

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية  
جامعة الملك سعود  
كلية الزراعة  
مركز الإرشاد الزراعي

# جدولة وتقييم نظام الري المحوري

المادة العلمية

دكتور/ حسين محمد أبو غبار  
قسم الهندسة الزراعية

نشرة إرشادية رقم ( )

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية

أبوغبار، حسين محمد

جدولة وتقييم نظام الري المحوري

١٨ ص ؛ ١٧ × ٢٤ سم ؛ (إصدارات مركز الإرشاد الزراعي ؛ ٣٣)

ردمك ٩٩٦٠ - ٠٥ - ٢٣٦ - ٢

ردمد ١٣١٩ - ١٢٢٥

١- الري ٢- السعودية- الري ٣- صرف الأراضي ١- العنوان

ب - السلسلة

١٥/٣٦١٢

ديوي ٦٣١, ٥٨

رقم الإيداع : ١٥/٣٦١٢

ردمك ٩٩٦٠ - ٠٥ - ٢٣٦ - ٢

ردمد ١٣١٩ - ١٢٢٥

## مقدمة :

ان معرفة العلاقة التي تربط بين التربة والماء لها أهمية كبيرة ، وذلك لتحسين عملية الري ولاستغلال مياه الري بطريقة جيدة. فالتربة تقوم بتخزين جزء كبير من المياه المضافة بواسطة نظام الري المستخدم وبالتالي يقوم النبات باستهلاكها، وعندما تصل رطوبة التربة الى مستوى منخفض حيث يكون النبات فى حاجة الى تعويض النقص الحادث فى رطوبة التربة وبالتالي يكون الري مطلوب فى هذه الحالة حتى يعاد المحتوى الرطوبى للتربة الى السعة الحقلية، وتعاد هذه الدورة طول فترة وجود المحصول.

اذ يمكن القول بأن التربة عبارة عن خزان يقوم بتخزين المياه المضافة للاستهلاك بواسطة النبات ويمتلئ هذا الخزان عند الري ثم تقل المياه فيه ببطء بواسطة استهلاك النبات اليومي (أو ما يسمى بالبخر - نتح) لهذه المياه.

وهناك أنواع عديدة من الترب تستخدم فى الزراعة ، وكل تربة لها خصائص تختلف عن الانواع الأخرى، لذلك فان معرفة نوع التربة وقوامها قبل الري سوف يساعد فى معرفة حركة الماء الى اسفل خلال التربة ، وكذلك نفاذية التربة بالاضافة الى المحتوى الرطوبى للتربة، وكل هذه العوامل تؤدي فى النهاية الى تحسين عملية الري.

## جدولة الري

هناك سؤالان مهمان يواجهان القائم بعملية الري تتعلق بجدولة الري والتي لا بد من الاجابة عليهما قبل اضافة مياه الري الى التربة وهما:

أولا : - متى يتم ري المحصول؟

ثانيا: - ما هي كمية المياه المطلوب اضافتها اثناء الريه الواحدة؟

وقبل الاجابة على هذين السؤالين لا بد من معرفة الأساسيات التالية حتى يمكن اجابتهما:

١ - السعة الحقلية للتربة :

تعرف السعة الحقلية بأنها النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي التي تحتفظ بها التربة بعد حوالي ١ - ٢ يوم من عملية اضافة المياه لهذه التربة حتى التشبع. أو بمعنى آخر هي المحتوى الرطوبي للتربة بعد التخلص من ماء الجذب الأرضي (ماء الصرف الحر). وتتراوح نسبة الرطوبة عند السعة الحقلية بين ٥% للترب الرملية الى ٣٠% للترب الطينية. لذلك لا بد من معرفة نوع التربة المراد ربيها.

٢ - نقطة الذبول الدائمة :

وهي نسبة المحتوى الرطوبي للتربة والتي لا يستطيع عندها النبات الحصول على الرطوبة اللازمة للعمليات الحيوية. ومعظم المحاصيل تذبذب وتموت قبل ان تصل الى هذه النقطة اذا لم يتم اضافة مياه الري.

٣ - الماء المتاح الكلي :

وهو المحتوى الرطوبي الواقع بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائمة والنبات لا يستفيد الا بجزء من هذا المحتوى الرطوبي. ويمكن القول بأن الماء المتاح الكلي ينقسم الى:

(أ) الماء المتاح بسهولة والذي يستفيد منه النبات بسهولة بدون اجهاد.

