990). The mechanism of iron mobilization from the soil minerals in the rhizosphere of *Cicer arietinum* L. Ph.D. Dissertation, University of Leeds, U. K.
- Alloush, G.A. (2003). Dissolution and effectiveness of Phosphate rock in acidic soil amended with cattle manure. *Plant Soil*. 251: 37-46.
- Andersson, H; M.L. Bergstro; F. Djodjic; B. Ule'n; and H. Kirchmann (2013). Topsoil and subsoil properties influence phosphorus leaching from four agricultural soils. *Journal of Environmental Quality*. 42. 455–463.
- Bekele, T.; B.J. Cino; P.A.I. Ehlert; A.A. Van dermas; and A. Van diest (1983). An evaluation of plant-borne factors promoting the solubilization of alkaline rock Phosphates. *Plant and Soil*. 75: 361-378.
- Black, C.A.; D.D. Evans; J.L. White; L. E.Ensminger; F.E. Clark; and R.C. Dinauer (1965). *Methods of soil analysis*. 1572p.
- Bolan, N.; R.E. White and M.J. Hedley (1990). A review of the use of phosphate rocks as fertilizers for direct application in Australia and New Zealand. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 30: 297–313.
- Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soils. *Agronomy Journal*. 53: 464-465.
- Chien, S.H.; P.W.G. Sale; and L.L. Hammond (1990). Comparison of effectiveness of various phosphate fertilizer products. In *Proceedings of international symposium on phosphorus requirements for sustainable agriculture in Asia and Oceania*: 143–156. Manila, IRRI.
- Chien, S.H.; and R.G. Menon (1995). Factors affecting the agronomic effectiveness of Phosphate rock for direct application. *Fertilizer Research*. 41: 227–234.
- Chien, S.H. (2003). Factors affecting the agronomic effectiveness of Phosphate rock for direct application. In “Direct Application of Phosphate Rock and Related Technology: Latest Development and Practical Experiences” (S. S. S. Rajan and S. H. Chien, Eds.), pp. 50–62. Special Publications IFDC-SP-37, IFDC, Muscle Shoals, AL.
- Habib, L.; S. H.Chien; G. Carmon; and J. Herao (1999). Rape response to a Syrian Phosphate rock and its mixture with triple super Phosphate on a limed alkaline Soil. *Communication in Soil Sciences and Plant Analysis*. 30 (3&4):449-456.
- Hammond, L.L. (1979). Agronomic measurements of phosphate rock effectiveness. International Fertilizer Development Centre, Alabama, USA, Special Publication. S-1:147-173.
- Hammond, L.L.; S.H. Chien; and A.U. Mokwunye (1986). Agronomic value of un acidulated and partially acidulated Phosphate rocks indigenous to the tropics. *Advances in Agronomy*. 40: 89–138.
- Hoffland, E. (1992). Quantitative evolution of the role of organic acid exudation in the mobilization of rock Phosphate by rape. *Plant and Soil*. 140: 279-289.
- Kanabo, I.A.K.; and R.J. Gilkes (1987). The role of soil pH in the dissolution of Phosphate rock fertilizers. *Fertilizer research*. 12: 165- 174.
- Khasawneh, F.E; and C. Doll (1978). The use of phosphate rock for direct application. *Advances in Agronomy*. 30: 159- 206.
- Moghimi, A.; and M E. Tate (1978). Does 2-Ketogluconate chelate calcium in the pH range 2.4 6.4? *Soil Biochem.*, 10: 289-292.

- Olsen, S.R.; and L.E. Sommers (1982). Phosphorus. P. 403- 430. In A. L. Page (ed.), Methods of soil analysis, Agronomy. No. 9, Part 2: Chemical and microbiological properties, 2nd ed., American Society Agronomy. Madison, WI, USA.
- Rajan, S.S.S. (1982). Availability to plants of Phosphate from " biosupers" and partially acidulated Phosphate rock. N. Z. J. Agronomy Research. 25: 355-361.
- Rajan, S.S.S. (1987). Phosphate rock and Phosphate rock/Sulphur granules as Phosphate fertilizers and their dissolution in soil. Fertilizer research. 11: 43-60.
- Rajan, S.S.S.; J.H. Watkinson; and A.G. Sinclair (1996). Phosphate rock for direct application to soils. Advances in Agronomy. 57: 78- 159.
- Rajan, S.S.S. (2002). Comparison of Phosphate fertilizers for pasture and their effect on soil solution Phosphate. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 33: 2227–2245.
- Rajan, S.S.S.; E. Casanova; and B. Truong (2004). Factors affecting the agronomic effectiveness of Phosphate rocks, with a case-study analysis. In “Use of Phosphate Rocks for Sustainable Agriculture” (F. Zapata and R. N. Roy, Eds.), pp. 41–57. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 13. FAO, Rome, Italy.
- Ryan, J.; D. Curtin; and M.A. Cheema (1985). Significance of iron oxides and calcium carbonate particle size in Phosphate sorption by calcareous soils. Soil Science Society of America Journal. 49:74-76.
- SAS Institute. (1999) SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
- Sikora, F.J. (2002). Evaluating and quantifying the liming potential of phosphate rocks. Nutrient Cycling in Agronomy Ecosystems. 63(1): 59- 67.
- Smith, V.H.; and D.W. Schindler (2009). Eutrophication science: where do we go from here? Trends in Ecology and Evolution. 24: 201–207.
- Swaby, R.J. (1975). Biosuper–biological super Phosphate. In K.D. McLachlan, ed. Sulphur in Australasian agriculture, pp. 213–220. Sydney, Australia, Sydney University Press.
- U. S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. 2012.
- Walkeley, A.; and I.A. Black (1934). An examination of the Degtjareff method of determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37:29-38.

Response of Bermuda Grass (*Cynodon dactylon*) to Phosphate Rock and to its Mixture with Elemental Sulfur

Rabab Moner Nasser⁽¹⁾ Leila Ahmed Habib⁽²⁾ and Ghiath Ahmed Alloush⁽²⁾

(1). Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.

(*Corresponding Author: Eng. Rabab Moner Nasser. Email: rababnasser1973@gmail.com).

Received: 21/11/2017

Accepted: 15/01/2018

Abstract

A field trial was conducted for two years (2013 and 2014) at Al Henadi village, which located south of Latakia, to evaluate the response of Bermuda grass to Syrian phosphate rock (PR) and its mixture with three rates of elemental sulfur (10, 20 and 50%) compared to triple super phosphate (TSP). Phosphate sources (TSP and PR) were applied at four rates (0, 520, 1040, and 1560 kg P/ha). Amendments were added at the beginning of the experiment. Eight consecutive cuts were executed during the experiment. The results showed that Bermuda grass was able to use PR during the first year, with a relative agronomic effectiveness (RAE%) of 75% at the end of this year. PR showed a residual effect and this led to continues response during the next year and 109% for RAE was achieved. RAE value increased to 126, 131, and 193% when PR mixed with elemental sulfur at 10, 20, and 50% respectively. Response to PR mixtures with sulfur was continued during the next year.

Key words: Bermuda grass, phosphate rock, sulfur, Agronomic effectiveness.