مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (33) العدد (6) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (33) No. (6) 2011

تأثير مستويات مختلفة من الشد الرطوبي في التربة على الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة وعلى إنتاجية أشجار الحمضيات صنف يافاوي في الساحل السوري

الدكتور جهاد إبراهيم*
الدكتور أحمد استنبولي**
علا حسين***

(تاريخ الإيداع 23 / 6 / 2011. قبل للنشر في 14 / 12 / 2011)

□ ملخّص □

تبين من النتائج أن الكثافة الظاهرية للتربة في المعاملة 400 ميلبار زادت معنوياً في العمق 0–20 سم بمقدار 0.23 غ/سم^3 بعد سنتين من تنفيذ البحث . وفي العمق 20–40 سم زادت قيمة الكثافة بمقدار0.08 غ/سم^3. في العمق 40–60 سم زادت بمقدار 0.06 غ/سم^3. ولم تتغير معنويا في المعاملة 800 و1400 ميليبار. أما حجم المسامات الهوائية > 10 ميكرون انخفض بمقدار 9.65% في العمق 0–20 سم في المعاملة 400 ميلبار وانخفض بمقدار 4.26% في العمق 20–40 سم وبمقدار 3.81% في العمق 40–60 سم

وازداد حجم هذه المسامات في المعاملة 800–1400 ميلبار بمقدار 5.21 –3.38 % على التوالي في العمق 40–60 سم .

كانت أفضل إنتاجية للشجرة الواحدة كمتوسط لعامين متتالين عند شد رطوبي 900 ميلبار في العمق 30سم وضمن مجال شد رطوبي 600– 1250 ميليبار. أما إنتاجية المعاملة المتدرجة كانت أقل معنوياً من المعاملة 800–950 ميلبار ولكنها لم تختلف معنوياً عن المعاملة 1400 ميلبار .

الكلمات المفتاحية: حمضيات، الشد الرطوبي، معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع، إنتاجية الحمضيات، توزيع النظام المسامي

* أستاذ – فيزياء التربة – قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
**أستاذ – فسيولوجيا النبات – قسم البساتين– كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.
*** مهندسة ـ قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة –جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (33) العدد (6) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (33) No. (6) 2011

Impact of Various Levels of Moisture Tension in Soil on the Physical and Hydro Properties of Soil and on the Productivity of Citrus Sinensis (Sweat Orange) in the Syrian Coast

Dr. Jihad Ibrahim[*]
Dr. Ahmad Estanboli[**]
Ola Hosain[***]

(Received 23 / 6 / 2011. Accepted 14 / 12 /2011)

□ ABSTRACT □

Results of this research showed that the apparent density of soil increased significantly in the treatment 400 millibars in depth of 0-20 cm by 0.23g/cm3 after two years, in comparison with the primary value. In depth of 20-40 cm, the density value increased in the treatment 400 millibars after two years by 0.08g/cm3. In depth of 40-60 cm, the density increased significantly in the treatment 400 millibars by 0.06g/cm3, millbars; but it did not differ immaterially in the treatment800-1400 millibars. The volume of the pores >10 microns after two years decreased significantly by 9.65% in the treatment 400 millibars and decrease by 4.26% in depth of 20-40 cm, and by 3.81%, in depth 40-60 cm and increased in the treatment800-1400 millibars by 5.21-3.38% respectively in the depth 40-60 cm.

The best productivity per tree as an average of two consecutive years was at moisture tension of 900 millibars in depth of 30 cm, and within moisture tension range of 600-1250 millibars. The productivity of the graduated treatment as an average of two consecutive years was less immaterially than the treatment 800-950 millibars; but did not differ immaterially from the treatment 1400 millibars

Key Words: Citrus, Moisture Tension, Unsaturated Hydraulic Conductivity Coefficient, Citrus productivity, Distribution of Porous System.

[*]**Professor, Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***]**Engineer, Department of Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

تعتبر التربة وسطاً بيئياً لنمو النبات ونشاط الكائنات الحية .تتألف من مكونات معدنية وعضوية مرتبة بشكل هندسي معقد يحوي على فراغات متداخلة مع بعضها يتواجد فيها الماء والهواء والعناصر الغذائية الذائبة اللازمة لنمو وتطور النبات. وإذا كان الطور هو الجزء المتجانس فيزيائيا داخل المنظومة فإن التربة هي منظومة متعددة الأطوار (سائل –صلب– غازي) تتداخل هذه الأطوار مع بعضها بعضاً وفق علاقات فيزيائية وكيميائية معقدة ومتغيرة باستمرار والذي يجعل هذا الوسط أكثر تعقيدا هو حاجة النبات إلى التنفس والأكسجين اللازم في الوقت الذي يكون فيه امتصاص الماء والعناصر الغذائية بشكله الأمثلي. من هنا تأتي أهمية التوازن بين الطورين السائل والغازي لأن درجة تأمين النبات بالأكسجين اللازم لنموه وتطوره داخل التربة يرتبط بالمحتوى الرطوبي للتربة . وإن درجة تأمين النبات بالماء تتعلق هي الأخرى بنوع التربة والحالة البنائية لها والمحتوى الرطوبي والشد الرطوبي وبمعامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع للتربة ،هذا وقد وجد(Aiyelaogbe et.al,2007) ,(Hartge and.Horn,1991): إن هناك علاقة وثيقة بين الإنتاجية والشد الرطوبي وان الإنتاج ينخفض مع زيادة الشد الرطوبي في الأتربة المتماسكة بسبب زيادة قوة مسك الماء من قبل حبيبات التربة وتنخفض الإنتاجية أيضا مع نقصان الشد الرطوبي وهذا يعود إلى زيادة المحتوى المائي للتربة وانخفاض معدل التبادل الغازي بين التربة والهواء الخارجي. وقد أشار (Scheffer and Schachtschable,1998). : أن انخفاض معامل التوصيل غير المشبع يعني انخفاض كفاءة استخدام الماء القابل للامتصاص من قبل النبات ويرافق ذلك انخفاض الإنتاجية. حيث إن الجذور ستبذل جهداً كبيراً للوصول إلى الماء الموجود في الطبقات التحتية عندما تكون سرعة تحرك الماء باتجاه الجذور ضعيفة. كما أن كمية الماء المتاح في التربة تؤدي دوراً كبيراً في تأمين الاحتياجات المائية للنبات وان درجة التأمين للنبات بالماء (وهي النسبة بين كمية الماء المتاح المتوافرة في التربة لحظة القياس وكمية الماء المتاح الكلية). وحسب (Achtnich,1980) :تتراوح هذه النسبة بين 30–70% وذلك حسب نوع المحصول، وحسب (Dorter,1986) يجب ألا تقل هذه النسبة عن 40 %من أجل النمو المناسب للنبات. كما أن زيادة معدلات التبخر والنتح يرافقه زيادة معدل امتصاص الماء من التربة لمقابلة احتياجات النبات وفي حالة انخفاض معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع سيؤدي ذلك إلى انخفاض معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع سيؤدي ذلك إلى انخفاض معدل امتصاص الماء الأمر الذي يؤدي إلى حدوث العجز المائي. هذا وقد وجد (Scheffer u.Schachtschable,1998) : علاقة وثيقة بين الشد الرطوبي والظروف الجوية السائدة حيث إن زيادة معدلات التبخر نتح يجب أن يرافقه انخفاض في الشد الرطوبي داخل التربة لمنع حدوث عجز مائي. وقد اعتبر (Dorter,1986)– (Hardge and.Horn,1991)– (Scheffer . and.Schachtschable ,1998): أن النسبة بين التبخر نتح الفعلي إلى التبخر نتح الكامن هي أحد المقاييس الأساسية لدرجة تأمين النبات بالماء و إن هذا المقياس يتأثر كثيراً بالشد الرطوبي كما أن المحتوى الرطوبي للتربة لا يحدد بمفرده درجة تأمين النبات بالماء بل يضاف إلى ذلك الظروف المناخية(تبحر نتح).

وقد توصل (Ehlers,1996) إلى أن الإجهاد المائي يظهر عند النبات في حالة انخفاض نسبة الماء القابل للامتصاص في منطقة انتشار المجموع الجذري إلى 50% وهذه النسبة قد ترتفع أو تنخفض حسب الظروف المناخية السائدة ، وحسب نوع النبات ومتطلباته المائية.

