(97) BENTONITE AND LEACHING REQUIREMENTS EFFECTS IN IMPROVING SANDY SOIL PROPERTIES AND COWPEA (*Vigna spp.*) YIELD AND GROWTH

By
E. T. A. Al-Ani

College of Agriculture, Anbar University, Iraq.

ABSTRACT

The laboratory Experiment was conducted in Falluja city (20 km east of Ramadi) in the autumn season 2006 to study the effects of Bentonite and leaching requirements on some of the soil and plant properties. Sandy loam soil has been selected and classified under (Typic torrifluvent) subgroup; the soil was treated with four levels of Bentonite (B0, B1, B2, B3) as 0% (control), 2%, 4%, and 6%. The soil was planted with cowpea (Vigna spp.) "Rahawiyah" cultivar and was irrigated after 50% exhaustion of field capacity moisture content. Four levels of leaching requirements were applied (W0, W1, W2, W3) as 0% (control), 5%, 10%, and 15%.

The results indicated high significant effect for each of Bentonite and leaching requirements separately in decreasing soil EC and pH but the interaction between the two treatments was significant in the same parameters. The two treatments had significantly high effect in decreasing hydraulic conductivity and increasing modulus of rupture for the same soil. The effects of Bentonite and leaching requirements were highly significant in increasing plant height and vegetal dry weight.

Key words: *mineral amendments, Bentonite,*

تأثير استخدام معدن البنتونايت ومتطلبات الغسيل في تحسين صفات تربة رملية ونمو نبات اللوبيا *Vigna unguiculata* L.

عماد طلفاح عبد الغني
قسم التربة والمياه ، كلية الزراعة – جامعة الانبار

الملخص

نفذت تجربة مختبرية في مدينة الفلوجة (منطقة سدة الفلوجة) في الموسم الخريفي 2006 لمعرفة تاثير معاملة التربة بالبنتونايت ومتطلبات الغسيل على بعض خواص التربة والنبات . تم انتخاب تربة مزيجية رملية وصنفت تحت المجموعة العظمى Typic torrifluvent ؛ تم معاملة هذه التربة باربع مستويات من معدن البنتونايت (B0، B1، B2، B3) 0% (مقارنة)، 2%، 4% و 6% وتم زراعتها بمحصول اللوبيا *Vigna unguiculata* L. Cowpeas (صنف رهاوية) وريها بعد استنفاذ 50% من السعة الحقلية مع اضافة اربع مستويات من متطلبات الغسيل (W0، W1، W2، W3) 0% (مقارنة)، 5%، 10% و 15% .

اظهرت النتائج وجود تاثير عالي المعنوية للبنتونايت في تقليل ملوحة التربة و زيادة درجة تفاعلها بينما كان لمتطلبات الغسيل نفس التاثير في تقليل الملوحة و زيادة درجة تفاعل التربة وكان تاثير التداخل بين البنتونايت ومتطلبات الغسيل معنوياً في خفض ملوحة التربة. وظهر تاثير عالي معنوية للمعاملتين والتداخل بينهما في تقليل الايصالية المائية للتربة وزيادة معامل كسرها. كان لكل معاملة على حده تاثير عالي المعنوية في زيادة الكثافة الظاهرية للتربة بينما كان التداخل بينهما غير معنوي . اما تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل على النبات فقد اظهرت كلتا المعاملتين وجود تاثير عال المعنوية في صفتي ارتفاع النبات والوزن الجاف للمجموع الخضري.

