مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

Study of the changes of the content and the level of the ground water and physical and hydrodynamic properties in Boka farm

Dr. Jihad Ibrahim[1]
Gina Skef**

(Received 23 / 1 / 2016. Accepted 20 / 7 /2017)

□ ABSTRACT □

The study of ground water in the heavy clay soil which is scattered in the Syrian coast showed that the ground water level depth ranged from 88-144 cm during the year

2015-2016. It also showed that the ground water content of calcium, sodium and Magnesium was good and the SAR, R.S.P values were within the normal limits for the water to irrigate the plants. As the unsaturated hydraulic conductivity of the infrastructure soil layers is ranged between 0.11-.00052 m \ Day at the moistness values pF were between 1.3 - 3.51, and the largest air porosity was from 10 microns outside the harmful border for the growth of the plants to a depth of 60 cm and the pores that contain available water decrease with the increasing of depth from 13.52 to 10. 27, as the values of the hydraulic constants of the soil were (d= 1.0153, c= 464.3 , b= 10.142 a= 0.0083) and they are the constants which give good indications of the possibilities to use the ground water.

Keywords: the depth of ground water , hydraulic conductivity of unsaturated soil , hydraulic diffusivity , moisture retention , capillarity , piezometer.

[1]***Proffesor, Department of Soil and water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
****** Postgraduate Student, Department of Soil and water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria** .

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

دراسة تغيرات محتوى ومستوى الماء الأرضي وخصائص التربة الفيزيائية والهيدروديناميكية في تربة مزرعة بوقا

الدكتور جهاد ابراهيم[2]*
جينا اسكيف **

(تاريخ الإيداع 23 / 1 / 2016. قبل للنشر في 20 / 7 / 2017)

□ ملخّص □

أظهرت الدراسة التي أجريت على تغيرات محتوى ومستوى الماء الأرضي في تربة طينية منتشرة في الساحل السوري أن عمق مستوى الماء الأرضي تراوح بين 88–144سم خلال العام 2015–2016.كما تبين أن محتوى الماء الأرضي من الكالسيوم والمغنيزيوم كان جيداً وأن قيم SAR وR.S.P كانت ضمن الحدود الطبيعية لصلاحية المياه لري النباتات. كما تراوح معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع لطبقات التربة التحتية الناقلة بين –0.00052 0.11 م/يوم عند قيم شد رطوبيpF بين 1.3–3.51، وكانت المسامية الهوائية الأكبر من 10ميكرون خارج الحدود الضارة لنمو النبات حتى العمق 60سم والمسامات التي تحوي ماء متاح تقل مع زيادة العمق من 10.27إلى13.52 كما بلغت قيم الثوابت الهيدروديناميكية للتربة(d=–1.0153 , c=464.3 , b=–10.142 , a=0.0083) وهي ثوابت تعطي مؤشرات جيدة لإمكانية الاستفادة من الماء الأرضي الصاعد بالخاصة الشعرية.

الكلمات المفتاحية : مستوى الماء الأرضي _ معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع _ الانتشارية الهيدروليكية _ الشد الرطوبي _ الخاصة الشعرية _ البيزومتر.

* أستاذ – قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** طالبة دراسات عليا(ماجستير) – قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة– جامعة تشرين–اللاذقية – سورية.

مقدمة :

التربة هي خليط معقد يتألف من مكونات معدنية وعضوية مرتبة بشكل هندسي وفق تداخلات فيزيائية وكيميائية ضمن منظومة معقدة، مؤلفة من أطوار عدة هي الطور الصلب والطور السائل و الطور الغازي والطور الحيوي، والذي يجعل هذه المنظومة أكثر تعقيدا هو حاجة النبات الى التنفس باستمرار في الوقت الذي يجب أن تكون فيه رطوبة التربة مناسبة لامتصاص الماء والعناصر الغذائية، أي أن النبات يتطلب حالة فيزيائية مناسبة خلال مراحل نموه، حيث أن الحالة الفيزيائية هي المسؤولة عن عمليات نقل وتخزين العناصر الغذائية داخل قطاع التربة حسب (Guber, 2007) ، من هنا تأتي أهمية التوازن بين الطورين السائل والغازي ضمن هذه المنظومة، حيث أن سيادة الطور الغازي على الطور السائل تعني نقص المحتوى الرطوبي، وبالتالي انخفاض معدلات امتصاص الماء والعناصر الغذائية من قبل النبات وسيادة الطور السائل تعني نقص المبادلات الغازية بين الوسط الخارجي والتربة وحدوث نقص في الأوكسجين اللازم لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية.

ومن أجل الحفاظ على رطوبة مناسبة في منطقة انتشار المجموع الجذري يجب إضافة الماء إلى التربة خاصة خلال فترات انحباس الأمطار، وتكون الإضافة المائية إما عن طريق الري أو عن طريق الاستفادة من الماء الصاعد بالخاصة الشعرية من مستوى الماء الأرضي ولكنه يحتاج إلى تقنيات ودراسات فيزيائية وهيدروديناميكية للتربة لكي يحقق الغاية المرجوة منه .

ونظرا لانحباس الأمطار فترة طويلة في المناطق الجافة وشبه الجافة وعدم انتظام توزيعها خلال العام تم التفكير بتنظيم مستوى الماء الأرضي بهدف صرف الماء الزائد عن السعة الحقلية في منطقة انتشار المجموع الجذري مع إمكانية الاستفادة القصوى من هذا الماء بوصفه مخزوناً مائياً في التربة لتأمين كلي أو جزئي لاحتياجات النبات المائية، الأمر الذي يلعب دوراً كبيراً في توفير مياه الري واقتصاديات المياه .

الدراسة المرجعية:

تهدف الكثير من الدراسات إلى تحسين خصائص التربة الفيزيائية، الكيميائية، الحيوية وتؤكد على التوازن بين أطوار التربة المختلفة ولكي يحصل هذا التوازن يجب ان يشكل الطور الصلب 50%والطور السائل 25% والطور الغازي 25%حسب (Hillel, 1980).

وأشار Ellington (1984) إلى أن الماء الزائد عن السعة الحقلية في منطقة انتشار المجموع الجذري خلال فصل الشتاء يؤدي إلى نقص إنتاج المحاصيل بمقدار 50% وتقدر الخسارة السنوية الناتجة من ذلك في المحاصيل الحولية والمراعي بحوالي 10 مليون دولار في استراليا.

وكذلك الحال بالنسبة لأشجار الحمضيات التي تعتبر من أكثر الأشجار حساسية للاختناق وتحتاج إلى اتربة ذات نفوذية كبيرة حتى تستطيع جذورها أن تنمو بشكل جيد (نحال، 1964). بحيث يجب أن لا يزيد مستوى الماء الأرضي عن 1.2م وتعد الخصائص الفيزيائية للتربة أهم من الخصائص الكيميائية بالنسبة لشجرة الحمضيات ومن هنا تأتي أهمية المحافظة على حالة بنائية جيدة في قطاع التربة خلال مراحل نمو النبات المختلفة بالإضافة إلى خلق حالة توازن دائم بين الطورين السائل والغازي (Lieberoth, 1982)و(Burk ***et al***, 1986) و(Noling, 2003)

كما وجد Muller (1985) أن حجم المسامات الكلية في التربة أحد الصفات الفيزيائية الهامة لان النظام المسامي يعبر عن الحالة البنائية للتربة ودرجة انضغاطها. الا أن توزيع هذا النظام المسامي وتحديد حجم المجموعات

المسامية المختلفة حسب أقطارها يعد العامل المحدد لمدى فعالية عمليات النقل والتخزين داخل قطاع التربة والتي تؤثر على تغذية النبات (Hartge and Horn, 1991).