(ب) الماء الغير متاح بسهولة والذي لا يستفيد منه النبات بسهولة وهناك صعوبة فى امتصاصه بواسطة جذور النبات من التربة.

لذلك عندما يستهلك النبات الماء المتاح بسهولة من التربة لا بد من اضافة مياه الري. وكمية هذا الماء المتاح بسهولة فى التربة يتغير حسب نوع التربة والمحصول، لذلك عند استهلاك نسبة معينة من الماء المتاح الكلى يضاف ماء الري وتسمى هذه النسبة بنسبة الاستفادة وتتراوح بين ٣٠٪ للترب الرملية الى ٧٠٪ للترب الطينية. ومتوسط نسبة الاستفادة بين ٤٠ - ٥٠ ٪ كمعدل عام. ويتضح من الجدول (١) أن متوسط عمق الماء المتاح لانواع مختلفة من الترب، ويمكن حساب عمق الماء المتاح بسهولة من المعادلة التالية:

عمق الماء المتاح بسهولة (مم) = عمق الماء المتاح الكلى x نسبة الاستفادة

ويعتبر هذا العمق المحسوب هو أقصى نقص مسموح به فى منطقة المجموع الجذرى قبل الري ليعوض ذلك النقص. وهذا العمق يختلف حسب نوع التربة المروية، وحسب نوع المحصول.

جدول (١) يوضح متوسط عمق الماء المتاح لانواع مختلفة من الترب (مم لكل متر) عمق من التربة.

الماء الغير متاح بسهولة Taw - Dn (mm)	الماء المتاح بسهولة Dn (mm)	الماء المتاح الكلى Taw (mm)	نوع التربة Soil Texture
٦٣ - ١٦	٧٧ - ٣١	١٤٠ - ٤٧	رملية Sand
١١٠ - ٧٠	١٠٠ - ٧٠	٢١٠ - ١٤٠	رملية لومية Sandy Loam
١٥٥ - ١١٠	١٥٥ - ١٠٠	٣١٠ - ٢١٠	لومية Loam
١٨٧ - ١٥٥	١٧٨ - ١٥٥	٣٦٥ - ٣١٠	سلتية لومية Silt Loam
٢١٧ - ١٨٥	١٦٣ - ١٤٠	٣٨٠ - ٣٢٥	طينية لومية Clay Loam
٢٣٣ - ١٨٥	١٤٧ - ١٦٣	٣٨٠ - ٣٤٨	طينية Clay

وعند معرفة عمق الماء المتاح بسهولة والذي يستطيع النبات امتصاصه من منطقة المجموع الجذري ومعرفة نوع المحصول المراد ريه ويمكن الاجابة على السؤال الأول فى جدولة الري وهو معرفة متى يتم ري المحصول، وذلك بحساب فترة الري (أو عدد الايام بين الريّة الواحدة والأخرى التى تليها) كالتالى:

$$\text{فترة الري بالايام} = \frac{\text{عمق الماء المتاح بسهولة (مم)}}{\text{الاستهلاك المائى اليومى للمحصول (مم/يوم)}}$$

ويمكن معرفة الاستهلاك المائى اليومى للمحاصيل من جداول خاصة بذلك لكل محصول. ويؤخذ فى الاعتبار عند حساب فترة الري أقصر فترة ري والتى تنتج من أقصى استهلاك مائى يومى.

وتعتمد فترة الري على العوامل التالية:

- نوع التربة
  - نوع المحصول
  - عناصر المناخ
- ونجد أن فترة الري فى الاراضى الرملية أقل مها فى الطينية وبعد معرفة متى يتم ري المحصول يمكن حساب عمق المياه المطلوب اضافتها فى الريّة الواحدة كالتالى:

$$\text{كفاءة الري (\%)} = \frac{\text{عمق الماء المتاح بسهولة (مم)}}{\text{عمق الماء المطلوب اضافته فى الريّة الواحدة (مم)}}$$

ويمكن حساب حجم الماء المطلوب اضافته الى الحقل فى الريّة الواحدة كالتالى:

$$\text{حجم الماء المطلوب اضافته} = \text{عمق الماء المطلوب اضافته} \times \text{مساحة الحقل}$$

وتعتمد كفاءة الري على نظام الري المستخدم ومدى المحافظة عليه، ويمكن ان تؤخذ كفاءة نظام الري المحورى على أنها تساوى ٧٥ ٪. وبإضافة هذه الكمية من مياه الري الى الحقل يمكن إعادة التربة الى السعة الحقلية.