1. المقدمة

تغطي الترب الرملية كثير من المناطق الزراعية في المنطقة العربية ولهذا النوع من الترب صفات سلبية ومحددات تجعلها ذات إنتاجية منخفضة. من اهم هذه الصفات المحددة للانتاجية هو انخفاض محتواها من الطين والعناصر الغذائية ، انخفاض كلاً من مساحتها السطحية النوعية والسعة التبادلية الكتيونية CEC ، انخفاض محتواها من المادة العضوية ، انخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية الذائبة فيه مما يزيد من احتمالات فقد العناصر الغذائية التخلل العميق للماء Deep percolation . يستوجب الاستغلال الامثل زراعياً لهذه الترب التغلب على هذه المحددات الزراعية وفي العادة يتم ذلك باضافة بعض المحسنات الصناعية او الطبيعية. اوضحت دراسات عديدة ان المحسنات الصناعية لها القدرة على تحسين البعض من خواص الترب الرملية والتغلب على بعض محدداتها الزراعية ولكن فعالية هذه المحسنات قد لا تستمر طويلاً لانها تتاثر بالحرارة والملوحة مما يؤدي الى عدم ثباتها وانخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء ، بالاضافة الى ذلك فان تحللها في التربة قد ينتج عنه مركبات غير مرغوب بها قد تكون ضارة وملوثة لبيئة التربة كما ان تكلفة استخدام هذه المحسنات تعتبر عالية جداً عند استخدامها على مجال واسع (Choudhary *et al*. 1998; Al-Harbi *et al*. 1999).

اما فيما يختص بالمحسنات الطبيعية المتمثلة في الرواسب الطينية فقد استخدمت لتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للترب الرملية واعطت نتائج جيدة (Al-Omran *et al*. 2002; Abou-Gabal *et al*. 1990). أوضح صالح (2000) ان اضافة البنتونايت الى تربة الزبير الرملية قد حسن بعض صفاتها اذ ازدادت نسبة الرطوبة فيها مقارنة بالترب غير المعاملة وانخفضت نفاذيتها للماء. وقد تستخدم بعض الترب في استصلاح ترب اخرى؛ فقد تضاف الترب ناعمة النسجة الى الترب خشنة النسجة لزيادة سعة مسكها للماء وقد يحدث العكس فتضاف

الترب خشنة النسجة الى الترب ناعمة النسجة لزيادة غيض الماء فيها وتحسين ظروف التهوية (النجم ، 2005).
تهدف الدراسة الحالية الى:

1. معرفة تاثير اضافة البنتونايت كمحسن في خواص التربة ونمو النبات.
2. معرفة تاثير اضافة متطلبات الغسيل مع مياه الري على خواص التربة ونمو النبات.
3. معرفة تاثير التداخل المشترك للبنتونايت مع متطلبات الغسيل على صفات التربة والنبات.

2.المواد والطرائق

نفذت التجربة المختبرية في مدينة الفلوجة (20 كم شرق مدينة الرمادي) في الموسم الخريفي 2006. استخدمت تربة مزيجية رملية متدهورة الصفات ضمن مدينة الفلوجة (الملوحة عالية، السعة التبادلية الكتيونية منخفضة، زيادة كبيرة في نسبة الرمل) وجرى تصنيفها الى مستوى المجموعة العظمى. اخذت عينات من الافق السطحي (0–30 سم)، تم تقسيمها الى جزئين الاول جفف هوائياً وطحن ونخل بمنخل قطر فتحاته (2 ملم) وقدرت فيه الصفات الفيزيائية والكيميائية (جدول 1)، اما الجزء الآخر فقد نخل بمنخل قطر فتحاته (4 ملم) ووضع في اصص بلاستيكية بعد وضع مرشح filter من الرمل الاحمر والحصى الناعم بعمق 1 سم في قعر كل اصيص وكانت سعة الاصيص الواحد 6200 غم تربة كل اصيص مثقب من الاسفل لغرض بزل المياه الزائدة. تم معاملة التربة في الاصص بمعدن البنتونايت بواقع اربع معاملات B0 (مقارنة)، B1، B2، B3 وفق النسب الآتية 0% ، 2% ، 4% ، و 6% على التوالي خلطاً مع التربة (جدول 2)؛ تم زراعة بذور اللوبيا Cowpea *Vigna unguiculata* L. (صنف رهاوية) بواقع 5 بذور لكل اصيص ورويت ربة الانبات. بعد حصول الانبات تم تقليل النباتات في كل أصيص الى ثلاث نباتات. تم اضافة الاسمدة النيتروجينية والفوسفاتية والبوتاسية بمعدل 60 كغم/دونم من اليوريا (يحتوي 46% نيتروجين) ،100 كغم/دونم من سوبر فوسفات (يحتوي 45–50% P_2O_5 ، 12–16% كالسيوم و 1–2% كبريت)، 30 كغم/دونم كبريتات البوتاسيوم (يحتوي 52% K_2O ، 16% كبريت)؛ حيث تم اضافة النيتروجين على دفعتين نصف السماد النيتروجيني عند الزراعة مع كل الاسمدة الاخرى والنصف الثاني اضيف بعد 3 اسابيع من الدفعة الاولى. تم ري النباتات بعد استنفاذ 50% من السعة الحقلية وتم اضافة متطلبات الغسيل مع مياه الري بواقع اربع معاملات W0 (مقارنة)، W1، W2، W3 وفق النسب التالية 0%، 5%، 10% و 15% على التوالي. تم اجراء عمليات التعشيب بشكل دوري عند الحاجة. بعد 75 يوماً من الزراعة تم اجراء اختبارات التربة والنبات وكالآتي:
صفات التربة:1.التوصيل الكهربائي للتربة EC. 2. رقم الحموضة pH. 3. الكثافة الظاهرية. 4. معامل الكسر. 5. الايصالية المائية.
صفات النبات: طول النبات. 2. الوزن الجاف للمجموع الخضري.
ووفق الطرائق الواردة في Page et al. 1982.