ويعرف الماء الأرضي أنه الماء الموجود في مسامات التربة المشبعة والمتجمع فوق طبقة كتيمة اسفل طبقات هذه التربة وهو ناتج عن ارتشاح الماء من السطح الى الاسفل عند تدرجات هيدروليكية اكبر من الواحد. ويتأثر ارتشاح الماء بعوامل عديدة منها المادة العضوية حيث أشار MacRae and Mehuys (1985) أن للمادة العضوية تأثير ايجابي فعال على ارتشاح الماء في التربة وهذا التأثير يعود بشكل أساسي الى انخفاض الكثافة الظاهرية وتحسين الثباتية والبناء. مع الإشارة أن مستوى الماء الأرضي هو المستوى الذي عنده تكون التربة مشبعة تماما بالماء كما أن مستوى هذا الماء يتغير باستمرار حسب السنة والفصول والأشهر والهطولات المطرية حيث أن ارتفاعه إلى حد معين قد يسبب مشاكل منها نقص التهوية وسوء امتصاص الماء والعناصر الغذائية وينعكس ذلك سلبا على فسيولوجية النبات ونشاط الكائنات الحية الدقيقة كما أن الانخفاض الكبير في مستواه يؤدي لانخفاض كمية الماء الصاعدة بالخاصة الشعرية وبالتالي انخفاض كفاءة الاستفادة منه كمخزون مائي –هام في التربة ومن هنا تتضح أهمية تنظيم مستواه عن طريق شبكات الصرف بحيث لا يسمح لمستواه أن يصل لمنطقة انتشار المجموع الجذري بل يجب تنظيمه ليحافظ على مستوى معين.

كما وجد Leed-Harison (2006) أن السيطرة على مستوى الماء الأرضي يوفر20% من ماء الري ويمكن الاستفادة من الماء الأرضي بشكل كبير عند توضعه على عمق 0.5–1.5م وذلك تيعا لنوع التربة ونوع النبات (Scheffer and Schachtschabel, 1998; Muller, 1985).

ولتنظيم مستوى الماء الأرضي ومعرفة كمية الماء الصاعدة من مستوى الماء الأرضي بالخاصة الشعرية إلى منطقة انتشار المجموع الجذري نحتاج لدراسة هيدروديناميكية للتربة وتحديد الثوابت الهيدروديناميكية وهنا يلعب معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة غير المشبعة الدور الأكبر في معرفة مدى مساهمة الماء الأرضي في تأمين احتياجات النبات المائية . حيث تتم في التربة غير المشبعة معظم التفاعلات الحيوية والكيميائية بالإضافة إلى امتصاص الماء والعناصر الغذائية وعملية التبادل الغازي ونشاط الكائنات الحية الدقيقة .لذلك تسمى طبقة التربة غير المشبعة بالطبقة النشطة حسب (Tiemeyer ***et al***, 2005).

وتبرز أهمية دراسة حركة الماء في التربة غير المشبعة أن لها أهمية كبيرة خاصة في فترات الجفاف عند انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة في منطقة انتشار المجموع الجذري نتيجة انحباس الأمطار وعلى الأخص في الأتربة التي تحتوي ماء أرضي ذات ملوحة منخفضة، حيث أن الماء الأرضي يمكن أن يساهم في تأمين جزء من احتياجات النبات المائية حيث يمكن أن يصل الماء الذي يزود بالخاصة الشعرية إلى 40–50% في بعض أنواع الترب (Kowalik, 2006)، تتوقف هذه المساهمة على عمق الماء الأرضي وعلى الناقلية المائية غير المشبعة لطبقة التربة المتوضعة فوق مستوى الماء الأرضي وأسفل منطقة الجذور، كما أن قيمة الناقلية في هذه الطبقة تتأثر بنوع التربة وتوزيع النظام المسامي فيها بالإضافة إلى قيمة الشد الرطوبي (مطر، 1983)، أي أن صعود الماء بالخاصة الشعرية في الترب التي تحوي على ماء ارضي يحدث لارتفاع معين يختلف حسب نوع التربة والخصائص الفيزيائية للطبقة الناقلة ومن هنا تأتي أهمية دراسة هذه الطبقة (نحال، 1964).

وقد أشار Scheffer and Schachtschabel (1998) إلى أن انخفاض معامل التوصيل غير المشبع يعني انخفاض كفاءة الماء القابل للامتصاص من قبل النبات ويرافق ذلك تأثر الإنتاج سلباً فينخفض الانتاج لأن الجذور

ستبذل جهد كبير للوصول إلى الماء الموجود في الطبقات التحتية عندما تكون سرعة تحرك الماء باتجاه الجذور ضعيفة كما بين Williams وآخرون (1971) أن معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع و الجهد الشعري للتربة يؤثران وبشكل واضح و كبير على نسبة الإنبات في كثير من المحاصيل الزراعية ومنها الملفوف كما ويتأثر هذا المعامل كثيراً بحجم المسامية الكلية وخاصة حجم المسامات التي قطرها أكبر من 10 ميكرون (Suleiman and Ritchie, 2001).

أشار Schindler (1982) أنه يمكن من خلال تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع وجهد الماء في التربة معرفة كمية الماء الصاعدة بالخاصة الشعرية وإلى أي ارتفاع تصل إليه هذه الكمية عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي وهذا له دور كبير في تحديد المقننات المائية وتحديد مدى الحاجة للري في تربة ذات مستوى ماء أرضي على عمق معين بالإضافة إلى إمكانية تنظيم مستوى الماء الأرضي ومنعه من الارتفاع إلى الحدود الضارة لنمو النبات.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في دراسة إمكانية الاستفادة من الماء الأرضي كمصدر للتغذية المائية للنبات وخاصة أنه يحتوي على الكثير من العناصر الغذائية وغالبا ذو ملوحة منخفضة في الساحل السوري وبالتالي يهدف هذا البحث الى:

1. تحديد نوعية الماء الارضي الذي يعتبر من أهم المؤشرات الدالة على إمكانية الاستفادة منه.
2. دراسة الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية للتربة المتأثرة بالماء الأرضي.
3. تحديد الثوابت الهيدروديناميكية للتربة وتحديد معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع.

