

تأثير إضافة مادة الزيوليت الطبيعي في إنتاجية القمح وبعض الخصائص الخصوبية للتربة تحت ظروف الزراعة المطرية

رامي كبا*⁽¹⁾ وهلال غايرلي⁽²⁾ ومحمد خير سعدون⁽¹⁾

(1). مركز البحوث العلمية الزراعية بالقامشلي، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(2). إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق.

(*للمراسلة: رامي كبا. البريد الإلكتروني kaba.rami@gmail.com).

تاريخ القبول: 31/05/2017

تاريخ الاستلام: 04/05/2017

الملخص:

نُفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بالقامشلي، التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بسورية، في منطقة الاستقرار الأولى، خلال المواسم الزراعية 2011 و2012 و2013 بهدف معرفة تأثير إضافة مستويات مختلفة من الزيوليت الطبيعي (T_2 -20 طن/هكتار، T_3 -40 طن/هكتار، بالإضافة إلى معاملة الشاهد بدون إضافة T_1)، في إنتاجية القمح ضمن دورة زراعية ثنائية قمح/حمص وفي محتوى الطبقة السطحية للتربة من الأزوت، والفوسفور، والبوتاسيوم المتاح. نُفذ البحث باتباع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، بثلاثة مكررات لكل معاملة. أظهرت النتائج أن إضافة الزيوليت إلى التربة أدت إلى زيادة في إنتاجية القمح مقارنةً مع معاملة الشاهد كمتوسط لثلاث سنوات وصلت إلى 326.4 كغ/هكتار عند المعاملة T_2 أي بنسبة 12.57% وإلى 410 كغ/هكتار عند المعاملة T_3 أي بنسبة 15.8%. وكمتوسط لإنتاجية القمح تبيّن أن إضافة الزيوليت إلى التربة أدت إلى زيادة في كمية القمح مقارنةً مع معاملة الشاهد بنسبة وصلت إلى 403 كغ/هكتار عند المعاملة T_2 أي بنسبة 10%، وإلى 538 كغ/هكتار عند المعاملة T_3 أي بنسبة 12%. كما ازدادت كمية الأزوت والفوسفور الميسر بزيادة معدلات إضافة الزيوليت الطبيعي، وبلغت أعلى قيمة للمؤشرين عند المستوى 40 طن/هكتار، ويؤكد التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية. أما بالنسبة للبوتاسيوم المتاح للنبات فقد ازداد بمعدل إضافة الزيوليت بنسبة 10% عند المستوى 20 طن/هكتار و17.5% عند المستوى 40 طن/هكتار، وتحققت أعلى زيادة في متوسط قيم هذا المؤشر عند المستوى 40 طن/هكتار.

الكلمات المفتاحية: الزيوليت الطبيعي، قمح، أزوت، فوسفور، بوتاسيوم.

المقدمة:

يوجد الزيوليت ضمن الطبقات الجيولوجية للأرض، ويعود الفضل للتعرف على هذا المعدن الفريد إلى العالم الجيولوجي السويدي A. F. Cronstedt حيث اكتشف عام 1756 معدن زيوليت من نوع Stilbite (Tschernich, 1992). يُعتبر الزيوليت معدن بركاني رسوبي النشوء مكوّن بشكل أساسي من السيليكات الألومينية ذات هيكل بلوري على شكل شبكة ثلاثية الأبعاد (Holmes, 1994)، ويتشكل الزيوليت في الظروف الطبيعية بوجود مياه قلوية محتوية على نسبة عالية من الأملاح تتفاعل مع الرماد البركاني وتؤدي إلى تشكيل بلوري سريع (Oste et al., 2002). دلت دراسات الزيوليت في سورية (المؤسسة العامة للجيولوجيا، 1990) عن توضع الصخور الطبقات الحاملة للزيوليت في منطقة السيس تلال مكحيلات والتي تبعد 170 كم جنوب شرقي مدينة دمشق، وقد أشارت الدراسات إلى وجود فلزات الزيوليت من نوع الأناالسين-الشبابزيت، والفيليسيت، والواستيت والميروليونيت، التي يعود عمرها إلى البليوسين ومعظمها مكتشف على السطح، باستثناء بعض الآبار التي تغطيها سماكات قليلة من التربة الزراعية، وتشير تقارير المؤسسة العامة للجيولوجيا إلى أن الزيوليت السوري يتراكم مع معدن طين المنتموريللونيت، والكالسيت، والأوليفين (فورسيت)، واكتشفت أنواع عديدة من هذا الفلز حيث قدرت نحو 40 نوع. أما الفلزات الحاملة للزيوليت والموجودة في سورية فهي الأناالسيم، والشبابزيت، والفيليسيت، واللوسيت، والأثوريت، إذ يزن 1 م³ من الزيوليت 400 كغ، ويستخدم الزيوليت الطبيعي كسماد طبيعي في الزراعات المحمية، وفي مجال تنظيف وحماية البيئة وتساوم إضافة خام الزيوليت للتربة بالتحريز البطيء للبوتاسيوم والأمونيوم، وزيادة في غسل الأملاح الذائبة، وتخفيف في صلابة تشكل القشرة السطحية من التربة، كما يمتلك خصائص تبادلية كبيرة، وسطحاً نوعياً داخلياً عالياً وبالتالي يلعب دوراً مهماً في تحسين خصائص التربة ويوفر بيئة جيدة لنمو النباتات وزيادة إنتاجيتها (Huttl and Fussy, 2001; Goula, 1984; Amberg, 1987; Burriesci, 1984; Wolf et al., 2004).

