

تقويم دوال نقل الماء في تربة جبسية معاملة بالبنتونايت باستخدام مياه مالحة

):-

1-المقدات الرطوبة وسعة الاحتفاظ بالماء):-

بسام الدين الخطيب هشام

كلية الزراعة /- جامعة الانبار

المستخلاصة

درست المقدات الرطوبة ومنحنيات الوصف الرطوبي في تربة جبسية (482 غم.كغم⁻¹) معاملة بالبنتونايت بنسبة 0 و 4 و 8 و 12 %، استخدمت مياه مالحة حضرت بخلط ملحي NaCl و CaCl₂ بالماء المقطر للحصول على EC (3 و 6 ديسي سيمنز م⁻¹) و SAR (8 و 16). قيست مسافة تقدم جبهة الابتلال وعمق الماء الغائض في اعمدة تربة افقية وقدرت منحنيات الوصف الرطوبي باستخدام معادلة Van Genuchten. اظهرت النتائج انخفاض سرعة تقدم جبهة الابتلال وزيادة في عمق الماء الغائض مع زيادة نسبة البنتونايت المضاف بسبب انخفاض في مساحة مقطع الجريان الناقل للماء. ادت زيادة مستوى EC الى زيادة في سرعة تقدم جبهة الابتلال وعمق الماء الغائض عند أي مستوى لاضافة البنتونايت عدا المعاملة 0 % فيما ازدادت سرعة تقدم جبهة الابتلال مع زيادة SAR عند 0 و 4 % بنتونايت وانخفضت عند 8 و 12 % بنتونايت.

ازدادت قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء مع زيادة نسبة البنتونايت المضاف عند أي جهد مائي، اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط خطية موجبة عالية المعنوية بين المحتوى الرطوبي الحجمي عند شد 33 و 1500 كيلو باسكال ونسبة البنتونايت المضاف و ان كمية الماء الجاهز ازدادت مع زيادة نسبة البنتونايت المضاف.

Evaluation of water transport functions for gypsiferous soil treated with bentonite by using saline water :-

1-Moister profile and water holding capacity):-

Bassam, AL-D. ALI-Khateeb

Collage of Agriculture /-AL-Anbar University

ABSTRACT

Moistuer profiles and water holding capacity for gypsiferous soil (482 gm.kg⁻¹) treated with bentonite (0,4,8 and 12 %) saline water were used by mixing NaCl and CaCl₂ with distilled water to get EC (3 and 6 ds.m⁻¹) and ASR (8 and 16 (mMol/L)^{1/2}).Distance of wetting front,,and depth of infiltrated water in horizontal soil columns,and soil moisture characteristics curve by using Van Genuchten equation were measured.

Results showed that the advance rate of wetting front and quantity of water infiltrated in soil increased with increasing of bentonite ,because the area of section flow decreased. Advance rate and quantity of water infiltrated in soil increased with

increasing of EC except 0 % bentonite ,therefore advance rate of wetting front increased with increasing of SAR at 0 and 4 % bentonite but increased at 8 and 12 % bentonite.

Water holding capacity increased with increasing of bentonite. Results showed that the positive liner relationship between volume moisture content at 33 and 1500 Kpa water tension and quantity of available water with bentonite.

منسَّق:متوسط

المقدمة

منسَّق: المسافة البادئة: السطر الأول:
1.4 سم

استخدم البنتونايت بشكل محدود في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة الجبسية كالدراسة التي أجراها (1 و 2)، إلا أن سلوك دوال نقل الماء للتربة الجبسية المعاملة بالبنتونايت لم يحظ إلا بالجزء اليسير وتكاد تكون دراسة (3) على بعض دوال نقل الماء الوحيدة في هذا المجال إذ وجد أن إضافة البنتونايت قد حسنت من الصفات الفيزيائية المدروسة وزيادة في قيم معدلات الماء الجاهز. شجعت الدراسات الحالية حول إمكانية استخدام المياه المالحة في التربة الجبسية للمساهمة في سد جزء من الاحتياجات المائية لهذه التربة، وبسبب المشاكل التي تعانيها التربة الجبسية في انخفاض قابليتها على الاحتفاظ بالماء وللسرعة العالية لحركة الماء بسبب ذوبان الجبس العالي في الماء (2.6 غم.لتر⁻¹). لذا أجريت هذه الدراسة بصورة مفصلة لتقويم دوال نقل الماء وعلى شكل سلسلة بحثية أبدأها بالمقدات الرطوبية وقابلية الاحتفاظ بالماء.

