تأثير إضافة الزيوليت وحمأة الصرف الصحي في إتاحة العناصر الصغرى بتربة كلسية خفيفة القوام

د. محمد سعيد الشاطر[*] د. حسان درغام[**] د. سليمان سليم[*]

د. أكرم البلخي[*] د. مازن أشرم[***]

الملخص

نُفذَ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية (محطة بحوث الهنادي) على تربة رملية لومية كلسية لمعرفة تأثير إضافة معدلات مختلفة من الزيوليت وحمأة الصرف الصحي في إتاحة العناصر الصغرى في التربة. بينت النتائج وجود فروق معنوية بقيم الحديد المتاح بين جميع المعاملات عند مقارنتها بمعاملة التسميد المعدني، وكانت أعلى القيم في المعاملات التي أضيفت إليها حمأة الصرف الصحي مع الزيوليت، ووجود فروق معنوية ايضاً في قيم النحاس المتاح للمعاملات زيوليت$_2$+حمأة، زيوليت$_1$+حمأة وحماة مقارنة بالمعاملات زيوليت2+حمأة، زيوليت$_1$+حمأة وحمأة. كما لوحظ فروق معنوية في قيم المنغنيز والزنك المتاحين عن إضافة الحمأة بشكل منفرداً أو خليط مع المستوى الأول والثاني للزيوليت، وكانت أعلى القيم في معاملة الزيوليت$_2$ +حمأة، وكانت الفروق غير معنوية في

[*] قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[**] الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة.

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

معاملات زيوليت$_2$+حمأة، زيوليت$_1$+حمأة وحمأة الصرف الصحي مما يبين أهمية إضافة الحمأة والزيوليت في تزويد التربة بالعناصر الصغرى المتاحة للنبات.

الكلمات المفتاحية: زيوليت، حمأة الصرف الصحي، تربة كلسية، حديد، نحاس، زنك ومنغنيز متاح.

Effect of adding zeolite and sewage sludge on the available of microelements in light texture calcareous soil

Dr. M.Al Shater[*] **Dr. H. Dergam**[**] **Dr. S. saleem**[*]

Dr. A. Al Balkhi[*] **Dr. M. Al Ashram**[***]

Abstract

The study was conducted in the Agricultural Scientific Research Station in *Lattakia*, (the experimental fields of *Al-Hanadi* station) on sandy loam calcareous soil to determine the effect of adding different rates of zeolite and sewage sludge on the availability of microelements in soil.

The results showed significant differences in the values of available iron between all treatments comparing with the mineral fertilization treatment, and The highest values were with the treatment adding of sewage sludge zeolite. Moreover, there were significant differences in the values of available Cu, too with $zeolite_2$+ sewage sludge, and $zeolite_1$ + sewage sludge and sewage sludge comparing with $zeolite_2$+ sewage sludge, and $zeolite_1$ + sewage sludge and sewage sludge treatments. it was noticed there were significant differences in the values of available Mn and Zn when the

[*] 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 Scientifi Agriculture Research, Ministry of Agriculture

sewage sludge was added alone or mix with the first level and second of zeolite, and the highest values were in the treatment zeolite$_2$+ sewage sludge, and the differences were insignificant in zeolite$_2$+ sewage sludge, zeolite$_1$ + sewage sludge and sewage sludge, so that the addition of sewage sludge and zeolite was very important in supplying the soil with available microsegments for plants.

Keywords: zeolite, sewage sludge, Calcareous Soil, Fe, Cu, Zn and Mn, available.