إنَّ الفائدة الهامة لإضافة الزيوليت هو التحرر البطيء للعناصر المغذية المدمصة ومنع انغسالها، وبالتالي تأمين امداد مستمر من العناصر المغذية للمحاصيل المزروعة (Rehakova et al., 2004). وتوصّل كلٌّ من (Hatfield and Prueger, 2004) أنّ للزيوليت دورٌ كبير في زيادة كفاءة استخدام الأزوت وبالتالي التخفيف من الآثار البيئية للأسمدة الأزوتية في الزراعة. وفي تجربة أجريت في إنكلترا على تربة كلسية ازدادت إنتاجية القمح بنسبة 19% عند إضافة الزيوليت المشبع بالألمونيوم (Leggo, 2000) وبين (Bernardi et al., 2013) أنّ إضافة الزيوليت كخليط مع معدن السمكيت إلى الترب البرازيلية عملت على إتاحة الفوسفور والأزوت والبوتاسيوم للعديد من المحاصيل ومنها البندورة والخس والرز. وقد بيّنت الخضسر، (2012) أنّ إضافة الزيوليت بمعدّل 20 و 30 طن/هكتار قد حسّنت معنوياً السعة التبادلية للتربة، وأدّى لزيادة إنتاجية الشعير والذرة معنوياً مقارنةً بالشاهد، وإجمالاً أدّى إلى تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية. إنّ استعمال الزيوليت الطبيعي في الزراعة قد يحسّن من نمو النبات، كما يزيد من الاستفادة من الأسمدة العضوية والكيميائية، ويحسن من غلة المحصول، ويحتفظ بالمواد الغذائية اللازمة للنبات. يهدف البحث إلى:

- دراسة تأثير إضافة مستويات من الزيوليت الطبيعي (كمحسن طبيعي) في إنتاجية القمح.
- دراسة تأثير إضافة مادة الزيوليت الطبيعي على بعض الخصائص الخصوبية للتربة.

مواد البحث وطرقه:

نُفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بالقامشلي، والذي يتبع لمنطقة الاستقرار الأولى، حيث يبعد مستوى الماء الأرضي أكثر من مترين عن سطح التربة، ويقع المركز على بعد 10 كم غرب مدينة القامشلي، وعلى خط طول 41°13 شرق غرينتش وخط عرض 37°03 شمال خط الاستواء، ويرتفع عن سطح البحر 452 م، ويبلغ متوسط المعدل المطري السنوي (442) مم. صُممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (Design Blocks Randomized Complete) حيث تتكون التجربة من ثلاثة معاملات:

1- معاملة أولى T_1 : شاهد بدون إضافة الزيوليت الطبيعي.

2- معاملة ثانية T_2 : إضافة 20 طن/هكتار من الزيوليت الطبيعي.

3- معاملة ثالثة T_3 : إضافة 40 طن/هكتار من الزيوليت الطبيعي.

زُرِع محصول القمح وكذلك محصول الحمص ضمن دورة زراعية ثنائية قمح/حمص، وبثلاث مكررات لكلّ معاملة، ليصبح عدد القطع التجريبية للتجربة $2 \times 3 \times 3 = 18$ قطعة تجريبية. مساحة القطعة التجريبية $10 \times 3 = 30$ م².

قُدّرت السعة التبادلية الكاتيونية بطريقة أسيتات الأمونيوم (Skroch et al., 2006)، وتمّ تقدير البوتاسيوم المتاح (مغ/كغ) بطريقة أسيتات الأمونيوم باستخدام جهاز اللهب، كذلك قُدّرت المادة العضوية بطريقة الأكسدة بديكرومات البوتاسيوم والمعايرة بسلفات الحديدوز (Jackson, 1965)، وتقدير الأزوت المعدني (الأزوت الأمونياكي والنترات) $(N-NH_4^+, N-NO_3^-)$ (مغ/كغ) بجهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer)، وتقدير الفوسفور المتاح (مغ/كغ) بطريقة أولسن وذلك بجهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) (Olsen and Sommers, 1982). كما قُدّرت درجة الحموضة والكثافة الظاهرية والحقيقية والجبس، وكربونات الكالسيوم، والتحليل الميكانيكي، والمسامية، وفقاً لطرائق التحليل المتبعة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (الزعيبي وآخرون، 2013). حُلّلت النتائج إحصائياً باستخدام تحليل التباين (ANOVA) Analysis Of Variance من خلال برنامج الإحصاء Gen Stat عند مستوى المعنوية 5% (SNEDECOR, 1972).

تمّ تنفيذ التجربة في ظروف الزراعة المطرية ولشرح العلاقة بين المردود بشكل عام والهطل المطري خلال المواسم الثلاثة، تمّ حساب التبخر-نتح المحصول (مم/يوم) ET_0 من معادلة Monteith equation-Penman لحساب التبخر-نتح المرجعي ET_0 وقيمة معامل المحصول للقمح لمنطقة البحر الأبيض المتوسط (بدون واحداث) K_c من (Allen et al., 1998) وذلك بالاعتماد على معلومات مناخية (متوسط عدد من السنوات) للمنطقة المدروسة حيث:

$$ET_0 = \frac{0.408 \ddot{A} (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\ddot{A} + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

حيث ET_0 التبخر-نتح المرجعي (مم/يوم)، R_n الإشعاع الشمسي الصافي عند سطح النبات (ميغاجول/م²/يوم)، G تدفق حرارة التربة (ميغاجول/م²/يوم)، T درجة حرارة الهواء على ارتفاع 2 م (م)، u_2 سرعة الرياح على ارتفاع 2 م (م/ثا)، e_s ضغط بخار الماء المشبع (كيلوباسكال)، e_a ضغط بخار الماء المقاس (كيلوباسكال)، $(e_s - e_a)$ النقص في التشبع (كيلوباسكال)، Δ ميل منحني ضغط البخار (كيلوباسكال/م)، γ ثابت البسيكرومتر (كيلوباسكال/م). كما تم حساب معامل الحصاد (Harvest (HI) Index كنسبة لوزن الحبوب إلى الوزن الجاف الكلي للنبات وفق المعادلة الآتية:

$$\text{معامل الحصاد} = \frac{\text{الغلة الحبية}}{\text{الغلة البيولوجية}} \times 100$$

خطوات تنفيذ البحث:

أُخذت عينات مركبة من تربة المكررات اللازمة قبل الزراعة لإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية الأساسية، حيث تمّ تعديم التربة وتخطيبتها. أُضيفت الأسمدة وفق نتائج محتوى التربة من الأزوت والفسفور المتاح وحسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، حيث أُضيف السماد الفوسفاتي على شكل سوبر فوسفات (46%) قبل الزراعة بمعدل 92 كغ/هكتار (على صورة P_2O_5 كغ/هكتار وحدة صافية)، كما أُضيفت الأسمدة الأزوتية على شكل سماد يوريا 46% بمعدل 55 كغ/هكتار (وحدة نقية على صورة N كغ/هكتار)، وذلك على دفعتين الكمية الأولى قبل الزراعة، والدفعة الثانية بعد الإشطاء. تمت زراعة القمح بواسطة البذارة الآلية بمعدل بذار 100 كغ/هكتار، وتمت متابعة العمليات الزراعية الضرورية خلال مراحل نمو النبات.

