تأثير إضافة معدلات مختلفة من الزيوليت وحمأة الصرف الصحي في الخصائص الكيمياخصوبية لتربة رملية

محمد سعيد الشاطر* حسان درغام سليمان سليم***

أكرم البلخي* مازن الأشرم* فواز السحلي****

الملخص

نُفذَ البحث في أحد الحقول التجريبية لمحطة الهنادي التابعة لمحطة البحوث العلمية الزراعية باللاذقية، بهدف دراسة تأثير إضافة خام الزيوليت بمستويين مختلفيين وإضافة حمأة الصرف الصحي في تحسين الخصائص الكيميا خصوبية للتربة الرملية ودراسة التداخل المشترك بين خام الزيوليت والحماة ودورهما في تيسر بعض العناصر المغذية للنبات.

أُستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات لكل معاملة عند التنفيذ وأظهرت النتائج أن إضافة خام الزيوليت والحماة أو كليهما معا قد رفع قيم سعة التبادل الكاتيوني للتربة مقارنة بمعاملة التسميد المعدني. وان قيم الـ pH كانت منخفضة في المعاملة التي أُضيف إليها الحمأة مقارنة بالمعاملات الأخرى.

* قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

** الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة.

*** مركز بحوث اللاذقية (هنادي)، الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة.

ازدادت قيم الفسفور المتاح في المعاملات التي أضيف إليها حمأة الصرف الصحي وكانت أعلى القيم في معاملة الحمأة ثم الزيوليت$_2$+حمأة، وزيوليت$_1$+حمأة مع العلم أن الفروق في تلك المعاملات كانت غير معنوية.

بينت النتائج بشكل واضح دور خام الزيوليت وحمأة الصرف الصحي في زيادة قيم البوتاسيوم المتاح وكانت الفروق بين القيم معنوية وبالترتيب التالي: الزيوليت$_2$ + حمأة > زيوليت$_2$ > حمأة > التسميد المعدني حيث بلغت القيم 469.00، 345.67، 276.33، 168.67 و 96.00 جزء بالمليون الترتيب نفسه.

الكلمات المفتاحية: زيوليت، حمأة الصرف الصحي، تربة رملية، سعة التبادل الكاتيوني، عناصر متاحة.

Effect of adding different rates of zeolite and sewage sludge on chemical-fertility properties of a sandy soil

Mohamed said Al Shater[*] Hassan Dergam[**]
Suleiman saleem[*] Akram Al Balkhi[*]
Mazen Al Ashram[***] Fawaz Al Sehli[**]

Abstract

The study was carried out at one of the experimental fields of *Al-Hanadi* station which is affiliated to the Agricultural Scientific Research Station in *Lattakia*, in order to study the effect of the addition of zeolite ore with two different levels and the addition of sewage sludge to improve the chemical properties of sandy soil and study the interaction between zeolite ore and sewage sludge and their role in availability of some nutrients for plants.

RCB Design has been used with three replicates for each treatment. The results showed that addition of zeolite ore and sewage sludge or both together have raised the cation exchange capacity of the soil compared to the treatment of mineral fertilization. The pH values of the treatment of

[*] Department of soil sciences, Faculty of Agriculture, Damascus Univ.
[**] General Commission of Scientific Agriculture Research, Ministry of Agriculture.
[***] Al Hanadi research center in Lattakia, General Commission of Scientific Agriculture Research, Ministry of Agriculture.

sewage sludge added were low in comparison to the other treatments.

The available Phosphorus values were increased in the sewage sludge treatments and the highest values were in the treatment of sewage sludge then zeolite$_2$+ sewage sludge, and zeolite$_1$ + sewage sludge though differences among these treatments were not significant.

The results clearly showed the role of zeolite ore and sewage sludge in increasing the available Potassium values. The differences between the values were significant in the following order: zeolite $_2$+ sludge> zeolite $_2$> sludge> mineral fertilization with values of 469.00, 345.67, 276.33, 168.67 and 96.00 ppm, respectively.

Keywords: zeolite, sewage sludge, sandy soil, cation exchange capacity, available elements.

مقدمة:

حظي استخدام المحسنات الطبيعية في تحسين خصائص التربة باهتمام الباحثين والمهتمين بالإنتاج الزراعي لاسيما وأن المحسنات الصناعية مثل البوليمرات لها القدرة على تحسين بعض خصائص الترب خفيفة القوام ولكن بفاعلية لاتستمر طويلاً نظراً لتأثرها بالحرارة والملوحة ولارتباط جزيئات الماء بها بشكل قوي يقلل من قدرة الجذور على الاستفادة منها Fredenik و Mampton (2002)، Rehakova وأخرون (2004)، راهب (2007)، والسفرجلاني وأخرون (2010).