3.النتائج والمناقشة

يبين الجدول(3) تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم الكثافة الظاهرية للتربة . حيث يتضح وجود تاثير عالي المعنوية لاضافة البنتونايت في زيادة كثافة التربة الظاهرية من 1.34 غم / سم3 في معاملة المقارنة B0 الى 1.39 غم /سم3 في المعاملة B3 أي بنسبة زيادة بلغت 96% وهذا يتفق مع ما اشار اليه النجم 2005 من ان اضافة البنتونايت تسبب في خفض المسامية الدقيقة للتربة و زيادة في كثافتها الظاهرية و ربما يعود سبب ذلك الى قيام دقائق الطين الناعمة للبنتونايت بملئ المسامات الدقيقة للتربة وبالتالي تقليل وحدة الحجم على حساب زيادة كتلة التربة. كان التغير في قيم الظاهرية كمعدل يتبع الترتيب التالي B0<B1<B2<B3 .
كان لاضافة متطلبات الغسيل تاثير عالي المعنوية في زيادة الكثافة الظاهرية للتربة كمعدل من 1.35 غم/سم3 الى 1.39 غم/سم3 في المعاملتين W0 و W3 على التوالي وهذا يتفق مع ما اشار اليه النجم 2005 حيث سببت اضافة المياه زيادة في نسبة المسام المملوءة بالماء على حساب المسام المملوءة بالهواء وبالتالي زيادة الكثافة الظاهرية كنتيجة لزيادة كتلة التربة. كان التداخل بين البنتونايت ومتطلبات الغسيل غير معنوي في تاثيره على تغير قيم الكثافة الظاهرية للتربة.
يبين الجدول 4 تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم الايصالية المائية للتربة. حيث كان لكل من العاملين والتداخل بينهما تاثيراً عالي المعنوية في تقليل الايصالية المائية للتربة. حيث سبب البنتونايت تقليل الايصالية المائية كمعدل من 13.57 سم/يوم في معاملة المقارنة الى 6.09 سم/يوم في معاملة البنتونايت B2 أي بنسبة انخفاض 44.8% وهذا يتفق مع Rollins et al. (1964) الذي اشار الى ان اضافة البنتونايت الى التربة يؤدي الى سد المسامات في سطح التربة ويقلل من الرشح. ويظهر من الجدول 4 ان الايصالية المائية تتناقص بزيادة معدل متطلبات الغسيل المضافة حيث كان معدل الايصالية 14.75 سم/يوم في معاملة المقارنة بينما كان 3.36 سم/يوم في المعاملة W3. واظهر التداخل بين البنتونايت ومتطلبات الغسيل تاثيرا عالي المعنوية في تقليل الايصالية المائية حيث بلغت اعلى قيمة 21.39 سم/يوم في المعاملة B0W0 ثم تناقصت لتبلغ ادنى قيمة 3.37 سم/يوم في المعاملة B3W3 ويعود سبب ذلك الى ان دقائق البنتونايت الصغيرة تعمل على سد المسامات الكبيرة للتربة واختزال حجم المسامات الكبيرة مما يزيد من قابلية التربة على مسك الماء (النجم 2005).