النتائج والمناقشة:

1- الصفات العامة للتربة:

أظهرت النتائج أن التربة بتركيبها الميكانيكي ذات قوام طيني في أغلب الأعماق، وتتراوح نسبة الطين في قطاع التربة (52-58) %، ونسبة السلت (24-26) %، ولا تزيد نسبة الرمل عن 22%، وتمتاز بكثافة ظاهرية للأفق السطحي (0-15) سم مقدارها (1.27) غ/سم³، وتبلغ قيمة المسامية الكلية (51.71) % في الأفق (0-15) سم.

الجدول (1). أهم الخواص الفيزيائية للتربة المدروسة

المسامية	الكثافة غ/سم ³		التركيب الميكانيكي %			العمق/سم
	الحقيقية	الظاهرية	طين	سلت	رمل	
%						
51.71	2.63	1.27	52	26	22	0-15
47.73	2.64	1.38	54	24	22	15-30

وتؤكد نتائج الجدول (2) بأن التربة متوسطة بمحتواها من المادة العضوية، حيث تصل كميتها إلى (1.28) % في الأفق (0-15) سم، وذلك حسب (FAO, 1980) ومحتواها من كربونات الكالسيوم عالي، حيث تتراوح نسبتها (27.2-30.1) %، وتراوحت نسبة الكلس الفعال بين (6.2-8.1) %، كما تتصف هذه التربة بالتشقق أثناء الجفاف، وهي ظاهرة منتشرة في الترب المحتوية على الطين من نوع المونتموريلينيت. كما تتصف ترب التجارب بارتفاع قيم سعتها التبادلية، وتبلغ كمية الأزوت المعدني (الأمونيائي والنترات) 6.2 مغ/كغ في العمق الأول (0-15 سم)، وتخفض إلى 4.5 مغ/كغ في الأفق الثاني (15-30 سم)، والتربة متوسطة المحتوى من الفوسفور المتاح وذلك حسب (Olsen and Sommers, 1982)، وعالية المحتوى من البوتاسيوم حسب (FAO, 2007).

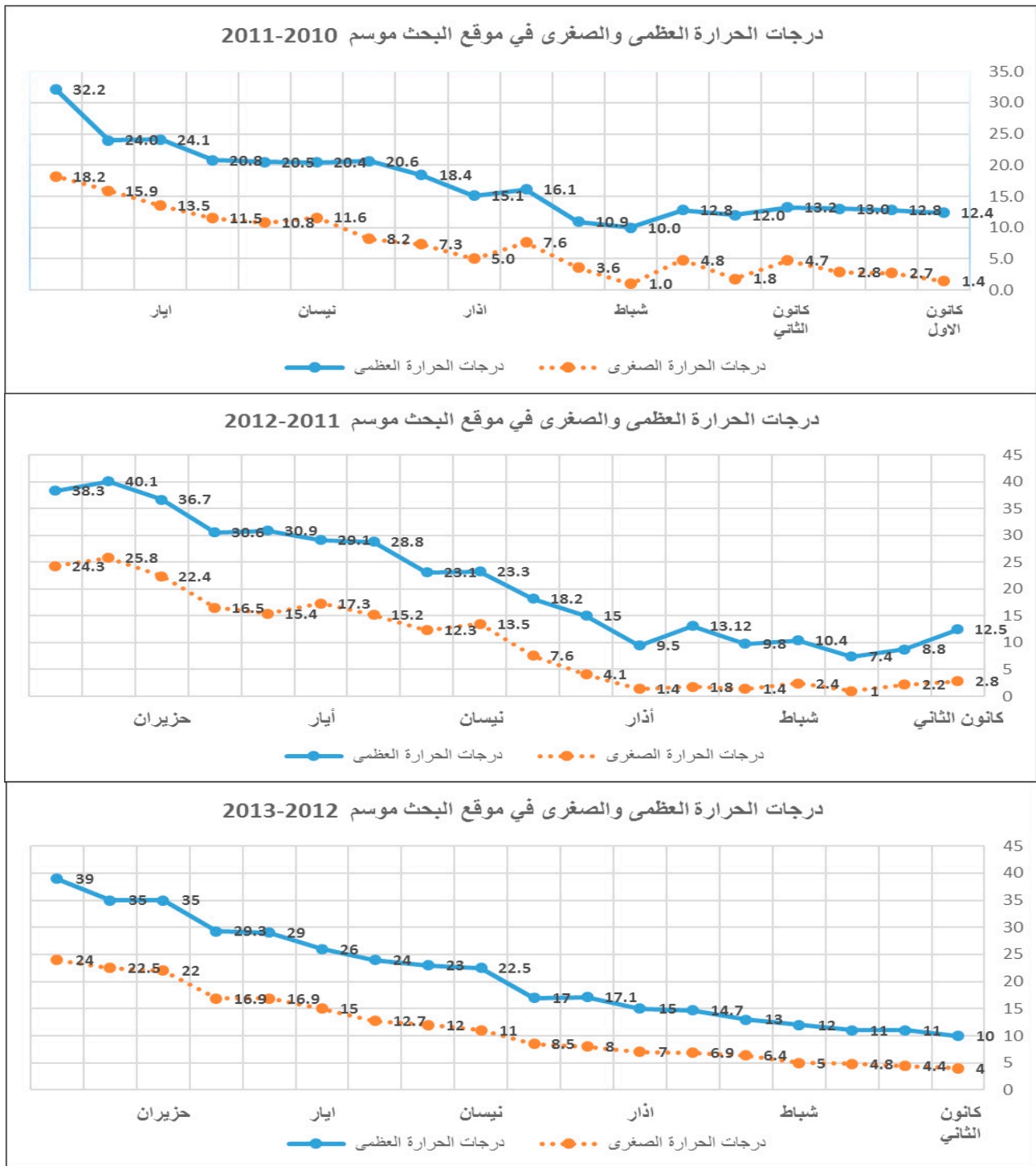
الجدول 2. بعض الخواص الكيميائية للتربة المدروسة