المقدمة:

يستخدم الزيوليت الطبيعي عموماً في تنظيف البيئة والمحافظة عليها من الملوثات المختلفة (Wang و Pang، (2007؛ورومية، 2011؛ Latip وزملاؤه،2011، Lancellotti وزملاؤه،2014) وأيضاً كمحسن طبيعي للأغراض الزراعية بشكل خاص (Curkovic وزملاؤه ،1997؛ Leggo ،2000؛Oste وزملاؤه، 2002؛ Rehakova ،2004؛ Bernardi ،زملاؤه ؛2013؛ غايرلي وزملاؤه ،2015؛ الشاطر وزملاؤه ،2017)، ويساهم الزيوليت في التحرير البطيء للعناصر المغذية المعدنية والمدمصة ومنع إنغسالها وبالتالي تأمين إمداد مستمر للعناصر المغذية للمحاصيل المختلفة، كما يلعب دوراً هاماً في تحسين خصائص التربة وبالتالي يوفر بيئة جيدة لنمو النباتات وزيادة إنتاجيتها (Rehakova وزملاؤه، 2004؛ Zwingmonn وزملاؤه،2011؛ غايرلي وزملاؤه،2015؛ والشاطر وزملاؤه،2017)، وأشار Ippolito وزملاؤه (2011) و Barnardi وزملاؤه (2013) إلى دور الزيوليت في رفع امتصاص النبات للعناصر المغذية في التربة والتقليل من فقدها، وإن إضافة الزيوليت كخليط مع معدن السمكتيت إلى الترب البرازيلية عمل على إتاحة الفسفور والآزوت والبوتاسيوم للعديد من المحاصيل ومنها البندورة والخس والرز. وقد بينت الخضر (2012) وغايرلي وزملاؤه (2015) والشاطر (2017) أن إضافة الزيوليت قد حسن معنوياً السعة التبادلية للتربة وأدى لزيادة إنتاجية الشعير والذرة والقمح والقطن مقارنة بمعاملة الشاهد وأجمالاً أدى إلى تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيمياحيوية وإن استعمال الزيوليت الطبيعي في الزراعة يحسن نمو النبات كما يزيد من الاستفادة من الأسمدة العضوية والمعدنية ويحتفظ بالعناصر المغذية بصورة ميسرة للنبات.

بين Shermati و Verma (2010) أن إضافة حمأة الصرف الصحي لتربتين بمعدل 0، 10، 30 طن / هكتار ولمرة واحدة كل أربع سنوات ولمدة 16 سنة لم يرفع محتوى التربة من العناصر الثقيلة وكانت أقل من الحدود المسموح بها ماعدا النحاس والذي يعتبر من

العناصر الصغرى المفيدة للنبات وقد ازداد بصورة ضئيلة. وأشار الشاطر (1994) وMaftom وزملاؤه (2004)، Alshaf وAtee (2007) وAl Zoubi وزملاؤه (2008) والذيب (2016) أن حمأة الصرف الصحي تعتبر مصدراً هاماً للعناصر المغذية للنبات في التربة وبين الشاطر (1998)، البلخي وزملاؤه (2006)، جزدان وزملاؤه (2009) وأبو نقطة وزملاؤه (2010)، الذيب (2016) والشاطر (2017) زيادة إتاحة العناصر المغذية الصغرى من قبل النباتات في المعاملات التي أضيفت إليها المخلفات العضوية ومن مختلف المصادر مقارنة بمعاملتي الشاهد والتسميد المعدني، وأوضح Soliman و زملاؤه (1991)، والشاطر (1998)، الزعبي والشاطر (2006)، البلخي وزملاؤه (2007)، أبو نقطة وزملاؤه (2010)، الشاطر والبلخي (2010) والشاطر وزملاؤه (2011) والذيب (2016) والشاطر وزملاؤه (2017) دور المحسنات العضوية في تحسين الخصائص الكيمياخصوبية للتربة وإن إضافة المادة العضوية للترب حسنَ النشاط الحيوي مما إنعكس إيجابياً على سلوك العناصر العناصر المغذية الصغرى من خلال المجموعات الفعالة (الحموض الهيومية والفولفية) والتي لها القدرة على الاحتفاظ بالعناصر المعدنية بشكل معقدات أو شيلات سهلة التحرر وإفادة النبات.

مبررات البحث:

– فقر الترب السورية عموماً بالعناصر الصغرى الميسرة للنبات وخاصة في الترب الكلسية خفيفة القوام.

– توفر كميات كبيرة من خام الزيوليت في سورية مما يبرر استخدامه في تحسين الترب عموماً وإتاحة العناصر الصغرى بشكل خاص.