طرائق البحث و مواده:

نفذ البحث في أحد مواقع الساحل السوري – محافظة اللاذقية – مزرعة بوقا – حقل حمضيات حيث تم وضع جهاز بيزو متر في التربة لمراقبة تغيرات مستوى الماء الأرضي وهو عبارة عن اسطوانة معدنية قطرها 1.25 إنش وطولها مترين مثقبة حتى عمق 1 م تزرع في التربة حتى عمق 1.5م وذلك بعد الحفر بأوغر قطره أكبر بقليل من قطر البيزومتر وذلك بعد لف الثقوب بقطعة من الخيش لمنع دخول الأوساخ كما تغطى من الأعلى بغطاء من الكاوتشوك لمنع دخول مياه الأمطار وتمت مراقبة مستوى الماء الأرضي بشكل دوري باستخدام متر خشبي يتم إدخاله داخل البيزومتر لتحديد عمق الماء الأرضي كما تم أخذ عينات منه باستمرار وتحليلها في المخبر.

تم أخذ عينات تربة غير مخربة البناء من الأعماق (0 –20 ، 20–40 ، 40– 60) سم بواسطة اسطوانات معدنية ارتفاعها 10سم وقطرها 5.65 سم لتحديد الانتشارية الهيدروليكية كما اخذت عينات صغيرة حجمها 100 سم^3 ارتفاعها 4 سم لتحديد منحنى الشد الرطوبي والثوابت المائية كما أخذت ايضا عينات مخربة البناء لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة . أما العينات المأخوذة لتحديد الانتشارية الهيدروليكية بطريقة الهواء الساخن (Hot-air-method) (Arya, 1975; Arya, 2006) نقلت إلى المخبر وتم اشباعها بالماء ثم تعريضها لتيار من الهواء الساخن حرارته 220 درجة مئوية باستخدام فرد هواء حيث يعمل هذا الهواء على خلق تدرجات هيدروليكية عالية جدا في العينة تؤدي لتحرك الماء نحو الأعلى وتستمر هذه العملية فترة زمنية من (20–30) دقيقة

بحيث تكون الطبقة السطحية جافة تماما وأسفل العينة مازال قريب من الإشباع . يبين جدول النتائج التي أجريت على عينات التربة لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

الجدول 1 يوضح نتائج بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لموقع التجربة

العمق (سم) / التحليل	0 –20	20 – 40	40 – 60	الطريقة المتبعة في التحليل
نسبة الطين %	53.70	54.05	57.31	طريقة الماصة حسب kohn
نسبة السلت %	22.55	21.49	21.54	
نسبة الرمل %	23.75	24.46	21.15	
نوع التربة	T	T	T	حسب التصنيف الألماني
نسبة المادة العضوية%OM	3.947	3.089	2.80	طريقة الهضم الرطب
كربونات الكالسيوم الكلية %	61.25	63.75	60%	طريقة المعايرة
كربونات الكالسيوم الفعالة %	21.5	21	23%	طريقة دورينو
CEC سعة التبادل الكاتيوني م . م/100غ تربة	29.5	28	27.5	طريقة خلات الصوديوم
الكثافة الظاهرية (غ/سم^3)	1.19	1.26	1.35	طريقة الاسطوانات
الكثافة الحقيقة (غ/سم^3)	2.6	2.61	2.62	البكنومتر
السعة الحقلية % حجماً	34.94	36.86	34.84	جهاز الضغط الغشائي
نقطة الذبول الدائم %حجماً	21.42	24.19	24.57	جهاز الضغط الغشائي

يلاحظ من (الجدول1) ان التربة المدروسة تربة طينية ثقيلة حسب التصنيف الألماني وأن خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في الأعماق الثلاثة شبه متجانسة حيث تراوحت نسبة الطين بين 53.70 – 57.31% ونسبة السلت بين 21.49 – 22.55% ونسبة الرمل بين 21.15 – 24.46% كما أن نسبة المادة العضوية تنخفض مع العمق حيث بلغت 3.947% في العمق 0–20 سم وبلغت 3.089% في العمق 20–40 سم وبلغت 2.80% في العمق 40–60 سم وهي نسب جيدة لأنها تقع ضمن المجال المتوسط 2–4%حسب (Pagel, 1982). أما نسبة كربونات الكالسيوم الكلية فكانت عالية حيث تراوحت بين 60 – 63% وكذلك الكلس الفعال تراوح بين 21 – 23% وبلغت الكثافة الحقيقة 2.6 غ/سم^{3}في الأعماق الثلاثة وتراوحت الكثافة الظاهرية بين 1.19 – 1.35 غ/سم^3 وتراوحت السعة الحقلية بين 34.84 – 36.86% حجماً ونقطة الذبول الدائم بين 21.42 – 24.57% حجماً.

كما تم أخذ قيم الهطولات المطرية خلال فترة الدراسة من محطة رصد بوقا المتواجدة في منطقة الدراسة وتم توضيحها في (الجدول2):

الجدول 2 يبين الهطولات المطرية (ملم) خلال فترة التجربة

الشهر	الهطولات 2016	الهطولات2015
كانون الثاني	140.2	191
شباط	48.8	368.3
اذار	98.9	73.9
نيسان	20.9	115.1
أيار	–	8.8
حزيران	–	18
تموز	–	1
آب	–	0
أيلول	–	7.3
تشرين الأول	–	91.8
تشرين الثاني	–	28.1
كانون الأول	–	38.1
المجموع	308.8	941.1

يلاحظ من (الجدول 2) أن الهطولات المطرية كانت خلال كانون الثاني _ شباط – آذار– نيسان لعام 2016 140.2 ، 48.8 ،98.9 ، 20.9 على التوالي وهي أقل من كمية الهطولات لنفس الأشهر للعام 2015 ماعدا شهر آذار حيث بلغت كمية الهطولات خلال هذا الشهر 98.9 في عام 2016 في حين بلغت 73.9 ملم خلال العام 2015 كما ان كمية الهطولات الكلية خلال الفترة المدروسة في العام 2016 بلغت 308.8 ملم وهي منخفضة مقارنة مع كمية الهطول الكلية لنفس الفترة للعام 2015 والتي بلغت 748.3 ملم وهذا هو السبب في انخفاض مستوى الماء الأرضي للعام 2016.

وتم تحديد حجم المجموعات المسامية للتربة المدروسة باستخدام جهاز الضغط الغشائي وبالاعتماد على العلاقات التالية:

$$PV\% > 50\mu m = PV\% - Wvol.\ pF1.8$$

$$PV\% > 10\mu m = PV\% - Wvol.\ pF2.5$$

$$PV\%\ (10-50)\mu m = Wvol.\ pF1.8 - Wvol.\ pF2.5$$

$$PV\%\ (0.2-10)\mu m = Wvol.\ pF2.5 - Wvol.\ pF4.2$$

$$PV\% < 0.2\mu m = Wvol.\ pF4.2$$

$$PV\% = \left(1-\frac{\varrho d}{\varrho s}\right).100$$

حيث ϱd : الكثافة الظاهرية للتربة

ϱs : الكثافة الحقيقة للتربة

PV% : حجم المسامية الكلية

Wvol. pF1.8 : الرطوبة الحجمية عند pF1.8 pF : الشد الرطوبي

كما تم تحديد منحنيات الشد الرطوبي باستخدام جهاز الضغط الغشائي وذلك بتطبيق ضغوط متزايدة بدءاً من الضغط pF1.8 و pF2 و pF2.5 و pF3 و pF3.5 و pF4.2 وهذه الطريقة مجهدة وتحتاج لوقت طويل عدة أشهر وذلك باستخدام اسطوانات تربة ارتفاعها 4 سم مع الإشارة أن هذه الطريقة تعتبر من أكثر الطرق دقة لتحديد منحني الشد الرطوبي حيث يتم حساب المحتوى الرطوبي عند مستويات شد رطوبي مختلفة وتم تحديد متوسطات الرطوبة المقابلة لها وأدخلت إلى الحاسب فكانت العلاقة بين ψ و θ من الشكل:

$$\psi = a\ \theta^{b}$$

وهي تمثل الشكل الأكثر استخداماً من قبل العديد من الباحثين ومنهم (Gardner ***et al*** 1970).