العمق (سم)	مغ/كغ			%		
	البوتاسيوم المتاح	الفوسفور المتاح	الأزوت المعدني (N-NH ₄ ⁺ + N-NO ₃ ⁻)	الكلس الفعال	كربونات الكالسيوم	المادة العضوية
15 - 0	378	10.7	6.2	6.5	27.2	1.28
30 - 15	347	8.2	4.5	8.1	30.1	0.98

2- الظروف المناخية:

1-2- درجات الحرارة الصغرى والعظمى:

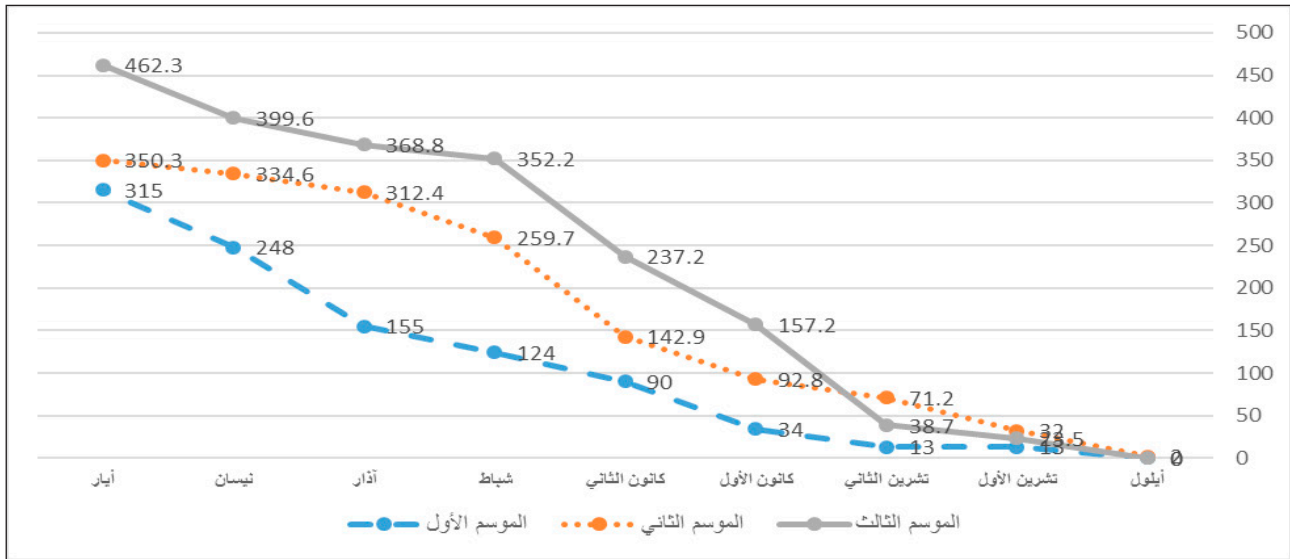
إن الإجهاد الحراري يؤثر بشكل سلبي في نمو وتكثف النباتات وبالتالي على كمية المحصول (Leopold and Kriedemann, 1981)، حيث يبين الشكل (1) انخفاض درجة الحرارة الصغرى في بداية الموسم الأول والثاني مقارنةً بالموسم الثالث، وارتفاع درجة الحرارة العظمى في شهري نيسان/أبريل وأيار/مايو في الموسم الأول، وبالأخص الموسم الثاني مما أثر سلباً في فترة امتلاء الحبة وبالتالي وزن الألف حبة (Cramb, 2000; Van Gool and Vernon, 2005).



الشكل 1. تغيرات درجات الحرارة العظمى والصغرى للموقع خلال سنوات تنفيذ البحث

2-2- الهطل المطري:

يتبين من المنحني التراكمي (المخطط 2) تفوق الهطل المطري التراكمي للموسم الثالث اعتباراً من شهر كانون الأول/ديسمبر عن الموسمين الثاني والأول مما يفسر ارتفاع الإنتاجية خلال الموسم الثالث 2013-2012. بينما يلاحظ انخفاضاً واضحاً للمنحني التراكمي للموسم الأول عن الموسمين الآخرين ويزداد بين شهري كانون الثاني/يناير ونيسان/أبريل مما سبب في انخفاض الإنتاجية للموسم الأول، رغم تقارب مجموع كميات الهطل المطري للموسمين الأول والثاني (315،350.3) مم (Ивойлов, 1995).



الشكل 2. المنحني التراكمي لتوزيع الهطل المطري خلال ثلاثة أعوام

3-2- علاقة الهطل المطري وتوزعه بإنتاجية القمح:

يعتمد القمح بتأمين احتياجه المائي في مناطق الزراعة المطرية على الهطولات المطرية، وبالتالي تتذبذب الإنتاجية تبعاً لكميات الهطل السنوي وتوزعه خلال مراحل نمو النبات. تم ترتيب الجدول (3) لإظهار العجز المائي في سنوات الدراسة الثلاث، وذلك بطرح الهطل الشهري التجميعي من قيمة تبخر-نتح المحصول الشهري التجميعي في الموسم الأول (2010-2011). كان العجز المائي الإجمالي 253.4 مم، وبدأ العجز (الإجهاد) المائي في شهر شباط/فبراير واستمر حتى نهاية الموسم (أيار) (العجز المائي الأدنى بين الموسمين الثلاثة). إلا أن العجز المائي بدأ بالظهور من بداية الموسم وحتى نهايته وكان العجز المائي الأكبر مقارنةً بالموسمين الآخرين. أما في الموسم الزراعي الثاني (2011-2012) كان العجز المائي الإجمالي للمحصول 218 مم. حيث تركز العجز المائي في شهري نيسان/إبريل و أيار/مايو على الرغم من عدم وجود عجز في الأشهر الأولى للموسم. أما في الموسم الزراعي الثالث (2012-2013) كان العجز المائي في نهاية الموسم 106.1 مم فقط (العجز المائي الأدنى بين الموسمين الثلاثة). والذي كان فقط في شهر أيار/مايو، مما يفسر الإنتاجية الأعلى للموسم الثالث كما هو واضح في الجدول (4). مما تقدّم يمكن القول بأنه كان لتوزيع الهطل تأثير في إنتاجية المحصول، بالإضافة إلى كميته، وهذان العاملان يحددان بقوة الإنتاجية في ظروف الزراعة المطرية.