ونظراً لأن شجرة الحمضيات من الأشجار المستديمة الخضرة فهي تحتاج إلى الماء على مدار السنة مع وجود فترات أكثر حساسية لتغيرات المحتوى الرطوبي في التربة. وتعد شجرة الحمضيات من أهم أشجار الفاكهة في العالم من

حيث الإنتاج والانتشار حيث أضحت هذه الزراعة من الزراعات الاستراتيجية لكثير من دول العالم وتنتشر زراعتها في المناطق تحت المدارية ونصف المدارية بين خطي عرض 40-45 شمالاً و34-40 جنوباً تتبع الحمضيات لرتبة: Sapindales فصيلة: Rutaceae جنس: Citrus وتعتبر شجرة الحمضيات من النباتات الإستوائية الأصل إلا أن زراعتها انتشرت خارج المنطقة مما جعل الكثير من صفاتها الأصلية عرضة للتغير مما يستدعي دراسة نموها الزهري والثمري والظروف البيئية وعمليات الخدمة الملائمة لها وتحديد مواعيدها المختلفة. وتعتبر شجرة الحمضيات من الأشجار التي تتأثر كثيراً بالظروف البيئية الأمر الذي حد من انتشارها في العديد من مناطق العالم. التربة: تحتاج الحمضيات إلى تربة عميقة جيدة التهوية لا يقل عمق مستوى الماء الأرضي عن 1.2 م . وتعتبر الخواص الفيزيائية للتربة أهم من الخصائص الكيميائية بالنسبة لشجرة الحمضيات ومن هنا تأتي أهمية المحافظة على حالة بنائية جيدة في قطاع التربة وخلال مراحل نمو النبات، بالإضافة إلى خلق حالة من التوازن الدائم بين الطورين السائل والغازي . هذا ويمكن أن تنجح زراعة الحمضيات في أنواع مختلفة من الأراضي بدءاً بالأراضي اللومية الرملية إلى الأراضي اللومية والسلتية والأراضي الطينية الثقيلة مع استخدام كميات معينة من الماد العضوية . ولكن أفضلها هي الأراضي المتوسطة القوام. يعتبر pH التربة المناسب بين 5-8 . ونظراً لأهمية الحمضيات انتشرت زراعتها في سوريا وحسب المجموعة الإحصائية لعام 2008- 2009توزعت زراعة الحمضيات كما في الجدول رقم 1 التالي :

الجدول رقم (1): يوضح توزيع مساحة زراعة الحمضيات وإنتاجها في سوريا

المدينة	المساحة /هكتار/	الإنتاج/طن/
طرطوس	6773.7	133020
اللاذقية	23956	635207
باقي المحافظات	1132	9590
المجموع	31861,7	777817

وتأتي أهمية تطوير هذه الزراعة من خلال محدودية انتشارها داخل سوريا إذ تقتصر بشكل أساسي على محافظتي اللاذقية وطرطوس. هذا وتعتبر شجرة الحمضيات من الأشجار الحساسة لنقص العناصر الغذائية ونقص التهوية بالإضافة إلى حساسيتها الكبيرة للمحتوى الرطوبي في منطقة انتشار الجذور وخلال مراحل نموها المختلفة. وقد وجد (Bomar,2003):أن الشد الرطوبي في التربة يؤثر في نمو وتطور أشجار الحمضيات وان امتصاص الماء من التربة يتأثر بعدة عوامل منها انخفاض درجات الحرارة -وجود الأملاح بالتربة -مرحلة النمو ونوع النبات -والشد الرطوبي . كما وجد (Hwa,2003): أن الشد الرطوبي المناسب لأشجار الحمضيات يتراوح بين 0.5-1.5 بار. وأن مرحلة تطور الثمار تبدأ من نهاية مرحلة تساقط العقد ويحتاج النبات هنا إلى كميات كبيرة من المياه ويكون الشد الرطوبي المناسب 60-90 سنتي بار في العمق 30 سم. مع الإشارة إلى أنه عند مستويات شد رطوبي معين قد يظهر العجز المائي وقد لا يظهر وذلك حسب التبخر نتح الفعلي من النبات. كما أن الشد الرطوبي المناسب لنمو النبات يختلف حسب المناخ -عمر الأشجار وحجمها وعمق الجذور وحسب الصنف فالجريب فروت(الكريفون) يتطلب مياهاً أكثر من أصناف البرتقال والمندرين حسب(Bomar and Stover,2002). وأن زيادة الشد الرطوبي في التربة يؤدي إلى انخفاض معدل التمثيل الضوئي عن طريق انخفاض معدل نمو الأوراق وانخفاض مساحة المسطح الورقي. ونظراً

لحساسية أشجار الحمضيات للمحتوى الرطوبي وتغيراته خلال فترة العقد حيث إن هذه التغيرات تؤدي إلى تساقط عدد كبير من العقد عند تعرض هذه الأشجار إلى تغيرات مفاجئة في المحتوى الرطوبي بالإضافة إلى التغيرات في درجات الحارة المحيطة وهذا يؤدي إلى تساقط عدد كبير من العقد ونقصان حاد في الإنتاجية وتدني نوعية الثمار خاصة عندما يكون عدد الثمار قليلاً حيث يزداد فيها تركيز بعض العناصر مثل النترات مما يؤدي إلى تشوه الثمار وبشكل خاص عند انخفاض نسبة البوتاسيوم فتصاب الثمار بالتجعد وتقل القيمة التسويقية لها.ويظهر هذا التشوه في بداية العقد ويستمر ليزداد سوءاً مع تطور الثمار .

أهمية البحث وأهدافه :

تكمن أهمية البحث في دراسة العلاقة بين الشد الرطوبي في التربة وتغيرات الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية لها وخاصة فيما يتعلق بالكثافة الظاهرية وتوزيع النظام المسامي في التربة ومعامل التوصيل الهيدروليكي المشبع وغير المشبع. كما يهدف البحث إلى دراسة تأثير الإضافات المائية المتدرجة على الخصائص الفيزيائية للتربة وعلى إنتاجية الحمضيات ونوعية الثمار إضافة لذلك يمكن من خلال هذه الدراسة دراسة العلاقة بين الشد الرطوبي في التربة وإنتاجية الحمضيات في ظل ظروف المنطقة الساحلية .

طرائق البحث ومواده:

نفذ البحث ضمن مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية (ستخيرس) بعد تحديد الحقل أخذت عينات من الأعماق 0-20 ، 20-40، 40-60 ، 60-80 ، 80- 100 سم. بوساطة اسطوانات معدنية للمحافظة على حالة التوضع الطبيعي للتربة لتحديد الخواص الفيزيائية والهيدروديناميكية وبعض الخصائص الكيميائية للتربة اهمها :

• -التوزيع الحبي للتربة – توزيع النظام المسامي فيها- معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع – معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع بطريقة التبخر – الكثافة الظاهرية

• -منحنيات الشد الرطوبي في التربة – الثوابت المائية ونسبة الماء المتاح:

nFK= (FK-AWP)*Bt /10 حيث إن nFK: عمق الماء المتاح (ملم) . FK: رطوبة التربة عند السعة الحقلية% حجما . AWP : الرطوبة عند نقطة الذبول % حجما

Bt : عمق التربة المراد ريها – بالإضافة إلى سعة التبادل الكاتيوني وكربونات الكالسيوم الكلية والفعالة – نسبة المادة العضوية PH-

بعد ذلك تم تقسيم الحقل إلى عدة معاملات كما يلي:

1-معاملة (1):لا يسمح بتجاوز الشد الرطوبي400ميلبارفي العمق 30سم

2- معاملة(2): لا يسمح بتجاوز الشد الرطوبي600 ميلبار

3- معاملة(3): لا يسمح بتجاوز الشد الرطوبي800 ميلبار

4- معاملة(4): لا يسمح بتجاوز الشد الرطوبي950 ميلبار

5 – معاملة (5):لا يسمح فيها بتجاوز الشد الرطوبي 1400 ميليبار

6-معاملة(6): متدرجه تبدأ ب400 ميلبار وتنتهي ب 1400 ميلبار مرورا بـ بالمعاملة الثانية والثالثة بشكل دوري. في هذه المعاملات تم اختيار أشجار في طور الإنتاج بعمر 20سنة صنف يافاوي المسافة بين الأشجار 6م

وحددت المعاملات السابقة الذكر بواقع ثلاث مكررات لكل معاملة ثم وزعت المكررات بشكل عشوائي ضمن الحقل ورويت بطريقة التنقيط الحلقي حول الشجرة حيث وضعت لكل معامله مع مكرراتها خط ري قطره 16 ملم خاص بها مع سكر لإغلاقه وفتحة عند الحاجة وبشكل منفصل تماما عن المعاملة الأخرى وجميع هذه الخطوط متصلة مع خط الري الرئيسي ذات القطر2انش. بعد ذلك زرعت أجهزة قياس التوتر على عمق30 سم في المعاملات التي يتراوح فيها الشد الرطوبي بين 400 وبين 950ميلبار.كما هي موضحة بالشكل التالي رقم(1).