الجدول 5 يبين تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم معامل الكسر للتربة. ويظهر من نتائج الجدول وجود فروقات عالية المعنوية للبنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في تاثيرها على زيادة معامل الكسر للتربة، حيث زادت قيمة معامل الكسر للتربة كمعدل من 9.471 كيلوباسكال الى 11.995 كيلوباسكال عند معاملتي البنتونايت B0 و B3 على التوالي . بينما ادى زيادة كمية متطلبات الغسيل الى زيادة معدل معامل التربة للكسر من 6.278 كيلوباسكال للمعاملة W1 الى 15.051 كيلوباسكال للمعاملة W3 بينما كانت اعلى قيمة لمعامل الكسر 16.437 كيلوباسكال للمعاملة B3W3 بينما بلغت ادنى قيمة لمعامل الكسر 5.417 كيلوباسكال عند المعاملة B0W0 ويعزى ارتفاع قيمة معامل الكسر هذا الى انتشار البنتونايت بين دقائق التربة بعد اضافة الماء اليها مما يؤدي الى سد مسامات التربة بسبب ظاهرة الانتفاخ التي يمتاز بها البنتونايت (النجم 2005).
يشير الجدول 6 الى تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم الايصالية الكهربائية للتربة (ملوحة التربة) ويتضح من الجدول وجود تاثير عال المعنوية للبنتونايت في تقليل ملوحة التربة كمعدل من 7.975 الى 5.650 ديسيسمنز/م . كما يشير الجدول الى وجود تاثير عالي المعنوية لمتطلبات الغسيل في تقليل ملوحة التربة كمعدل من 8.358 الى 5.475 ديسيسمنز/م بينما لم يكن للتداخل بين كلا العاملين أي تاثير وهذا يتناقض مع ما اشار اليه Yassad و Belkhodja 2007 اللذان اكدا زيادة النسبة المئوية للاملاح مع زيادة كمية البنتونايت المضاف ، وربما يعود هذا الى اختلاف خصائص البنتونايت المضاف و دور الكمية الاضافية من متطلبات الغسيل في غسل الاملاح من التربة.

جدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة

نسجة التربة	التوزيع الوزني لدقائق التربة (غم/كغم)			الايونات السالبة الذائبة ملي مكافئ/لتر			الايونات الموجبة الذائبة ملي مكافئ/لتر			
مزيجة رملية	الرمل	الغرين	الطين	$HCO^-_3+CO_3^=$	$SO_4^=$	CL^-	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+
	759.8	64.7	175.5	4.6	56.9	9.4	10	21.2	1.3	39

الكلس غم/كغم	الجبس غم/كغم	O.M غم/كغم	CEC مليمكافئ/100غم تربة	EC_e dS\m	pH
30	5.50	2.85	0.128	8.9	7.3

جدول (2) بعض الصفات الكيميائية للبنتونايت

EC dS\m	pH	الايونات السالبة الذائبة ملي مكافئ/لتر						CEC مليمكافئ/100غم تربة	الجبس غم/كغم	الكلس غم/كغم	O.M
		Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+	$HCO^-_3+CO_3^=$	CL^-	$SO_4^=$				
3.9	7.12	0.79	0.27	1.95	0.02	0.24	0.59	1.34	59.13	3.6	149.1	nil

جدول (3) تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم الكثافة الظاهرية للتربة (غم/سم3)