تم التركيز في هذا البحث على استخدام محسنين طبيعيين احدهما معدني ويتمثل بخام الزيوليت لتمتعه ببعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية الخاصة مثل المسامية الدقيقة والسطح النوعي الكبير والقدرة على التبادل الأيوني(Ion-Exchange) Curkovic وأخرون (1997)، Mandola وأخرون (1995)، Roumie (2003)، قواص وراهب (2005)، سليمان وأخرون (2007)، السفرجلاني وأخرون (2010)، السفرجلاني (2011) و Roumie (2011)، والمحسن الأخر هو حماة الصرف الصحي والذي يعتبر مصدرا هاماً للمادة العضوية والعناصر المغذية للنبات (الشاطر 1998، ديب والشاطر (2001)، لكنها تحتوي على بعض المعادن الثقيلة التي قد تشكل عائقا في الاستخدام الواسع الشاطر(1998)، المواصفات القياسية السورية (2002) وجزدان وزملاؤه (2009). أظهرت التجارب الأولية تأثيرات إيجابية لإضافة الزيوليت لسد أعراض نقص العناصر المغذية للنبات كم أشار كل من Ippolito وأخرون (2011) و Bernardi وأخرون (2013) إلى دور الزيوليت في رفع كفاءة امتصاص النبات للآزوت في التربة والتقليل من فقده.

يتمتع الزيوليت بسعة تبادلية عالية تصل إلى 220 سنتيمول/كغ، كما أن اضافة الزيوليت إلى كومبوست مخلفات فرشة الدواجن قلل فقد النشادر مقارنة بالمعاملة التي يضاف إليها فرشة الدواجن فقط wang و Pang (2007) ورومية (2011) كما استخدم

الزيوليت في ازالة الامونيا من مياه الشرب رومية 2011 وغايرلي وأخرون 2015. ذكر Shermati و Verma (2010) أن إضافة حمأة الصرف الصحي لتربتين بمعدل 0، 10، 30 طن/هكتار مرة واحدة كل أربع سنوات ولمدة 16 سنة لم يرفع محتوى التربة من المعادن الثقيلة وكانت أقل من الحدود المسموح بها ما عدا النحاس الذي ازداد بصورة ضئيلة وأن محتوى الآزوت الكلي بقي ثابتاً بينما ازداد محتوى الكربون العضوي بمعدل 5-16%. وأشار كل من الشاطر (1994) و Maftom وأخرون (2004)، Alshaf و Atee (2007)، أن حمأة الصرف تعد مصدرا هاماً للآزوت في التربة حيث أن 40% من الآزوت المستهلك من قبل الانسان من خلال تناوله للمواد الغذائية ينتقل إلى حمأة الصرف الصحي. وتعد عملية تخمير الحمأة من الطرائق الأفضل للأستخدام الآمن لها وتتجسد النقطة السلبية لهذه العملية في ضياع جزء من الآزوت بعملية عكس النترجة وتطاير الأمونيا.

مبررات البحث:

- فقر الترب السورية عموماً وخاصة الرملية بالمادة العضوية واقتراح مصدر لتعويض هذا النقص.
- توفر خام الزيوليت بكميات كبيرة في سورية حيث يمكن استخدامه في تحسين الخصائص الكيميا خصوبية للترب خفيفة القوام.
- وجود كميات هائلة من الحمأة ناتجة عن محطات المعالجة لمياه الصرف الصحي في معظم محافظات القطر إلا أنها لم تدخل في الاستثمار الزراعي نتيجة الخوف من احتوائها على المعادن الثقيلة.
- استخدام محسنات طبيعية رخيصة الثمن في تحسين الخصائص الكيمياخصوبية للترب عموماً والرملية بشكل خاص.

أهداف البحث:

– استخدام خام الزيوليت في استصلاح تربة رملية القوام وتحسين خصائصها الكيمياخصوبية.

– استخدام حمأة الصرف الصحي في تحسين الخصائص الكيمياخصوبية للترب الرملية.

– دراسة التداخل المشترك بين حمأة الصرف الصحي وخام الزيوليت ودورهما في تيسر بعض العناصر المغذية للنبات.

مواد وطرائق البحث:

تم تمويل البحث من وزارة التعليم العالي في إطار التعاون العلمي بين وزارتي التعليم العالي

(مديرية البحث العلمي) و وزارة الزراعة (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية).

نفذ البحث في أحد الحقول التجريبية لمحطة بحوث الهنادي (مركز بحوث اللاذقية – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – وزارة الزراعة) ويبين الجدول (1) أهم خصائص التربة.