شكل رقم(1):يوضح التنزيوميتر المزروع على عمق 30 سم

أما المعاملة1400 استخدم فيها المسبار اليدوي(الأوغر) وجهاز لقياس المحتوى الرطوبي الذي يعتمد على ثابت العزل الكهربائي لمكونات التربة لتحديد الرطوبة في هذا العمق ومن هذا المحتوى الرطوبي يمكن معرفة الشد الرطوبي المقابل لذلك عن طريق منحني الشد الرطوبي. وعند وصول الشد الرطوبي في هذا العمق إلى المستويات السابقة الذكر نبدأ بإعطاء الماء حتى تصل رطوبة التربة إلى السعة الحقلية لها بعد حساب حجم الماء اللازم لذلك. ولتحديد كمية الماء الواجب إعطاؤها لكل معاملة تم اقتطاع عينات تربة بوساطة المسبار اليدوي لتحديد رطوبتها في الأعماق: (0−10)−(10−20)−(20−30)−(30−40)−(40−50)− (50−60)سم عند كل مستوى شد رطوبي من المستويات السابقة الذكر. ثم حدد متوسط المحتوى الرطوبي في العمق 0−60 سم المقابل لقيمة الشد الرطوبي في العمق 30 سم حيث تم إيجاد العلاقة بين متوسط الرطوبة في القطاع 0−60 سم وقيمة الشد الرطوبي في العمق 30. فكانت العلاقة التالية : ψ 0.0067 − 34.078=Y حيث إن Y: متوسط المحتوى الرطوبي في العمق 0− 60 سم

ψ:الشد الرطوبي في العمق 30 ومنه تم حساب عمق ماء الري لعمق 60 سم في كل معاملة وحساب حجم الرية الواحدة لمساحة كل شجرة والتي تعادل 9.55 م2 على اعتبار أن محيط حلقة الري9.6 م ونصف قطرها 1.52 م وأن المساحة المراد ترطيبها على بعد 1.02 م من ساق الشجرة إلى 2.02 م عن ساقها ومن ثم تكون المساحة المروية 9.55 م2 . وتساوي المساحة الوقعة بين دائرتين أنصاف أقطارهم 2.02 و 1.02 م. بعد حساب عمق ماء الري وحجم الماء المضاف عند كل مستوى رطوبي للشجرة الواحدة حدد تصرف النقاطات في الساعة والذي يبلغ 240 لتراً /ساعة وعدد النقاطات لكل شجرة = 10نقاطه يمكن التحكم بتصرفها وكان تصرف النقاطة =24 لتراً في الساعة بعد معايرتها عند ضغط =1 بار. وبعد معرفة كمية الماء اللازم إضافتها للمعاملة . تم حساب الزمن اللازم لري كل معاملة على حدة وبشكل منفصل عن المعاملات الأخرى فكان للمعاملة 400 =1 ساعة و3 دقيقة . وللمعاملة 600 = 1ساعة و22 دقيقة وللمعاملة 800 =1 ساعة و41 دقيقة . وللمعاملة 950 =1ساعة و56 دقيقة

وللمعاملة 1400= 2ساعة و39 دقيقه. كما تم دراسة تغيرات بعض الخصائص الفيزيائية للتربة عند المستويات السابقة الذكر (كثافة التربة – توزيع النظام المسامي –معامل التوصيل الشبع وغير المشبع– السعة الهوائيه ....) لمعرفة أثر الإضافات المائية عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي على الخصائص الفيزيائية للتربة. هذا وتم إيجاد العلاقة بين الشد الرطوبي والإنتاجية ونوعية الثمار الناتجة.هذا وصممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة واستخدم فيها تحليل التباين وإيجاد أقل فرق معنوي عند درجة ثقة 5 % كما استخدمت علاقات الارتباط من الدرجة الأولى والثانية وحدد فيها معامل الارتباط ومقدار الانحراف عن المتوسط . أما الأسمدة المعدنية أضيفت كما يلي للشجرة الواحدة : 2كغ سوبر فوسفات 46 % + 1كغ سلفات البوتاس50 % في الخريف وأضيف 2كغ نترات أمونيوم 33% نصفها في شباط والنصف الباقي أعطي على دفعتين أثناء الري. هذا وتم تحديد بعض الخصائص الفيزيائيه والمائية والكيميائية للتربة المدروسة فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول 2 التالي:

الجدول قم(2): يوضح بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة في العمق 0–20 و20–40و40–60 سم.

التحليل	العمق 0–20 سم	20–40 سم	40 –60سم	الطريقة
نسبة الطين	%45.89	% 47.36	%49.47	الماصة حسب kohn
نسبة السلت	%50.61	% 47.35	% 47.36	الماصة حسب kohn
نسبة الرمل	%3.6	%5.29	% 3.17	الماصة حسب kohn
نوع التربة	uT	uT	uT	حسب التصنيف الألماني
نسبة المادة العضوية	%1.76	% 1.1	%0.82	الهضم الرطب
كربونات الكالسيوم الكلية	%56.25	%43.2	%43.2	المعايرة
الكلس الفعال	%16	% 24	%22	المعايرة(دورينو)
سعة التبادل الكاتيوني	33.7م.م/100 غ تربة	33.7م.م/100 غ تربة	34.78م.م/100 غ تربة	خلات الصوديوم
السعة الحقلية	35.0% حجما	35.65 % حجما	36.71% حجما	جهاز الضغط الغشائي
نقطة الذبول الدائم	20.8% حجما	22 %حجما	22.8%حجما	جهاز الضغط الغشائي
الكثافة الحقيقية	2.6 غ/سم^3	2.61 غ/سم^3	2.62غ/سم^3	البكنوميتر
الآزوت المعدني	ppm 24	ppm19	Ppm 20	
الفوسفور الكلي	ppm 12	آثار ppm	آثار ppm	
البوتاسيوم الكلي	ppm 265	ppm75	Ppm 65	
pH	7.53	8.1	8.1	جهاز قياس ا.pH

يتضح من الجدول رقم(2) :أن نسبة الطين بلغت 45.89%في العمق 0–20سم و نسبة السلت الكلي 50.61% ونسبة الرمل الكلي 3,6 % ومن ثم فإن نوع التربة هو طينية سلتية حسب التصنيف الألماني .

وبلغت نسبة المادة العضوية في هذا العمق 1.76%وهي نسبة قليلة حسب (Pagel,1982) بالنسبة لهذا النوع من التربة لأنها تقع ضمن المجال 1.5– 2 %. أما كربونات الكالسيوم الكلية 56.25 %جاءت عالية وكذلك الكلس

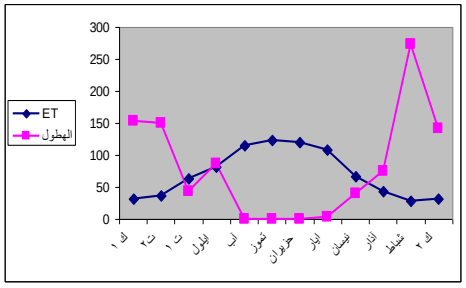
الفعال 16% هذا وبلغت السعة الحقلية 35 % ونقطة الذبول الدائم 20.8%،وبلغت الكثافة الحقيقية 2.6 غ/سم^3 . في حين أن سعة التبادل الكاتيوني بلغت 33.7 م.م/100 غ تربة وهي ضمن المجال المناسب لهذا النوع من الترب.أما الفوسفور الكلي جاء منخفضاً حسب (Pagel,1982) وأن الآزوت الكلي جاء ضمن الحدود المتوسطة لهذا النوع من الترب حسب (Pagel,1982). وفي العمق 20–40 سم ازدادت نسبة الطين لتصل إلى 47.36 %وتنخفض نسبة السلت بشكل بسيط لتصل إلى 47.35 %وتزداد نسبة الرمل لتصل إلى 5.29% ليبقى نوع التربة طينية سلتية كما هو الحال في العمق 0–20 سم. وتنخفض نسبة المادة العضوية إلى 1,1%،وكذلك كربونات الكالسيوم الكلية لكن الكلس الفعال ازداد في هذا العمق مقارنة بالعمق السابق. وبقيت سعة التبادل الكاتيوني كما هي في العمق 0–20 سم . وتزداد السعة الحقلية ونقطة الذبول بشكل بسيط .

أما الآزوت المعدني فينخفض إلى ppm19 أما الفوسفور الكلي وجد بشكل آثار فقط . وزادت قيمة pH من 7.53 إلى 8.1 في هذا العمق .وهذا قد يعود إلى انخفاض نسبة المادة العضوية في هذا العمق.

