مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (3) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (3) 2012

أتمتة شبكات الري بالتنقيط في ظروف الساحل السوري اعتماداً على الرطوبة الآنية للتربة

الدكتور المهندس عز الدين حسن*
الدكتور المهندس جهاد ابراهيم**
ألاء شـنـيـعة***

(تاريخ الإيداع 13 / 3 / 2011. قُبِل للنشر في 22/ 5 / 2012)

□ ملخّص □

إن الاستغلال الأمثل للمصادر المائية المحدودة في القطر العربي السوري وترشيد استخدامها يتطلب تطويراً مستمراً في برامج الري المستقبلية. من أجل ذلك قمنا بتصميم شبكة ري بالتنقيط مؤتمتة بشكلٍ كاملٍ استخدم فيها جهاز قياس توتر ماء التربة (التنشيومتر) كمؤشر إلى تغيرات رطوبة التربة بعد تعديله وربطه بجهاز إقلاع أتوماتيكي مؤلف من محول كهربائي ومؤقت زمني وكونتاكتور وملحقات أخرى ومضخة مياه. وتم اختبار الشبكة حقلياً على أشجار حمضيات في طور الإنتاج الأعظمي بحيث يقوم الجهاز بالإقلاع عندما يصل الشد الرطوبي في العمق 30 سم إلى600 ميليبار وتستمر المضخة بإعطاء الماء إلى التربة عبر النقاطات لوصول رطوبة التربة في العمق(60-0) سم إلى السعة الحقلية، بعد ذلك يعطي إيعازاً ليتوقف عمل المضخة. وبالاعتماد على خصائص التربة الفيزيائية والهيدروديناميكية وتدفق الشبكة تم تحديد زمن عمل المضخة لإيصال رطوبة التربة من الرطوبة المقابلة لـ 600ميليبار إلى السعة الحقلية لها(ساعة واثنان وأربعون دقيقة) وبعد انقضاء هذا الزمن يتوقف عمل المضخة حتى تنخفض رطوبة التربة إلى600ميليبار من جديد وبذلك تم التحكم بكمية المياه المعطاة وبدقةٍ عالية دون ضياعٍ للماء مع المحافظة على حالة بنائية جيدة للتربة وهذا يلعب دوراً بارزاً في اقتصاديات المياه.

الكلمات المفتاحية: الشد الرطوبي – أتمتةالري – التنشيومتر– الري بالتنقيط.

* أستاذ – قسم الهندسة المائية والري . كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .
** أستاذ –قسم علوم التربة والمياه (فيزياء تربة) . كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة المائية والري . كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (3) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (3) 2012

Drip irrigation networks automation under Syrian coast conditions, based on soil actual moisture.

Dr. Izz al-Din Hassan [*]
Dr. Jihad Ibrahim [**]
Alaa Shneeaa [***]

(Received 11 / 11 / 2011. Accepted 9 / 5 / 2012)

□ ABSTRACT □

Efficient and rational use of limited water resources in the Syrian Arab Republic requires a continuous developing of future irrigation programs .

For that, we have designed a complete automated drip irrigation system, by using a device for measuring soil water tension (potentiometer), as an indicator for soil moisture changes.

It was modified and coupled to an automatic boot apparatus, an electric transformer, a timer, a contactor, other accessories, and a water pump . The network was tested for citrus trees in maximum production stage, so that the system will boot, when moisture in the 30 cm layer depth reaches 600 millibar, and the water pump will continue pumping through the drippers, till soil moisture in the 0-60 cm depth reaches field capacity; thereafter, a directive will be given to stop the pump.

Depending on physical and hydrodynamic characteristics of the soil, and water flow in the network, we identified pump work duration, to change soil moisture from that corresponding to 600 millibar to that corresponding to field capacity (one hour and forty minutes). After this period of time, pumping will be stopped, till soil moisture decreases again, as low as that moisture corresponding to 600 millibar, while water quantity is accurately controlled without water loss; soil structure is maintained in a good condition , which in turn plays an important role in water economics .

Keywords: tensile moisture, irrigation automation, Altenciomitr, drip irrigation.

[*] **Professor - Department of Irrigation and Water Engineering Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria**
[**] **Professor - Department of Soil and Water Sciences (Physics soil) Faculty of Agricultural Engineering,Tishreen University, Lattakia , Syria.**
[***] **Postgraduate Student (M.Sc.) - Department of Irrigation and Water Engineering Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria.**

مقدمة:

لو سألنا أنفسنا لماذا تعجز الزراعة المروية في بعض المناطق عن تحقيق الفوائد المتوخاة منها؟ وللإجابة يجب أن نعلم أن المشكلة لا تكمن من حيث المبدأ بالري بحد ذاته، بل في ممارسات الري المتكررة وغير المناسبة، كتقديم معدلات ري غير واقعية، تؤدي الى حدوث خللٍ في تقدير الكلف الحقيقية لاستجرار مياه الري وإيصاله إلى الحقل، وفي معالجة المشاكل الناجمة عن تقديم كميات مائية صغيرة كتملح التربة، وتغير نوعية مياه الري، وزيادة التبخر، وتغير مستوى المياه الجوفية ومستوى النشاط البيولوجي للنبات، ومشاكل الصرف الزراعي.