مثال :

نظام ري محورى يستخدم لري محصول ما فى تربة رملية. فإذا علمت ان عمق الماء المتاح بسهولة ٦٤ مم ، واقصى استهلاك مائى ٨م / يوم. المطلوب ايجاد الاتى:

- ١ - حجم الماء المطلوب لري حقل مساحته ١٠ دونم.
- ٢ - فترة الري.

الحل

$$١ - \text{ عمق الماء المطلوب اضافته} = \frac{٦٤}{٠,٧٥} = ٨٥,٣ \text{ مم}$$

$$\text{حجم الماء المطلوب اضافته} = \frac{٨٥,٣}{١٠٠٠} \times ١٠ \times ١٠٠٠ = ٨٥٣ \text{ م}^٣$$

$$٢ - \text{ فترة الري} = \frac{٦٤}{٨} = ٨ \text{ يوم}$$

وبالتالى كل ثمانية أيام يتم ري المحصول بكمية مقدارها ٨٣٥ م<sup>٣</sup> أو عمق مقداره ٨٥,٣ مم. ولكى يتم حساب الكمية المطلوبة من مياه الري عند كل رية يمكن اتباع الخطوات التالية:

- ١ - قياس رطوبة التربة قبل اضافة مياه الري.
- ٢ - حساب الفرق بين رطوبة التربة اثناء القياس والسعة الحقلية. وهو عبارة عن الماء المستهلك بواسطة النبات من منطقة الجذور وهو يساوى الماء

## المتاح بسهولة.

٣ - حساب عمق الماء المطلوب اضافته اثناء الري بالتالى معرفة كمية المياه

المطلوبة لمساحة الحقل المروى بواسطة نظام الري المستخدم.

فى نظام الري المحورى يمكن اضافة مياه الري حسب عمر النبات بحيث يتم تشغيل الجهاز ثم تخفيض هذه السرعات تدريجيا مع زيادة الابات. والهدف من السرعات العالية للحصول على طبقة سطحية رطبة بصفة مستمرة للمساعدة على سرعة الابات، أما السرعات البطيئة فى نهاية الموسم فتكون ضرورية لتقابل زيادة الاحتياج المائى للمحصول.

## زمن الدورة الفعلية للجهاز :

فى العادة يتم حساب الزمن الفعلى للدورة تحت ظروف التشغيل فى الحقل حيث نجد أن الزمن النظرى المحسوب بالمعادلات يختلف عن الزمن الفعلى، وذلك بسبب اختلاف نوع التربة ومقاسات الاطارات (العجلات) وانزلاقه. ويمكن معرفة زمن الدورة الفعلى للجهاز عند ضبط نسبة التوقيت فى صندوق التحكم (شكل ١) عند نسبة ١٠٠ ٪. وبالتالى يمكن حساب الزمن الذى يستغرقه الجهاز لعمل دورة واحدة عند نسبة ١٠٠ ٪ وهذا يعطى سرعة البرج للجهاز. ومن المعروف أنه عند ضبط السرعة على نسبة ١٠٠ ٪ فمعنى ذلك ان البرج الاخير يتحرك ٦٠ ثانية فى الدقيقة، اى يتحرك باستمرار دون توقف. أما اذا تم الضبط على توقيت ٧٥ ٪ فان البرج الاخير يتحرك ٤٥ ثانية كل دقيقة. أى يتحرك ٧٥ ٪ من الدقيقة فاذا كان الجهاز يقوم باكمال الدورة فى زمن ١٢ ساعة عند نسبة ١٠٠ ٪ فنجد أنه يستغرق ١٦ ساعة فى الدورة عند نسبة ٧٥ ٪ (  $١٦ = ٠,٧٥/١٢$  ) وهكذا وبالتالى يمكن حساب سرعة البرج الاخير من المعادلة التالية :

محيط الدائرة الخارجية لمسار البرج الأخير

----- = سرعة البرج الأخير

زمن الدورة



وبالتالى يمكن حساب زمن الدورة الفعلى عند اى نسبة توقيت كالتالى:

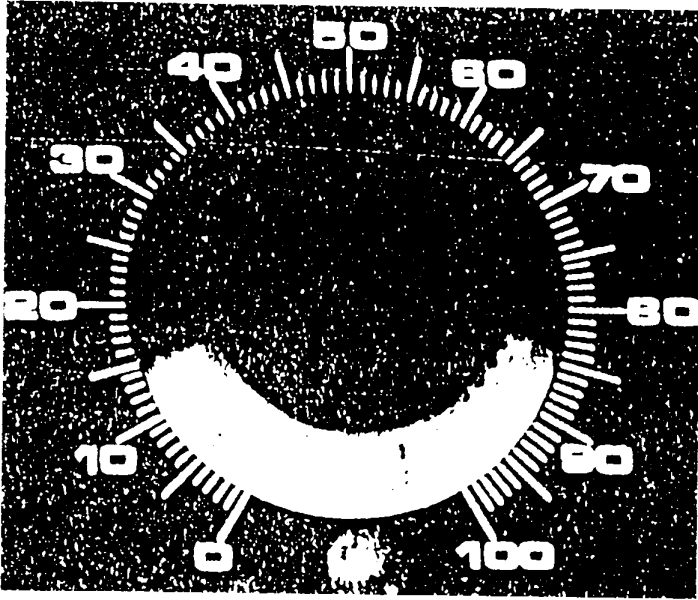
محيط مسار البرج الأخير

$$\text{زمن الدورة عند نسبة التوقيت } 100\% = \frac{\text{سرعة البرج الاخير}}{\text{-----}}$$

ويمكن حساب زمن الدورة عند اى نسبة توقيت كالتالى :

زمن الدورة عند نسبة 100 %

$$\text{زمن الدورة عند نسبة توقيت معينة} = \frac{\text{نسبة التوقيت المطلوبة}}{\text{-----}}$$



شكل (1) عداد السرعة فى صندوق التحكم الموجود بالقرب من المحور

اختيار نسبة التوقيت المناسبة : -

كلما دار الجهاز المحورى بسرعة ، قلت كمية مياه الرى المضافة، فعمق مياه الرى التى تضاف بالجهاز تتناسب تناسبا عكسيا مع نسبة التوقيت ويمكن حساب عمق ماء الرى المضاف عند نسبة توقيت ١٠٠ % بالمعادلة التالية:

عمق ماء الرى المضاف عند نسبة ١٠٠ % (مم) =

$$\frac{\text{تصرف الجهاز (لتر / ث )} \times \text{زمن الدورة بالساعة} \times ٣٦٠٠}{\text{المساحة المروية (هكتار)} \times ١٠٠٠٠}$$

مثال : -

إذا كان تصرف الجهاز ٩٠٠ جالون فى الدقيقة ، ويتكون من ثمانية ابراج ، ونصف قطر دائرة الرى ٤١٢ متر ، وزمن اللفة ٢٥ ساعة عند نسبة توقيت ١٠٠ % ما هو عمق بماء الرى المضاف؟.

الحل

$$٣,٧٨٥ \times ٩٠٠$$

تصرف الجهاز = ٩٠٠ جالون / دقيقة = ----- = ٥٦,٧٧٥ لتر / ثانية.

٦٠

$$٢٥ \times ٣٦٠٠ \times ٥٦,٧٧$$

.. عمق الماء المراد اضافته عند ١٠٠ % = ----- = ٩,٥٧ سم

$$٣,١٤ \times ٢ (٤١٢)$$

وإذا تعذر استعمال المعادلة السابقة مثل عدم معرفة التصرف للجهاز فيمكن استخدام طريقة تقريبية، وهى وضع علب زيت محرك فارغة ذات اللتر الواحد على مسافات منتظمة مقدارها ١٠ متر على طول خط الرشاشات ثم تشغيل الجهاز على نسبة توقيت ١٠٠ % ،

وبعد مرور الجهاز فوق الطب يتم قياس عمق المياه المتجمعة في كل علبة (عمق المياه في العلبة = حجم الماء المتجمع ÷ مساحة فوهة العلبة ) ويؤخذ متوسط الاعماق. وبذلك يكون عمق مياه الري الصافية التي تتسرب داخل التربة وهي تقل عن عمق المياه المضافة بمقدار الفاقد بالبخار وبعثرة الرياح والتي تقدر بحوالي ( ٢٠ - ٣٠ %) من العمق المضاف (Dg) حسب الموسم والشهر. وبذلك يمكن حساب نسبة التوقيت المطلوبة لاضافة عمق معين من مياه الري كالآتي :

$$\text{نسبة التوقيت المطلوبة} = \frac{\text{عمق الماء المضاف عند نسبة } 100\%}{\text{عمق المياه المطلوب اضافته}} \times 100$$

فاذا كان الجهاز يضيف عمق مياه الري (٩ مم) عند نسبة توقيت ١٠٠ % ما هي نسبة التوقيت عندما يراد اضافة عمق مقداره ١٥,٥ مم.