تكون حركة الماء في معظم التربة الجبسية معتدلة إلى سريعة عدا عند وجود طبقات جبسية صلبة تعيق حركة الماء. قام (4) بدراسة المقد الرطوبي والمسافتي تقدم جبهة الابتلال ولترتين أحدهما محبة للماء والآخرى غير محبة للماء ووجد أن المحتوى الرطوبي انخفض بشدة على طول مسافة تقدم جبهة الابتلال ما بين موقع تجهيز الماء وموقع جبهة الابتلال وبلغت نسبة الانخفاض 20 - 25 % في حين بلغت نسبة الانخفاض في التربة القابلة للبتلال 10 % وعزا أسباب ذلك إلى انخفاض قدرة التربة غير المحبة للماء على التبلل وانخفاض في عدد المواقع القابلة للابتلال التي يمكن أن يمدص عليها الماء. بين (5) أن زيادة نسب الجبس في التربة تؤدي إلى خفض قابليتها على الاحتفاظ بالماء. وجد (1) أن إضافة البنتونايت أدت إلى تحسين خواص تربة الدور الجبسية وزيادة في قابلية التربة على مسك الماء. بين (6) أن إضافة البنتونايت إلى تربة رملية مزيجة أدى إلى زيادة احتفاظ التربة بالرطوبة وزيادة في نسبة الماء الجاهز، وأوضح (7) أن إضافة البنتونايت إلى تربة الزبير الرملية أدى إلى زيادة في قابليتها على الاحتفاظ بالماء مقارنة بالتربة غير المعاملة. وجد (8) أن إضافة البنتونايت خفضت من ذوبان الجبس وارتبط معدل الانخفاض بمعدل سرعة الماء في فراغات ومسامات التربة والمساحة السطحية النوعية لحبيبات التربة، وأن زيادة نسبة الجبس أدت إلى خفض قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء. وجد (2) أن إضافة البنتونايت بنسبة 2% لتربة ذات محتوى جبسي 12% أدى إلى تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة الجبسية.

ان سلوك التربة مع المياه المالحة يتوقف على خصائصها الفيزيائية في البداية وسعة امتزاز الأيونات وهي بدورها تؤثر في خصائصها الهيدروفيزيائية. توصل (9) إلى أن تقدم جبهة الابتلال وحجم الماء المضاف يزداد مع زيادة التركيز الملحي. وجد (10) أن سرعة تقدم جبهة الابتلال ازدادت مع زيادة المحتوى الجبسي للتربة وأن زيادة التركيز الملحي زاد من سرعة تقدم جبهة الابتلال عند أي مستوى من SAR ولأي محتوى جبسي، فيما انخفضت سرعة تقدم جبهة الابتلال بزيادة SAR إلى 15 عند أي مستوى من EC للتربة ذات المحتوى الجبسي 217.3 غم.كغم⁻¹ في حين لم تؤثر زيادة SAR في التربة ذات المحتوى الجبسي الأكبر، وأوضح أن زيادة المحتوى الجبسي للتربة أدى إلى انخفاض في قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء ونسبة الماء الجاهز.

المواد وطرائق العمل

أخذت عينة تربة من الافق السطحي من موقع جامعة الانبار/الرمادي/العراق ذات محتوى جبسي 482 غم.كغم⁻¹، جففت العينة هوائيا وطحنت ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم. خلطت عينة التربة بالبنتونايت والموصوف من قبل (2) بنسبة 0 و 4 و 8 و 12 % وزنا ثم رطبت العينات لحدود السعة الحقلية وعرضت للتجفيف والترطيب لمدة شهر بعدها جففت هوائيا وطحنت ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم وقدرت بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لها (جدول 1).