إن الاستخدام الجائر لمياه الري المحدودة في القطر العربي السوري يؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من هذه المياه سواء عن طريق انخفاض كفاءة توزيع المياه أو كفاءة استعمال المياه أو سوء توزيعها في الحقل وهذا ما نلاحظه في شبكات الري بالتنقيط المنتشرة في حقول الحمضيات ومساحات أخرى في الساحل السوري إذ لوحظ بأن هذه الشبكات تفتح لمدة (10–15) يوم متواصلة في بعض البساتين الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع المحتوى الرطوبي في قطاع التربة ليصل إلى مستوى أكبر من السعة الحقلية وقريب من نقطة الإشباع ولفترة طويلة من الزمن الأمر الذي يؤدي إلى تهدم بناء التربة وتبعثر غروياتها وزيادة كثافتها ومقاومتها لاختراق الجذور وتخريب النظام المسامي وانخفاض المبادلات الغازية وهذا يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية كماً ونوعاً[1]أضف إلى ذلك خسارة كبيرة في المياه التي تؤدي إلى رفع مستوى الماء الأرضي وما يسببه من أضرار عن طريق الغدق ، وبالمقابل يؤدي نقص المحتوى الرطوبي في التربة إلى انخفاض الإنتاجية بسبب صعوبة امتصاص الماء من قبل النبات،ومن هنا تأتي أهمية تنظيم حالة التوازن المستمر بين الطورين السائل والغازي في قطاع التربة ويمكن التحكم بذلك وعلى نحو مثالي عن طريق أتمتة عملية الري الحديث (الري بالتنقيط) ومن هنا تأتي أهمية الموضوع في إيجاد آلية لأتمتة شبكات الري بالتنقيط ونظام معين يخدم هذه الأتمتة من أجل منع ضياع الماء واستخدامه بشكل مثالي وهذا يؤدي إلى ترشيد استخدام مياه الري والاقتصاد بها.

وانطلاقاً من ذلك أجريت دراسات عديدة في هذا الاتجاه ومنها دراسة في بنغلادش[2] ، من أجل تحسين كفاءة الرّي بالتنقيط وتمّ بنتيجة هذا البحث أتمتة عمليات الرّي ، وبناء نموذج رياضي للتنبؤ بكميّة المياه المتوافرة للرّي.

هذا وقد تم تطبيق نظام الري المؤتمت على فول الصويا والذرة في ولاية تكساس جنوب السهول المرتفعة وذلك بغية تقييم جدوى استخدام الري بالتنقيط المؤتمت مع إجراء مقارنة في الغلال وكمية المياه المقدمة للتربة بين الطرق التقليدية والطرق الحديثة[3,4].

وقام آخرون بتطبيق أنظمة ري متطورة عن طريق وصل نظام الري بالتنقيط بأجهزة برمجة آلية تتحكم بالصمامات موصولة مع عدادات تدفق ومجسات لقياس الرطوبة ومنظمات ضغط وغيرها [5]

وتمت دراسات عديدة حول التطبيقات العمليّة للرّيمع إيجاد مزايا كل طريقة وسلبياتها ، وتمت الإشارة إلى أهمية الأتمتة في استخدام الرّي الحديث وبخاصة الري بالتنقيط لما لها من أهمية كبيرة في توفير وقت العمالة وجهدها بالإضافة إلى كفاءة استخدام المياه والمردودية [6].

يتصف نظام الري بالتنقيط بميزات أدت إلى زيادة استخدامه وانتشاره مقارنة بطرق الري الأخرى ، وقد أشارت الأبحاث بأن الري بالتنقيط يحافظ على بناء التربة وإمكانية استخدام مياه مالحة لا يمكن استخدامها في طرق الري الأخرى وبخاصة للنباتات التي لاتستطيع النمو تحت أنظمة الري الاعتيادية كالغمر وغيره بسبب مشاكل ملوحة التربة والمياه [7].

وذكر بعض المختصين أن استخدام الري بالتنقيط يمنع تطور أي شد رطوبي عالٍ بالتربة ويحافظ على مستوى رطوبي عند حدود السعة الحقلية وباستمرار ويستخدم نصف كمية المياه المستخدمة بطريقة الري بالغمر[8] .

واستنتج آخرونبأن طريقة الري بالتنقيط تتقدم على باقي الطرق بالمزايا الجيدة، وبخاصة بالنسبة للترب الرملية ذات القابلية المنخفضة للاحتفاظ بالماء والترب غير المستوية وفي الحالات التي تكون فيها مياه الري قليلة ومالحة نسبياً ، كما يفضل استخدام الري بالتنقيط في المناطق الجافة ذات معدلات التبخر العالية[9].

وأشار بعض الباحثين أن معدل إضافة الماء في نظام الري بالتنقيط يكون في الغالب أقل من معدل الغيض الأساس للتربة ولذلك فان الماء يتحرك أفقياً وعمودياً في قطاع التربة دون حدوث فقدان أو جريان سطحي. كما أنه لا يتأثر بشروط الرياح، وبمقارنته بالري السطحي يعدّ أقل تأثراً ببنية التربة، وخشونة السطح، والشروط الطبوغرافية، ومن أجل كميات سقاية أكبر من حاجة المحصول، تصبح المنطقة المرطبة بالتنقيط أكثر تمدداً واتساعاً نحو الأسفل، لتأخذ في نهاية المطاف شكل (البصلة) لصرف الماء الزائد أسفل منطقة الجذور[10].

وذكر بعض الباحثين أن للري بالتنقيط دوراً إيجابياً في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة والحد من ظاهرة التصلب السطحي كما أن دراسة حركة الماء في قطاع التربة المروية بالري بالتنقيط لها أهميتها الكبيرة لعلاقتها بتوزيع الماء والأملاح والمواد الغذائية وتأثير ذلك في نمو المجموع الجذري للنبات وتطوره في التربة [11].