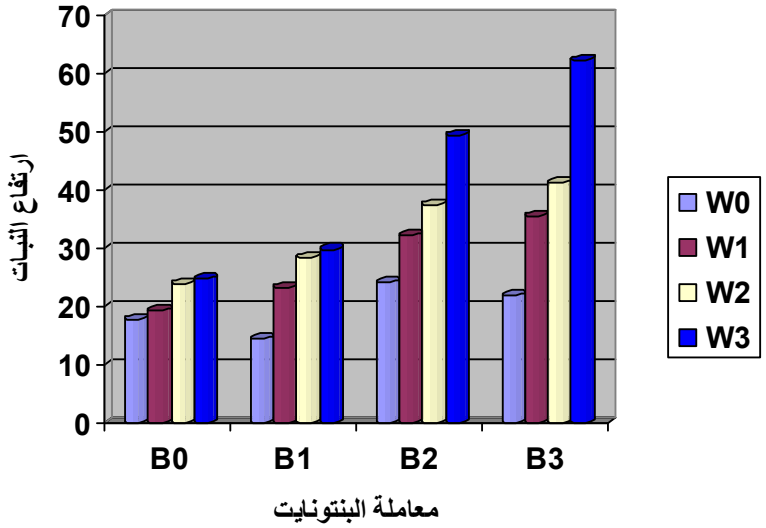
البنتونايت B		B0	B1	B2	B3	المعدل
متطلبات الغسيل W	W0	1.32	1.35	1.36	1.37	1.35
	W1	1.33	1.36	1.38	1.38	1.36
	W2	1.35	1.38	1.38	1.40	1.38
	W3	1.37	1.39	1.40	1.42	1.39
	المعدل	1.34	1.37	1.38	1.39	1.37

B*W	W	B	L.S.D
0.01260	0.00630	0.00630	0.05

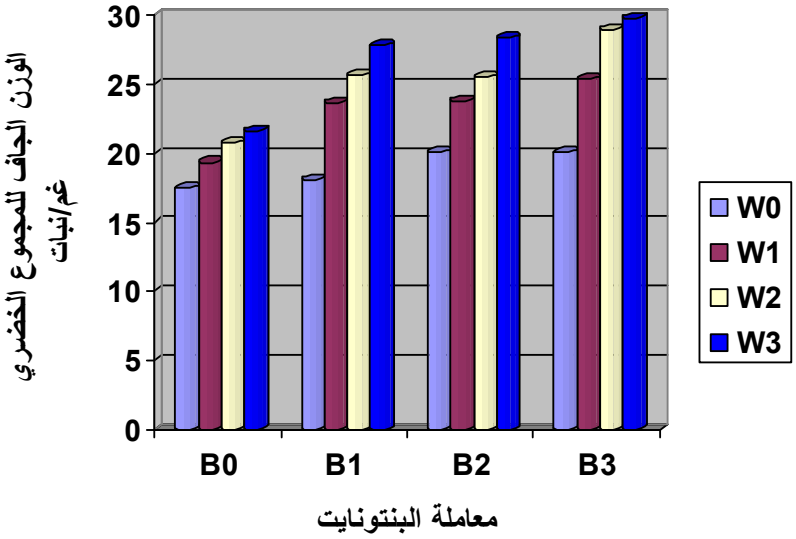
جدول (4) تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم الايصالية المائية للتربة (سم/يوم)

البنتونايت B		B0	B1	B2	B3	المعدل
متطلبات الغسيلW	W0	21.39	16.44	12.31	4.16	14.75
	W1	15.44	11.87	6.67	3.19	10.61
	W2	11.05	6.33	4.28	2.71	7.18
	W3	11.11	7.80	5.48	3.37	3.36
	المعدل	13.57	9.29	6.09	6.94	8.97

B*W	W	B	L.S.D
1.772	0.886	0.886	0.05



شكل (1) تأثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في ارتفاع النبات (سم/نبات)



شكل (2) تأثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم/نبات)

جدول (5) تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم معامل الكسر للتربة (كيلوباسكال)