أما الانتشارية الهيدروليكية فتم تحديدها اعتماداً على العلاقات التالية:

انطلاقا من علاقة دارسي $q = -K\frac{\partial \varphi}{\partial x}$

ومن معادلة الاستمرار $\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{\partial q}{\partial x}$

ينتج لدينا علاقة ريتشارد $\Rightarrow \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}[K(\varphi).\frac{\partial \varphi}{\partial x}]$

ولدينا $\mathcal{D}_{(\theta)} = \frac{K(\varphi)}{\frac{\partial \theta}{\partial \varphi}}$

$$\Rightarrow \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\mathcal{D}_{(\theta)}.\frac{\partial d}{\partial x}\right]$$

باستخدام عدد بولتزمان : $\lambda = \frac{x}{\sqrt{t}} = \mathcal{X}\ .t^{-\frac{1}{2}}$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\mathcal{D}_{(\theta)}.\frac{\partial d}{\partial x}\right]$$

وبمكاملة الطرفين والاختصار

$$\mathcal{D}_{(\theta)} = \frac{1}{2t}.\left(\frac{dx}{d\theta}\right).\int_{Qx}^{Qi} x\ .\ d$$

وهي المعادلة الأساسية المتخصصة لحساب الانتشارية الهيدروليكية عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي

حيث أن : $\mathcal{D}$ الانتشارية الهيدروليكية K معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع

ψ الشد الرطوبي t من

Qx الرطوبة البدائية Qi الرطوبة النهائية

النتائج والمناقشة :

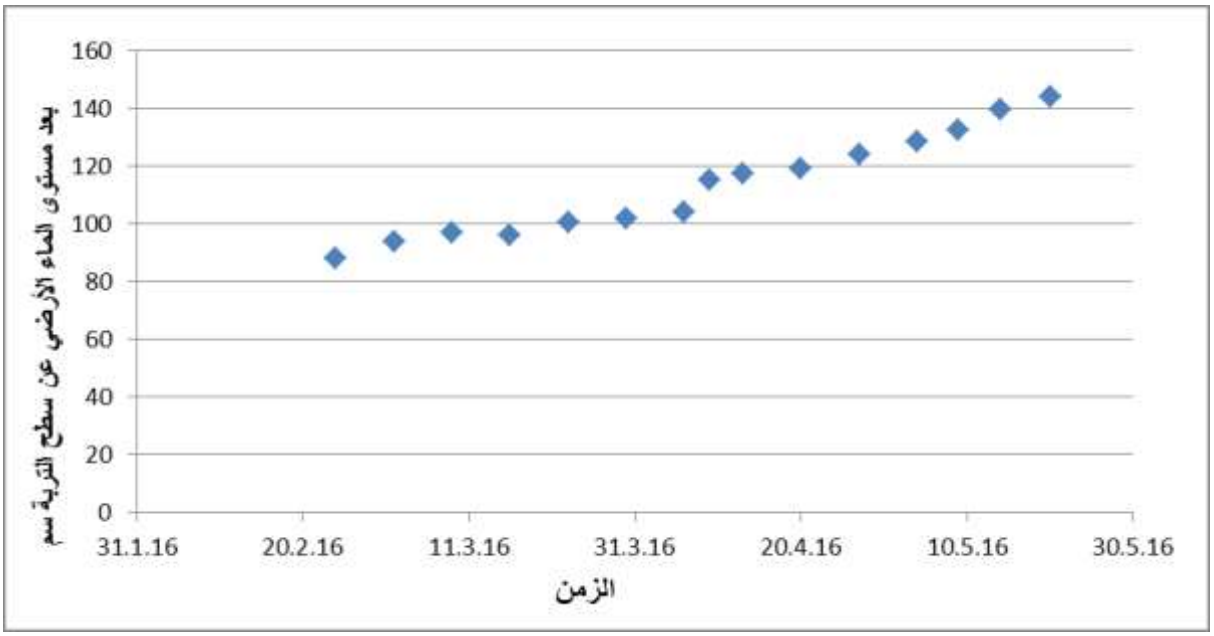
1- دراسة تغيرات مستوى الماء الأرضي :

تمت مراقبة تغيرات مستوى الماء الأرضي عن طريق قياس مستوى الماء داخل البيزومترات أسبوعياً بواسطة متر خشبي وكانت النتائج موضحة في (الجدول3) :

الجدول 3 يبين تغيرات مستوى الماء الأرضي مع الزمن

التاريخ	بعد مستوى الماء الأرضي عن السطح التربة سم
24/2/2016	88
2/3/2016	94
9/3/2016	97
16/3/2016	96
23/3/2016	100.5
30/3/2016	102
6/4/2016	104
9/4/2016	115
13/4/2016	117.5
20/4/2016	119
27/4/2016	124
4/5/2016	128.5
9/5/2016	132.5
14/5/2016	139.5
20/5/2016	144

من (الجدول 3) نلاحظ أن عمق مستوى الماء الأرضي يزداد مع مرور الوقت خلال فترة التجربة حيث تراوح بين 88 و 144سم وذلك بسبب انخفاض كمية الهطولات المطرية في أشهر الشتاء مقارنة مع الأشهر الأخرى خلال فترة الدراسة مع الإشارة الى ان كمية الهطولات المطرية خلال فترة الدراسة كانت 308 ملم وهي هطولات منخفضة كثيراً عن المعدل العام السنوي وهذا هو سبب الانخفاض في مستوى الماء الأرضي في العام 2016 ومع ذلك فإن هذا العمق يمكن ان يوفر للنبات جزء من احتياجاته المائية خلال فترات الجفاف وذلك من خلال الصعود بالخاصية الشعرية.