حضرت محاليل ملحية مختلفة في قيم الايصالية الكهربائية EC ونسبة الصوديوم الممتز SAR بمزج ملحي NaCl و CaCl₂ بالماء المقطر باستخدام البرنامج الرياضي المعد من قبل (10) للحصول على المحاليل الملحية الاتية:

EC3 SAR8 , EC3SAR16 , EC6SAR8 , EC6SAR16

استخدمت المعادلة المقترحة من قبل (11) وكالاتي :

$$\theta = (\theta_s - \theta_o) [1 + (\alpha\Psi)^n]^{-m} \quad 1$$

لوصف العلاقة بين المحتوى الرطوبي الحجمي والجهد المائي لعينات الترب باستعمال جهاز هنز للشدود الواقعة بين 0.1 و 8 كيلو باسكال وجهاز اقراص الضغط للشدود الواقعة بين 33 و 1500 كيلو باسكال. استخدمت منحنيات الوصف الرطوبي للحصول على ميل العلاقة بين الجهد المائي والمحتوى الرطوبي الحجمي وقد حدد الميل باخذ مشتقة المعادلة 1 وكالاتي:

$$d\theta/d\Psi = -\alpha n m (\theta_s - \theta_o) (\alpha\Psi)^{n-1} [1 + (\alpha\Psi)^n]^{-m-1} \quad 2$$

حيث يمثل $d\theta/d\Psi$ ميل منحنى الوصف الرطوبي والذي ستستخدم قيمه في حساب الانتشارية المائية $D(\theta)$ والايصالية المائية غير المشبعة $K(\theta)$.

جدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة.

أ- الخصائص الفيزيائية.

الصفة	مفصولات التربة		
	الطين	الغرين	الرمل
وحدة القياس	غم.كغم ⁻¹		
الكثافة الحقيقية	ميكاغرام.م ⁻³		
الكثافة الظاهرية	36.58	196.89	766.52
صنف النسجة	Sandy Loam		

ب- الخصائص الكيميائية.

الصفة	الايونات الذاتية				كلس	جبس	مادة عضوية	التوصيل الكهربائي	درجة التفاعل
	كالكسيوم	مغنيسيوم	صوديوم	كبريتات					
وحدة القياس	مليمول.لتر ⁻¹				غم.كغم ⁻¹			ديسي سيمنز.م ⁻¹	
	47.1	9.8	2.3	29.1	33	482	5.7	3.1	7.01

قدر جريان الماء وفقا للطريقة المقترحة من قبل (12) باستعمال عمود مكون من 11 حلقة ذات سمك 4 ملم وقطر داخلي 3.17 سم مصنوعة من الزجاج العضوي Plexiglas. عينت الاعمدة بعينات الترب وبكثافة

ظاهرية 1.35 ميكارام.م⁻³، اضيفت المحاليل المحضرة تحت شد قدره 2 سم (13)، اخذت قياسات تقدم جبهة الابتلال وحجم الماء الممتص مع الزمن وسجل الزمن النهائي لوصول جبهة الابتلال مسافة 20 سم داخل عمود التربة بعدها اوقف تجهيز الماء وقطع العمود الى حلقاته وقدرت الرطوبة الوزنية عند درجة حرارة 60 م⁰ ثم حسبت الرطوبة الحجمية، اجريت القياسات بثلاثة مكررات. احتسب معدل نصف قطر المسام الفعال (Effective Mean Pore Radius, r) وفقا للمعادلة الموصوفة من قبل (14) وكالاتي:

$$r = 4 X_0 I_0 \lambda / f t_0 \gamma \cos \alpha$$

3

X_0 = المسافة الكلية لجبهة الابتلال (سم).

I_0 = عمق غيض الماء الكلي (سم).

λ = لزوجة الماء (غم.سم⁻¹.ثا⁻¹).

f = المسامية.

t_0 = الزمن.

γ = الشد السطحي (داين.سم²).

$\cos \alpha$ = زاوية التماس بافتراض α تساوي صفر.

ويوضح جدول 2 تأثير اضافة البنتونايت في بعض الخصائص الفيزيائية.

استخدم البرنامج الرياضي Excel في رسم المقدرات الرطوبية (العلاقة بين المحتوى الرطوبي الحجمي ومسافة تقدم جبهة الابتلال) ولجميع المعاملات، استخدم البرنامج الرياضي Sigma Plot في حساب ثوابت معادلة Van Genuchten للحصول على افضل تطابق Fitting بين المحتوى الرطوبي الحجمي وجهد الماء.