الجدول (1): بعض الخصائص الفيزياخصوبية للتربة

التحليل الميكانيكي للتربة %			pH معلق 2.5:1	EC مستخلص عجينة مشبعة ميليموز /سم	كربونات كلية%	كلس فعال%	CECميلي مليمكافئ/ 100 غرام
رمل	سلت	طين					
75.20	7.80	17.00	7.91	0.18	21.80	3.80	18.00

OM%	N–NO_3 (ppm)	فسفور متاح (ppm)	بوتاسيوم متاح (ppm)
2.40	28.50	37.00	130.00

1- حساب كمية الزيوليت التي يجب إضافتها:

أُضيفَ الزيوليت المجموع من جبل السيس (البادية السورية) بحيث يتم رفع السعة التبادلية للتربة إلى 25 و 30 مليمكافئ /100 غرام تربة وتم حساب كمية الزيوليت التي يجب إضافتها لكل معاملة بالاعتماد على قيمة السعة التبادلية لخام الزيوليت (85 مليمكافئ /100غرام) وبلغت الكمية 370.80 طن خام زيوليت للهكتار من أجل المستوى الأول 635.65 طن خام زيوليت / هكتار للمستوى الثاني ويوضح الجدول (2) أهم خصائص خام الزيوليت المضاف للمعاملات المختلفة.

الجدول(2): بعض الخصائص الكيميائية لخام الزيوليت

pH معلق 2.5:1	EC مستخلص العجينة المشبعة مليموز/سم	CEC مليمكافئ/100 غرام في خام الزيوليت
8.75	3.40	85.00

2- حساب كمية الحمأة التي يجب إضافتها:

أُضيفت الحمأة بحيث يتم رفع قيمة الآزوت المعدني بصورة نترات من 28.5 جزء بالمليون إلى 50 جزء بالمليون بالاعتماد على نتائج تحليل التربة وتأمين الاحتياجات لمحصول البطاطا من N الزعبي وأخرون (2013) ويوضح الجدول (3) أهم خصائص الحمأة المستخدمة في المعاملات المختلفة.

الجدول (3): بعض خصائص الحمأة المستخدمة في البحث.

الرطوبة%	pHمعلق 10:1	EC مستخلص10:1	مادة عضوية	N	P	K	C/N
			%				
9.9	5.88	3.17	49.77	2.80	0.35	0.20	10.30

الكوليفورم	الاشريشاكولاي	السالمونيلا	العنقوديات الذهبية
في 1 غ من الحمأة الجافة			
لايوجد	100	لايوجد	لايوجد

ومن الضروري الإشارة إلى أن تأثير المعاملات المختلفة على إنتاجية البطاطا سيكون موضوع رئيس لبحث علمي أخر.

3- حساب كميات الأسمدة المعدنية:

تم حساب الأسمدة المعدنية بالاعتماد على نتائج تحليل التربة والاحتياجات السمادية لمحصول البطاطا وأضيفت اليوريا بمعدل 165.85 كغ /هكتار على دفعتين نصف الكمية عند الزراعة والنصف الآخر عند تفتح البراعم، ولم يتم إضافة الفسفور لأن التربة تحتوي على كمية مناسبة من الفسفور المتاح. وأخيراً تم إضافة سلفات البوتاسيوم عند الزراعة وبكمية تعادل 180 كغ/ هكتار لتأمين متطلبات البطاطا لمعاملات الأسمدة المعدنية والحمأة فقط.

4- المعاملات:

استخدم لتنفيذ أهداف البحث ست معاملات مختلفة وكانت كما يلي:

1- تسميد معدني.	**2- خام الزيوليت مستوى$_1$.**
3- خام الزيوليت مستوى$_2$.	**4- حمأة الصرف الصحي.**
5- خام الزيوليت مستوى$_1$ + حمأة الصرف الصحي.	**6 – خام الزيوليت مستوى$_2$ + حمأة الصرف الصحي.**

5- الزراعة:

قُسمت الأرض إلى ثمان عشرة مسكبة (18) بثلاث صفوف يحتوي كل صف على ست مساكب (1م^2 مساحة المسكبة)، وبين كل صف قناة للري، ويترك مسافة 1م^2 بين كل مسكبة وأخرى. زرعت البطاطا بثمار كاملة دون تقطيع على عمق 15 سم وعلى خطوط بمسافة 50 سم بين الخطوط و 25 سم بين الدرنة والأخرى، فكان عدد الدرنات المزروعة في كل وحدة تجريبية 6 درنات. ولقد روعي أن تكون جميع الدرنات المزروعة ذات حجم موحد وتحتوي نفس العدد من العيون وتمت زراعة الدرنات بحيث تكون العيون للأعلى، وكان معدل الزراعة 3 طن بطاطا/هكتار ومن الضروري التنويه أن

المساكب أُختيرت بمساحة صغيرة نظراً للتقيّد بكمية خام الزيوليت المتوفرة لتنفيذ التجارب ولصعوبة الوصول إلى مناجم الزيوليت لإحضار كميات إضافية بسبب الظروف الأمنية السائدة خلال فترة تنفيذ التجارب (2016 ميلادي).