الشكل 1 يوضح تغيرات مستوى الماء الأرضي مع الزمن

2- دراسة تغيرات التركيب الكيميائي الماء الأرضي :

بعد أخذ عينات من داخل البيزومتر تم تحليلها والحصول على النتائج التالية الموضحة في (الجدول4):

الجدول 4 يوضح بعض الخواص الكيميائية لعينات الماء الأرضي المأخوذة

EC ميليموس/سم	PH	R.S.C م.م/ل	SAR	HCO3 م.م/ل	CO3 م.م/ل	Mg م.م/ل	Ca م.م/ل	K ملغ/ل	Na م.م/ل	تاريخ أخذ العينة
1.22	8.33	-17.1	1.46	8.8	1.6	8.8	18.7	21.5	5.4	24/2/2016
1.35	8.27	-19.6	1.43	9.6	1.6	12.1	18.7	21.5	5.6	2/3/2016
1.37	8.20	-18.9	1.009	10	0.8	6.6	23.1	21.5	5.5	9/3/2016
1.39	8.34	-23.9	1.35	10.8	1.6	16.5	19.8	21.5	5.8	16/3/2016
1.38	8.10	-25.6	1.44	10.8	1.6	17.6	20.4	21.5	6.3	23/3/2016
1.31	7.80	1.3	1.74	6	0.8	0.55	4.95	22	2.89	30/3/2016
1.15	7.06	1	1.31	8.8	0.8	0.35	8.25	19	2.72	6/4/2016
1.14	7.19	0.65	1.34	8.7	1.2	0.45	8.8	18	2.89	9/4/2016
1.101	7.05	1.25	1.65	6	1	0.8	4.95	20	2.80	13/4/2016
1.12	7.12	1.2	1.08	7	0.8	0.55	6.05	14	1.96	20/4/2016
1.15	6.91	0.75	1.38	7.7	0.8	0.6	7.15	20	2.72	27/4/2016
1.12	6.90	0.85	1.22	8.8	0.8	0.5	8.25	18	2.55	4/5/2016
1.012	6.27	1.35	1.26	8.7	0.8	0.45	7.7	17	2.55	9/5/2016

يبين (الجدول 4) انخفاض تركيز العناصر المعدنية مع مرور الزمن وذلك بسبب انخفاض الهطولات مع الزمن مما يقلل من انغسال العناصر وذوبانها في التربة وبالتالي تقل كمية العناصر المنغسلة والواصلة إلى الماء الأرضي . أما بالنسبة لتصنيف هذه المياه من حيث صلاحيتها للري يتداخل تأثير العناصر مع بعضها حيث يتداخل تأثير كل من عنصري الكالسيوم والمغنيزيوم مع عنصر الصوديوم وبالتالي يتم تقييم صلاحية المياه من خلال دراسة المؤشر SAR (نسبة الصوديوم المدمص) حيث يبين الجدول 4 أن المياه جيدة للري وأن خطر الصوديوم فيها ضعيف لأن قيمة SAR أقل من 10. كما يتداخل تأثير الكربونات والبيكربونات في المياه مع تأثير كل الكالسيوم والمغنيزيوم لذلك يتم تقييم صلاحيتها اعتمادا على المؤشرRSC (كربونات الصوديوم المتبقية) حيث يبين الجدول 4 أيضاً أن المياه صالحة للري لأن قيمة RSC كانت أقل من 1.25 م.م/ل حسب (الخضر وآخرون 1996) و (ابراهيم وآخرون 2015).

أما بالنسبة لدرجة pH المياه فهي مناسبة في الأراضي الكلسية حيث نلاحظ انخفاضها مع الزمن وهذا يعود إلى انخفاض كمية الهطولات المطرية وزيادة تركيز الأحماض العضوية الناتجة عن نسبة المادة العضوية المرتفعة في طبقات التربة العلوية كما أن درجة pH المناسبة للري هي المعتدلة الحامضية قليلا أي بين (6.5 – 7) وبالتالي فإن درجة pH الماء الأرضي مناسبة للري. كما نلاحظ أن قيمة Ec (الناقلية الكهربائية للمياه) تراوحت بين (– 1.39 1.01) ميليموس/سم وهي مناسبة للري لأنها تقع ضمن المجال (0.75 – 1.5) ميليموس/سم.

3–دراسة النظام المسامي في التربة المدروسة :

إن المسامية الكلية للتربة صفة فيزيائية هامة تعطي فكرة عن الحالة البنائية للتربة كما أن توزيع النظام المسامي يعد العامل المحدد لعمليات النقل والتخزين داخل قطاع التربة، وبالتالي يؤثر على المحتوى المائي والهوائي فيها وهو بذلك يعتبر عاملاً محدداً للوسط الفيزيائي المناسب لنمو النبات، ونظراً لهذه الأهمية هناك سعي مستمر لتحسين توزيع النظام المسامي عن طريق عمليات الحراثة والاستصلاح.

وتم توضيح نتائج تحديد حجم المسامية وتوزيع النظام المسامي في التربة في (الجدول 5):

الجدول 5 يوضح حجم المسامية الكلي وتوزيع النظام المسامي في التربة

العمق (سم)	PV%	PV% >50µm	PV% >10µm	PV% (0.2–10) µm	PV% < 0.2µm
20 – 0	54.23	16.38	19.29	13.52	21.42
40 –20	51.72	10.81	14.86	12.67	24.19
60 – 40	48.66	10.43	13.82	10.27	24.57
LSDα 5%	6.6	6.6	7.6	2.9	3.14

نلاحظ أن حجم المسامية الكلية ينخفض مع العمق حيث كان الانخفاض معنوياً في العمق (40–60)سم مقارنة مع العمق من (0–20)سم. كما انخفض حجم المسامات التي أقطارها أكبر من 50 ميكرون مع العمق حيث كان الانخفاض معنوياً في العمقين (20–40 و40–60)سم مقارنة مع العمق من (0–20)سم. أما حجم المسامات التي قطرها أكبر من 10 ميكرون وهي المسامات المسؤولة عن جميع عمليات التهوية في التربة إضافة إلى حركة الماء وانتشار المجموع الجذري فقد انخفضت بدون فروق معنوية مع العمق من 19.29% في العمق(0 – 20)سم

حتى 13.82% في العمق(40–60)سم . كما أن حجم المسامات التي أقطارها بين 0.2–10 ميكرون وهي المسامات التي تحتوي الماء المتاح للنبات انخفضت مع العمق وكان الانخفاض معنوياً في العمق (40–60)سم مقارنة مع العمقين(0–20 و20–40)سم. اما حجم المسامات التي قطرها أقل من 0.2 ميكرون والتي تحوي الماء الغير متاح للنبات زاد مع العمق وهذا يعود لزيادة الكثافة الظاهرية مع العمق. كما أن حجم المسامات الهوائية ذات القطر أكبر من 10ميكرون جاءت خارج الحدود الضارة لنمو النبات.

4- تحديد منحنيات الشد الرطوبي :

يعتبر منحني الشد الرطوبي من أهم الخواص الفيزيائية للتربة ويمثل العلاقة بين الشد الرطوبي والرطوبة الحجمية للتربة ويمكن عن طريقه تحديد المحتوى الرطوبي عند أي مستوى شد رطوبي وعن طريقه يمكن تحديد الثوابت المائية وتوزيع النظام المسامي في التربة كما يستخدم لتحديد معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع اعتماداً على الانتشارية الهيدروليكية للتربة .