البنتونايت B		B0	B1	B2	B3	المعدل
متطلبات الغسيل W	W0	5.417	5.678	7.047	6.972	6.278
	W1	7.304	8.415	9.114	10.405	8.810
	W2	10.514	10.983	11.841	14.165	11.876
	W3	14.647	14.383	14.738	16.437	15.051
	المعدل	9.471	9.865	10.685	11.995	10.504

L.S.D 0.05	B	W	B*W
	0.3777	0.3777	0.7554

جدول (6) تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم الايصالية الكهربائية للتربة (ديسيسمنز/م)

البنتونايت B		B0	B1	B2	B3	المعدل
متطلبات الغسيل W	W0	9.833	8.200	8.067	7.333	8.358
	W1	7.733	6.600	7.367	6.200	6.975
	W2	7.333	6.033	6.233	5.100	6.175
	W3	7.000	5.267	5.667	3.967	5.475
	المعدل	7.975	6.525	6.833	5.650	6.746

L.S.D	B	W	B*W
0.05	0.4778	0.4778	0.9556

جدول (7) تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في قيم درجة تفاعل التربة pH

البنتونايت B		B0	B1	B2	B3	المعدل
متطلبات الغسيل W	W0	7.35	7.56	7.62	7.71	7.56
	W1	7.80	7.92	8.10	8.25	8.02
	W2	8.37	8.42	8.49	8.52	8.45
	W3	8.60	8.65	8.66	8.67	8.64
	المعدل	8.03	8.13	8.22	8.29	8.17

L.S.D 0.05	B	W	B*W
	0.0275	0.0275	0.0550

يبين الجدول 7 تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما على قيم درجة حموضة التربة pH ، حيث يتضح من الجدول وجود تاثير معنوي عالي للبنتونايت في رفع درجة حموضة التربة حيث زادت قيمة pH كمعدل من 7.565 في المعاملة الى 8.649 بينما كان لمتطلبات الغسيل نفس التاثير في قيم درجة الحموضة حيث زاد pH التربة كمعدل من 8.035 الى 8.292 بينما كان للتداخل بين العاملين تاثير عالي المعنوية في زيادة pH التربة من 7.353 في المعاملة B1W1 الى 8.673 في المعاملة B3W3 ، وهذا يتفق مع ما اشار اليه Yassad و Belkhodja 2007 من ان زيادة البنتونايت من 2.5% الى 15% سبب زيادة طفيفة في درجة حموضة التربة نحو القاعدية وربما يعود هذا الى زيادة تحرر ايون الهيدروكسيل -OH الى محلول التربة مما يزيد من رقم تفاعلها.

يبين الشكل 1 تاثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في ارتفاع النبات حيث يتضح من الشكل ان اضافة البنتونايت كانت ذات تاثير عالي المعنوية في زيادة ارتفاع النبات كمعدل من 21.46 سم/نبات في المعاملة B0 إلى 40.24 سم/نبات في المعاملة B3 ، كما كان لاضافة متطلبات الغسيل تاثير بارز عالي المعنوية في صفة طول النبات حيث زادت من 19.60 إلى 41.59 سم/نبات للمعاملتين B0 و B3 على التوالي ، بينما كان للتداخل بين البنتونايت ومتطلبات الغسيل نفس التاثير في طول النبات حيث زاد الطول من 17.84 سم/نبات في معاملة المقارنة B0W0 الى 62.35 سم/نبات في المعاملة B3W3 ويعود هذا الى دور البنتونايت في توفير رطوبة مناسبة لنمو النبات في المنطقة الجذرية من خلال سد المسامات الكبيرة وخفض التوصيل المائي للتربة (النجم 2005).