منسّق: المسافة البادئة: السطر الأول:
1.4 سم

منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
وغيرها: 10 نقطة

جدول (2) تأثير اضافة البنتونايت في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة الجبسية.

بنتونايت %				وحدة القياس	الصفة
12	8	4	0		
2.42	2.41	2.40	2.32	ميكارام.م ⁻³	الكثافة الحقيقية
0.4428	0.4421	0.4375	0.4181	%	المسامية
0.4382	0.4170	0.3751	0.3599	م ³ م ⁻³	الرطوبة الحجمية عند جهد مائي 0
0.2470	0.2023	0.1640	0.1260		الرطوبة الحجمية عند جهد مائي 330 كيلوباسكال
0.1446	0.1198	0.0964	0.0640		الرطوبة الحجمية عند جهد مائي 1500 كيلوباسكال
2.771	3.051	3.693	5.54	مايكرومتر	معدل نصف قطر المسام الفعال

منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
وغيرها: 10 نقطة

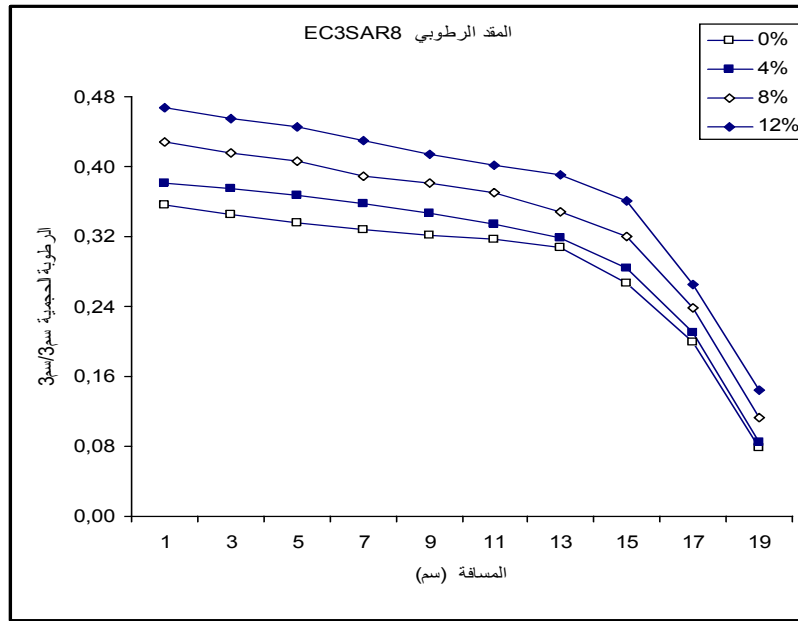
النتائج والمناقشة

يوضح شكل 1 المقدرات الرطوبية لتربة جبسية معاملة بالبنتونايت وبنسبة 0 و 4 و 8 و 12 % وزنا حيث يظهر الشكل ان المقد الرطوبي تطور مع الزمن اذ انخفض المحتوى الرطوبي الحجمي مع زيادة المسافة ولجميع المعاملات وبلغت اعلى قيمة للمحتوى الرطوبي الحجمي 0.3568 و 0.3806 و 0.4282 و 0.4677

منسّق: المسافة البادئة: السطر الأول:
1.4 سم

سم³ سم⁻³ قرب موقع تجهيز الماء للمعاملات 0 و 4 و 8 و 12 % على التوالي، اذ يلاحظ ان المحتوى الرطوبي الحجمي تفوق على المسامية للمعاملة 12 % (جدول 2) وقد يعود هذا الى مساهمة البنتونايت في زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، ويبين الشكل ان سرعة تقدم جبهة الابتلال انخفضت بنسبة 75 و 21 و 32 % مع زيادة نسبة البنتونايت المضافة الى 4 و 8 و 12 % على التوالي، تمتلك الترب الجبسية قدرة عالية على التبلل وحجوم مسامات واسعة يضاف الى ذلك نوبان عالي للجبس مما يسبب زيادة في سرعة حركة الماء خلالها، لقد ادى اضافة البنتونايت الى انخفاض في سرعة حركة الماء من خلال تقليبه لمعدل نصف قطر المسام الفعال (جدول 2) وبالتالي انخفاض في مساحة مقطع الجريان الناقل للماء الذي ادى الى انخفاض في سرعة حركة الماء داخل عمود التربة.

منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
وغيرها: 10 نقطة



شكل (1) المقدرات الرطوبة لتربة جبسية معاملة بالبنتونايت .

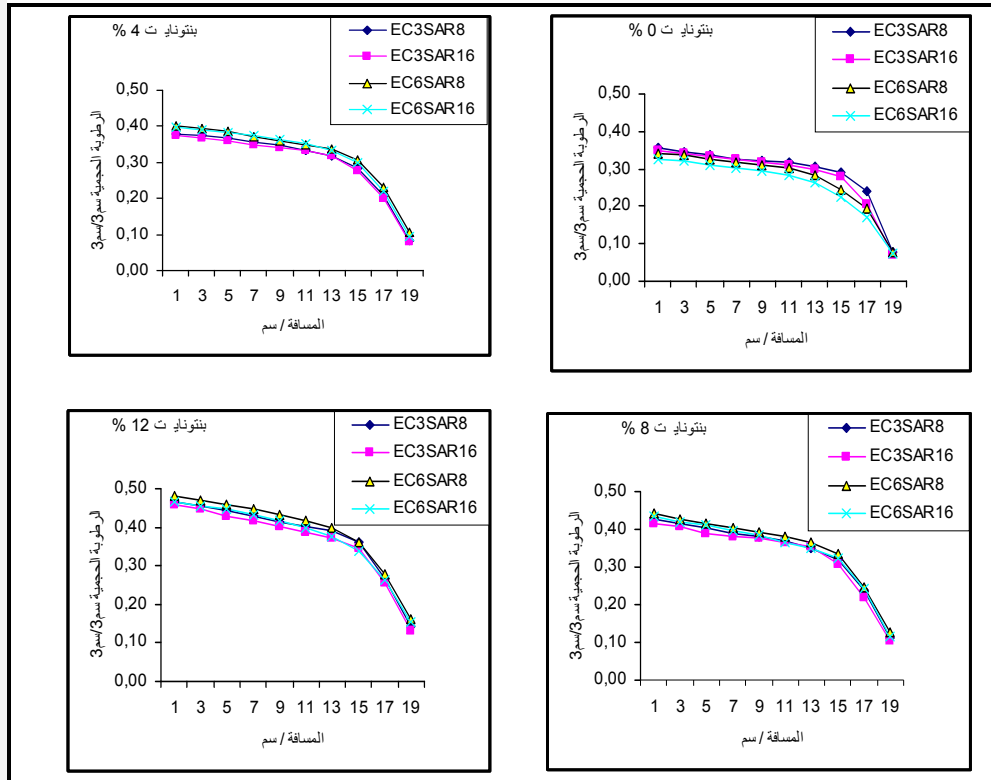
منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
وغيرها: 10 نقطة

منسّق: المسافة البادئة: السطر الأول:
1.4 سم

يوضح شكل 2 تاثير استخدام مياه مالحة في المقدرات الرطوبة لتربة جبسية معاملة بالبنتونايت، يظهر الشكل انخفاض المحتوى الرطوبي الحجمي مع زيادة المسافة وحصول انخفاض شديد عند مقدمة جبهة الابتلال ولجميع المعاملات كما يبين الشكل ان زيادة مستوى EC عند أي مستوى SAR ادى الى زيادة في سرعة تقدم جبهة الابتلال اذ انخفض زمن وصول جبهة الابتلال مسافة 20 سم داخل عمود التربة الاقي، فيما ادى زيادة SAR عند أي مستوى من EC الى زيادة في سرعة تقدم جبهة الابتلال عند المعاملة 0 و 4 % بنتونايت بينما انخفضت سرعة تقدم جبهة الابتلال مع زيادة مستوى SAR عند أي مستوى من EC للمعاملة 8 و 12 % بنتونايت، ويوضح جدول 3 ان اضافة البنتونايت واستعمال مياه مالحة أثرت معنوياً في عمق الماء المغاض وزمن بلوغ جبهة الابتلال مسافة 20 سم داخل عمود التربة الاقي اذ ازداد عمق الماء الممتص وانخفض الزمن معنوياً مع زيادة البنتونايت ومستوى EC و SAR عند أي مستوى من البنتونايت فيما سببت زيادة مستوى SAR الى زيادة عمق

الماء الممتص وزيادة في زمن بلوغ جبهة الابتلال مسافة 20سم داخل عمود التربة عند اضافة البنتونايت بنسبة 8 و 12 % كما تشير الى ذلك قيم L.S.D .