أما المعادلات التي تم التوصل إليها فكانت كالتالي:

معادلة منحني الشد الرطوبي للعمق 0 – 20 سم

$$\psi = 0.0369 * \theta^{-8.549} \qquad r^2 = 0.94$$

$$a = 0.0369$$

$$b = -8.549$$

معادلة منحني الشد الرطوبي للعمق 20 – 40 سم

$$\psi = 0.0187 * \theta^{-9.712} \qquad r^2 = 0.97$$

$$a = 0.0187$$

$$b = -9.712$$

معادلة منحني الشد الرطوبي للعمق 40 – 60 سم

$$\psi = 0.0054 * \theta^{-9.913} \qquad r^2 = 0.82$$

$$a = 0.0054$$

$$b = -9.913$$

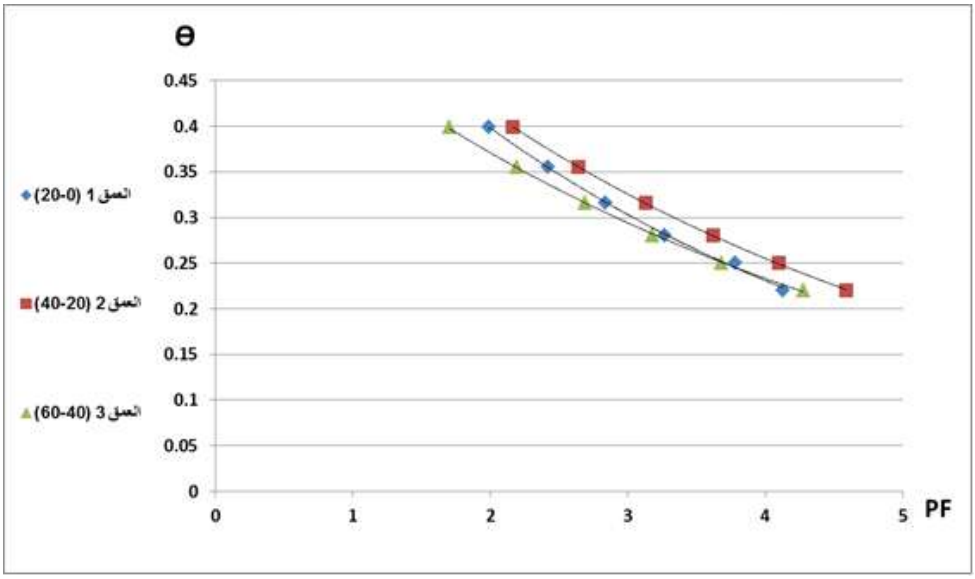
معادلة منحني الشد الرطوبي لمتوسط الأعماق الثلاث

$$\psi = 0.0083 * \theta^{-10.142} \qquad r^2 = 0.97$$

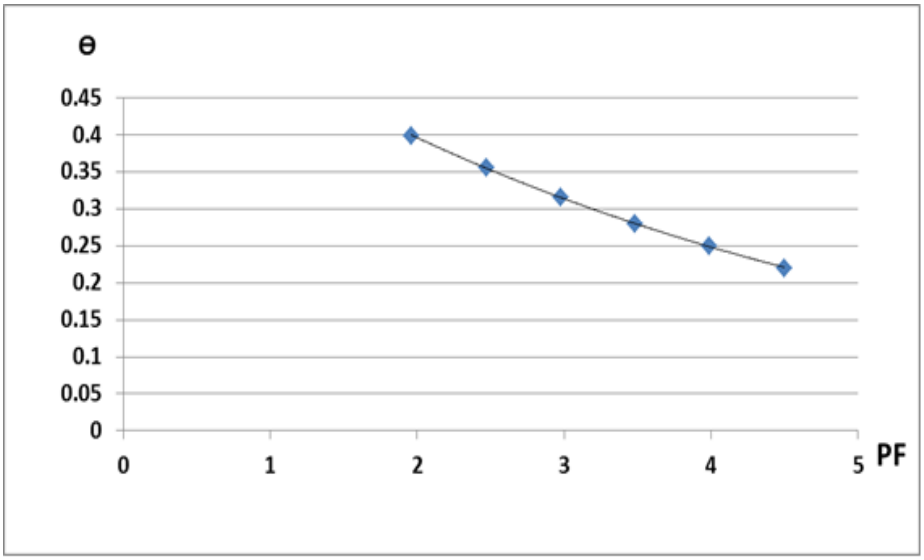
$$a = 0.0083$$

$$b = -10.142$$

حيث θ هي الرطوبة الحجمية كجزء من واحد و ψ هي الشد الرطوبي مقاس ب سم عمود ماء . واعتماداً على المعادلات السابقة تم التوصل إلى منحنيات الشد الرطوبي كما في (الشكل 2) :



(الشكل2) منحنيات الشد الرطوبي في الأعماق المختلفة

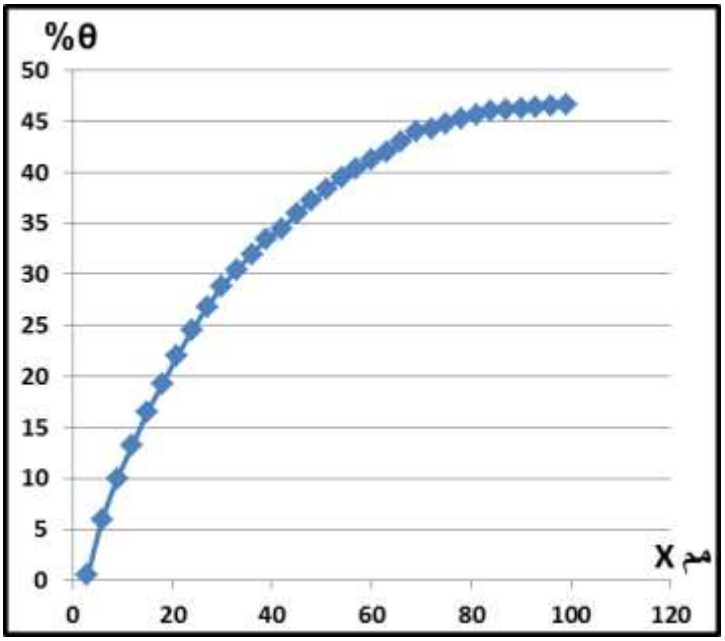


(الشكل3) متوسط منحنيات الشد الرطوبي في الأعماق المختلفة

يلاحظ أن المحتوى الرطوبي ينخفض بشدة مع زيادة الشد الرطوبي في الأعماق المدروسة وان هناك تقارب كبير في ميل هذه المنحنيات ومن خلال ذلك يمكن أن نحدد الثوابت التجريبية لكل عمق على حدا وكمتوسط للأعماق الثلاثة.

5- تحديد الانتشاريةالهيدروليكية بطريقة الهواء الساخن (Arya, 1975; Arya, 2006):

بعد قص عينات التربة إلى شرائح بسماكة 3 ملم وتحديد رطوبتها تم بعد ذلك إيجاد العلاقة بين الرطوبة الحجمية وارتفاع العينة كما في (الشكل 4).