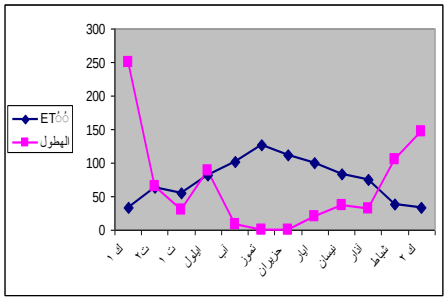
أما في العمق 40–60 سم ارتفعت نسبة الطين قليلا لتصل إلى 49.47% وتبقى نسبة السلت 47.36% كما هي في العمق السابق وتنخفض نسبة الرمل قليلا لتصل إلى 3.17%ليبقى نوع التربة طينية سلتية حسب مثلث القوام السابق. أما نسبة المادة العضوية تنخفض لتصل إلى 0.82% وتبقى كربونات الكالسيوم الكلية والفعالة كما هي في العمق السابق 20–40 سم. أما سعة التبادل الكاتيوني تزداد قليلا لتصل إلى 34.78م.م/100 غ تربة وكذلك السعة الحقلية لتصل إلى 36.71 %حجما مع زيادة بسيطة لنقطة الذبول الدائم حيث وصلت إلى 22.8% حجماً وهذا ناتج عن زيادة نسبة الطين وزيادة الكثافة الظاهرية للتربة.

أما العناصر الغذائية في هذا العمق كانت قليلة باستثناء الآزوت المعدني الذي بلغ 20 ppm

هذا وتم تحديد التبخر – نتح اليومي والشهري وكمية الهطولات خلال عامين متتالين فكانت كما هي موضحة في الأشكال التالية: رقم (2)و(3).



شكل رقم (2): يوضح معدلات التبخر –نتح شكل والهطولات في عام 2008



رقم(3): يوضح معدلات التبخر – نتح والهطولات في عام 2009

يلاحظ من الأشكال السابقة أن سنة 2008 كان معدل الهطول فيها أقل من سنة 2009 بمقدار 193.74 مم أي أن سنة 2008 يمكن اعتبارها سنة جافة وسنة 2009 سنة رطبة.

كما يلاحظ أن معدل الهطولات الشهرية خلال أشهر (آيار –حزيران –تموز–آب)كانت شبه معدومة. وهذا ما أدى إمكانية الحصول على تدرجات في الشد الرطوبي المدروسة والمحافظة عليها بشكل دقيق ضمن حقل التجربة وخلال كامل فترة التساقط .

**أما بالنسبة للتبخر –نتح فتراوح في عام 2008 بين(0.1–4.16)مم/يوم .وفي عام 2009 تراوح بين 0.9 مم/يوم خلال شهر شباط و4.1 مم/يوم في شهر تموز وانخفض بعد ذلك الى 1.6 مم/يوم في كانون الأول. كما يلاحظ أن فترة العجز المائي تبدأ من شهر نيسان حتى شهر أيلول .

النتائج والمناقشة:

1–تأثير مستويات مختلفة من الشد الرطوبي على تغيرات الكثافة الظاهرية للتربة:

تعتبر الكثافة الظاهرية للتربة أحد أهم الخصائص الفيزيائية لها وتعتبر صفة فيزيائية مركبة يمكن من خلالها إعطاء فكرة عن حركة الماء والهواء في قطاع التربة حسب (Kunze and Petelkau,1980)

واعتمدت الكثافة من قبل العديد من الباحثين لتحديد العلاقة بين الإنتاجية وتحديد الكثافة المثالية للتربة في طبقات التربة المختلفة بالإضافة إلى اعتمادها كصفة فيزيائية أساسية لمعرفة درجة انضغاط التربة ودرجة تراص حبيباتها ومعرفة الضغوط السابقة التي تعرضت لها التربة وهي أحد المؤشرات الأساسية للكشف عن المواقع المضغوطة في الحقول الزراعية مع الإشارة إلى أنها تدخل في حسابات فيزيائية كثيرة. ونظراً لأهميتها تم تحديدها في الأعماق التالية: (0–20)–(20–40)–(40–60)–(60–80)–(80–100)سم

بوساطة الاسطوانات المعدنية تم إجراء التجربة فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم(3) يوضح متوسط الكثافة الظاهرية للتربة في أعماق مختلفة قبل وضع المعاملات.

العمق /سم/	الكثافة الظاهرية غ/سم^3
0–20	1.22
20–40	1.40
40–60	1.48
60–80	1.52
80–100	1.48
LSD α 5%	0.069

يلاحظ من الجدول (3) أن الكثافة في العمق 0–20 سم تساوي 1.22 غ/سم^3 وهي تقع ضمن المجال المناسب لهذا النوع من التربة حسب (Hartge and Horn,1991) وأنها تزداد مع زيادة العمق لتصل إلى أكبر قيمة لها في العمق(60–80)البالغة 1.52 غ/سم^3 وهي زيادة معنوية مقارنة لكثافة التربة بالعمق (0– 20) والعمق (20–40)لكنها لم تكن معنوية مقارنة بالكثافة في العمق (40–60)و(80–100) وقد تعود هذه الزيادة إلى تراكم نواتج انغسال الطبقات العلوية أو تعرض تلك الطبقة إلى ضغوط سابقة.

وبعد وضع المعاملات حددت الكثافة الظاهرية للتربة في ثلاثة أعماق (0–20)–(20–40)– (40–60) سم لموسمين متتاليين عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي في التربة خلال مراحل الري المختلفة للحمضيات.

فكانت الكثافة الظاهرية في نهاية الموسم الثاني كما هي موضحة في الجدول التالي4

الجدول رقم (4): يوضح تغيرات الكثافة الظاهرية للتربة بعد نهاية الموسم الثاني.

المعاملة	العمق سم		
	20-0	40-20	60-40
400	1.45	1.48	1.55
800	1.27	1.41	1.48
1400	1.15	1.38	1.47
متدرجة	1.36	1.40	1.50
LSD α 5%	0.065	0.070	0.059

يتضح من الجدول (4): أن الكثافة تزداد مع العمق في جميع المعاملات المدروسة . كما يتضح أن هذه الكثافة في المعاملة 400 ميلبار تصل إلى 1.45 غ/سم^{3}في العمق 0-20سم وهي أكبر معنوياً من قيم الكثافة في المعاملات 800 -1400 والمتدرجة لذات العمق ويعود السبب في ذلك إلى أن فترات الترطيب كانت متقاربة في المعاملة 400 ميلبار ومن ثم لم يفسح المجال لظهور تأثير فترات التجفيف على تشكل الوحدات البنائية مما أدى إلى المساهمة في تهدم بناء التربة. ونلاحظ أيضاً بان الكثافة في هذا العمق وعند المعاملة 400 ميلبار ما زالت تميل إلى الزيادة مقارنة بالموسم السابق.بينما تميل إلى الانخفاض في المعاملتين 800-1400 ميلبار مقارنة بالموسم السابق ولكنها تميل إلى الانخفاض أكثر في المعاملة 1400 ميلبار.

في العمق 20-40سم: يلاحظ أن الكثافة الظاهرية للتربة بلغت في المعاملة 400 ميلبار 1.48غ/سم3ولم تختلف معنويا مقارنة بالموسم السابق. ولكنها كانت أعلى معنوياً من باقي الكثافات في المعاملات المدروسة. في حين أن قيمة الكثافة الظاهرية لم تختلف معنويا في العمق 20-40سم بين المعاملات 800-1400 والمتدرجة لنفس الموسم.

وفي العمق 40-60سم: بقيت الكثافة في المعاملة 400 أكبر من قيم الكثافة في المعاملة 800-1400 ميلبار إلا أنها لم تختلف معنويا عن قيمة الكثافة في المعاملة المتدرجة.

2-تأثير مستويات مختلفة من الشد الرطوبي على حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في التربة :

يعتبر حجم المسامات الكلي في التربة صفة فيزيائية مهمة تعطي فكرة عن الحالة البنائية للتربة ودرجة انضغاطها . إلا أن دراسة توزع هذه المسامات وتحديد حجم أي مجموعة مسامية يعتبر من أحد المهام الأساسية للباحث في هذا المجال. ولتحديد هذه المجموعة المسامية يستخدم جهاز الضغط الغشائي حيث يمكن استخدام العلاقة التالية: $Pm=4\gamma\omega/d$

حيث إن: Pm:الضغط اللازم تطبيقه. d:قطر المسام $\gamma\omega$:التوتر السطحي للماء. بعد ذلك يمكن تحديد : $Pv\%=(1-\delta_d/\delta_s)*100$ حيث إن :δ_d:الكثافة الظاهرية للتربة و δ_s:الكثافة الحقيقية Pv%: حجم المسامات الكلي بعد ذلك يمكن تحديد:

$Pv > 10\mu = Pv\ \% - W_{vol\ pF\ 2.5}$ $Pv > 50\mu = Pv\ \% - W_{vol\ pF1.8}$

$Pv\ (0.2-10)\ \mu = W_{vol\ pF2.5} - W_{vol\ pF4.2}$

$PV<0.2=W_{vol\ pF\ 4.2}$

ومن خلال ذلك يمكن تحديد حجم المجموعات المسامية التي نريدها.

هذا وقد تم تحديد حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في التربة وذلك قبل وضع المعاملات أي في بداية التجربة على أعماق مختلفة (0-20)-(20-40)-(40-60) سم

فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول التالي :

الجدول رقم(5) يوضح حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في أعماق مختلفة قبل وضع المعاملات.