الجدول 3. علاقة الهطل المطري وتوزعه في إنتاجية القمح للموسم الثلاثة

الشهر	أيلول	1ت	2ت	ك1	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار
تبخر-نتح المحصول التجميعي (مم)	-	-	27.3	65	102.7	153.8	241.9	372.7	568.4
الهطل التجميعي 2011--2010	0	13	13	34	90	124	155	248	315
الميزان المائي للموسم الأول (مم)	--		-14.3	-31	-12.7	-29.8	-86.9	-124.7	-253.4
الهطل التجميعي 2012-2011	2	32	71.2	92.8	142.9	259.7	312.4	334.6	350.3
الميزان المائي للموسم الثاني (مم)	-	-	43.9	27.8	40.2	105.9	70.5	-38.1	-218.1
الهطل التجميعي 2013- 2012	-	23.5	38.7	157.2	237.2	352.2	368.8	399.6	462.3
الميزان المائي للموسم الثالث (مم)	-	-	11.4	92.2	134.5	198.4	126.9	26.9	-106.1

3- تأثير إضافة مادة الزيوليت الطبيعي في إنتاجية القمح للسنوات الثلاث:

توضّح نتائج الجدول (4) المبيّنة لإنتاجية القمح بأنها كانت متباينة خلال الموسمين الثلاثة 2011 و 2012 و 2013، حيث لوحظ انخفاضاً واضحاً في إنتاجية القمح للموسم الأول مقارنة مع الموسمين الثاني والثالث، وتحققت أعلى إنتاجية في الموسم الثالث،

وهذا يعود بشكل رئيس لتأثير الزراعة المطرية للقمح بمعدلات الأمطار التي تباينت كمجموع هطول سنوي وكتوزع خلال موسم النمو. أما في كل موسم فقد ازدادت الإنتاجية بزيادة معدلات إضافة الزيوليت الطبيعي إلى التربة، حيث بلغت الإنتاجية في الموسم الأول لمعاملة الشاهد T_1 (1635 كغ/هكتار)، وحققت إضافة الزيوليت الطبيعي تفوق معنوي لمعاملي الزيوليت T_2 و T_3 على معاملة الشاهد بزيادة في الإنتاجية بلغت على التوالي 128 كغ/هكتار بنسبة 8% و 218 كغ/هكتار بنسبة 13.3% على التوالي، كما تفوقت معنوياً إنتاجية المعاملة T_3 على المعاملة T_2 . وفي الموسم الثاني وصلت إنتاجية معاملة الشاهد T_1 (2070 كغ/هكتار) وتوقفت عليها معنوياً معاملي الزيوليت T_2 و T_3 بزيادة في الإنتاجية بزيادة بلغت 485 كغ/هكتار أي بنسبة 23% و 563 كغ/هكتار أي بنسبة 27.1% على التوالي، كما كانت الفروق معنوية بين إنتاجية المعاملتين T_2 و T_3 . أما في الموسم الثالث حيث كانت الإنتاجية الأعلى من الموسمين الأول والثاني، كذلك تفوقت معاملي الزيوليت T_2 و T_3 معنوياً على الشاهد بزيادة في الإنتاجية بزيادة بلغت 366 كغ/هكتار أي بنسبة 9% و 449 كغ/هكتار أي بنسبة 11% على التوالي، ولم تكن الفروق معنوية بين إنتاجية المعاملتين T_2 و T_3 .

أما كمتوسط لإنتاجية القمح للمواسم الثلاثة يبين الجدول نفسه أن إضافة الزيوليت إلى التربة، أدت إلى زيادة في الإنتاجية عن معاملة الشاهد وصلت إلى 326.4 كغ/هكتار عند المعاملة T_2 أي بنسبة 12.57% وإلى 410 كغ/هكتار عند المعاملة T_3 أي بنسبة 15.8%، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Fredenik and Mampton, 2002) حيث توصل الباحثون (Eprikashvili et al., 2016) إلى أن استخدام المخصبات المعدنية (agronomical ores) كالزيوليت تتجلى في تأثيرها على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والخصوبية، وبشكل عام على النظام تربة-نبات مما يؤثر إيجابياً في إنتاجية المحاصيل المزروعة.

الجدول 4. تأثير إضافة مستويات مختلفة من الزيوليت الطبيعي في إنتاج القمح

متوسط الزيادة في الإنتاجية	إنتاجية الحبوب كغ/هكتار				المعاملة	
	متوسط المواسم الثلاثة	الموسم الثالث 2013-2012	الموسم الثاني 2012-2011	الموسم الأول 2011-2010		
%	كغ/هكتار					
-	-	2594.6	4079 ^g	2070 ^d	1635 ^a	T1
12.57	326.4	2921	4445 ^h	2555 ^c	1763 ^b	T2
15.8	410	3004.6	4528 ^h	2633 ^f	1853 ^c	T3
-	-	-	138	62.25	72.4	LSD_{5%}

الاختلاف في الأحرف الصغيرة يعني فروقاً معنوياً بين معاملات التربة.