٩

$$\text{نسبة التوقيت المطلوبة} = \frac{100}{15,5} \times 58 = 58\%$$

وتبقى مشكلة تحديد عمق ماء الري المطلوب اضافته ، فهذا العمق يعتمد على مرحلة نمو النبات ، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء. أما الفترة بين الريّة والريّة التي تليها وهي تقاس بعدد الايام فتعتمد على نوع المحصول ، ونوع التربة ، والعوامل الجوية مثل درجة الحرارة وسرعة الرياح. فنجد أنه كلما كان الطقس حارا والرطوبة منخفضة قلت الفترة بين الريات. وكذلك يزداد عمق الماء المطلوب اضافته الى التربة والمحصول ويمكن حساب عمق الماء المطلوب اضافته الى التربة من المعادلة التالية:

عمق ماء الري المضاف (مم) =

عمق الماء المتاح بالتربة x عمق الجذور للنبات x نسبة الاستفادة

كفاءة نظام الري

مثال :-

إذا كانت التربة رملية وعمق الماء المتاح في كل متر عمق من التربة = ٣٠ (مم / متر عمق ) وعمق منطقة الجذور للنبات = ٠,٦ (متر) & نسبة الاستفادة = ٥٠ % & كفاءة نظام الري = ٧٥ %.

$$٠,٥ \times ٠,٦ \times ٣٠$$

.. عمق ماء الري المطلوب اضافته بواسطة الجهاز = -----

$$٠,٧٥$$

$$= ١٢ (مم)$$

وبالتالي يمكن حساب نسبة التوقيت المطلوبة كما سبق.

ويجب معرفة ان نوع التربة يؤثر في عمق ماء الري المضاف، حيث نجد أن لكل تربة سعة تخزينية تختلف بها التربة. فنجد أن التربة الرملية (Sand) يكون عمق الماء المتاح الكلي يتراوح بين ٤٧ - ١٤٠ مم / متر عمق من التربة بينما في التربة الرملية الطميية (Sandy Loam) بين ١٤٠ - ٢١٠ مم / متر عمق من التربة وفي التربة الطينية (Clay) يتراوح بين ٣٤٨ - ٣٨٠ مم / متر عمق من التربة (جدول ١).

## تقييم نظام الري المحورى :

لابد من اجراء تقييم لنظام الري المحورى بعد تركيبه وكذلك مرة فى السنة الواحدة على الاقل. والهدف من عملية التقييم يمكن تلخيصها فى الاتى :

- ١ - ايجاد كفاءة النظام الفعلية فى الحقل.
- ٢ - معرفة كيفية توزيع المياه على المساحة المروية من الرشاشات.
- ٣ - الاستفادة من هذا التقييم فى امكانية تحسين كفاءة هذا النظام واجراء الصيانة المطلوبة.

وهناك اسباب تؤدي الى سوء انتظام توزيع المياه على المساحة المروية أهمها هى :

- ١ - انسداد بعض الرشاشات.
- ٢ - التركيب الخطأ للرشاشات
- ٣ - عدم توفر ضغط التشغيل المناسب.
- ٤ - تسرب المياه من بعض الوصلات لخط الرش نتيجة عدم وجود صيانة مستمرة (شكل ٢).

وتتطلب عملية التقييم اخذ قياسات فى الحقل اثناء تشغيل الجهاز تحت الشروط والحالات المستخدمة عادة. وتتخلص هذه العملية بوضع صفيين من علب القياس (شكل ٣) ويمكن استعمال علب زيت المحرك الفارغة

ذات لتر واحد بعد تنظيفها فى خطوط مستقيمة مبتدئا بالقرب من المحور. وتكون المسافة متساوية بين هذه العلب فى الصف الواحد وتساوى ٨ متر. بعد بعد مرور خط الرش المحورى على هذه العلب يتم قياس المياه المتجمعة فى هذه العلب مباشرة. ثم يتم ايجاد معامل انتظام توزيع المياه على المساحة المروية من المعادلة التالية:

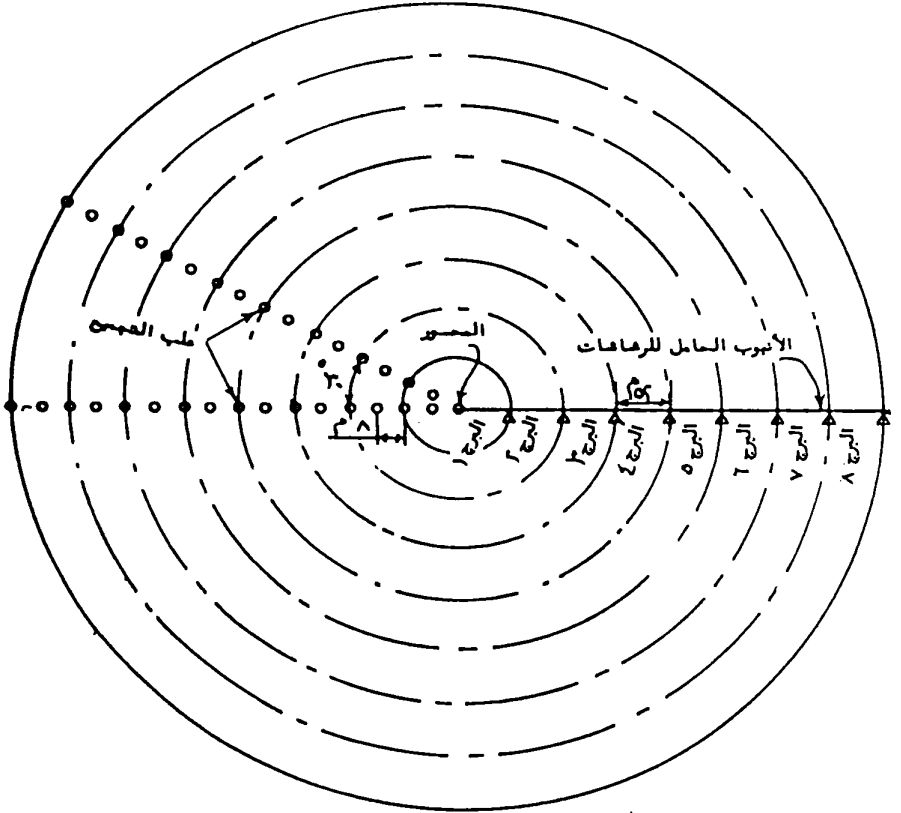
مجموع الانحرافات المطلقة لاعماق المياه عن متوسط المياه

المتجمعة فى العلب

$$\text{معامل الانتظام (\%)} = \frac{\text{عدد علب القياس} \times \text{متوسط عمق الماء المتجمع فى العلب}}{100 \times \text{مجموع الانحرافات المطلقة لاعماق المياه عن متوسط المياه المتجمعة فى العلب}}$$



شكل (٢) تسرب المياه من خط الرشاشات  
نتيجة عدم الصيانة.



شكل (٣) طريقة وضع علب تجمع المياه لقياس انتظامية التوزيع لاجهزة الرش المحورى

وعموما يعتبر توزيع المياه من الرشاشات جيدا اذا زادت قيمة معامل الانتظام عن ٨٠٪. أما اذا قلت عن ذلك فلا بد من تحسين الاسباب التي أدت الى سوء انتظام توزيع المياه. ولتسهيل ذلك يمكن توقع بيانات التقييم وذلك برسم العلاقة بين علب القياس واعماق (أو احجام) المياه المتجمعة على ورق بياني. هذه العلاقة سوف توضح توزيع المياه من الرشاشات على طول خط الرش المحورى وبالتالي يمكن معرفة الاماكن التي سببت فى سوء توزيع المياه بسهولة. ويجب ملاحظة زيادة المياه المفقودة من نظام الري المحورى تحت ظروف مناخ المملكة الصحراوى عن طريق البخر وبعثرة الرياح. ويحدث هذا الفقد بسبب درجة الحرارة العالية والرطوبة النسبية المنخفضة وزيادة سرعة الرياح. ويحدث هذا الفقد فى المسافة ما بين خروج الماء من الرشاشات الى سطح التربة، وتزداد نسبة الفقد كلما زادت المسافة بين الرشاشات و سطح التربة وايضا كلما زادت سرعة دوران الجهاز. وتتراوح نسبة الفقد بين ١٥ ٪ الى ٣٥ ٪ من كمية المياه المضافة عندما يكون ارتفاع الرشاشات عن سطح التربة ١,٢٥ الى ٢,٥ متر على التوالى. لذلك يجب تقليل نسبة الفقد بتقليل هذا الارتفاع مع مراعاة استخدام السرعات البطيئة الا عند الضرورة. وهذا بدوره يؤدي الى زيادة كمية المياه الواصلة الى المحصول.