فالري بالتنقيط هو من طرائق الري الحديثة التي يتم فيها الري بحجم من المياه يقترب من كمية الاستهلاك المائي للنباتات وذلك لتوفر إمكانية التحكم في كميات الماء المضافة في كل رية حسب الاحتياجات الفعلية للنباتات واكتسبت إضافة الأسمدة مع مياه الري Fertigation تحت نظام الري بالتنقيط بعض المميزات الفنية والتطبيقية وفتحت آفاقاً جديدة في الاستثمار الأمثل للمياه والأسمدة والسيطرة على تزويد الماء والمغذيات إلى المحاصيل والمحافظة على تراكيز مناسبة من الأيونات والماء في التربة، وعلى الرغم من إمكانية استخدام الري التسميدي مع الري السطحي أو الرش إلا أن السيطرة على الماء والمغذيات تكون مثالية في نظام الري بالتنقيط [12].

أهمية البحث وأهدافه:

هنالك الكثير من الحالات التي يكون فيها من غير الملائم إن لم يكن المستحيل السقاية بالخبرة دون الأتمتة، على سبيل المثال: قد لا تتوفر العمالة المكرسة لتشغيل أنظمة الري بالتنقيط(مرات متعددة في الأسبوع أو حتى في اليوم). تسوء المشكلة أكثر إن كانت الصمامات بحاجة إلى تبديل خلال الليل أو بحاجة الى تشغيل لبضع ثوانٍ كل(15–10) دقيقة. لذلك يجد المزارعون بأن عملية الأتمتة اقتصادية التكلفة وموثوقة تاركة العمال لإنجاز مهام أخرى أكثر أهمية لأجل زراعة محصول أفضل.فالأتمتة تلغي التشغيل اليدوي لفتح أو إغلاق الصمامات خصوصاً في عملية الري المكثف، كما يمكننا تغيير عدد مرات الري وتقديم السماد مع ماء السقاية، ويمكن تشغيل النظام في الليل ، بالتالي يمكن الاستفادة من وقت النهار لأنشطة زراعية أخرى. وتكمن أهمية الأتمتة من أن المضخة تبدأ وتتوقف بالضبط عندما يتطلب الأمرذلك، مما يحسن بذلك من شروط الطاقة، لذلك كان الهدف من بحثنا هو إيجاد آلية للأتمتة من أجل التحكم بكمية المياه المقدمة للتربة حسب الرطوبة المطلوبة فيها وذلك من خلال تحقيق عملية ري بالتنقيط مؤتمتة بالكامل إذ تم زرع حساسات في مناطق محددة من الحقل مكونة من أجهزة تحسس الرطوبة (التنشيومتر) وعند انخفاض رطوبة التربة إلى حد نقوم بتحديده حسب نوعية تربة الحقل عندئذ تعطي الأمر إلى المضخات فتعمل شبكة الري بالتنقيط.

طريقة البحث ومواده:

نفذت التجربة في محافظة اللاذقية على أشجار حمضيات في مزرعة بوقا التابعة لكلية الزراعة في جامعة تشرين، إذ قمنا في تجربتنا بتصميم نظام أتمتة مستند إلى الزمن وقد تم حساب الزمن اللازم لإعطاء التربة الكمية الواجب إعطاؤها لإيصال رطوبتها من مستوى رطوبي معين إلى السعة الحقلية لها وهو زمن تشغيل الشبكة ولتحقيق هذا الهدف تم تصميم شبكة ري بالتنقيط مؤتمتة تتألف من جهاز إقلاع أوتوماتيكي وتنشيومترالشكل (1) ومحول كهربائي وريليه زمنية ومفاتيح تشغيل، وتم وصل جهاز قياس التوتر أو التنشيومتر الشكل (والمؤلف من أنبوب وقدح فخاري ذات مسامية بقطر(1.5–1) ميكرون بعد زراعته في التربة على العمق 30 سم (متوسط منطقة الانتشار الأعظمي لجذور الحمضيات)مع جهاز الإقلاعالأوتوماتيكي والموصول مع غطاس لسحب الماء من البئر وهذا الغطاس يقلع أتوماتيكياً ويضخ الماء في شبكة الري عند وصول الشد الرطوبي إلى600 ميليبار–وهو شد رطوبي يقع ضمن المجال المناسب لأشجار الحمضيات من 500 إلى 1500ميليبار[13] على العمق 30 سم وذلك حسب نوع التربة – على ساعة جهاز قياس التوتر الشكل (2)ويستمر بضخ الماء في الشبكة حتى زمن معين (حيث يتم تحديد هذا الزمن بدقة اعتماداً على الخواص الفيزيائية و الهيدروديناميكية للتربة وتدفق شبكة الري) أي لإيصال طبقة التربة المراد ريها في العمق (60–0) سم من الرطوبة المقابلة للشد الرطوبي600ميليبارالى السعة الحقلية للتربة وبذلك يكون حجم الرية صغيراً لأن السعة الحقلية للتربة تكون عند شد رطوبي 330 ميليبار ، وهذه تعادل pF2.5وبعد مرور هذا الزمن تغلق الدارة الكهربائية ويطفئ الجهاز بشكل أتوماتيكي ويستمر في وضعية الإغلاق حتى يصل الشد الرطوبيفي العمق 30 سم إلى 600ميليبارمن جديد وهكذا.....