– وجود كميات هائلة من الحمأة الناتجة عن محطات المعالجة في معظم المحافظات السورية والتي يمكن أن تساهم في إتاحة العناصر المغذية الصغرى.

– استخدام محسنات طبيعية رخيصة الثمن في تحسين خصائص التربة المختلفة وخاصة إتاحة العناصر المغذية الصغرى.

أهداف البحث:

– تأثير الزيوليت في إتاحة العناصر الصغرى في تربة كلسية خفيفة القوام.

– تأثير حمأة الصرف الصحي في إتاحة العناصر المغذية الصغرى في ترب كلسية خفيفة القوام.

– تأثير التفاعل بين الزيوليت وحمأة الصرف الصحي في إتاحة العناصر المغذية الصغرى.

مواد وطرائق البحث:

تم تمويل البحث مادياً ومعنوياً بالمشاركة بين وزارة 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 الخصائص الفيزياخصوبية للتربة التي نُفذَ عليها البحث.

الجدول (1) بعض الخصائص الفيزياخصوبية للتربة

التحليل الميكانيكي للتربة (%)			القوام	pH معلق 2.5:1	EC مستخلص عجينة مشبعة ميليموز/ سم	كربونات كلية%	OM%	CEC ميلي مكافئ / 100 غرام
رمل	سلت	طين						
75.20	7.80	17.00	رملي لومي	7.91	0.18	21.80	2.40	18.00

1– حساب كمية الزيوليت المضافة:

أُضيفَ الزيوليت لرفع السعة التبادلية للتربة إلى 25 و30 مليمكافئ /100 غرام تربة وتم حساب كمية الزيوليت التي يجب إضافتها لكل معاملة بالاعتماد على قيمة السعة التبادلية

الكاتيونية لخام الزيوليت (85 مليمكافئ /100غرام) وبلغت الكمية المضافة للمستوى الأول 370.80 طن خام زيوليت للهكتار و635.65 طن خام زيوليت / هكتار للمستوى الثاني ويوضح الجدول (2) أهم خصائص خام الزيوليت المضاف للمعاملات المختلفة.

الجدول(2) بعض الخصائص الكيميائية لخام الزيوليت

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

2- حساب كمية الحمأة المضافة:

أُضيفت الحمأة بحيث يتم رفع قيمة الآزوت المعدني من 28.5 جزء بالمليون إلى 50 جزء بالمليون بالاعتماد على نتائج تحليل التربة وتأمين الإحتيجات للبطاطا من N الزعبي وزملاؤه (2013) ومن الضروري التنويه إلى أن تأثير المعاملات المختلفة على الصفات الإنتاجية لمحصول البطاطا سيكون موضوع رئيس لبحث علمي أخر، ويوضح الجدول (3) أهم الخصائص الكيميائية للحمأة التي أضُيفت للمعاملات المختلفة.

الجدول (3) بعض الخصائص الكيمياخصوبية لحمأة الصرف الصحي

Zn	Fe	Mn	Cu	C/N	TN	OM	EC 10:1	pH معلق
ppm - total					%		مليموز/سم	10:1
905	2475	155	199	10.30	1.80	49.77	3.17	5.88

3- حساب كميات الأسمدة المعدنية:

أضيفت الأسمدة المعدنية بناءً على نتائج تحليل التربة والاحتياجات السمادية للبطاطا الزعبي وزملاؤه (2013)، حيث أضيفت اليوريا بمعدل 165.85 كغ /هكتار على دفعتين وسلفات البوتاسيوم بمعدل 180 كغ/ هكتار لتأمين متطلبات البطاطا لمعاملات الأسمدة

المعدنية وحمأة الصرف الصحي فقط بينما لم يضاف الفسفور لأن التربة تحتوي على كمية مناسبة من الفسفور المتاح.

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.

قُسمت الأرض إلى ثمان عشرة مسكبة (18) وكانت مساحة المسكبة صغيرة (1م^2)، نظراً للتقيد بكمية خام الزيوليت المتوفرة عند تنفيذ التجارب ولصعوبة الوصول إلى مناجم الزيوليت لإحضار كميات إضافية بسبب الظروف السائدة خلال عام (2016 م).