الشكل 4 يوضح العلاقة بين x و θ للتربة المدروسة

يلاحظ من (الشكل 4) أن رطوبة التربة تزداد مع العمق وهذا يعود إلى فقدان الرطوبة من الطبقة السطحية وخلق تدرجات هيدروليكية تؤدي إلى صعود الماء بالخاصة الشعرية من الأسفل إلى الأعلى. لذلك نلاحظ تدرج واضح في رطوبة التربة من الاعلى إلى الأسفل حيث في الأسفل تكون التربة قريبة من الرطوبة الأولية أي قريبة من حالة الإشباع لها.

بعد ذلك أعطيت أرقام الرطوبة الحجمية (Θ) وقيم (x) المقابلة لها إلى جهاز الحاسب لتحديد الانتشارية الهيدروليكية عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي فكانت النتائج موضحة كما في (الجدول 6) :

الجدول 6 يمثل متوسط قيم الانتشارية الهيدروليكية

%θ	D (mm^2/s)
45	0.06
44	0.1
43	0.1
42	0.12
41	0.14
40	0.166
39	0.16
38	0.16
37	0.17
36	0.17

35	0.19
34	0.20
33	0.18
32	0.19
31	0.20
30	0.17
29	0.18
28	0.06
27	0.06
26	0.14
25	0.12
24	0.14
23	0.19
22	0.15
21	0.13
20	0.13

حيث يلاحظ من (الجدول6) أن قيم الانتشارية الهيدروليكية تتراوح بين 0.06 ملم^2/ ثا عند محتوى رطوبي 45% و0.13 ملم^2/ ثا عند محتوى رطوبي 20% وأن قيمة معامل الانتشارية الهيدروليكية تتناقص مع تناقص المحتوى الرطوبي للتربة . بعد تحديد الانتشارية تم تحديد قيم $\frac{d\theta}{d\varphi}$ وهي تمثل تغير المحتوى الرطوبي مع تغير الشد الرطوبي والتي أخذت من منحني الشد الرطوبي كما هي موضحة في (الجدول 7) .

الجدول 7 يمثل يبين تغيرات $\frac{d\theta}{d\varphi}$ مع تغير θ%

pF	%θ	$\frac{d\theta}{d\varphi}$
1.3	45	0.21
1.4	44	0.14
1.5	43	0.13
1.6	42	0.01
1.68	41	0.061
1.78	40	0.049
1.98	39	0.054
2.08	38	0.03

2.208	37	0.027
2.32	36	0.02
2.45	35	0.015
2.57	34	0.0071
2.7	33	0.0059
2.84	32	0.0042
2.96	31	0.0037
3.1	30	0.0034
3.24	29	0.0024
3.37	28	0.0018
3.51	27	0.001
3.68	26	0.0009
3.85	25	0.00079
4.02	24	0.00041
4.18	23	0.00018
4.4	22	0.000086
4.58	21	0.000074
4.78	20	0.000072

يلاحظ من (الجدول7) أن قيم $\frac{d\theta}{d\varphi}$ تنخفض بشكل واضح مع انخفاض المحتوى الرطوبي أي تنخفض مع زيادة pF التربة وهذا يعود إلى زيادة المقدار $d\varphi$ بالنسبة للمقدار $d\theta$ مع استمرار التجفيف أي مع زيادة الشد الرطوبي.

6- تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع :

بعد تحديد قيمة الانتشارية الهيدروليكية وتحديد قيم $\frac{d\theta}{d\varphi}$ تم تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي للترب الغير المشبعة عند مستويات مختلفة من الرطوبة باستخدام العلاقة التالية :

$$K_u = \mathcal{D}_{(\theta)} \cdot \left(\frac{d\theta}{d\varphi}\right)_{(\theta)}$$

وتم تحويل قيم K_u إلى م/يوم عن طريق تحويل قيم الانتشارية الهيدروليكية $\mathcal{D}$ من ملم^2/يوم إلى سم^2/يوم بالتقسيم على 100 ثم نضرب الناتج $\mathcal{D}$ سم^2/ثا ب المقدرة ب $\frac{d\theta}{d\varphi}$ 1/سم فينتج لدينا K_u مقدرة سم/ثا ثم نضرب الناتج ب864 للتحويل من سم/ثا إلى م/يوم.

حيث بينت النتائج أن قيم معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع تنخفض بشكل واضح مع انخفاض المحتوى الرطوبي حيث تراوحت بين (0.11m/d) عند محتوى رطوبي 45% إلى (0.000080 m/d) عند محتوى رطوبي 20% ويعود انخفاض معامل التوصيل الهيدروليكي مع انخفاض المحتوى الرطوبي إلى انخفاض سطح مقطع التوصيل الهيدروليكي الفعال. كما يلاحظ أن قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع وصلت إلى القيمة الحدية وتجاوزتها عند محتوى رطوبي 28% وعند قيمة $pF_{3.3}$ حسب (Renger and streble.1972) وتم توضيح النتائج في (الجدول8) :

الجدول 8 يوضح قيم معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع

%θ	pF	Ku (m/d)
45	1.3	0.108
44	1.4	0.120
43	1.5	0.112
42	1.6	0.010
41	1.68	0.073
40	1.78	0.070
39	1.98	0.074
38	2.08	0.041
37	2.208	0.039
36	2.32	0.029
35	2.45	0.024
34	2.57	0.012
33	2.7	0.0091
32	2.84	0.0068
31	2.96	0.0063
30	3.1	0.0049
29	3.24	0.0037
28	3.37	0.00093
27	3.51	0.00052
26	3.68	0.0010
25	3.85	0.00081
24	4.02	0.00049
23	4.18	0.00029
22	4.4	0.00011
21	4.58	0.000083
20	4.78	0.000080

7-تحديد العلاقة بين الشد الرطوبي ومعامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع في الأتربة المدروسة :

بعد تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي تم تحديد العلاقة بين الشد الرطوبي وقيم معامل التوصيل غير المشبع المقابلة لها للأتربة وفق علاقات ارتباط من الدرجة الأولى لإيجاد الثوابت التجريبية لهذه الأتربة فكانت النتائج كما هي موضحة في العلاقات التالية :