الشكل (1) التنشيومتر المعدلالشكل (2) ساعة مقياس الضغط

يتألف جهاز الاقلاع الأتوماتيكي المصمم الشكل (3) و (4) **من الأجزاء الآتية:**

الشكل (3) جهاز الإقلاع الأوتوماتيكي **الشكل (4) الجهاز بعد إزالة الغطاء عنه**

- **المحول الكهربائي:**

يتألف المحول الكهربائي في الحالة العادية من نواة حديدية مؤلفة من صفائح حديدية بأشكال مختلفة حسب النموذج المراد صنعه ويكون هذا القلب الحديدي ذا صفائح مورنشة ومعزولة عن بعضها بعضا الشكل (5). يحيط بهذا القلب الحديدي أسلاك نحاسية مختلفة المقاطع، يتعلق مقطعها باستطاعة المحولوالغاية من المحول تخفيض التوترمن250فولط إلى24 فولط والغاية من تخفيض التوتر إلى هذا المستوى هو عدم حدوث تكهرب في أثناء ملامسة الشبكة.

الشكل (5) المحول الكهربائي

- **المؤقت الزمني أو ما يسمى بالريليه الزمنية:**

الريليه الزمنية هي دارة الكترونية مؤلفة من عناصر الكترونية دارات ومقاومات ومكثفات وترانزستورات الشكل (6) ، والغاية منها تحديد الزمن اللازم لتشغيل المضخة وتقوم بدورها باغلاق الدارة وإعطاء أمراً للمضخة عن طريق الكونتاكتور علماً أن الريليه الزمنية يمكن تعييرها بالثواني والدقائق والساعات ويمكن وضع أكثر من ريليه زمنية على التوالي وذلك لإعطاء إمكانية التوسع في مجال الزمن عندما تكون الشبكة ذات تدفق قليل.

الشكل (6) الريليه الزمنية

- **الكونتاكتور:**

ويتألف الكونتاكتور من ملف بنواة حديدية ذي تماسات توصيل الشكل (7)، ومهمة الكونتاكتور وصل التيار المتناوب إلى المضخة ويمكن تبديله بما يناسب استطاعة المضخة إن كانت ذات استطاعة كبيرة أو صغيرة.

الشكل (7) الكونتاكتور

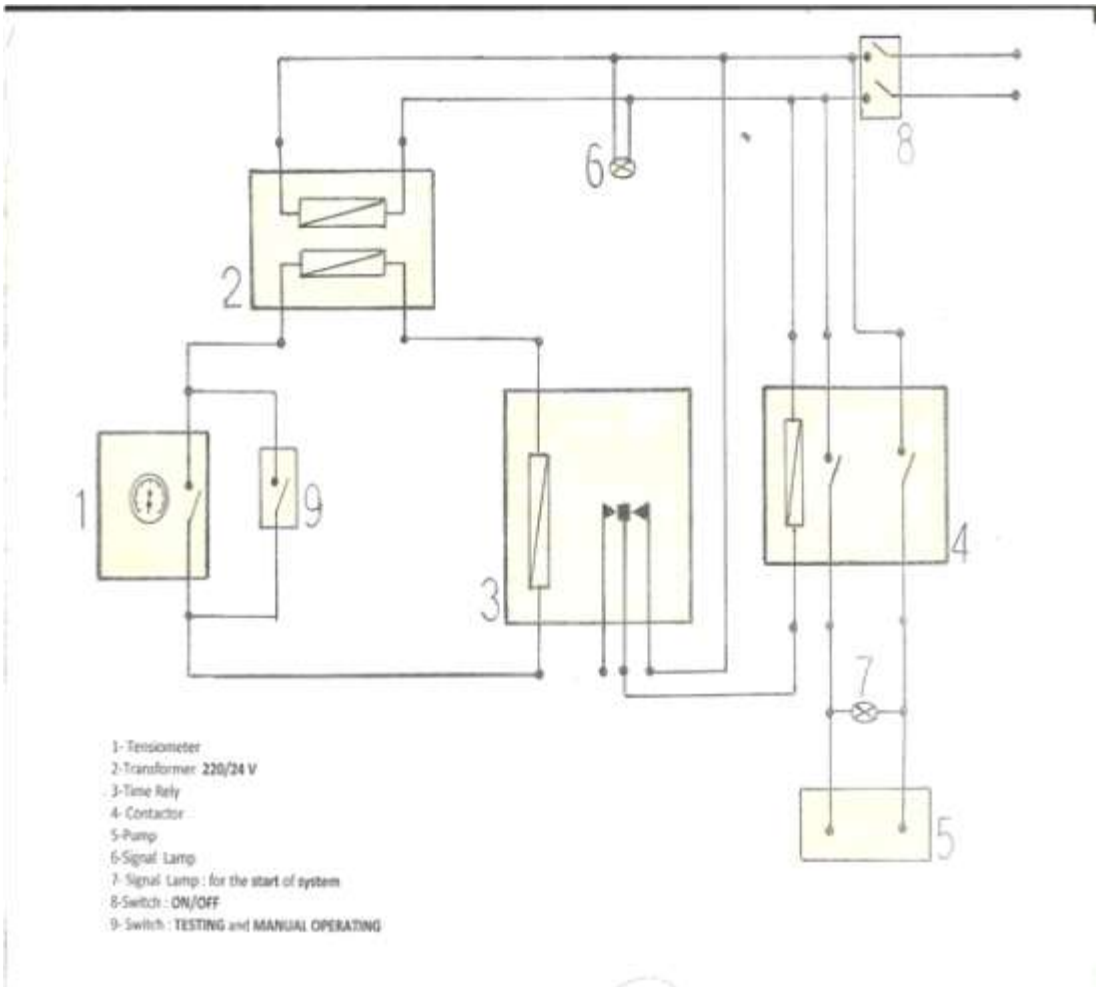
وفي الجهازالعناصرالمساعدة الآتية:

1. **مفتاح التشغيل اليدوي:** والغاية منه تجريب عمل المضخة للتأكد من سلامة الدارة أو تشغيل النظام بشكل يدوي عند اللزوم.