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).

اتبعت الطرائق المدونة في (الشاطر وزملاؤه،2009؛ الزعبي وزملاؤه، 2013) للقيام بمختلف التحاليل التي نُفِذَتْ على عينات التربة والمحسنات المضافة.

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول (1) أهم خصائص التربة التي استخدمت في تنفيذ التجارب، وتعتبر التربة رملية لومية حسب مثلث قوام التربة (الشاطر وزملاؤه، 2009) وذات pH قلوي خفيف وتعد كلسية، وبلغت السعة التبادلية الكاتيونية 18 مليمكافئ/100 غرام تربة وتعتبر منخفضة الزعبي وزملاؤه (2013) ويتبين من الجدول (2) أن خام الزيوليت شديد القلوية وغني بالاملاح حيث وصلت الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة 3.40 ميليموز / سم، وذات سعة تبادل كاتيوني مرتفع حيث وصلت إلى 85 مليمكافئ/100 غرام من خام الزيوليت.

يوضح الجدول (3) السابق أن الحمأة المستخدمة غنية بالمادة العضوية أذ وصلت إلى 49.77% مادة عضوية وذات pH خفيف الحموضة، غنية نسبياً بالاملاح وذات نسبة $\frac{C}{N}$ تعادل 10.30 وتعتبر مطابقة لشروط المواصفة القياسية السورية (2002) والتي تسمح باستخدامها للإغراض الزراعية.

محتوى تربة المعاملات من الحديد والنحاس المتاحين بعد إنتهاء التجارب:

يبين الجدول (4) محتوى تربة المعاملات من الحديد والنحاس المتاحين، ويلاحظ ظهور فروق معنوية بقيم الحديد المتاح بين جميع المعاملات عند مقارنتها بمعاملة التسميد المعدني وكانت أعلى القيم في المعاملات التي أضيفت إليها حمأة الصرف الصحي مع الزيوليت

الجدول (4) قيم الحديد والنحاس المتاحين في المعاملات المختلفة

Cu available ppm	Fe available ppm	treatments
1.72 [b]	3.11 [d]	تسميد معدني
1.73 [b]	4.44 [c]	زيوليت$_1$
1.89 [b]	5.04 [c]	زيوليت$_2$
3.63 [a]	6.33 [b]	حماة الصرف الصحي
3.35 [a]	7.50 [a]	زيوليت$_1$+ حمأة الصرف الصحي
3.43 [a]	7.78 [a]	زيوليت$_2$+ حمأة الصرف الصحي
0.733	*0.805*	*LSD(0.5)*

ويمكن ترتيب المعاملات كما يلي: زيوليت$_2$+ حمأة > زيوليت$_1$+ حمأة > حمأة > زيوليت$_2$ > زيوليت$_1$ > تسميد معدني، حيث بلغت قيم الحديد المتاح وبنفس الترتيب السابق كما يلي: 7.87 > 7.50 > 6.33 > 5.04 > 4.44 > 3.11 علماً بأن الفروق غير معنوية بين معاملة زيوليت$_2$+ حمأة و زيوليت$_1$+ حمأة وأيضا بين معاملة زيوليت$_2$ وزيوليت$_1$ ويوضح الجدول (4) أيضاً أن هناك فروق معنوية في قيم النحاس المتاح للمعاملات زيوليت$_2$+ حمأة و زيوليت$_1$+ حمأة وحمأة بالمعاملات زيوليت$_1$ و زيوليت$_2$ والتسميد المعدني علماً أنه لا يوجد فروق معنوية بين زيوليت$_1$ وزيوليت$_2$، مما سبق يتبين ان أعلى القيم للحديد والنحاس المتاحين كانت في المعاملات التي كانت خليطاً بين حمأة الصرف الصحي والزيوليت، وأيضاً عند إضافة الحمأة منفردة، ويعود ذلك إلى ارتفاع محتوى حمأة الصرف الصحي بكل من الحديد والنحاس ودورها الفعال في تحرير تلك العناصر من مركباتها من خلال عمليات التحلل الأولي والثانوي للمركبات العضوية وتشكيل الاحماض الهيومية والفولفية وتكوين حمض الكربون نتيجة انطلاق CO_2 وذوبانه بالماء الأرضي وبالتالي المساهمة في الحد من ارتفاع قلوية التربة وتحرير الحديد والنحاس من مركباتهما ضعيفة الذوبان، ويعود ارتفاع قيم الحديد والنحاس المتاحين في القطع التجريبية التي أضيف إليها الزيوليت مقارنة بمعاملات التسميد المعدني إلى دور الزيوليت في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيمياخصوبية. مما يساهم في التحرير البطيء والمستمر للعناصر المغذية والمدمصة ومنع إنغسالها من التربة وبالتالي تأمين إمداد مستمر للعناصر المغذية المختلفة وتتفق هذه النتائج مع كل من (*Leggo*،2000؛ *Ost* وزملاؤه، 2002؛ *Rehakova* وزملاؤه، 2004؛ الحمد وخليفة، 2010؛ *Bernardi* وزملاؤه، 2013؛ غايرلي وزملاؤه، 2015؛ الشاطر وزملاؤه، 2017).