$$\text{Log Ku} = 0.6668 - 1.015316\text{Log}\Psi$$

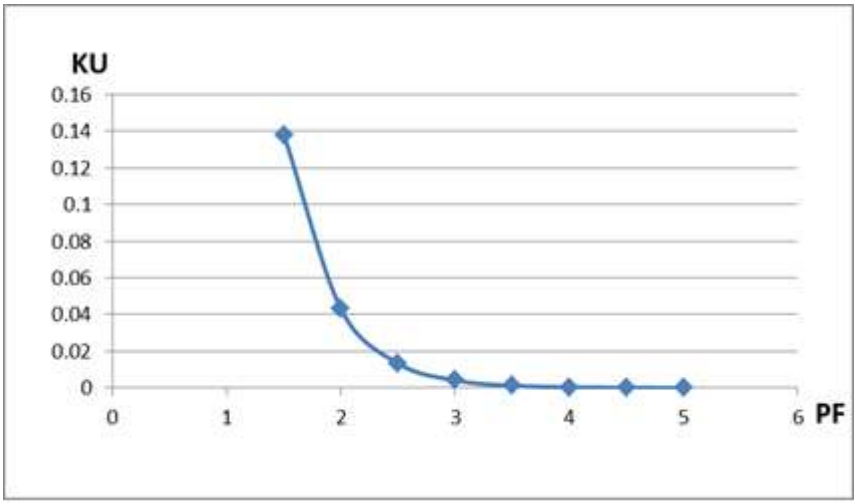
$$r^2 = 0.96$$

ويمكن كتابة المعادلة بالشكل التالي للحصول على الثوابت c و d

$$Ku = 464.3\Psi^{-1.0153}$$

$$d = -1.0153 \qquad c = 464.3$$

بعد الحصول على الثوابت c و d نستطيع ان نحدد كمية الماء الصاعد بالخاصية الشعرية من مستوى الماء الأرضي الى منطقة انتشار المجموع الجذري اعتماداً على برنامج حاسوبي مخصص لهذا الغرض وخاصة بعد أن بينت النتائج صلاحية الماء الأرضي في منطقة الدراسة للاستخدام وبالتالي لتأمين جزء من احتياجات النبات المائية كما ويمكن توضيح العلاقة السابقة في (الشكل5).



الشكل 5 يوضح العلاقة بين KU و pF للتربة المدروسة

نلاحظ ان معامل التوصيل الهيدروليكي ينخفض مع زيادة الشد الرطوبي بشكل كبير وخاصة ضمن مجال شد رطوبي اقل من pF_2 وهذا الانخفاض يعود الى انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي انخفاض سطح مقطع التوصيل الهيدروليكي الفعال.

الاستنتاجات والتوصيات :

من خلال الدراسة التي أجريت على محتوى ومستوى الماء الأرضي أظهرت النتائج أن عمق الماء تراوح بين 88-144سم كما بينت التحاليل صلاحية هذا الماء لري النبات كما بينت الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية

للأتربة المتأثرة بهذه المياه وقيم الثوابت الهيدروديناميكية إمكانية الاستفادة من الماء الأرضي وانطلاقاً من ذلك نوصي بما يأتي :

-إجراء دراسة على أنواع أخرى من الترب المتأثرة بالماء الأرضي وعلى فترات زمنية طويلة.

-ضرورة الاستفادة من هذه الدراسة في تنظيم مستوى الماء الأرضي للاستفادة منه قدر الإمكان كمخزون مائي غني بالعناصر الغذائية خلال فترة انحباس الأمطار.

-تحديد كمية الماء الصاعدة بالخاصة الشعرية وتحديد فترة العجز المائي خلال العام عند أعماق مختلفة للماء الأرضي ولأنواع مختلفة من الترب والنباتات.

المراجع :

1- ARYA, L. M.D; FARRELL, D. A; and BLACK, G. R. *Afield Stdudy of soil water deplation patternsin presence of growingsoybeanroots. Determination of hydraulic propertiesof the soil*. Soil Sci. Sco. Amer, Proc, 39, 1975, 424-430.

2- ARYA, L. M;TYNER, J. S;and WRIGHT. W. C. *The Dual Gravimetric Hot-Air Method for Measuring Soil Water Diffusivity*. Soil science society of America, 677S, Sego Rd, Madison, W153711, USA, 2006.

3- BURKE,W; GABRIELS, D; BOUMA, J. *Soil structure assessment*. Sponsord by the commission of the European communities, Boston, 1986, 91.

4-ELLINGTON, A. In *Rural Quarterly* (June 1984), Australia, 1984, 22.

5-GARDNER,W. R; HILLEL, D; and BENYAMINII,Y. *Post irrigation movement of soil water*. I redistribution, Water resour, Res6, 1970, 851-861.

6- GUBER, A. *Unsaturated soil hydraulic conductivity*. The field infiltrometer method. Grif and company publishing House, Russia, 2007, 270-273.

7- HARTGE, K. H; und HORN, R. *Einführung in die Bodenphysik Ferdinand Enke*, Verlag Stuttgart, Germany, 1991, P303.

8-HILLEL,D. *Fundamentals of soil physics*. Academic press. New York, USA, 1980, 201-201.

9-KOWALIK, P. J. *Drainage and capillary rise components in water balance of alluvial soils*. Agricultural Water Management, 86, 2006,206-211.

10-LEEDS-HARRISON,P. B. *Drainage institute of water and environment*. Cranfield university, Australian, 2006, 1-2.

11- LIEBEROTH, I. *Lehrbuch der bodenkumde*. VEB, Deutscher landwirtschafts verlagberlin, GERMANY, 1982, 431.

12- MACRAE, R. J. and G. R. MEHUYS .*The effect of green manuring on the physical properties of temperate area soils*. Advan, Soil Sci, 1985, 71-94.

11- MÜLLER,G. *Lehrboch der Bodenkunde*. VEB, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, germany,1985, 392.

13- NOLING, J.W. *Cirus Root Growth and Soil pest Mangemnt practices*. university of Florid IFAS Extenstion, 2003, USA.

14- PAGEL, H. Pflanzenernähstoffe in tropischen Böden ihre bestimmung und bewertung. VEB, Dentcher lamwirtschaftlicher Verlag, Berlin ,Gyrmany,1982, 272.

15-RENGER, M; STREBLE, O. *Der einfluss des grundwasser auf die wasservesergung der pflanzen.Kali*, briefeFachgeb, Z.Ltanover, Germany, 1972.

16- SULEIMAN, A; RITCHIE, J. *Esttimating Saturated Hydraulic Conductivity From So Porosity*. Transaction of the ASABE, vol , 44, 2001, 235-339.

17- SCHINDLER,U. Untersuchungen zum Kapilarenwasseraufstieg aus dem Grundwasser. Arch, pflanzenbau, Bodenkd, 26, Berlin , Germany,1982,623-628

18- SCHEFFER,F; und SCHACHTSCHABEL,P. Lehrbuch der bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, Germany,1998,494.

19- TIEMEYER, B; MOUSSA, R ;LENNARTZ, B. *Abschätsung der Auswirkungen von Dränmaßnahmen auf die* Abflussbildung *in einem kleinen Tieflandeinzugsgebiet mittels Räumlich differenzierter Modellierung.Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Geselschaft*, band 107, Heft 1 , Germany, 2005, 105-106.

20- WLILLIAMS, j; SHAYKEWICH, C. F.*Influence of soil water matric potential and Hydraulic Conductivity on the Gremination of Rape*, Brassica napus L, Joural of Experimental Botany, Vol 22 ,1971, 586-597.

21- ابراهيم، جهاد؛ هيفا، سوسن. *استصلاح الأراضي 2*، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، 2015.

22- الخضر، أحمد؛ كنجو، علي؛ هيفا، سوسن. *الري والصرف الزراعي*، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، 1996.

23-مطر، عبدالله، *الري والصرف الزراعي* ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، 1983.

24-نحال، ابراهيم. *أساسيات علم التربة*، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية الزراعة، جامعة حلب، 1964.