أضيف السماد الآزوتي على دفعتين حيث أضيفت الدفعة الأولى عند الزراعة والثانية عند تفتح البراعم. تمت عملية الري بطريقة الري السطحي وبكميات متساوية لجميع المعاملات عند الحاجة وفقاً لاحتياجات محصول البطاطا وتمت كافة العمليات الزراعية بالوقت المناسب مثل الترقيع والتعشيب والمكافحة لأي إصابة عند اللزوم.

نفذت التجارب وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design وبثلاثة مكررات وأختبرت الفروق بين المتوسطات باختبار دنكن متعدد المدى Duncans Multiple Range Test عند مستوى معنوية (0.05)، وتم حساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية (0.05).

اتبعت الطرائق المدونة في الشاطر وأخرون (2009) والزعبي وأخرون (2013) للقيام بمختلف التحاليل التي أجريت على عينات التربة والمحسنات المضافة.

6- النتائج والمناقشة:

يبين الجدول (1) أهم خصائص التربة التي استخدمت في تنفيذ التجارب، وتعد التربة رملية لومية حسب مثلث نسيج (قوام) التربة الشاطر وأخرون (2009) وذات pH قلوي خفيف وتعد التربة كلسية وذات احتواء مناسب للكلس الفعال (3.8%) من مكونات التربة وبلغت السعة التبادلية الكاتيونية 18 مليمكافئ/100 غرام تربة وتعتبر منخفضة الزعبي وأخرون (2013) لذا تم رفعها بإضافة خام الزيوليت وحمأة الصرف الصحي أما الآزوت المعدني بصورة نترات بلغ (28.5 جزء بالمليون) ويعد منخفضاً ولا يؤمن التغذية المناسبة للآزوت والتي يجب أن تعادل 50 جزء بالمليون بصورة نترات، ويعود وجود المادة العضوية بنسبة 1.80 إلى تراكم بعض المخلفات العضوية والأشنات والطحالب على سطح التربة نتيجة للارتفاع النسبي لرطوبة التربة عند السطح وتوفر العناصر

المغذية لنموها بشكل جيد. يشير الجدولين (2) و(3) السابقين إلى أهم خصائص خام الزيوليت وحمأة الصرف الصحي. تبين نتائج الجدول (2) أن خام الزيوليت متوسط القلوية وغني بالأملاح حيث وصلت قيمة الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة إلى 3.40 مليموز/سم وذات سعة تبادل كاتيوني مرتفعة وصلت إلى 85 مليمكافئ/100 غرام من الخام الزيوليت.

يبين الجدول (3) أن الحمأة المستخدمة غنية بالمادة العضوية إذ وصلت قيمتها إلى 49.77% مادة عضوية وذات pH خفيف الحموضة، غنية نسبياً بالأملاح، واحتواء جيد من الآزوت الكلي ونسبة C/N تعادل 10.30. تعتبر الحمأة المستخدمة مطابقة للمواصفات القياسية السورية من ناحية خصائصها الكيميائية والحيوية.

1.6- نتائج الخصائص الكيميا خصوبية بعد انتهاء التجارب:

1.1.6- أثر المعاملات في pH التربة:

يوضح الجدول (4) إن أقل قيمة لـ pH التربة كانت في المعاملة التي أضيف إليها حمأة الصرف الصحي، وكانت الفروق معنوية مقارنة بالمعاملات الأخرى وتتفق هذه النتائج مع الشاطر (1994)، البلخي وأخرون (2006)، جزدان وأخرون (2009)، الشاطر وأخرون (2011) وغايرلي وأخرون (2015) ويعود هذا الانخفاض إلى عمليات التحلل الأولي والثانوي للمواد العضوية وتكوين الأحماض الهيومية والدبال وإنطلاق CO_2 الذي يشكل مع ماء التربة H_2CO_3. بينما كانت القيمة مرتفقة في معاملة زيوليت 2 حيث وصل الـpH إلى 8.06 وكانت الفروق معنوية عند مقارنتها ببقية المعاملات مما يشير إلى دور خام الزيوليت في رفع pH التربة وخاصة في المستوى الثاني (635.65 طن / هكتار) من خام الزيوليت نظراً لإحتواء الخام على الأملاح والمركبات المعدنية وخاصة الصوديوم التي تساهم في رفع pH التربة، بينما لم تؤدِ إضافة خام الزيوليت بالمستوى الأول إلى رفع pH التربة بشكل معنوي مقارنة بمعاملة زيوليت $_1$ + حمأة، و زيوليت$_2$ + حمأة ومعاملة التسميد المعدني وبالتالي يمكن النُصح بإضافة خام

الزيوليت بالمستوى الأول (370.80 طن / هكتار) وتتفق هذه النتائج مع Rehakova (2004) و Bell وأخرون (2005) و Ippolito وآخرون (2011).