يتبين مما سبق أهمية إضافة حمأة الصرف الصحي والزيوليت معاً لتزويد التربة بالعناصر الصغرى المتاحة للنبات ويمكن أن يعود ذلك إلى مساهمة حمأة الصرف الصحي

في تحرير العناصر الصغرى من مركباتها المعدنية والعضوية وأيضاً دور الزيوليت والحمأة في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيمياحيوية مما يساهم في إتاحة العناصر المغذية وتحريرها بشكل مناسب وتأمين إمداد مستمر من العناصر المغذية وتتفق هذه النتائج مع (الشاطر، 1994؛ *Leggo*،2000؛ *Oste* وزملاؤه،2002؛ Maftom وزملاؤه، 2004؛ Rerhakova ،2004؛ Alshf وAtee، 2007؛ Al Zoubi وزملاؤه ،2008؛ Bernardi وزملاؤه، 2013؛ غايرلي وزملاؤه ،2015؛ الشاطر وزملاؤه،2017).

- محتوى التربة من المنغنيز والزنك المتاحين بعد إنتهاء التجارب:

يبين الجدول (5) قيم المنغنيز والزنك المتاحين ويلاحظ وجود فروق معنوية في قيم المنغنيز لجميع المعاملات التي أضيفت إليها حمأة الصرف الصحي أو الزيوليت مع حمأة الصرف الصحي مقارنة بمعاملة التسميد المعدني والزيوليت منفرداً في المستوى الأول والثاني، ويمكن ترتيب المعاملات كما يلي: زيوليت$_2$+ حمأة > حمأة > زيوليت$_1$+ حمأة > زيوليت$_2$ > تسميد معدني >زيوليت$_1$، حيث بلغت قيم المنغنيز المتاح وبنفس الترتيب السابق كما يلي: 4.94 > 4.68 > 4.59 > 3.27 > 3.07 > 2.95 علماً بأن الفروق ظاهرية بين معاملة زيوليت$_2$+ حمأة وزيوليت$_1$+ حمأة وأيضاً بين معاملة زيوليت$_2$ وزيوليت$_1$، مما يوضح أهمية إضافة حمأة الصرف والزيوليت في تزويد التربة بالعناصر الصغرى المتاحة للنبات.

الجدول (5) قيم المنغنيز والزنك في المعاملات المختلفة

Zn available ppm	Mn available ppm	treatments
2.33 b	3.07 b	تسميد معدني
2.43 b	2.95 b	زيوليت$_1$
2.26 b	3.27 b	زيوليت$_2$
2.77 a	4.68 a	حماة الصرف الصحي
2.68 a	4.59 a	زيوليت$_1$+ حمأة الصرف الصحي
2.74 a	4.94 a	زيوليت$_2$+ حمأة الصرف الصحي
0.318	*0.699*	*LSD(0.5)*