Pv<0.2	Pv (0.2-10) µ	Pv> 10µ	Pv> 50µ	Pv%	العمق سم
19.52	15.48	18.07	15.07	53.03	20-0
21.99	13.77	10.66	7.54	46.36	40-20
22.79	13.91	6.69	3.82	43.51	60-40
0.75	2.11	2.59	4.02	1.97	LSD α5%

يلاحظ من الجدول (5) أن حجم المسامات الكلي يتناقص مع العمق بشكل معنوي حيث يبلغ في العمق 0-20 سم 53.03% لينخفض إلى 46.36 % في العمق 20-40 سم ثم إلى 43.51 % في العمق 40-60سم.

وان حجم المسامات الهوائية أكبر من 50 ميكروناً يتناقص أيضاً مع العمق حيث انخفض من 15.07 % في العمق 0-20 سم إلى 3.82 % في العمق 40-60 سم. أما حجم المسامات اكبر من 10 ميكرون فقد انخفض معنويا من 18.07 % في العمق 0-20 سم إلى 10.66 %في العمق 20-40 سم والى 6.69 % في العمق 40-60 سم. وأما حجم المسامات الهوائية اكبر من 10 ميكرون في العمق 40-60 سم يظهر قيمة منخفضة وذلك حسب Hardge (and.Horn,1991). أما المسامات التي قطرها بين 0.2-10 ميكرون والتي تحوي الماء المتاح للنبات تتراوح قيمتها بين 13.77 و15.48 % حيث إن قيمتها تقع ضمن المجال الطبيعي لهذا النوع من الأتربة حسب (Hardgeu and.Horn,1991). وكانت أكبر في العمق 0-20 سم إلا أنها لم تختلف معنويا عن قيمتها في العمق 20-40و40-60سم . في حين أن المسامات التي قطرها أقل من 0.2 ميكرون والتي تحوي الماء غير القابل للامتصاص من قبل النبات ، يلاحظ أن حجمها كان أقل في العمق 0-20سم وازداد مع زيادة العمق،وهذا يعود إلى زيادة الكثافة الظاهرية للتربة مع العمق. بعد نهاية الموسم الثاني أي بعد مضي عامين على وضع المعاملات تم تحديد حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في الأعماق السابقة المدروسة نفسها فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول التالي رقم(6) التالي:

الجدول رقم(6): يوضح حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في العمق0-20 سم
عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي نهاية الموسم الثاني 2009 اي بعد 2 سنة.

Pv<0.2	Pv (0.2-10) µ	Pv> 10µ	Pv> 50µ	Pv%	المعاملة ميلبار
23.2	12.61	8.42	6.37	44.23	400
20.32	13.88	16.95	12.62	51.15	800
18.4	12.76	24.6	21.39	55.76	1400
21.76	14.86	11.07	8.49	47.69	متدرجة
1.23	2.6	5.12	5.97	3.06	LSD α5%

يتضح من الجدول (6): أن حجم المسامات الكلي في العمق 0-20سم يستمر بالانخفاض مقارنة مع حجم المسامات الكلي قبل وضع المعاملات إلا أن هذا الانخفاض كان أكبر في المعاملة 400 ميلبار حيث بلغ 44.23% وهو أقل معنوياً من حجم المسامات الكلي في جميع المعاملات المدروسة . كما يستمر حجم المسامات التي قطرها اكبر من 50 ميكروناً وكذلك المسامات التي قطرها أكبر من 10 ميكرون بالانخفاض في المعاملة 400 لتصل إلى قيم اقل من القيم الحدية

في حين ان حجم المسامات اكبر من 10 ميكرون تحسنت كثيراً في المعاملة 1400 مقارنة بباقي المعاملات لتصل إلى 24.6% وهذا يعود الى تأثير عمليات الترطيب والتجفيف بفوارق زمنية كبيرة ، أما المسامات التي قطرها بين 0.2-10 ميكرون فقد انخفض بشكل معنوي بعد عامين من تطبيق الري عند شد رطوبي 400 في العمق 0-20 سم. كما تم تحديد حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في العمق 20- 40 سم فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول رقم(7) التالي :

الجدول رقم(7): يوضح حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في العمق 20-40 سم عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي بعد نهاية الموسم الثاني2009.

Pv< 0.2 µ	Pv (0.2-10) µ	Pv> 10µ	Pv> 50µ	Pv%	المعاملة ميلبار
23.26	13.63	6.4	4.57	43.29	400
22.17	12.68	11.13	9.74	45.98	800
21.69	13.18	12.25	9.97	47.12	1400
22	12.49	11.87	9.2	46.36	متدرجة
1.23	1.70	4.07	5.08	2.98	LSD α5%

يوضح الجدول السابق أن حجم المسامات الكلي في العمق 20-40 سم بعد عامين من الري انخفض حجم المسامات الكلي معنويا في المعاملة 400 لتصل إلى 43.29% مقارنة بباقي المعاملات ومقارنة بقيمة Pv% قبل وضع المعاملات، لكنه لم يختلف معنويا بين المعاملات 800و1400 والمتدرجة.

أما حجم المسامات اكبر من 10 ميكرون في هذا العمق انخفض بشكل معنوي في المعاملة 400 مقارنة بباقي المعاملات ومقارنة مع قيمتها قبل وضع المعاملات ، في حين أنها لم تختلف معنويا عن بعضها في المعاملات 800و1400 والمتدرجة ومقارنة مع قيمتها قبل وضع المعاملات . أما حجم المسامات التي قطرها 0.2-10 ميكرون لم يحصل لها تغيرات معنوية وكذلك الحال للمسامات التي قطرها أقل من 0.2 ميكرون .

كما تم تحديد حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في العمق 40-60 سم فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول رقم(8) التالي :

الجدول رقم(8): يوضح حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في العمق 40-60 سم عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي بعد نهاية الموسم الثاني2009.

Pv< 0.2 µ	Pv (0.2-10) µ	Pv> 10µ	Pv> 50µ	Pv%	المعاملة ميلبار
23.87	13.82	3.15	1.85	40.84	400
21.25	13.9	12.17	11.39	47.32	800
22.02	13.06	10.34	8.96	45.42	1400
23.10	13.68	5.97	3.83	42.75	متدرجة
0.92	1.17	3.52	3.29	2.26	LSD α5%

يلاحظ من الجدول السابق أنه في هذا العمق وبعد عامين من الري عند تلك المستويات المختلفة من الشد الرطوبي أن حجم المسامات الكلي في المعاملة 400 قد انخفض إلى 40.84% بشكل معنوي مقارنة مع المعاملات الأخرى 800-1400و المتدرجة ومقارنة مع قيمة Pv% قبل وضع هذه المعاملات .وان حجم المسامات الهوائية اكبر من 10 ميكرون انخفض أيضاً بشكل معنوي في المعاملة 400 ليصل إلى 3.15% وهذا دليل على وجود نقص في المبادلات الغازية في حين أن هذه المسامات تحسنت في المعاملات 800و1400 لتصل إلى 12.17%و10.34% على التوالي .أما المسامات 0.2-10 لم يظهر عليها تغيرا ت تذكر.

وان حجم المسامات اقل من 0.2 ميكرون كانت أقل في المعاملات 800 و1400 ميلبار.

3-تحديد منحنيات الشد الرطوبي:

تم تحديدها بطريقة جهاز الضغط الغشائي عند تطبيق ضغوط متزايدة بدءاً من الضغط $pF_{1.8}$ و pF_2 و $pF_{2.5}$ و pF_3 و $pF_{3.5}$ و $pF_{4.2}$. وهذه الطريقة مجهدة وتحتاج لوقت طويل (عدة أشهر) وذلك عند استخدام اسطوانات تربة ارتفاعها 4 سم. مع الإشارة إلى أن هذه الطريقة تعتبر من أكثر الطرق دقة لتحديد منحني الشد الرطوبي لذلك تم اعتمادها في دراستنا حيث تم حساب المحتوى الرطوبي عند مستويات شد رطوبي مختلفة ،ثم أدخلت هذه الأرقام إلى جهاز الحاسب فتوصلنا إلى علاقة أسية من الشكل:

$$\Psi = a * \theta^{b}$$

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

بعد ذلك تم التوصل إلى العلاقات التالية في كل من الأعماق التالية:

العمق 0-20 سم $\psi = 0.0142 * \theta^{-9.2669}$

$r^2 = 0.963$

العمق 20-40 سم $\psi = 0.0324 * \theta^{-8.9068}$

$r^2 = 0.963$

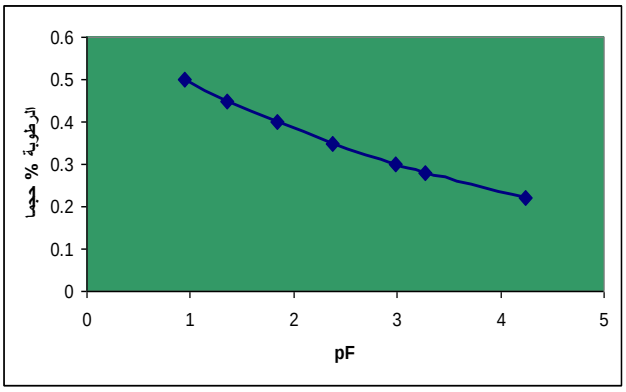
العمق 40-60 سم $\psi = 0.0232 * \theta^{-9.3445}$

$r^2 = 0.973$

حيث إن :ψ :الشد الرطوبي بالهكتوباسكال

θ :الرطوبة الحجمية كجزء من الواحد

ويمكن توضيح العلاقات بالشكل التالي:



شكل رقم(4): يوضح منحني الشد الرطوبي في العمق 0-20 سم

يلاحظ من هذه المعادلات والأشكال السابقة أن المحتوى الرطوبي للتربة ينخفض مع زيادة قيمة pF في كل الأعماق وبشكل متقارب وشبه متجانس وأنه يمكن أن نجد قيم الثوابت التجريبية a,b للتربة المدروسة في الأعماق السابقة الذكر، والتي تؤدي دوراً كبيراً في مجال دراسة صعود الماء بالخاصة الشعرية0.