4- تأثير إضافة مادة الزيوليت الطبيعي في وزن القش ومعامل الحصاد HI للقمح للسنوات الثلاثة:

بين الجدول (5) ازدياد كمية القش بزيادة معدلات إضافة الزيوليت الطبيعي إلى التربة، حيث بلغت كمية القش في الموسم الأول لمعاملة الشاهد T_1 (3640 كغ/هكتار)، وتوقفت معاملة الزيوليت T_3 معنوياً على معاملة الشاهد بزيادة في كمية القش بلغت 410 كغ/هكتار بنسبة 11.26%، ولم تكن هناك فروق معنوية في إنتاجية القش بين المعاملتين T_2 و T_1 وفي الموسم الثاني بلغت كمية القش لمعاملة الشاهد T_1 (6353 كغ/هكتار)، وحققت إضافة الزيوليت الخام تفوق معنوي لمعاملي الزيوليت T_2 و T_3 على معاملة الشاهد بزيادة في كمية القش بلغت 492 كغ/هكتار بنسبة 7.7%، و 602 كغ/هكتار بنسبة 51.3% على التوالي، ولم تكن هناك فروق معنوية في إنتاجية القش بين المعاملتين T_2 و T_3 . وفي الموسم الثالث وصلت إنتاجية القش لمعاملة الشاهد T_1 (3302 كغ/هكتار)، وتوقفت عليها معنوياً معاملي الزيوليت T_2 و T_3 بزيادة بلغت 312 كغ/هكتار أي بنسبة 9.5% و 435 كغ/هكتار أي بنسبة 13.2% على التوالي، كما كانت الفروق ظاهرية بين إنتاجية القش للمعاملتين T_2 و T_3 . أما كمتوسط لإنتاجية القش للموسمين، بين الجدول نفسه أن إضافة الزيوليت إلى التربة أدت إلى زيادة في كمية القش عن معاملة الشاهد بنسبة وصلت إلى 403 كغ/هكتار عند المعاملة T_2 أي بنسبة 10% وإلى 538 كغ/هكتار عند المعاملة T_3 أي بنسبة 12%. أما بالنسبة لمعامل الحصاد HI (Harvest Index) فقد انخفض بالمتوسط لمعاملات الموسمين الأول والثاني عنه في الموسم الثالث، وهذا يعود إلى انخفاض معدل الهطل المطري في الموسمين، بالإضافة إلى العجز المائي في شهري نيسان/إبريل وأيار/مايو أي في فترة الإزهار، وهذا ما أكدته (Monneveux et al., 2005). أما بالنسبة لكل موسم فإن معامل الحصاد HI ازداد مع زيادة نسبة الزيوليت في التربة، وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (Rehakova et al., 2004). حيث أن إضافة الزيوليت يؤثر بشكل مباشر على عوامل خصوبة التربة، وبالتالي زيادتها وهذا يتفق مع (Austin et al., 1980) و (Kapor et al., 2006) الذين يؤكدون ازدياد معامل الحصاد مع زيادة خصوبة التربة.

الجدول 5. تأثير إضافة مستويات مختلفة من الزيوليت في وزن القش ومعامل الحصاد HI للقمح

متوسط الزيادة في الإنتاجية		إنتاجية القش كغ/هكتار ومعامل الحصاد HI				المعاملة
		متوسط المواسم الثلاث	الموسم الثالث 2013-2012	الموسم الثاني 2012-2011	الموسم الأول 2011-2010	
%	كغ/هكتار					
-	-	4431	3302 ^e	6353 ^e	3640 ^a	T1
		0.43	0.8	0.24	0.30	
10%	403	4835	3971 ^f	6648 ^d	3887 ^{ab}	T2
		0.49	0.89	0.27	0.31	
12%	538	4969	4118 ^f	6741 ^d	4050 ^b	T3
		0.5	0.9	0.28	0.313	
-	-	-	601.8	416.2	389	LSD%5

الاختلاف في الأحرف الصغيرة يعني فروقاً معنوياً بين معاملات التربة.

في كل معاملة يمثل الرقم العلوي وزن القش أم الرقم السفلي معامل الحصاد

8- تأثير إضافة الزيوليت الطبيعي في بعض عناصر التربة الخصوبية:

توضّح نتائج الجدول (6) تأثير الزيوليت على محتوى التربة من العناصر الخصوبية، حيث يلاحظ زيادة في محتوى الآزوت المعدني في العمق 0-15 سم للمعاملتين T₂, T₃ بنسبة 23% و 45% على التوالي مقارنة مع الشاهد، ويبين التحليل الإحصائي أن هذه الزيادة معنوية. أما العمق 15-30 سم لم يكن هناك تأثير واضح للزيوليت في محتوى التربة من الآزوت المعدني وتتفق هذه النتائج مع ما توصل له (Ippolito et al., 2011) و (غايرلي وآخرون، 2015)، حيث أنّ إضافة الزيوليت إلى التربة يقلل من غسيل الآزوت المعدني وذلك بسبب إدمصاص الأمونيوم على سطح الزيوليت (Pinon-Villarreal et al., 2013). كما يلاحظ زيادة في محتوى التربة من الفوسفور المتاح في العمق 0-15 سم للمعاملتين T₂, T₃ وبنسبة 80% و 96% على التوالي مقارنة مع الشاهد، ويبيّن التحليل الإحصائي أنّ هذه الزيادة معنوية ويعود ذلك إلى التأثير المشترك للأسمدة المنحلة وعمليات التبادل الأيوني (Lancellotti et al., 2014). كما يؤدي إضافة الزيوليت إلى زيادة المحتوى الرطوبي في التربة، وخاصة في فترات الانحباس المطري في الزراعات المطرية، وبالتالي يعمل على زيادة نشاط الكائنات الحية، وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من (غايرلي وآخرون، 2015). وقد توصل (Hua et al., 2006) أن إضافة الزيوليت المشبع بالأمونيوم والبتواسيوم، أدى إلى زيادة الفوسفور المتاح، وبالتالي كان له الأثر الإيجابي في نمو النبات. أمّا في العمق 15-30 سم لم يكن هناك تأثير واضح للزيوليت في محتوى التربة من الفوسفور المتاح وزيادات غير معنوية.

ولوحظ تأثير واضح للزيوليت في محتوى التربة من البوتاسيوم القابل للإفادة من قبل النبات، حيث ازداد زيادة معنوية مع زيادة إضافة الزيوليت في الأفق 0-15 سم للمعاملتين T₂, T₃ وبنسبة 16% و 28% على التوالي مقارنة مع الشاهد وفي الأفق 15-30 سم بنسبة 18% و 19% على التوالي مقارنة مع الشاهد، وهذا يعود إلى المحتوى العالي للزيوليت من البوتاسيوم، حيث توصل (Zwingmann et al., 2011) أنّ الزيوليت يُعتبر مصدر للبوتاسيوم وذلك عن طريق عملية التبادل الكاتيوني مع كاتيونات الأمونيوم والكالسيوم والمغنسيوم في المحلول الغذائي للتربة كذلك يعمل الزيوليت على زيادة نسبة المحتوى الرطوبي في التربة، وبالتالي تعمل على زيادة تحرر البوتاسيوم مع زيادة رطوبة التربة وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من (الحمدي وخليفة، 2010) و (غايرلي وآخرون، 2015).