لقد ادت اضافة البنتونايت الى الحد من سرعة الماء داخل التربة الجيسية من خلال خفضه لذويان الجبس (8) وان زيادة سرعة تقدم جبهة الابتلال مع زيادة ملوحة المياه المضافة يعود إلى زيادة في التبادل الكاتيوني بين محلول التربة ومعقد التبادل سواء لايونات الكالسيوم او الصوديوم، اما زيادة SAR فتعني زيادة في ملح NaCl في المحلول المائي المضاف والذي يؤدي الى زيادة في ذويان الجبس ،زيادة تركيز الصوديوم يسبب خفض في معامل الفعالية Activity Coefficient للكالسيوم والكبريتات مما يسبب زيادة في ذويان الجبس للمحافظة على ثابت التوازن (15) وبالتالي يؤدي الى زيادة في سرعة حركة الماء داخل التربة بسبب الفراغات التي يحدثها ذويان الجبس كما حصل في المعاملتين 0 و 4 % بنتونايت بينما حصل في المعاملتين 8 و 12 % بنتونايت انخفاض في سرعة حركة الماء مع زيادة SAR بسبب حصول ظاهرة التمدد والتشنت بسبب زيادة ايونات الصوديوم لوجود نسبة من الطين وبالتالي تحطيم البناء وهذا يتوافق مع ما وجدته (16 و 17).



شكل (2) تأثير استخدام مياه مالحة في المقدرات الرطوبة لتربة جيسية معاملة بالبنتونايت.

جدول (3) تأثير إضافة البنتونايت ومستوى EC و SAR في العمق الكلي للماء الغائض وزمن وصول جبهة الابتلال مسافة 20 سم داخل عمود التربة الافقي.

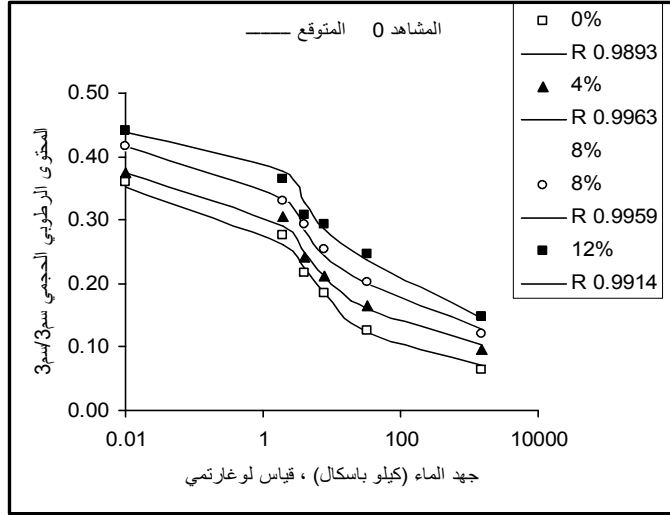
EC				SAR	بنتونايت
6		3			
t دقيقة	I سم	t دقيقة	I سم		
31	4.7	40	5.0	8	% 0
28	4.3	35	4.6	16	
74	6.5	70	6.1	8	% 4
65	5.6	58	5.2	16	
92	7.5	85	6.8	8	% 8
106	7.9	100	7.2	16	
120	9.4	112	8.6	8	% 12
130	9.9	123	8.9	16	
		SAR	EC	بنتونايت	L.S.D _{0.01}
		0.1351	0.1351	0.1911	I
		1.377	1.377	1.947	t

منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
وغيرها: 10 نقطة

منسّق: المسافة البادئة: السطر الأول:
1.4 سم

يوضح شكل 3 منحنيات الوصف الرطوبي لتربة جيسية معاملة بالبنتونايت حيث يلاحظ حصول افضل تطابق بين القيم المشاهدة والمتوقعة باستخدام معادلة Van Genuchten كما تشير الى ذلك قيم R^2 اذ كانت عالية المعنوية، لقد انخفضت قيم المحتوى الرطوبي الحجمي مع زيادة جهد الماء ولجميع المعاملات. ويبين الشكل 3 كذلك وجود تباين بين منحنيات الوصف الرطوبي باختلاف نسبة البنتونايت المضافة حيث يلاحظ حصول تغيرات مهمة في حجم الماء الممسوك عند الشدود المختلفة عند اضافة البنتونايت اذ ازداد حجم الماء الممسوك مع زيادة البنتونايت المضاف عند أي جهد مائي فعلى سبيل المثال بلغ حجم الماء الممسوك عند جهد مائي 33 كيلو باسكال 0.1260 و 0.1640 و 0.2023 و 0.2470 سم³ سم⁻³ للمعاملات 0 و 4 و 8 و 12 % بنتونايت على التوالي. يظهر الشكل 4 وجود علاقة ارتباط خطية موجبة عالية المعنوية بين المحتوى الرطوبي الحجمي ونسبة البنتونايت المضاف عند شد 33 و 1500 كيلو باسكال وكذلك بين كمية الماء المحصورة بين شد 33 و 1500 كيلو باسكال ونسبة البنتونايت المضاف. إن إضافة البنتونايت حسنت من خواص التربة الفيزيائية من خلال تقليله لمعدل نصف قطر المسام الفعال، يمتلك البنتونايت قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء لاحتوائه على نسبة عالية من طين المونتموريلينايت (2) لذا فان زيادة نسبة البنتونايت المضافة زادت من قابلية التربة الجيسية على الاحتفاظ بالماء (1).

منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
وغيرها: 10 نقطة، (العربية وغيرها) العربية
(العراق)

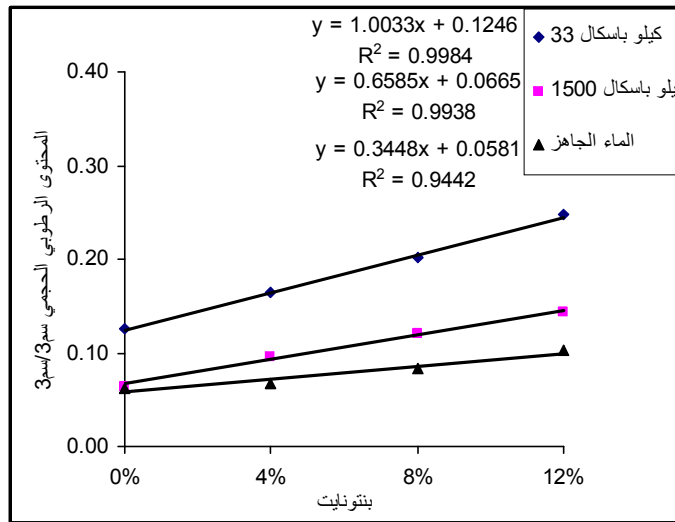


شكل (3) منحنيات الوصف الرطوبي لتربة جيبسية معاملة بالبنتونايت.

منسّق: المسافة البادئة: السطر الأول:
1.4 سم

ان قابلية الترب الجيبسية على الاحتفاظ بالماء منخفضة بسبب ضعف قابلية دقائقها على التجمع لضعف قوى التماسك التي تجذب الدقائق الى بعضها البعض (18)، لذا فعند اضافة البنتونايت الى التربة الجيبسية قلل من معدل نصف قطر المسام الفعال وساهم في زيادة قدرة دقائق التربة الجيبسية على التجمع مما زاد من نسبة الماء الجاهز لهذه التربة. لقد ادت اضافة البنتونايت الى زيادة المسامية الكلية، ان المحتوى المائي للتربة يعتمد على المسامية الكلية وعلى توزيع حجوم المسام وقد يحصل تغير في توزيع حجوم المسام وزيادة في عدد المسامات الصغيرة مع اضافة البنتونايت.

منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
وغيرها: 10 نقطة



شكل (4) تأثير اضافة البنتونايت في المحتوى الرطوبي الحجمي وكمية الماء الجاهز.

منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
وغيرها: 10 نقطة

المصادر

منسّق: الخط: 10 نقطة، خط اللغة العربية
ومغيرها: 10 نقطة

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

منسّق: المسافة البادئة: قبل: 0 سم،
معلقة: 1.8 سم

- 1-القيسي، عبد الوهاب عبد الرزاق. 1983. تأثير اضافة البنتونايت على بعض خواص تربة الدور الجبسية ونمو النبات. رسالة ماجستير -قسم التربة-كلية الزراعة-جامعة بغداد.
- 2-النجم، حذيفة جاسم محمد. 2005. تأثير بعض محسنات التربة تحت نظام الري بالتنقيط في بعض الخصائص الفيزيائية لتربة الدور الجبسية ونمو محصول البطاطا. رسالة ماجستير -قسم التربة-كلية الزراعة-جامعة الانبار.
- 3-شهاب، رمزي محمد. 1997. تغيير خصائص انتقال الماء والمذاب في تربة جبسية باضافة زيت الوقود والبنتونايت. اطروحة دكتوراة-قسم التربة-كلية الزراعة-جامعة بغداد.
- 4-DeBano, L.F. 1971. The effect of hydrophobic substances on water movement in soil during infiltration. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35:340-343.
- 5-البرزنجي، عبد العزيز و قاسم احمد سليم وبثينة وديع منصور. 1986. الصفات الكيميائية والفيزيائية والمعدنية للتربة الجبسية وتأثيرها على المنشآت الزراعية. 4-6 تشرين الثاني. وزارة الري-بغداد-العراق.
- 6-Gupta, J.P. and R.K. Aggrarwal. 1980. Soil physical properties and nitrogen mineralization as affected by bentonite. Agrochimica. 24:416-423.
- 7-صالح، رعد عمر. 2000. تأثير اضافة البنتونايت على بعض صفات تربة الزبير الرملية ونمو نبات البصل. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 31(1): 561-566.
- 8-Shihab, R.M.; A.N. Al-Ani. and A.A. Fahad. 2002. Dissolution and transport of gypsum in gypsiferous soil treated with fuel oil and bentonite. Emir. J. Sci. 14:01-07.
- 9-Verma, S.K.; K. Ram; and R.A. Sharma. 1987. Hydraulic properties of sodic soil as modified by quality of irrigation water. J. Ind Soc. Sci. 35:1-4.
- 10-الخطيب، بسام الدين الخطيب هشام. 2006. تأثير المحتوى الجبسي للتربة ونوعية المياه في بعض دوال نقل الماء. اطروحة دكتوراة-قسم علوم التربة والمياه-كلية الزراعة-جامعة الانبار.
- 11-Van Genuchten, M.T. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:892-898.
- 12-Bruse, R.R.; and A. Klute. 1956. The measurement of soil moisture diffusivity. Soil Sci/Soc. Am. Proc. 20:458-462.
- 13-Nielsen, D.R.; J.W. Biggear; and J.M. Davidson. 1962. Experimental consideration of diffusion analysis in unsaturated flow problems. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 26:107-111.
- 14-Aoda, M.I. and D.R. Nedawi. 1997. Water transmission parameters as affected by bulk density during horizontal infiltration into loam soil. Iraqi J. Agric. Sci. 28(2).
- 15-FAO, 1989. Water quality for agriculture Irrigation and drainage paper 29 Rev. FAO. Rome. 174p.
- 16-Aodea, M.I.; D.R. Nedawi; and I.A. Abdel-Rassul. 1993. Salt effects on the water transport function in an unsaturated soil. Iraq. J. Agric. Sci. 24(1):20-29.
- 17-الحديثي، عصام خضير وداخل راضي نديوي وبسام الدين الخطيب هشام. 2001. دوال نقل الماء ومنحنيات الوصف الرطوبي لثلاث تربة عراقية مختلفة تحت تأثير التركيز الملحي ونسبة الصوديوم. المجلة العراقية لعلوم التربة. مجلد 1. عدد 2 : 235-246.
- 18-FAO, 1990. Management of gypsiferous soils. Soils Bulletin 62. FAO. Rome, Italy.