2. **مفتاح رئيس مع لمبة الإشارة:** وذلك لفصل التغذية الكهربائية عن الجهاز أو وصلها إذ تضاء لمبة بداخله وهذا دليل وجود الكهرباء
3. **لمبة إشارة** خاصة بتشغيل المضخة إذ تضاء عند عمل المضخة الشكل (8).

الشكل (8) مفتاح التشغيل مع لمبات الإشار

ويمكن تطوير الجهاز أو تصميمه بشكل أكثر تقنية إذ يوجد لكل حالة من التجهيزات تصميم ستقل حسب ا لمسافة بين مكان التجهيزات وموقع الكهرباء ومكان جهاز التنشيومتر كما يمكن وضع مقاييس فولط رقمية ومقاييس أمبير لمعرفة قيمة استهلاك الدارة من الطاقة الكهربائية. وتم اختبار الجهاز في المختبر وتمت معايرته في الحقل. والغاية من هذه التجربة تحديد العلاقة بين رطوبة التربة والزمن من أجل تحديد زمن تشغيل المضخة ، وعند ربط هذه الأجهزة مع بعضها تعمل وفق المخطط الموضح في الشكل (9)الآتي:



الشكل (9) مخطط لمنظومة التشغيل

وجدنا في هذا المخطط أنه عندما تصل الكهرباء 220 فولط إلى المحول (2)يقوم بدوره بتخفض التوتر إلى 24 فولط وعند وصول الشد الرطوبي الى 600ميليبار في ساعة مقياس الضغط في التنشيومتر (1)تغلق الدارة وتعطي إشارة إلى الريليه الزمنية (3) وهي بدورها تنقل الأمر إلى الكونتاكتور (4) الذي بدوره يعطي أمراً لإقلاع المضخة (5)

النتائج والمناقشة:

تحديدالخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية للتربة المدروسة:

أخذنا عينات من التربة المدروسة بواسطة اسطوانات معدنية من الأعماق (0–20) سم و (20–40) سم و (40–60) سم وقمنا بتحديد الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية لها فكانت نتائج التحليل كما هي موضحة في الجدول رقم (1)الآتي:

جدول رقم (1) يوضح بعض الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية للتربة المدروسة

التحليل	العمق (0-20) سم	العمق (20-40) سم	العمق (40-60) سم	طريقة التحليل المتبعة
نسبة الطين %	42.77	44.87	49.07	طريقة الهيدروميتر
نسبة السلت%	39.92	42.02	39.92	طريقة الهيدروميتر
نسبة الرمل %	17.31	13.11	11.01	طريقة الهيدروميتر
نوع التربة	uT	uT	uT	طينية سلتية
كربونات الكالسيوم الكلسية%	45	44	41	طريقة المعايرة
كربونات الكالسيوم الفعالة%	20	22.5	23	طريقة المعايرة
نسبة المادة العضوية%	1.72	1.08	0.79	الهضم الرطب
الكثافة الحقيقية غ/سم3	2.58	2.60	2.61	البغنومتر
السعة الحقلية% حجماً	31.38	34.19	36.54	حسب جهاز الضغط الغشائي
نقطة الذبول الدائم% حجماً	19.80	22.92	25.2	حسب جهاز الضغط الغشائي

نلاحظ من الجدول (1) أن نسبة الطين في التربة المدروسة تتراوح بين 42.77 %في العمق (0–20) سم و49.07 % في العمق (40–60) سم وهي بذلك تربة طينية سلتية وهي من الأتربة الواسعة الانتشار في الساحل السوري فيها نسبة كربونات الكالسيوم عالية تصل الى 45% ، والمادة العضوية تنخفض مع العمق من 1.72 % في العمق (0–20) سم الى 0.79 % في العمق (40–60) سم ، وأن السعة الحقلية للتربة تزداد مع زيادة العمق من 31.38 % في العمق (0–20) سم الى 36.54 % في العمق (40–60) سم وهذا يعود لزيادة نسبة الطين في التربة مع العمق وهذا ينطبق أيضاًعلى نقطة الذبول الدائم.

الكثافة الظاهرية للتربة:

تعدّ الكثافة الظاهرية أحد أهم الخصائص الفيزيائية للتربة وتعدّ صفة فيزيائية مركبة يمكن من خلالها إعطاء فكرة عن حالة بناء التربة وعن حركة الماء والهواء فيها.

وتختلف الكثافة الظاهرية للتربة تبعاً لعوامل عديدة منها نوع التربة وعمليات الحرث واستخدام الآلات الزراعية المختلفة التي تؤدي إلى انضغاط التربة وكذلك نسبة المادة العضوية فيها .

وقمنا بتحديد الكثافة الظاهرية للتربة في الأعماق (0–20) سم و(20–40) سم و(40–60) سم فكانت النتائج كماهي موضحة في الجدول (2)الآتي:

جدول رقم (2) يوضح قيم متوسط الكثافة الظاهرية للتربة عند الأعماق المدروسة

العمق سم	الكثافة الظاهرية (غ/سم3)
(0–20)	1.20
(20–40)	1.31
(40–60)	1.40
LSD0,5%	**0.077**

نلاحظ بأن الكثافة تراوحت بين 1.20غ/سم3 في العمق (0–20) سم و 1.40غ/سم3في العمق (40–60) سم وهذا يقع ضمن المجال المناسب لهذا النوع من الترب [1]، مع الإشارة إلى أن الكثافة تزداد مع زيادة العمق، وهذا يعود إلى انخفاض المادة العضوية مع العمق والى ضغط الطبقات العلوية.