الجدول 6. محتوى التربة من العناصر الخصوبية (بعد الحصاد) موسم 2011/2012

المعاملة	العمق	الآزوت المعدني مغ/كغ (N-NH ₄ ⁺ + N-NO ₃ ⁻)	الفوسفور المتاح مغ/كغ	البوتاسيوم المتاح مغ/كغ
T1	15-0	5.38 ^a	6.73 ^c	326 ^e
	30-15	3.39	5	260
T2	15-0	7.77 ^b	12.17 ^d	380 ^f
	30-15	4.43	5.4	308
T3	15-0	7.83 ^b	13.23 ^d	420 ^g
	30-15	3.97	6.9	311
LSD%5	15-0	1.691	1.918	31.94
	30-15	2.66	2.354	16.98

الاختلاف في الأحرف الصغيرة يعني فروقاً معنوياً بين معاملات التربة.

الاستنتاجات:

أدت إضافة الزيوليت الطبيعي للتربة وبمعدلات مختلفة إلى زيادة إنتاجية التربة من الحبوب، والقش، وزيادة معامل الحصاد في منطقة الاستقرار الأولى تحت ظروف الزراعة المطرية. وكذلك أدت لزيادة خصوبة التربة، ومحتوى التربة من العناصر الكبرى؛ الآزوت، والفوسفور، والبوتاسيوم. حيث تفوقت معاملي الزيوليت T₂ (20 طن/هكتار) و T₃ (40 طن/هكتار) على الشاهد في كل المؤشرات المدروسة، ونظراً لعدم وجود فروق معنوية بين المعاملتين T₂ و T₃ من ناحية إنتاجية القش، ومحتوى التربة من الآزوت والفوسفور، وإنتاجية الحبوب في السنة الثالثة وانخفاض الفروق بين المعاملتين بالنسبة للإنتاجية كمتوسط للسنوات الثلاث، وعند أخذ العامل الاقتصادي للتقليل من تكاليف العمالة والخدمة ونقل الزيوليت الطبيعي من مصدره، توصي النتائج بإضافة الزيوليت الخام بمعدل 20 طن/هكتار إلى التربة كمحسن طبيعي للتربة.

تم تنفيذ البحث بدعم من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث الموارد الطبيعية، قسم صيانة التربة.

المراجع:

- الحمد، عرفان وطه خليفة (2010). تأثير الري بمياه مالحة وإضافة مستويات مختلفة من الزيوليت في محتوى التربة من (N، P₂O₅، K₂O) وإنتاجية محصول الدخن في ظروف منطقة دير الزور. مجلة جامعة الفرات. (1): 19-39.
- الخضر، أريج (2012). تأثير إضافة الجبس والزيوليت والسماذ العضوي على نوعين من الترب المتأثرة بالملوحة والقلوية وعلى إنتاجية بعض المحاصيل العلفية في ظروف محافظة در الزور. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.
- الزعيبي، محمد منهل وأنس الحصني وحسان درغام ومحمد سعيد الشاطر (2013). طرائق تحليل التربة والنبات والسماذ والمياه. منشورات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. الإصدار الأول.
- غايرلي، هلال وسامر بريغله ومحمد منهل الزعيبي ويحيى رمضان وخالد شبلي وأميرة الحافظ وميادة فطوم (2015). تأثير خام الزيوليت الطبيعي السوري على إتاحة بعض العناصر المغذية في التربة وعلى إنتاجية محصولي القمح والقطن في الأراضي الجبسية. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 2(2): 130-142.
- تقرير المؤسسة العامة للجيولوجيا (1990). تقرير علمي، منشورات المؤسسة العامة للجيولوجيا. دمشق، سورية.
- Allen, R.G.; L.S. Pereira; D. Raes; and M. Smith (1998). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). Pp 336.
- Amberg, A. (1987). Utilization of organic wastes and its environmental implication in agricultural waste management and environmental protection. proc. 4th Int. Symp. Braunschweig. (1) 37-54.
- Austin, R.B.; J. Bingham; R.D. Blackwell; L.T. Evans; M.A. Ford; C.L. Morgan; and M. Taylor (1980). Genetic improvement in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. J. of Agric. Sci., 94: 675- 689.
- Bernardi, A.C.C.; P.P.A. Olivera; M.B.M. Monthe; and F. Sousa-Barros (2013). Brazilian sedimentary zeolite use in agriculture. Microporous and Mesoporous Materials. 167: 16-21.