2.1.6- أثر المعاملات في قيم الناقلية الكهربائية:

توضح معطيات الجدول (4) أن تربة المعاملات المختلفة غير مالحة ولم تؤدِ إضافة المحسنات المعدنية والعضوية لأية خطورة في تملح التربة وتتفق هذه النتائج مع الشاطر (1997)، الشاطر والقصيبي (1997)، الشاطر والقصيبي (2000)، الزعبي وأخرون (2006)، جزدان وأخرون (2009)، الشاطر والبلخي (2010)، الشاطر وأخرون (2011)، غايرلي وأخرون (2015).

اعتبر الشاطر والقصيبي (1995)، و Jones (2001) أن التربة غير مالحة إذا كانت ناقلية التربة (EC) لمستخلص التربة بين 0-2 مليموز/سم، قليلة الملوحة 2.1 - 4 مليموز/سم، متوسطة الملوحة 4.1 - 8 مليموز/سم وعالية الملوحة 8.1 - 16 مليموز/سم.

3.1.6- اثر المعاملات في قيم سعة التبادل الكاتيوني:

أظهرت نتائج الجدول(4) أهمية اضافة خام الزيوليت والحمأة في رفع قيم سعة التبادل الكاتيوني مقارنة بمعامل التسميد المعدني وكانت الفروق أكبر في المعاملات التي تلقت المستوى الثاني من خام الزيوليت حيث وصلت سعة التبادل الكاتيوني إلى 29.80 في المعاملة زيوليت$_2$ + حمأة و 25.80 في معاملة زيوليت$_1$ + حمأة الصرف الصحي مما يشير بوضوح إلى أهمية إضافة الزيوليت أو حمأة الصرف الصحي مع الزيوليت في تحسين قيم سعة التبادل الكاتيوني للترب خفيفة القوام وتتفق هذه النتائج مع الشاطر والقصيبي (2000) البلخي وآخرون (2006) والشاطر وأخرون (2011) وغايرلي وأخرون (2015).

4.1.6- اثر المعاملات في النسبة المئوية للكربونات الكلية:

تبين نتائج الجدول (4) عدم وجود أية فروق معنوية بين المعاملات المختلفة في قيم النسبة المئوية للكربونات الكلية محسوبة على شكل كربونات كلسيوم.

الجدول (4): نتائج بعض التحاليل الكيميائية للمعاملات المختلفة

المعاملة	معلق 5:1		CEC ملليمكافئ/100 غ تربة	غ/100 غ تربة
	pH	EC dS/m		$CaCO_3$ كلية
تسميد معدني	b97,8	c20,2	c18,00	a022,4
زيوليت 1	b67,9	b300,	b25,10	a22,00
زيوليت2	8,06a	b310,	a28,70	a00,12
حمأة	c757,	b310,	c19,00	a4022,
زيوليت1+حمأة	b97,8	a390,	b25,80	a22,00
زيوليت2+حمأة	7,92b	a430,	a29,80	a721,8
LSD (0,05)	30,07	50,04	1.21	2,252

5.1.6- أثر المعاملات في قيم النسبة المئوية للمادة العضوية :

توضح معطيات الجدول (5) أن أعلى القيم للنسبة المئوية للمادة العضوية كانت في المعاملات التي اضيف اليها الحمأة أو الحمأة مع خام الزيوليت بالمستوى الأول والثاني.

تكون المادة العضوية Jones (2001)، الزعبي وآخرون (2013) منخفضة إذا كانت أقل من (0.86%) متوسطة إذا كانت (0.86–1.29 %) وكافية إذا كانت أعلى من (1.29%) وبالتالي فإن زيادة قيم النسبة المئوية للمادة العضوية يعد مؤشراً إيجابياً لتحسين بناء التربة وتحسين قابليتها للإحتفاظ بالماء وزيادة فاعلية الأحياء الدقيقة بزيادة أعدادها وتُغني المادة العضوية التربة بالعناصر المغذية الضرورية للنبات أي تقلل من

الاحتياجات للتسميد المعدني الشاطر(1994)، الشاطر(1997)، Carter (2002)، Rivero وأخرون (2004)، الزعبي وأخرون(2006)، أحمد (2007) ، الشاطر وأخرون(2011) وLancellotti وأخرون (2014).

الجدول (5): نتائج بعض التحاليل الخصوبية للمعاملات المختلفة.