تحديد حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في التربة المدروسة:

يعدّ 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 يعدّ من أحد المهام الأساس للباحث في هذا المجال.

وقد تم تحديد حجم المجموعات المسامية للتربة باستخدام جهاز الضغط الغشائي الموضح في الشكل رقم (10) الآتي والذي يعتمد على القانونالآتي:

$$P_{mm} = \frac{4 \cdot \sigma_w}{d}$$

إذ إن: P_{mm}: الضغط اللازم تطبيقه لإخراج الماء من مسام معروف القطر(باسكال).

σ_w : التوتر السطحي للماء (نيوتن/م).

d : قطر المسام (م).

الشكل (10) جهاز الضغط الغشائي

وكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول (3) الآتي:

جدول رقم (3) يوضح حجم المسامات الكلي وتوزيع النظام المسامي في الأعماق المدروسة

Pv<0,2µ	Pv(0.2-10)µ	Pv>10µ	Pv>50 µ	Pv%	العمق/ سم
19.8	13,72	19.96	17.90	53.48	(0-20)
22.92	11,16	15.54	13.34	49.62	(20-40)
25.20	10.21	10.95	8.54	46.36	(40-60)
1,31	**2.82**	**3.63**	**3.42**	**2.95**	**LSD0.5%**

نلاحظ بأن حجم المسامات الكلي يتناقص مع زيادة العمق وهذا يعود إلى زيادة الكثافة الظاهرية للتربة وأن حجم المسامات 10> ميكرون وهي المسامات الهوائية المسؤولة عن عمليات التبادل الغازي، وعن عمليات الارتشاح من الأعلى إلى الأسفل نلاحظ بأنها في جميع الأعماق خارج الحدود الضارة لنمو النبات أي أنها أكبر من 10 ميكرون في جميع الأعماق، وبالتالي لا يوجد إعاقة لحركة الماء من الأعلى إلى الأسفل في أثناء عمليات الري ، أما المسامات التي قطرها بين (0.2-10) ميكرون وهي المسامات التي تحوي على الماء المتاح للنبات فإنها تنخفض مع زيادة العمق. أما المسامات التي قطرها أقل من 0.2 ميكرون فإننا نلاحظ أنها تزداد بشكل معنوي مع العمق وهذا يعود إلى زيادة الكثافة الظاهرية.

تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع:

يعدّ معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع أحد أهم الخصائص الهيدروليكية للتربة وهو نسبة التدفق إلى تدرج الجهد الهيدروليكي ويتأثر هذا المعامل كثيراً بحجم المسامية الكلية خصوصاً حجم المسامات التي قطرها أكبر من 10 ميكرون ودرجة استقامة هذه المسامات.

ويتأثر أيضاً بمحتوى المادة العضوية في التربة ،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.

إذ حدد معامل التوصيل الهيدروليكي مخبرياًوالتي تعتمد على قانون دارسي:

$$kf = \frac{q}{grad\Psi_H}$$

- إذ إن: q: كمية الماء المتدفقة عبر مقطع التربة.
- $grad\Psi_H$: التدرج الهيدروليكي.

حيث نفذت القياسات لجميع العينات عند تدرج هيدروليكي واحد وفي حالة التدفق المستقر. فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول (4) التالي:

جدول (4) يوضح معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع في الأعماق المدروسة

العمق(سم)	معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع م/يوم
(0-20)	1.57
(20-40)	1.07
(40-60)	0.52
LSD0,5%	0.46

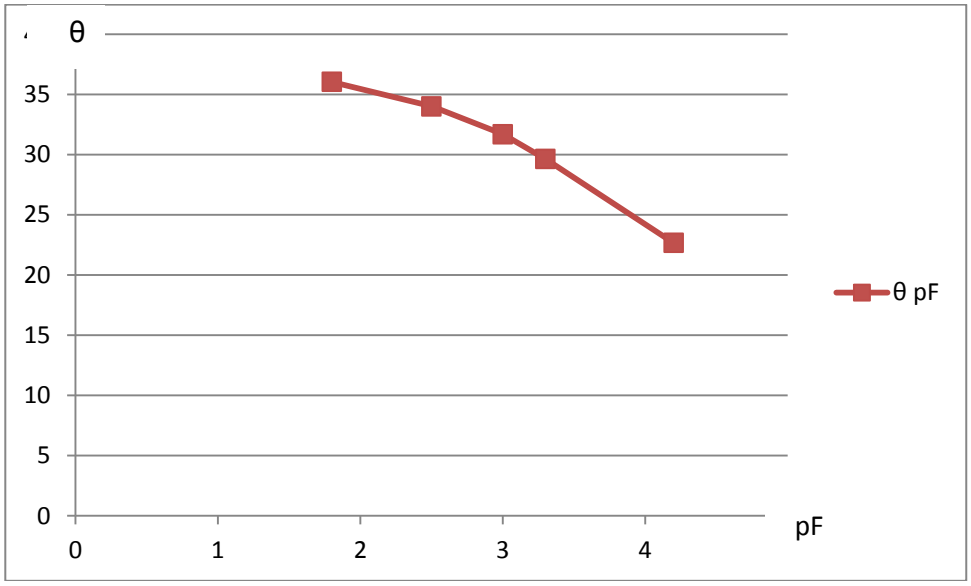
نلاحظ من الجدول بأن معامل التوصيل الهيدروليكي ينخفض مع العمق وبشكل معنوي من 1.57 م/يوم في العمق (0-20) سم إلى 0.52 م/يوم في العمق (40-60) سم إلا أن هذا المعامل بقي في جميع الأعماق أكبر من القيمة الحدية 0.1 م/يوم وهي القيمة التي عندها تصبح التربة منضغطة ذات نفاذية ضعيفة وتحتاج إلى تفكيك ميكانيكي ، وبالتالي فان التربة المدروسة لا تعيق حركة الماء من الأعلى إلى الأسفل أي إلى منطقة انتشار المجموع الجذري وأن ريها بطريقة التنقيط لا يشكل أية مشكلة.