4-:تأثير مستويات مختلفة من الشد الرطوبي على معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع:

يعتبر معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع أحد أهم الخصائص الهيدروليكية للتربة وهو نسبة التدفق إلى تدرج الجهد الهيدروليكي . ومن خلاله يمكن تحديد مدى حاجة الحقل للصرف ومدى حاجته للتفكيك الميكانيكي وهو أحد أهم الخصائص الفيزيائية للتربة للحكم على الحالة البنائية لها عند إجراء التفكيك الميكانيكي على الأتربة المتماسكة حسب (Dorter ,1986) . ومن خلاله نستطيع تحديد البعد بين أنابيب الصرف وتحديد طريقة الري المناسبة. ونظراً لأهميته تم تحديده في الأعماق(0-20)-(20-40)-(40-60)سم بوساطة أسطوانات معدنية

حيث حدد معامل التوصيل مخبرياً حسب طريقة (Schönberg,1961) التي تعتمد على قانون دارسي:

$$Kf = q/Grad\ \psi_H$$

حيث إن **q**:كمية الماء المتدفقة عبر مقطع التربة و **Grad ψ_H** :التدرج الهيدروليكي.

حيث نفذت القياسات لجميع العينات عند تدرج هيدوليكي واحد وفي حالة التدفق المستقر.

فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول رقم(9).

الجدول رقم (9):يوضح معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع قبل وضع المعاملات في أعماق مختلفة.

العمق/سم	معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع م/يوم
20-0	1.42
40-20	0.46
60-40	0.11
LSD α 5%	0.27

نلاحظ من الجدول أن قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع تنخفض بشكل معنوي مع العمق وجاءت قيمته اكبر من 1 م/يوم في العمق 0-20سم وهي قيمة عالية جداً حسب (Dorter,1986) كما إن قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع في العمق 20-40 سم انخفضت لتصل إلى 0.46 م/يوم وهي قيمة متوسطة واستمرت بالانخفاض لتصل إلى 0.11 م/يوم لتصل إلى القيمة الحدية 0.1 م/يوم، كما هو موضح في الجدول السابق. بعد الموسم الثاني تم تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع فكانت قيم Kf كما هي موضحة بالجدول التالي رقم (10).

الجدول رقم (10): يوضح قيم معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع في أعماق مختلفة
وعند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي بعد نهاية الموسم الثاني 2009اي بعد 2 سنة من وضع المعاملات .

المعاملة /ميلبار	العمق/سم		
	0-20 سم	20-40	40-60
400	0.09	0.05	0.04
800	0.70	0.09	0.12
1400	3.11	0.32	0.15
متدرجة	0.87	0.38	0.09
LSDα 5%	0.27	0.108	0.046

حيث يلاحظ من الجدول 15 أن قيمة Kf تنخفض بشكل واضح مع زيادة العمق وأن قيمة Kf في المعاملة 400 ميلبار والعمق 0-20 سم تجاوزت القيمة الحدية وكانت أقل من قيمتها وبشكل معنوي من باقي المعاملات 800-1400 والمتدرجة . أما قيم Kf في باقي المعاملات كانت أقل من مثيلاتها في الموسم الأول باستثناء المعاملة 1400 ميلبار التي أبدت تحسناً واضحاً في قيم Kf لتصل إلى قيم عالية جدا 3.11 م/يوم ولم تتجاوز القيمة الحدية لها حتى في العمق 40-60 سم حيث بلغت 0.15 م/يوم. أما في العمق 20-40 سم انخفضت قيم Kf إلى ما دون القيمة الحدية في المعاملة 400 و800 ميلبار في حين أن المعاملة 1400 والمتدرجة فبقيت قيم Kf فيها خارج الحدود الضارة لنمو النبات. وفي العمق 40-60 سم بقيت قيم Kf في المعاملة 400 والمتدرجة أقل من القيم الحدية لها أي أقل من 0.1 م/يوم وهي قيمة اقل معنويا من قيمتها في المعاملة 1400 ميلبار ولذات العمق . أما قيمة Kf في المعاملة 800 والمتدرجة لم تختلف معنويا لذات العمق وبذلك تكون قيم Kf في المعاملة 1400 ميلبار هي الأفضل قياسا بباقي المعاملات وهذا قد يعود بالدرجة الأولى إلى إمكانية الاستفادة من تعاقب الترطيب والتجفيف لفترات طويلة.

5- تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع:

تؤدي الناقلية المائية للتربة غير المشبعة دوراً بارزاً في حياة النبات حيث إن معظم العمليات البيوكيميائية بالإضافة إلى أن امتصاص الماء والعناصر الغذائية الذائبة إلى جانب التبادل الغازي تتم في حالة عدم الإشباع .

كما أن كفاءة التربة في مد النبات بالماء والعناصر الغذائية والأكسجين اللازم لنموه وتطوره عبر مراحل نموه المختلفة تتوقف على مدى تغيرات حالة ومحتوى ماء التربة وهذه التغيرات ترتبط بعلاقات معقدة بين الرطوبة والشد الرطوبي والتوصيل الهيدروليكي. وقيمة التوصيل الهيدروليكي هو دليل لارتفاع الشد الشعري ومن ثم فإن التدفق يتناسب مع معامل التوصيل وتدرج الجهد الهيدروليكي.

وحركة الماء تكون باتجاه الجهد المتناقص ،فالماء يميل لأن يسحب من منطقة حيث أغلفة التميؤ المحيطة بالحبيبات أرق ،ومن منطقة تكون بها الأغشية الشعرية أقل انحناء إلى أخرى حيث تكون الأغشية الشعرية أكثر انحناء. ويكون هذا المعامل أكثر أهمية في مجال شد رطوبي أكبر من 300 ميليبار وهنا تلعب المسامات بين 0.2 −10 ميكرون دوراً كبيراً إلا أن تأثره بالمحتوى المائي للتربة هو أكثر بكثير. وتنخفض الناقلية المائية للتربة غير المشبعة كلما ابتعدنا عن حالة الإشباع وهذا يعود إلى انخفاض مساحة مقطع التوصيل الهيدروليكي بالإضافة إلى زيادة تعرج المسامات الموصلة مع استمرار التجفيف. تعتبر الناقلية المائية غير المشبعة كأحد أهم الصفات الفيزيائية للتربة حيث يمكن من خلال تحديدها دراسة حركة الماء الصاعد بالخاصة الشعرية من الماء الأرضي Schindler (,1984) بالإضافة إلى تحديد كمية الماء الصاعد بالخاصة الشعرية مم/يوم ومن ثم يمكن من خلال دراستها معرفة مدى مساهمة الماء الأرضي في تأمين الاحتياجات المائية للنبات ومن ثم تحديد المقننات المائية الواجب إضافتها بدقة عالية. كما أن هذه الدراسة تفيد في تنظيم مستوى الماء الأرضي وتحديد البعد المناسب له ومنعه من الارتفاع إلى المستوى الضار بنمو النبات .

• تم تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع بطريقة التبخر وفق العلاقة التالية واستخدام جهازي قياس توتر في التربة وأخذ القراءات على فترات زمنية مختلفة:

- $Ku=(\Delta\theta/2\Delta t.A)(1/\text{grad }\psi)$

حيث إن : $\Delta\theta$:كمية الماء المتدفقة خلال زمن معين .Δt : زمن القياس. **A**:مساحة مقطع العينة .