المعاملة	غ/100 غ تربة	المتاح (مغ/كغ)		
	OM	$N- NO^-_3$ معدني	P متاح	K_2O المتاح
تسميد معدني	a1,88	a17,33	b21,67	f96,00
زيوليت 1	a1,98	,33a23	b23,00	,33e762
زيوليت2	a881,	20,33a	b25,00	d7,6453
حمأة	a92,0	23,33a	a733,6	c7168,6
زيوليت1+حمأة	a05,2	a21,00	a30,67	b392,00
زيوليت2+حمأة	2,21a	a21,00	a00,31	a439,00
LSD (0,05)	0,367	6,134	33,48	38,24

6.1.6- أثر المعاملات في محتوى التربة من الأزوت المعدني بشكل (NO^-_3):

توضح معطيات الجدول (5) عدم وجود فروق معنوية بين قيم المعاملات المختلفة نظراً لغنى التربة أصلاً بالمادة العضوية والتي تعد مصدراً هاماً للآزوت المعدني من خلال عمليات تمعدنها الأولي والثانوي وتتفق هذه النتائج مع ابحاث كل من الشاطر (1998) وCarter (2002)، Stewart وأخرون (2005) وأحمد (2007) وIppolito وأخرون (2011) والشاطر والبلخي (2014).

7.1.6- أثر المعاملات في قيم الفسفور المتاح:

بينت معطيات الجدول (5) أن المعاملات التي اضيفت إليها حمأة الصرف الصحي كانت أعلى احتواءً بالفسفور المتاح مقارنة ببقية المعاملات وكانت أعلى القيم في معاملة الحمأة ثم زيوليت$_2$ + حمأة وزيوليت$_1$ + حمأة علماً بأن الفروق بقيم الفسفور المتاح كانت غير معنوية. مما يشير إلى دور حمأة الصرف الصحي في تأثيرها الايجابي على خواص التربة واغنائها التربة بالفسفور المتاح تتفق هذه النتائج مع الشاطر (1998) والشاطر والقصيبي (2000) وBell وأخرون (2003) والشاطر وأخرون (2011) و Lancellotti وأخرون (2014).

8.1.6- أثر المعاملات في قيم البوتاسيوم المتاح: أظهرت نتائج الجدول (5) الدور الهام لخام الزيوليت وحمأة الصرف الصحي في زيادة قيم البوتاسيوم المتاح في المعاملات المختلفة وكانت الفروق بين القيم معنوية وبالترتيب التصاعدي التالي زيوليت$_2$ + حمأة > زيوليت$_1$ + حمأة > زيوليت$_2$ > زيوليت$_1$ > حمأة > التسميد المعدني حيث بلغت القيم 439.00، 392.00> 345.67> 276.33> 168.67> 96.00 جزء بالمليون وبنفس الترتيب السابق المعاملات. توضح هذه النتائج الدور الهام للمركبات العضوية والزيوليت في إتاحة البوتاسيوم للنبات وتتفق هذه النتائج مع الشاطر والقصيبي (2000)، جزدان وأخرون (2009) الشاطر وأخرون (2011) وIppolito وأخرون (2011) وغايرلي وأخرون (2015).

الاستنتاجات:

– ارتفعت قيم سعة التبادل الكاتيوني معنوياً في المعاملات التي أضيف إليها الزيوليت بمفرده أو مع الحمأة مقارنة بمعاملة التسميد المعدني ومعاملة الحمأة، وكانت أعلى قيمه لها في معاملة زيوليت$_2$+حمأة.

– تفوقت المعاملات التي أضيف إلها الحمأة بمفردها أو مع الزيوليت معنوياً على باقي المعاملات في محتوى التربة من الفسفور المتاح.

– حسنت الإضافة المشتركة لخام الزيوليت والحمأة من إتاحة البوتاسيوم والأزوت المعدني كما حافظت على مستوى جيد لقيم النسبة المئوية للمادة العضوية.

– ارتفع تركيز البوتاسيوم المتاح معنوياً في جميع المعاملات مقارنة مع معاملة التسميد المعدني وكان تركيزه الأعلى في المعاملة التي أضيف إليها زيوليت$_2$+حمأة الصرف الصحي.

التوصيات:

– ضمن الظروف السائدة في منطقة الدراسة يُنصح بإضافة الزيوليت بالمستوى الأول نظراً لمساهمته في تحسين مختلف الخصائص المدروسة مع العلم أنه لايوجد فروق معنوية مقارنة بخام الزيوليت في المستوى الثاني عند دراسة مختلف الخصائص الكيميا خصوبية للتربة بشكل عام.

– يوصى بالإضافة المشتركة لخام الزيوليت بالمستوى الأول وحمأة الصرف الصحي المعالج لتحسين الخصائص الكيمياخصوبية للتربة عموماً (الفسفور والبوتاسيوم المتاحين) والمحافظة على مستوى جيد للمادة العضوية ورفع السعة التبادلية الكاتيونية للتربة.