تحديد منحنيات الشد الرطوبي :

وتسمى أحياناً منحنيات الاحتفاظ بالماء وهي المنحنيات التي توضح العلاقة بين الشد الرطوبي(أي قوة مسك الماء) والرطوبة الحجمية في التربة.وإنه من الصعب التنبؤ بهذه العلاقة نظراً لكون تأثيرات الادمصاص والشكل الهندسي للمسام شديدة التعقيد وقد اقترحت عدة معادلات تجريبية لوصف منحني الشد الرطوبي ضمن مجالات محددة

للرطوبة ، إلا أن معظمها لا يعطي القيم الدقيقة لذلك تم تحديد هذا المنحني مخبرياً على عينات تربة غير مخربة البناء إذ استخدم لذلك جهاز الضغط الغشائي بتطبيق ضغوط متزايدة على عينات التربة بدءاً من الضغط $pF_{1.8}$ و pF_2 و $pF_{2.5}$و pF_3و $pF_{3.5}$ و $pF_{4.2}$.

فكانت النتائج كماهي موضحة في الشكل (11) الآتي:



الشكل (11) يوضح منحني الشد الرطوبي

تحديد زمن فتح الشبكة للوصول إلى السعة الحقلية في العمق (60-0) سم:

بعد تصميم جهاز أتمتة الري ، تم اختباره عملياً في مزرعة بوقا على أشجار الحمضيات إذ تم وضع شبكة ري بالتنقيط الحلقي حول مجموعة من الأشجار في طور الإنتاجالأعظمي واستخدمت أنابيب ري GR بقطر 16ملم والمسافة بين النقاطات25 سم وتدفق النقاطة 4 ليتر بالساعة عند ضغط 1 بار .

وتم وصل جهاز قياس التوتر بعد زراعته في التربة على العمق 30 سم مع جهاز الإقلاع الأتوماتيكي والموصول مع غطاس لسحب الماء من البئر وهذا الغطاس يقلع أتوماتيكياً ويضخ الماء في شبكة ري عند وصول الشد الرطوبي في العمق 30 سم إلى600 ميليبار على ساعة جهاز قياس التوتر ويستمر بضخ الماء في الشبكة حتى زمن معين أي لإيصال رطوبة طبقة التربة المراد ريها في العمق (60-0) سم إلى السعة الحقلية.

وتم حساب زم نفتح الشبكة اعتماداً على حساب محيط حلقة الريو المساحة المروية للشجرة وخصائص التربة وعلى تدفق الشبكة والخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية للتربة كما يأتي:

- بلغ محيط حلقة الري14 متر وبعدها عن ساق الشجرة 2.25م والمسافة بين النقاطات 25 سم

وبذلك يكون عدد النقاطات للشجرة الواحدة 56 نقاطة بتصرف كلي 224 ليتر بالساعة وبعد ذلك تم حساب المساحة المراد ريها التي تقع بين دائرتين

- إذ إن نصف قطر الدائرة الخارجية

(2,25+0,5=2.75m)

- وتكون مساحة الدائرة الخارجية

$A1 = \pi r^2$=(3,14).(2,75).(2,75)=23,754 m

- ونصف قطر الدائرة الداخلية

(2,25−0,5= 1,75 m)

- وتكون مساحة الدائرة الداخلية

$A2 = \pi r^2$ =(3,14).(1,75).(1,75)=9,62 m^2

- وتكون المساحة المروية والتي تقع بين الدائرتين :

A1− A2= 23,754 − 9,62 = 14,1322 m^2

بعد ذلك تم حساب عمق ماء الري لإيصال رطوبة التربة إلى السعة الحقلية في العمق (0−60) سم من العلاقة الآتية:

$$\boldsymbol{W_{mm} = \frac{(FK - \theta) \cdot Bt}{10}}$$

- W_{mm} عمق ماء الري لرفع رطوبة التربة من θ إلى FK.
- FK السعة الحقلية للتربة.
- θ : متوسط الرطوبة في العمق (0−60)سم والمقابلة لقراءة التنشيومتر في العمق 30 سم.