Ku: الناقلية المائية للتربة غير المشبعة.**Kugrad** ψ : تدرج الجهد بين نقطتين ويحسب كما يلي:

$$\text{grad } \psi_{t1}=(\Delta \psi_{t1}/\Delta Z)^{-1}$$

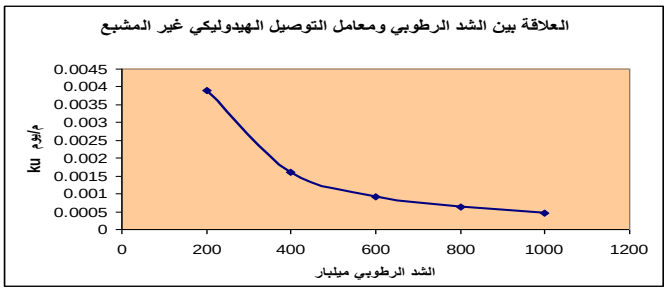
حيث إن $\Delta \psi_{t1}$: تغير جهد الماء في الزمن $t1$ و ΔZ : جهد الجاذبية الأرضية

فكانت النتائج كما هي موضحة في العلاقة التالية: $Ku=4.3722^{*}\ \psi^{-1.325}$

وهذه المعادلة تحدد الثوابت التجريبية بالنسبة لمعامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع في هذه التربة .

$C=4.3722\ d=-1.325$

كما هي موضحة في الشكل التالي رقم 5:



شكل رقم(5): يوضح العلاقة بين الشد الرطوبي ومعامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع

نلاحظ من الشكل (11): أن قيم معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع تنخفض مع زيادة الشد الرطوبي. حيث بلغت عند 400 ميلبار 0.0015 سم/يوم لتنخفض إلى 0.00046 سم /يوم عند شد رطوبي 1000 ميلبار وهي قيم منخفضة جداً

ومن ثم فإن تحرك الماء من التربة إلى الجذور بطئ جداً خاصة عند مستويات شد رطوبي عالٍ وهذا يعني بان نقص الماء في هذا النوع من الأتربة يسبب عجزاً مائياً وانخفاض الإنتاجية حسب (Scheffer and Schachtschable ,1998).

6- تأثير مستويات مختلفة من الشد الرطوبي على الإنتاجية:

تعتبر إنتاجية الشجرة الواحدة من ثمار البرتقال الناضجة هي أحد أهم المؤشرات عن حالة النمو للأشجار وحالة الوسط الفيزيائي للتربة. وتختلف الإنتاجية حسب الصنف والعمر وسنة الحمل ونوع التربة ونوع المعاملات الزراعية والشد الرطوبي أثناء عملية الري ويبلغ متوسط إنتاج الشجرة الواحدة حسب موسوعة زراعة الحمضيات (2009) 95 كغ ومتوسط إنتاج الهكتار 34 طن. بعد وصول الثمار إلى مرحلة النضج الكامل تم جني المحصول في الشهر الأول حيث تم عد الثمار من كل شجرة وحسب وزنها ومتوسط وزن الثمرة الواحدة بالإضافة إلى قطر وطول الثمرة وبعد ذلك تم حساب متوسط الإنتاج للشجرة الواحدة خلال موسمين متتاليين.

هذا وتم حساب متوسط الإنتاجية للشجرة الواحدة لعامين متتاليين فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول(11)

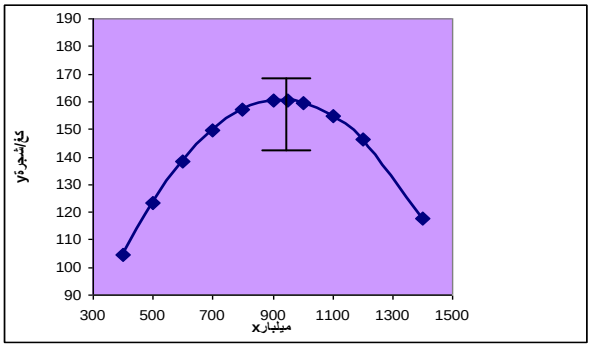
الجدول رقم(11): يوضح متوسط إنتاج الشجرة الواحدة لعامين متتاليين عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي في التربة 2008-2009

المعاملة ميلبار	متوسط الإنتاج كغ/شجرة	متوسط الإنتاج% كنسبة مئوية
400	100.66	100
600	146.5	145.54
800	166.42	165.32
950	157.75	160.72
1400	118.56	117.82
متدرجة	124.26	123.44
LSD α 5%	20.41	20.29

نلاحظ من الجدول 11 أن متوسط الإنتاجية لعامين متتاليين تراوحت بين 100.66 كغ/شجرة عند شد طوبي 400 ميلبار و 166.42 كغ/شجرة عند شد رطوبي 800 ميلبار كما نلاحظ أن متوسط الإنتاجية لعامين متتاليين زادت معنويا في المعاملة 600 ميلبار بمقدار 45.84 كغ/شجرة وهي زيادة معنوية وهذه الزيادة تعادل 45.54% مقارنة بالمعاملة 400 ميلبار وفي المعاملة 800 ميلبار زادت الإنتاجية بمقدار 65.76 كغ/شجرة وهي تعادل 65.32%مقارنة بالمعاملة 400 ميلبار . وان الإنتاجية في المعاملة 950 ميلبار لم تختلف معنويا عن الإنتاجية في المعاملة 600 و 800 ميلبار .أما المعاملة 1400 ميلبار فقد زادت الإنتاجية فيها بمقدار 17.82%مقارنة بالمعاملة 400 ميلبار الا ان هذه الزيادة لم تكن معنوية وفي المعاملة المتدرجة كان متوسط الزيادة في الإنتاجية للشجرة الواحدة حوالي 24 كغ، وهي زيادة معنوية مقارنة بالمعاملة 400ميلبار ولكنها لم تختلف معنويا عن المعاملة 1400 ميلبار . ويعود السبب الرئيسي لانخفاض الإنتاج في المعاملة 400 ميلبار إلى انخفاض حجم المسامات الهوائية أكبر من 10 ميكرون تلك المسامات المسؤولة عن عمليات التبادل الغازي بين التربة والوسط الخارجي إلى قيم أقل من القيم الحدية لهذا النوع من الترب والذي يجب ألا يقل عن 10 % حسب(Hillel , 1980) وهذا يؤدي إلى نقص في المبادلات الغازية، ونقص المبادلات الغازية يحد من انتشار المجموع الجذري في قطاع التربة ويخفف من امتصاص الماء كما أن نقص التهوية تشجع سلسلة من تفاعلات الاختزال كاختزال الحديد والكبريتات ويتكون بذلك العديد من المركبات السامة للنبات مثل كبريتيت الحديدوز والإثيلين وأحماض الإسيتيك والبيوتريك والفينولك وغيرها . كما أن نقص الأكسجين في التربة يؤدي إلى تغير في عملية الإستقلاب أثناء إنتاج الطاقة حيث أن إنتاج الطاقة في غياب الأكسجين يؤدي إلى هدم الكربوهيدرات وتراكم نواتج الإستقلاب السامة في النبات وهذا يؤدي إلى خفض الإنتاجية حسب(Paul ,1986).

كما أن انخفاض معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع وزيادة الكثافة الظاهرية للتربة خاصة في العمق 0-20سم 20-40سم أدى إلى انخفاض الإنتاجية بشكل واضح. أما انخفاض الإنتاجية في المعاملة 1400 قد يعود إلى زيادة الفترة الفاصلة بين ريتين ووصول رطوبة التربة في القطاع 0- 60 سم إلى قيم قريبة من نقطة الذبول قبل إعطاء الرية اللاحقة ومن ثم يبدأ العجز المائي عند النبات بنسبة معينة تزداد مع مرور الزمن فيضطر النبات لبذل جهد إضافي لاستخلاص الماء من التربة على حساب النمو والإنتاجية . أما انخفاض الإنتاج في المعاملة المتدرجة يعود الى معاناة النبات من انخفاض المحتوى الرطوبي التدريجي في مراحل متقدمة خاصة في مراحل اكتمال نمو الثمار نظرا لزيادة الفترة الفاصلة بين الريات مع تقدم الزمن حتى الوصول إلى 1400ميلبار. يتضح من خلال هذه النتائج إن افضل إنتاجية كانت في المعاملة 800 ولكنها لم تختلف معنويا عن المعاملة 600- و950 ميلبار. ولتحديد الشد الرطوبي المناسب بشكل اكثر دقة تم إيجاد العلاقة بين الإنتاجية والشد الرطوبي عن طريق علاقات الارتباط من الدرجة الثانية فكانت النتائج كما هي موضحة في الأشكال التالية ذات الأرقام 12-13-14 :

وعند حساب متوسط الإنتاجية لعامين متتاليين كان الشكل(6) التالي :



شكل رقم(6): يوضح العلاقة بين الشد الرطوبي ومتوسط الإنتاجية للعامين2008 –2009

وعند حساب متوسط الإنتاجية لعامين متتاليين 2008–2009 كانت العلاقة التالية:

$$Y=-11.233+0.367645X-0.000197X^2$$

$$r^2=0.92$$

$$n=15$$

حيث يبين الشكل إن افضل إنتاجية لمتوسط عامين متتالين كانت عند شد رطوبي 900 ميليبار في العمق 30 سم وضمن مجال شد رطوبي بين 600 – 1250 ميليبار على هذا النوع من التربة.