وكانت معاملة زيوليت$_2$+ حمأة أفضلها في قيم المنغنيز والزنك (جدول 5) حيث بلغت 4.94 للمنغنيز و2.74 للزنك ويعود ذلك إلى الدور الايجابي للزيوليت والحمأة في تحرير العناصر المغذية ومنع إنغسالها من التربة والمساهمة الفعالة لحمأة الصرف الصحي في تكوين معقدات أوشيلات سهلة التحرر بواسطة المجموعات الوظيفية الفعالة للحموض العضوية المختلفة كما تساهم الأحماض الهيومية والفولفية وحمض الكربون في التحرير البطيء للعناصر الغذية الصغرى من مكوناتها ضعيفة الذوبان، وتتفق هذه النتائج مع (الشاطر ،1998؛ Frossard وزملاؤه ،2000؛و Maftom وزملاؤه، 2004؛ Alshaf وAtee، 2007؛ Al Zoubi وزملاؤه، 2008؛ الذيب،2016). ومن الضروري الاشارة إلى النتائج التي تم الحصول عليها لقيم العناصر الصغرى المتاحة تتوافق مع القيم التي ذكرت في *Guide lines* (1983) وثيور وزملاؤه (2007).

الجدول (6) قيم العناصر المتاحة في التربة حسب Guide lines (1983) وثيور وزملاؤه (2007)

العناصر المتاحة	فقيرة	متوسطة	غنية
	ppm مستخلصة بـ *DTPA*		
الحديد	2.5>	4 −2.5	4<
المنغنيز	2 >	4 −2	4<
الزنك	0.5>	1 −0.5	1<
النحاس	0.5>	1.5 −0.5	1.5<

الاستنتاجات:

– تشير النتائج إلى الدور الهام للزيوليت الخام في إتاحة العناصر الصغرى في التربة الكلسية خفيفة القوام.

– رفعت إضافة حمأة الصرف الصحي المعالجة قيم العناصر الصغرى المتاحة في التربة الكلسية خفيفة القوام.

– حسنت الإضافة المشتركة للزيوليت الخام وحمأة الصرف الصحي من إتاحة العناصر الصغرى في التربة الكلسية خفيفة القوام.

التوصيات:

– يوصى بإضافة الزيوليت الخام بالمستوى الأول نظراً لمساهمته الفعالة في تحسين خصائص التربة المختلفة ضمن الظروف السائدة في منطقة الدراسة مما أنعكس على إتاحة العناصر المغذية الصغرى مع العلم أنه لا يوجد فروق معنوية مقارنة بمعاملة الزيوليت الخام بالمستوى الثاني عند دراسة قيم العناصر الصغرى المتاحة في التربة.

– يوصى بالإضافة المشتركة للزيوليت الخام بالمستوى الأول وحمأة الصرف الصحي المعالجة لزيادة تيسر العناصر الصغرى المتاحة في التربة.

المراجع:

1. أبو نقطة فلاح والشاطر محمد سعيد والبلخي أكرم. (2010). تأثير الأسمدة العضوية في إتاحة العناصر الصغرى في التربة وإنتاجية السبانخ. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية 26 (2):15-26
2. 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).
3. البلخي أكرم،أبو نقطة فلاح والشاطر محمد سعيد. (2007) تأثير المعقدات العضوية والمعدنية في تيسر الحديد ودورها في تخصيب وإنتاجية الخيار. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد 23. العدد (1).
4. الحمد عرفان وطه خليفة. (2010). تأثير الري بمياه مالحة وإضافة مستويات مختلفة من الزيوليت في محتوى التربة من (K_2O، P_2O_5، N) وإنتاجية محصول الدخن في ظروف منطقة دير الزور. مجلة جامعة الفرات العدد(1) ص 19-39.
5. ثيور وزملاؤه. (2007). دليل استخدام الاسمدة في الشرق الادنى.
6. جزدان عمر، عبد الجواد الجيلاني، أوديس أرسلان، محمد منهل الزعبي، ناديا بيمون ومحمد طباع. (2009). تأثير إضافة الحمأة في إنتاجية القطن والقمح والذرة الصفراء وتراكم بعض العناصر الثقيلة في التربة والمحاصيل المدروسة. المجلة العربية للبيئات الجافة 2(2):86-100
7. الخضر أريج. (2012) تأثير إضافة الجبس والزيوليت والسماد العضوي على نوعين من الترب المتأثرة بالملوحة والقلوية وعلى إنتاجية المحاصيل العلفية في ظروف محافظة دير الزور. إطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة الفرات
8. الذيب ديما. (2016) تأثير التسميد العضوي وحمأة الصرف الصحي في بعض خصائص تربة من غوطة دمشق وإنتاجيتها من البطاطا. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة دمشق (77 ص)