ولتحديد θ عند 600ميليبار أخذت عينات بواسطة المسبار اليدوي وحددت الرطوبة في الأعماق (0−10), (10−20)،(20−30)،(30−40)،(40−50)،(50−60) عندما كانت قراءة الجهاز 600ميليبار وكان متوسط الرطوبة =29,5% حجماً ، وكانت السعة الخقلية كمتوسط 34,0% حجماً وبذلك يكون عمق ماء الري الواجب إضافتهللتربة في الرية الواحدة:

Wmm =(FK – θ) . BT /10

Wmm=(34,0%−29,5%).60/10

Wmm=27 mm

ويكون حجم الرية الواحدة للشجرة مقدراً بالمتر المكعب وفق العلاقة التالية:

θ= Wmm.F. 10

- F: المساحة المروية بالهكتار
- 10 عدد تحويل لأن كل واحد ميليمتر يساوي عشرة متر مكعب بالهكتار

Q=27,0.(14,13).10/1000=0,382 = 382 Liter

ومن هنا يمكن حساب زمن فتح الشبكة:

$$T=382/224=1,70 \quad hour$$

أي زمن فتح الشبكة هو ساعة واثنتان وأربعون دقيقة أي أن زمن فتح الشبكة يتعلق بالخصائص الهيدروديناميكية للتربة وتدفق الشبكة ونوع المحصول.

بعد ذلك تم معايرة الجهاز الأتوماتيكي بحيث يعطي أمر إقلاع للشبكة عندما يصل الشد الرطوبي في العمق 30 سم إلى600ميليبار وتستمر الشبكة بالعمل لمدة ساعة و42 دقيقة وبعد ذلك تغلق الدارة ويطفئ الجهاز بشكل أتوماتيكي ويستمر في وضعية الإغلاق حتى تجف التربة من جديد ويصل الشد الرطوبيإلى 600ميليبار وهكذا.....وأن الفترة الفاصلة بين الريتين كانت تختلف حسب الظروف المناخية السائدة حسب (التبخر – نتح)وكانت تتراوح بين 6 إلى 10 أيام مع الإشارة هنا إلى أنه لا داعي لحساب الفترة الفاصلة بين ريتين لأن استخدام جهاز قياس التوتر يغني عن ذلك وأنه عندما يصل الشد الرطوبي إلى القيمة المطلوبة تقلع الشبكة.

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال الدراسة التي أجريت حول أتمتة شبكات الري بالتنقيط تم التوصل إلى تصميم شبكة ري بالتنقيط مؤتمتة تتألف من جهاز قياس توتر معدل ويمكن استخدامها في بساتين الحمضيات على نطاق واسع، وتبين أنه عند شد رطوبي600 ميليبار وفي العمق 30 سم على تربة طينية سلتية كان حجم الماء الواجب اعطائه للتربة في متوسط العمق (60–0) سم 382 ليتر للشجرة الواحدة وزمن فتح الشبكة ساعة واثنان وأربعون دقيقة، وتدفق الشبكة 224 ليتر/ساعة، كما يمكن تطوير الشبكة لتشمل مساحات أكبر ومضخة ذات استطاعة أكبر عن طريق التحكم بالكونتاكتور، ونقترح هنا:

تبني هذا التصميم ووتعميمه على المزارعين .

متابعة الدراسة على أنواع مختلفة من الأتربة وأنواع أخرى من المحاصيل الزراعية لأن زمن فتح الشبكة ومعايرتها يختلف حسب نوع التربة وخصائصها الهيدروديناميكية وحسب المحصول المزروع.

يمكن تخفيض زمن فتح الشبكة مع زيادة تدفق الشبكة وعند تدفق منخفض للشبكة يزداد زمن فتح الشبكة وهذا يمكن التحكم فيه بدقة عالية.

المراجع:

1. HARTGE, K. H., HORN,T., Einfuhrung in dieBodenphysikFerdinadEnkeVerlagStuttgrat.Germany,1991,303.
2. RAHMAN , M.M., ARYA, D.S.,Irrigation Performance Improvement By Non-Structural Measures — A Case Study From Bangladesh.ASCE.<<www.ASCE .com >>.2009,4-17.
3. EVETT, S.R., HOWELL, A.D.,SCHNEIDER, D.R., Wanjura, D.F., Automatic drip irrigation of corn and soybean. 2000, 401-408 .
4. EVETT, S.R., HOWELL, T.A., and SCHNEIDER,A.D. Energy and water balances for surface and subsurface drip irrigated corn. International Water and Irrigation Journal, 20(4), 2000,18-22.
5. STRELKOFF ,T.,Algebric computation of flow in border irrigation .J.Irrig.Drain.Div.,ASCE.103(IR3), 1977,357-377.
6. HANSEN, V.E.,Irrigation Principles and Practices, Fourth Edition. John Wiley & Sons, 1979, 417.
7. GOLDBERG,D., SHUMELI,M.,Irrigation method used under aridand desert conditions of highwater and soil salinity. Trans. ASAE. 13,1970, 38-41.
8. MYERS,J. M., LOCASCIO,S.J., Efficiency of irrigation methods for strawberry. Proc.f/a.state Hort.Soc.85, 1972, 114-117.
9. BUCKS, D. A., ERIE, L. J., FRENCH, O.F., NAKAYAMA, F.S., and PEW, W. D.,Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping. Trans of the ASAE. 24(6), 1981, 1482-1492.
10. PHENE, C. J., DAVIS, K. R., HUTMACHER, R. B., YOSEF, B., Meek,D. W., and Misaki, J.,Effect of high frequency surface and subsurface drip irrigation on root distribution of sweet corn. Irrigation science. 12, 1991, 135-140.
11. GOLDBERG,D.,GORMAT, B., andBar, Y.,The distribution of roots, water, and minerals as a result of trickle irrigation. Am. Soc.Hort.Sci.J.96 ,1971,645-684.
12. YOSEF, B., Advances in fertigation. Advances in Agronomy. 1999,65-77.
13. HAW,H., Water ForcitruseGroth and Development Forcitruse Orchards .Food. and Fertilizer Technologe Center the Asian and pacificRegion. 2003, 33.