المراجع:

- **أحمد عبد الحكيم.(2007)**. دور الاسمدة العضوية في تحسين خصائص التربة وإنتاجية محصول البطاطا. أطروحة ماجستير –كلية الزراعة– جامعة حلب ص (116).
- **البلخي أكرم. أبونقطة فلاح والشاطر محمد سعيد.(2006)**. الحموض الهيومية المستخلصة من مواد متنوعة ودراسة معقداتها مع المونتمويللونيت. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد (22) العدد (2).
- **جزدان عمر، عبد الجواد الجيلاني، أوديس أرسلان، محمد منهل الزعبي، ناديا بيمون ومحمد طباع.(2009)**. تأثير إضافة حمأة في إنتاجية القطن والقمح والزرة الصفراء وتراكم بعض العناصر الثقيلة في التربة والمحاصيل المدروسة. المجلة العربية للبيئات الجافة 2(2):86–100.
- **ديب بديع والشاطر محمد سعيد.(2001)**. دراسة حول الحالة الكيميائية للترب السورية وعوامل تدهور خصوبتها. البرنامج الوطني لمكافحة التصحر رقم المشروع SYR/98/500 بالتعاون بين وزترة شؤن البيئة وبرنامج الامم المتحدة الانمائي UNDP.
- **راهب ابراهيم .(2007)**. تحضير بنية زيوليتية ودراسة تأثير المعالجة الحرارية في البنية المسامية. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم الأساسية. المجلد (29) العدد (1).
- **رومية عقل .(2011)**. استخدام الزيوليت الطبيعي في ازالة الأمونيا وبعض العناصر الثقيلة من مياه الشرب. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم الاساسية المجلد (23) العدد (1).
- **الزعبي منهل البلخي مصطفى والشاطر محمد سعيد.(2006)**. دراسة تأثير البكتريا المحللة للفوسفات وزبل الابقار في اذابة الصخر الفوسفاتي وتأثيره في إنتاجية نبات القطن. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد (22) العدد(2).
- **الزعبي منهل وأنس الحصني وحسان درغام 2013** طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والاسمدة. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية . وزراة الزراعة.
- **السفرجاني عبد الرحمن، بو خائيم حاسوني هانس، نيه توماس.(2010)**. التركيب الكيميائي لخام الزيوليت في تكوينات السيس والتكشفة في منطقة الحماد– سوريا. مجلة الاسكندرية للتبادل العلمي مجلد (31) العدد (3).
- **السفرجاني عبد الرحمن. (2011)**. الخصائص المعدنية والصخرية والجيوكيميائية للومال الأليفينية المنتشرة في منطقة تل السيس بالحماد السوري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية 2011 المجلد (27) العدد (2).

- **سليمان سليمان، سليمان غيداء، اتاسي يمن، قبيطري محي الدين، صارم عمار، كتوت فخري.(2007)**. الخواص الفيزيائية والبنيوية للزيوليت السوري الطبيعي. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسة العلوم الاساسية المجلد (29) العدد (3).
- **الشاطر محمد سعيد.(1994)**. استخدام مخلفات تنقية المياه الملوثة في تحسين الخواص الفيزيائية والخصوبية للتربة (زيادة الماء المفيد) البحرين مؤتمر الخليج الثاني للمياه من 15-19 نوفمبر.
- **الشاطر والقصيبي.(1995)**. الاراضي المتأثرة بالأملاح (الجزء النظري) مطابع الحسيني الاحساء المملكة العربية السعودية.
- **الشاطر محمد سعيد والقصيبي.(1997)**. فعالية امتصاص البرسيم للفسفورالمضاف بصورة سوبر فوسفات الثلاثي أو فرشة الغنم. مجلة باسل الاسد للعلوم الزراعية. العدد الثالث.
- **الشاطر محمد سعيد.(1997)**. تأثير قش البرسيم في تحولات الفوسفور المتاح في تربتين مختلفتين وتحت تأثير مستويين من الرطوبة. مجلة باسل الاسد للعلوم الزراعية العدد الثاني
- **الشاطر محمد سعيد.(1998)**. أثر إضافة المخلفات المدنية على تطور المعادن الثقيلة في التربة. مجلة الخليج العربي للآبحاث العلمية 16 (3) من الصفحة 621 – 642
- **الشاطر محمد سعيد والقصيبي عبدالله.(2000)**. تقييم كفاءة استصلاح التربة الطينية المالحة تحت نخيل التمر بواحة الاحساء. المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل للعلوم الاساسية والتطبيقية العدد الاول – مارس. الأحساء، المملكة العربية السعودية
- **الشاطر محمد سعيد، أكرم البلخي وميساء الكبرا. (2009)**. خصوبة التربة والتسميد (الجزء العملي) منشورات جامعة دمشق – كلية الزراعة – سورية.
- **الشاطر محمد سعيد وأكرم البلخي.(2010)**. تأثير الاسمدة العضوية في إتاحة بعض العناصر الصغرى في التربة وإنتاجية السبانخ. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد (26) العدد (2).
- **الشاطر محمد سعيد الدليمي حسن وأكرم البلخي .(2011)**. تأثير بعض الاسمدة العضوية في بعض الخصائص الخصوبية الاساسية للتربة وإنتاجيتها من محصول السلق. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد (27) العدد(1).
- **الشاطر محمد سعيد وأكرم البلخي.(2014)**. خصوبة التربة وتغذية النبات (الجزء النظري) منشورات جامعة دمشق – كلية الزراعة – سورية.
- **المواصفات القياسية السورية. (2002)**. إعادة الاستخدام الآمن للحمأة الناتجة عن محطات المعالجة رقم 2665.