الاستنتاجات والتوصيات:

زادت الكثافة الظاهرية للتربة في المعاملة 400 ميلبار في العمق 0–20 سم بمقدا 0.23 غ/سم^3 بعد سنتين مقارنة بالقيمة الأولية (1,22) غ/سم^3 في حين أنها لم تتغير معنويا في المعاملة 800و 1400 ميلبار إلا أنها زادت بمقدار 0.14 غ/سم^3 في المعاملة المتدرجة. وفي العمق 20–40 سم زادت قيمة الكثافة في المعالمة 400 ميلبار بعد سنتين بمقدار0.08 غ/سم^3 مقارنة بالقيمة الأولية لذات العمق . وهي زياة معنوية مقارنة مع قيمة الكثافة عند مستويات الشد الرطوبي 800و1400و المتدرجة . في حين أن قيمة الكثافة في هذا العمق لم تختلف معنويا عند مستويات الشد الرطوبي 800 و1400 والمتدرجة.

في العمق 40–60 سم زادت الكثافة معنويا في المعاملة 400 ميلبار بمقدار 0.06 غ/سم^3 وهي زيادة معنوية مقارنة بقيمة الكثافة قبل سنتين ومقارنة بقيمة الكثافة عند المعاملة 800 ميلبار ولكنها لم تختلف معنويا عن قيم الكثافة في المعاملة المتدرجة. أما حجم المسامات في العمق 0–20 سم: انخفض حجم المسامات > 10 ميكرون بمقدار 9.65% في المعاملة 400 ميلبار وزاد معنويا بمقدار 6.53%في المعاملة ميلبار1400 وانخفض في المعاملة المتدرجة بمقدار 7%حجما مقارنة بالقيمة الأولية قبل سنتين في حين أنه لم يتغير معنويا في المعاملة 800 ميلبار . كما تبين أن حجم المسامات الهوائية بعد سنتين لم يختلف معنويا بين المعاملة المتدرجة والمعاملة 400 ميلبار. في حين أن حجم المسامات (0.2–10) ميكرون انخفض بشكل معنوي في المعاملة 400 ميلبار بمقدار 2.87% بعد مرور سنتين. أما في العمق 20–40سم: انخفض حجم المسامات الهوائية > 10 ميكرون في المعاملة 400 ميلبار بمقدار 4.26%وهذا الانخفاض كان معنويا مقارنة بباقي المعاملات. أما حجم المسامات (0.2–10) ميكرون فقد كان اقل ولكنه لم يختلف معنويا في هذا العمق وكذلك الحال بالنسبة للمسامات < 0.2 ميكرون. وفي العمق 40–60 سم: انخفض حجم للمسامات > 10ميكرون بشكل معنوي بعد سنتين في المعاملة 400 ميلبار بمقدار 3.81% وازداد في المعاملة 800–1400 ميلبار بمقدار 5.21 –3.38 % على التوالي. في حين أنها لم تختلف معنويا في

المعاملة المتدرجة. أما قيم معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع انخفضت في المعاملة 400 ميلبار بعد سنتين إلى 0.09 م/يوم في العمق 0–20 سم وفي العمق 20–40 و 40–60 سم وصلت قيمة Kf إلى 0.05–0.04 م/يوم بالترتيب ، متجاوزا بذلك القيمة الحدية ، كما أن Kf في جميع الأعماق ازادت قيمته بزيادة الشد الرطوبي وانه في العمق 40–60 سم بقيت قيم Kf قريبة من القيمة الحدية في المعاملات 800–1400 ميلبار . إلا أنها تجاوزتها عند المعاملة 400 والمتدرجة. أما قيم معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع Ku : فقد انخفضت قيم Ku من 0.0015 سم/يوم عند شد رطوبي 400 ميلبار إلى 0.00046 سم/يوم عند شد رطوبي 1000 ميلبار وكانت الثوابت التجريبية c,d لهذه التربة هي c=4.3722 d=−1.325

الإنتاجية: كانت أفضل إنتاجية للشجرة الواحدة كمتوسط لعامين هي في المعاملة 900 ميلبار وضمن مجال شد رطوبي 600– 1250 ميليبار. أما إنتاجية المعاملة المتدرجة كمتوسط لعامين متتاليين كانت أقل معنوياً من المعاملة 800–950 ميلبار ولكنها لم تختلف معنويا عن المعاملة 1400 ميلبار في حين أن إنتاجيتها كانت افضل من المعاملة 400 ميلبار. من خلال هذه النتائج نوصي بما يلي :

- متابعة إجراء الأبحاث على أنواع مختلفة من الأتربة المنتشرة في الساحل السوري وعلى أصناف مختلفة من الحمضيات.
- دراسة تغيرات الخصائص الفيزيائية للتربة لسنوات طويلة عند مستويات الشد الرطوبي المختلفة .
- استخدام أجهزة قياس التوتر وزراعتها في العمق 30 سم ومراقبتها وإعطاء الماء للنبات عندما يصل الشد الرطوبي إلى (900) ميلبار لزيادة الإنتاجية وتحسين نوعية الثمار
- محاولة ربط أجهزة قياس التوتر بشبكات ري مؤتمتة لسهولة العمل وتوفير في اليد العاملة.

المراجع:

1–موسوعة زراعة الحمضيات : إصدار (2009)

2 -ACHTNICH ,W . *Bewasserungsgrundbau* : Agrotech ,Grundlagen .d. Bawesserung s wirtschaft. Stuttgart.Ulmer. Germany, 1980,66-83.

3 -AIYELAOGBE ,I;ORODELE,O. *leaf Gras exchauge and Growth response of juvenile(Valancia) Orange to Dry season Irrigation in southwesten Nigeria.Rescarch and Developmens center Alabata Road*; Abeokuta 2007 P(1-2) Nigeria

4-BOMAR , Z,B ; STOVER,W.*out line for Managing irrigation of Florida Citrus with High salinity water*. UF university of Florida IFAS. USA.2002 ,1-7.

5 -BOMAR.Z.B. *Irrigation of young Flatwoods Citrus trees university of Florida* .IFAS Indian river Resceaqrch and Education center 2199 south Rock Road,2003 ,.205-210.

6 -Dörter. K. : *Lehrboch der landwirschafliche Meliorationen* . VEB Deutscher landwirtschaftsverlag. Berlin (GERMANY), 1986, 316

7-- EHLERS,W. *wasser im Boden und Pflanze , Dynamik des wasserhaushalts als Grundlage von Pflanzenwachstum und*. Ertrag , Eugen –Ulmer –Verlag –Stuttgart Germany,1996,33-41.

8 -GARDNER, W. R ; HILLEL , D ; AND BENYAMINI ,Y. *Post irrigation movement of soil water* . I . redistribution . Water resour . Res . USA,1970, 851-861.

9-HARDGE, K. H; AND HORN, R. : *Einführung in die Bodenphysik Ferdinand Enke.* Verlag Stuttgart GERMANY,1991, 303.

10 -Hillel, D.*Fundamentals of soil physics*. Academic press. New York USA . 1980.201-210.

11- HWA, H. *Water for citrus Growth and Development*. Water management for citrus Orchards.Food und Fertilizer Technologe center for the Asian and pacific Region,2003,33.

12-KUNZE. U ;PETELKAU, A . *Die Lagerungsdichte des Bodens als wesentliche stuerungsgröbe für die Bode*n - bearbeituny wissenschaftliche . Beitrdge . MLU . Halle - wittenberg 14 - 22 hallc , GERMANY , 1980 ,35-65.

13 -PAGEL, H . *Pflanzen ernähstoffe in tropischen böden ihre bestimmung und bewertung. VEB*. Deutsher landwirt. Verlag-Berlin GERMANY,1982, 272.

14 -PAUL, R . *Abhängigkeit der Magrogas-diffusion von der Bodenstruktur* . Arch . Acker . Pflanzen - bodenk , Berlin GERMANY,1986, 681-687 .

15-SCHEFFER,F;SCHACHTSCHABEL,P . *LehrbuchderBodenkunde Ferdinand EnkeVerlag*,Germany 1998,494.

16 -SCHINDLER, U. *Untersuchunugen zum Kapilaren Wasseraufstieg aus dem Grunwasser .Arch* .Acker.u.Pflanzenpau 1980 Bodenk.Berlin (26) GERMAN

17- SOHNBERG, W. Ein Beitrag zur Seryenmassigen Bestimmung der Wasserdurchlassigkeit an Strukturproben . Thar. Arch, 1961.5 s.756-765 . Germany.