9. رومية عقيل. (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).
10. 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).
11. الزعبي منهل وأنس الحصني وحسان درغام. 2013 طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والاسمدة. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. وزراة الزراعة.
12. 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.
13. 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
14. الشاطر محمد سعيد، أكرم البلخي وميساء الكبرا. (2009). خصوبة التربة والتسميد (الجزء العملي) منشورات جامعة دمشق – كلية الزراعة – سورية.
15. 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)
16. 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).
17. الشاطر محمد سعيد، درغام حسان، سليم سليمان، البلخي أكرم، الاشرم مازن. (2017). تأثير إضافة معدلات مختلفة من الزيوليت وحماة الصرف الصحي في الخصائص الكيمياحيوية

للتربة الرملية. موافقة للنشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية رقم(1490)، تاريخ (2017/06/20).

18. 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).
19. Al Zoubi. M. M, Arsalan. A, Abdelgawad.G,Pejon.N, tabbaa.M and Jouzdan.O.(2008). The effect of sewage sludge on productivity of crops rotation of (wheat, Maize and vetch) and heavy metal accumulation in soil and plant in Aleppo governorate. American- Eurasian J.Ayric and Environ sei, 3 (4): 618-625.
20. 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
21. 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
22. Curkovic. L, Cergan – Stefanovic. S and Filipon. T: metal ion Exchange by natural and modified zeolites. Water res., 31.(1997). 1379-1382
23. Fredenik A., Mapton., (2002). Using zeolite in agriculture-department of earth sciences-state university. Collage Brockport.
24. Frossard, E. M.Bucher, F. Mozafar and R. Hurrell (2000) potential for increasing the continent and bio available of Fe, Zn and Ca in plants of human nutrition. Journal of science of food and agriculture 80:861 – 879.
25. Ge. Y, P. Murray,w. H. Hendershot (2000) trace metals speciation and bioavailability in urban soils . Environ. Pollut. 107:137-144.
26. Guide lines for artificial soil media. (1983) by spectrum analytic INC. Washington.
27. Ippolito, J.A.; D.D. Tarkalson; G.A.Lehrsch .(2011). Nitrogen, moisture, and corn growth. Soil science. 176 (3): 136-142.

28. 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
29. Latip,B; A.B.Nik Muhamad; H.A.Osmanu. J. Make; and R.K.Franklin (2011). Ammonia utilization from urea at different levels of zeolite. Internatiomal Journal of the physical sciences. 6(34):7717-7720.
30. Leggo,O.P.S. (2000) an investigation of plant growth in an organic – zeolitic substrate and its ecological significance plant and soil, 219. 135-146.
31. 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.
32. Oste,L,A.; T.M.Lexmand; and W.H.V. Riemsdij. (2002). Metal immobilization in soil using synthetic zeolites. Journal of environmental quality,31, 813-821.
33. 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
34. Shermeti. I and A. Verma. (2010). Soil heavy metals. Springer-verlag Berlin Heidelerg.
35. Soliman. M.M,I.I.El.Oksh and Samira,M.H.EL.Gizy. (1991) effect of common bean. Annals agric. Sci.Ain Shams. Univ. Cairo, 36(2):589-598.
36. 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.
37. Zwingmann, N; I.D.R. Mackinnon; and R.I. Gilkes. (2011). Use of zeolite synthesized from alkali treated kaolin as a fertilizer glasshouse experiments on leaching and uptake of K by wheat plants in sandy soil. Applied clay science .53. 684-690.