- Burriesci, N.; J.C.J. Bbart; C. Zipelli; and J.C.J. Bart (1984). Effect on crop growth of *Prunus persics* and *Vitis vinifera*. Studies on zeolites in agriculture. (4):373-376.
- Cramb, J. (2000). Climate in relation to agriculture in south-western Australia. In 'The Wheat Book' (eds W.K. Anderson and J.R. Garlinge). Bulletin 4443. Department of Agriculture, Western Australia.
- Eprikashvili, L.; M. Zautashvili; T. Kordzakhia; N. Pirtskhalava; M. Dzagania; I. Rubashvili; V.Tsitsishvili (2016). Intensification of bioproductivity of agricultural cultures by adding natural zeolites and brown coals into soils. *Annals of Agrarian Science*. (14):67-71.
- FAO. (1980). Soil testing and plant analysis. Bull. No. 38/1, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO. (2000). Method of analysis for soils of arid and semi-arid regions. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Fredenik, A.; and A. Mampton (2002). Using Zeolites in Agriculture. Department of the Earth Sciences –State University –College Brockport.
- Goula, M.A. (1984). Soil and water management of Loamey soil. PhD. Thesis. FAO of Agr. Zagazig Univ., Egypt.
- Hatfield, J.L.; and J.H. Prueger (2004). Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. "New directions for a diverse planet." Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia, September 26YOctober 1.
- Holmes, D.A. (1994). Zeolites. In D. D. Carr (Ed.), *Industrial Minerals and Rocks* (6th ed., Pp. 1129-1158). Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.
- Hua, Q.X.; J. M.Zhou; H.Y. Wang; C.W. Du; X.Q. Chen; and J.Y. Li (2006). Effects of modified clinoptilolite on phosphorus mobilisation and potassium or ammonium release in Ferrosols. *Australian Journal of Soil Research*. (44): 285-290.
- Huttl, F.; and M. Fussy (2001). Organic matter management—a contribution to sustainability rein hard, soil protection and re-cultivation. Brandenburg University of Technology Cottbus, Germany.
- Ippolito, J.A.; D.D. Tarkalson; and G.A. Lehrsch (2011). Zeolite soil application method affects inorganic nitrogen, moisture, and corn growth. *Soil Science*. 176(3):136-142.
- Jackson, M.L. (1973). *Soil chemical analyses*. prent. Hall. of India private limited 22. BLACK, G.R ,and K.H. HARTGE 1986. *Methods of soil analysis*. Part 1.A (ed)Agronomy monograph .No.9. Pp.363.
- Kapor, Z.; S. Petrovic; and M. Dimitrijevic (2006). Variability of plant height and harvest index of various wheat genotypes cultivar on chernozem and solonetz. *Genetika*. 38(1): 75-82.
- Lancellotti, I.; T.Toschi; E.Passaglia; and L. Barbieri (2014). Release of agronomical nutrient from zeolitite substrate containing phosphatic waste. *Environmental Science and Pollution Research*. 21:13237–13242.
- Latip, B.; A.B. Nik Muhamad; H.A. Osumanu; J. Make; and R.K. Franklin (2011). Ammonia olatilization from urea at different levels of Zeolite. *International Journal of the Physical Sciences*. 6(34): 7717 – 7720.
- Leggo, P.J. (2000). An investigation of plant growth in an organo-zeolitic substrate and its ecological significance. *Plant and Soil*, 219: 135-146.
- Leopold, A.G.; and P.E. Kriedemann (1981). *Plant growth and development* 2nd (ed.) McGraw-Hill Company, NewYork.
- Monneveux, P.; P.H. Zaidi; and C. Sanchez (2005). Population density and low nitrogen effects yield associated trait in tropical maize. *Crop Sci.*, 45:535-545.

- Olsen, S.R.; and L.E. Sommers (1982). Phosphorus. In: Methods of soil analysis, 2nd ed., part 2nd (Eds. Page, A.L., Miller and D.R. Keeny). Agronomy .No.9. American of Agronomy, Madison, WI, USA. Pp.403-430.
- Oste, L.A.; T.M. Lexmond; and W.H.V. Riemsdij (2002). Metal immobilization in soils using synthetic zeolites. *Journal of Environmental Quality*. 31: 813-821.
- Pinon-Villarreal, A.R.; A.S. Bawazir, M.K. Shukla; and A.T. Hanson (2013). Retention and transport of nitrate and ammonium in loamy sand amended with clinoptilolite zeolite. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 139: 755-765.
- Rehakova, M.; S. Cuvanova; M. Dzivak; J. Rimar; and Z. Gavalova (2004). Agriculture and agrochemical uses of natural Zeolite of the clinoptilolite type. *Current opinion in solid state and materials Science*. 8:397-404.
- Snedecor, G.W.; and W.G. Cochran (1972). *Statistical methods*. Iowa State Univ. press., U. S. A.
- Tschernich, R.W. (1992). *Zeolites of the World*. Phoenix: Geoscience Press.
- Van Gool, D.; and L. Vernon (2005). Potential impacts of climate change on agricultural land use suitability: what: Resource Management Technical Report. 295. Pp 32.
- Wolf, D.; A. Kanin; and I. Tkeviciute (2004). Animal Manure – A resource in Organic Agriculture - roject in the Socrates Course “Ecological Agriculture I” At the Kvl in Copenhagen.
- Zwingmann, N.; I.D.R. Mackinnon; and R.J. Gilkes (2011). Use of a zeolite synthesized from alkali treated kaolin as a K fertilizer: glasshouse experiments on leaching and uptake of K by wheat plants in sandy soil. *Applied Clay Science*. 53: 684–690.
- Ивойлов, А.В. (1995). Влияние погодных условий на продуктивность яровой пшеницы и ячменя, эффективность отдельных видов и сочетаний удобрений в зоне неустойчивого увлажнения, *Агрохимия*, (11): 58-65.

The Effect of Natural Zeolite Addition on Wheat productivity and Some Soil Fertility Characteristics under Rain-fed Conditions

Rami Kaba^{*(1)} Hilal Ghayerly⁽²⁾ and Mohammad Khair Saadoun⁽¹⁾

(1). Al-Qamishli Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria. of

(2). Administration of Natural Resources, GCSAR. Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Rami Kaba. E-Mail: kaba.rami@gmail.com).

Received: 04/05/2017

Accepted: 31/05/2017

Abstract:

The research was carried out at Al-Qamishli Agricultural Research Center, GSAR, Syira, during the seasons 2011, 2012 and 2013, in order to estimate the effect of adding different levels of a crude Zeolite (T₂-20 tons/ha, T₃-40 tons/ha, in addition to the control (without adding Zeolite T₁), on wheat productivity within a bilateral crop rotation was followed, consisted of wheat and chickpea, and on the content of nitrogen, phosphorus and potassium in the surface layer of the soil. The research was conducted using Complete Randomized Block Design with three replicates. The results showed that the addition of zeolite to the soil led to an increase in productivity more than control amounted to 326.4 kg/ha for T₂ which represents 12.57% , and to 410 kg/ha for T₃ which represents 15.8%. Regarding productivity of straw, it is found that the addition of zeolite to the soil led to an increase in the amount of straw, it was 403 kg/ha for T₂ which represents 10% and 538 kg/ha for T₃ which represents 12 %. Also, it increased the amount of the available nitrogen and phosphorus by increasing the addition of the raw zeolite rates, and the highest value of the two indicators were reached at the level of 40 tons/ha. The statistical analysis confirmed the significant differences. As for potassium which, is able to be utilized by the plant has been increased by 10% and 17.5% with the increasing of zeolite addition at level 20 and 40 tons/ha, respectively. The highest increase in potassium was achieved at the add level 40 tons/ha.

Keywords: Natural zeolite, Wheat, Nitrogen, Phosphorus, Potassium.