- **غايرلي هلال، بريغلة سامر، زعبي محمد منهل، رمضان يحيى، شبلي خالد، الحافظ أميرة وفطوم ميادة .(2015)**. تأثير خام الزيوليت الطبيعي السوري على إتاحة بعض العناصر المغذية في التربة وعلى إنتاجية محصول القمح والقطن في الأراضي الجبسية. المجلة السورية للبحوث الزراعية. مجلد (2) العدد (2).
- **قواص حسام الدين وراهب ابراهيم.(2005)**. توصيف الخامات السورية الحاوية على الزيوليت من منطقة تل ام أذن. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم الاساسية المجلد (27) العدد(1).

References:

- **Alshaf F.h. and A.S.Atee.(2007).** potato productivity by organic farming effect of organic fertilizer and whey on panty growth, yield and tubers quality characteristics. The Iraqi Journal of agricultural sciences. 38 (4): 65-82
- **Bell N., D.M. Sullivan, LJ. Brewer and S Hart. (2005).** Improving garden soil with organic matter. Oregon state university. Extension service publications Ec 156:p16
- **Bernardi A.C.C., Olivera, P.P.A., Monthe, M.B.M.& Sousa-Barros, F. (2013).** Brazilian sedimentary zeolite uses in agriculture. Microporous and Mesoporous Materials, 167, 16-21.
- CABI publishing. Publishing. 344 p
- **Carter R. M. (2002).** organic matter and aggregation that maintain soil functions. Agronom, Journal 94. 38-47
- **Curkovic L., Cergan – Stefanovic. S and Filipon**. T: metal ion Exchange by natural and modified zeolites. Water res., 31,1997. 1379-1382
- **Fredenik A., Mapton., (2002).** Using zeolite in agriculture-department of earth sciences-state university. Collage Brockport.
- **Ippolito J.A.; D.D. Tarkalson; G.A.Lehrsch .(2011)**. Nitrogen, moisture, and corn growth. Soil science. 176 (3): 136-142.
- **Jones J.B. (2001).** Laboratory guide for conducting test and plant analysis CRC press, Bocaraton. London.
- **Lancellotti I., Toschi, T., Passaglia, E and Barbieri, L. (2014).** Release of agronomical nutrients from zeolite substrate containing phophatic waste. Environmental science and pollution research, 21.12 37-13 242
- **Maftom M Moshiri, F karimian, N.K and Ronaghi, A.M. (2004).** effect of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. journal of pant nutrition. 29 (9):1695-1651.

- **Mandola K.D Carland. R. M and A plan. F. F. (1995)** the sedminently comparative ion exchange capacities of natural sedimentary and synthetic zeolite. Minerals Engereeing. 8. 1995, 535-548
- **Rehakova M.S.Cuvanova. M, Dazivak.J.Rimar. Z. Gavalova. (2004).** Agriculture and agrochemical uses of natural zeotite of clinoptiolite type. Current opinion in solid state and materials science 8, p 397-404
- **Rivero,c chirnji,T. Ma, L.Q and martineg,G .(2004).** Influence of composton soil organic matter quality under tropical conations. Geoderma. 123:355-361
- **Roumie A. Raheb. (2003).** characterization of some samples of Syrian Zeolit Tishreen univ. Jour. 25, 2003, 21-31
- **Roumie A. (2011).** use of natural zeolite to remove ammonia and some heavy metals from drinking water. Tishreen university journal for research and scientific studies. Basis science series vol. 33 No. 1. 2011
- **Shermeti I. and A. Verma. (2010).** Soil heavy metals. Springer-verlag Berlin Heidelerg.
- **Stewart W.M. D.W.Dibb, A.E.John ston, and T.J. Smyth .(2005).** the contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. Agron,J. 97:1-6.
- **Wang Y.,.Lin., F.F, Pang; W. Q. (2007).** Ammonium exchange in aqueous solution using, chines natural clinoptiolite and modificiced zeolite. Journal of Hazardous Materials. 124. 160-164.