ويبين الشكل 2 تأثير البنتونايت ومتطلبات الغسيل والتداخل بينهما في الوزن الجاف للمجموع الخضري حيث يبين الشكل زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري بتأثير عالي المعنوية من 19.790 غم/نبات في معاملة المقارنة B0 الى 26.032 غم/نبات في المعاملة B3 بينما زاد الوزن الجاف للمجموع الخضري من 18.927 غم/نبات الى 26.870 غم/نبات عند اضافة متطلبات الغسيل W0 و W3 على التوالي وبتاثير عالي المعنوية وكان للتداخل نفس التاثير حيث زاد من 17.470 غم/نبات في المعاملة B0W0 الى 29.753 غم/نبات في المعاملة B3W3 وهذا تتطبق مع ما اشار اليه Stevens 2008 من ان الاطيان 1:2 تزيد من تحرر النتروجين بهيئة NH4 بسبب دخول الماء بين طبقات المعدن وهذا يساهم في زيادة المجموع الخضري

الإستنتاجات و التوصيات

1. ان للبنتونايت تاثير عالي المعنوية في خفض الايصالية المائية للتربة الرملية وزيادة معامل كسرها.
2. للبنتونايت نفس التاثير في تقليل ملوحة التربة الرملية ورفع درجة تفاعلها.
3. ان استخدام متطلبات الغسيل مقرونا مع البنتونايت في الترب الرملية كان ذو تاثير ايجابي في تحسين خواصها.
4. نوصي بالتوسع في مجال الابحاث حول استخدام الاطيان في تحسين خواص الترب الرملية المتدهورة التي تعاني من مشكلة الملوحة المرتفعة وانخفاض سعتها التبادلية الكتيونية وزيادة نفاذيتها للماء.
5. نوصي بالاستفادة من معدن البنتونايت من مخلفات معامل الاسمنت والسيراميك في مجال الانتاج الزراعي.
6. نوصي بالتوسع في دراسة تاثير البنتونايت على محاصيل الحبوب واللخضر وغيرها من المحاصيل.

المراجع

1.صالح، رعد عمر .2000. تاثير اضافة البنتونايت على بعض صفات تربة الزبير الرملية ونمو نبات البصل. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 31: 561-566.

2-النجم حذيفة جاسم محمد. 2005 . تاثير بعض محسنات التربة تحت نظام الري بالتنقيط في بعض الخصائص الفيزيائية لتربة جبسية ونمو محصول البطاطا. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الانبار.

Abou-Gabal, A., M. F. Abd-Al-Sabour, F.A. Mohamed and M.A. Ragab.1990. Feasibility of sandy soil reclamation using local tafla as soil conditioner. Annals Agric. Sci. 34: 1003-1011.

Al-Harbi, A.R., A.M. Al-Omran, A.A. Shalaby, and M.I. Choudhary. 1999. Efficacy of hydrophilic polymer reduced with time under greenhouse experiments. Horti-Science 34:223-224.

Al-Omran, A.M., M.I. Choudhary, A.A. Shalaby and M.M. Mursi. 2002. Impact of natural clay deposits on water movement in calcareous sandy soil. Arid Land Res. And Manag. 16:185-194.

Choudhary, M.I., A.M. Al-Omran and A.A. Shalaby. 1998. Physical properties of sandy soil as affected by a soil conditioner under wetting and drying cycles. Sultan Qaboos Univ. J. Sci. Res. Agric. Sci. 3(2):69-74.

Page ,A.L.,(Ed.) , Miller R.H. and Keeney D.R. .1982. .Methods of Soil Analysis part 2. Chmical and mirobial properties .Agron .series No. 9 Amer. Soc. Agron. Soil Sci.Soc. Amer .Inc. Madison USA.

Rollins, M.B., and A.S. Dylla. 1964. Field experiment on sealing permeable fine sand with Bentonite. Soil Sci. Amer. Proc. 28:268-271.

Sheta, A. S., A. M. Falatah, M. Al-Sewailem and A. Sh. Sallam. 2005. Effect of natural amendments and drip irrigation on water use efficiency and the distribution of salts, roots and moisture in sandy calcareous soils. Emir. J. Agric. Sci. 17 (2): 1-11.

Stevens, P.T. 2008. Nitrogen management and the effects of compost tea on organic Irish potato and sweet corn. Master thesis. Blacksburg, Virginia.

Yassad , H.R. and M. Belkhodja. 2007. The effects of Bentonite on the physiochemical characteristics of sandy soils in Algeria. J. Appl. Sci. 7:2641-2645.