الري/ الجزء النظري/ المحاضرة السابعة بتاريخ 2022/12/6

جدولة الري Irrigation Scheduling

تعني جدولة الري تحديد كمية الماء المجهزة للمحصول في كل رية وموعد إضافتها وهي تعتمد على العوامل الرئيسية التالية:-

1- كمية الماء المتيسر الكلي Total Available Water

2- سعة حفظ الماء للتربة Water Holding Capacity

3- كمية الماء المطلوبة من قبل المحصول أو صافي عمق الإرواء Net Depth Irrigation

على هذا الأساس يتم توفير كمية من الرطوبة في المنطقة الجذرية للتربة لسد احتياجات المحاصيل ضمن حدود السعة الحقلية والناتجة عن النقص الحاصل في الماء المتيسر الكلي نتيجة لاستنزافه من قبل المحصول قبل وصوله إلى مرحلة الذبول.

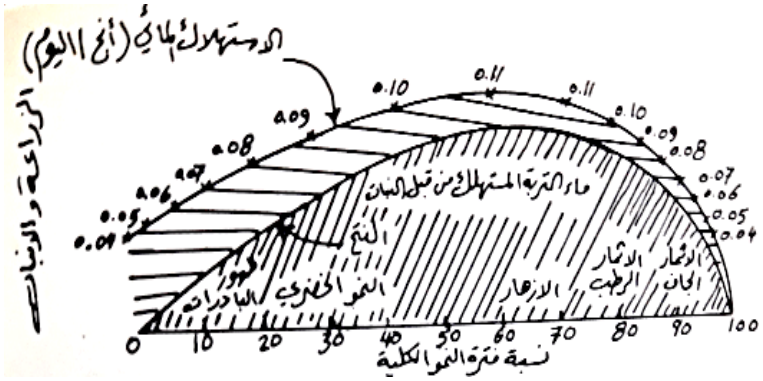
العوامل المؤثرة على جدولة الري

1- امتصاص رطوبة التربة من قبل جذور المحاصيل

إن موعد الري وكمية الماء المضافة في كل رية يتأثران بدرجة كبيرة بوقت وموقع امتصاص الماء من قبل جذور المحاصيل. فالمحاصيل ذات الجذور السطحية تحتاج إلى ريات أكثر تكراراً بالمقارنة بالمحاصيل ذات الجذور العميقة. وبذلك فان ظروف التربة التي تحد من تغلغل الجذور سوف تؤثر حتماً على أسلوب الري. هذا فضلاً عن إن كمية الماء الممتصة من قبل الجذور في المنطقة السطحية من التربة تكون اكبر عندما تكون التربة رطبة. ولكن مع تناقص المحتوى الرطوبي للتربة يكون الماء الممتص من الطبقات السفلى للتربة.

2- مرحلة نمو المحصول

يوجد تباين في كمية الماء المستهلكة من قبل المحاصيل حسب مراحل نموها المختلفة. ويمكن تمييز ثلاث مراحل رئيسية للنمو هي مرحلة النمو الخضري Vegetation ومرحلة التزهير Flowering ومرحلة الإثمار أو النضج Fruiting ومن الشكل (1) يتبين إن كمية الماء المستهلكة من قبل المحاصيل تزداد كلما تقدمت مرحلة النمو لتصل إلى أقصاها عند مرحلة التزهير. ثم تبدأ بالتناقص خلال مرحلة النضج لتصل إلى أدنى قيمة لها عند نضج الثمار.



شكل (1) العلاقة بين مرحلة النمو وكمية الماء المستهلكة

موعد إضافة ماء الري When to Irrigation

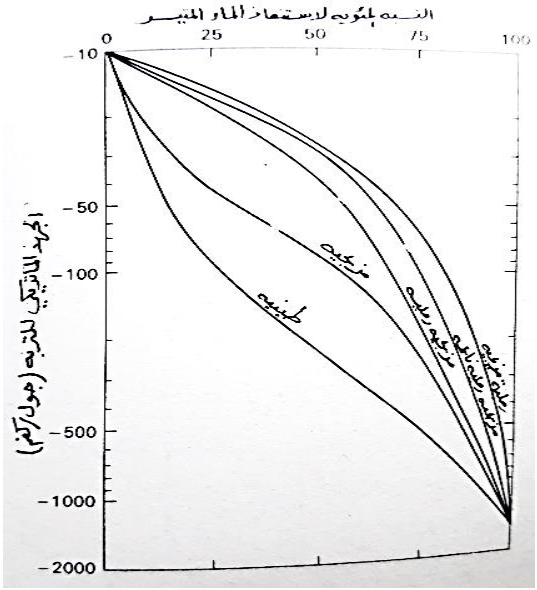
يمكن تحديد موعد إضافة ماء الري بواسطة عدّة طرق نذكر منها:-

1- تحديد موعد الري بالاعتماد على كمية الماء المتيسر في المنطقة الجذرية للتربة بغض النظر عن العوامل الأخرى مثل عوامل المناخ وطريقة الري المتبعة. إن استخدام هذه الطريقة ينتج عنه زيادة في الضائعات المائية دون الأخذ بنظر الاعتبار كمية الماء المطلوبة لسد الاحتياج الحقيقي للمحاصيل فضلاً عن مشاكل البزل.

2- تحديد موعد الري بالاعتماد على حالة المحصول وشكله العام من حيث لون الأوراق واتجاهها ودرجة ميولها. فيما يتعلق بلون الأوراق فان بعض المحاصيل مثل محصول الفاصوليا يتغير لون أوراقها من الأخضر الفاتح إلى الأخضر الغامق عند نقص جهد الماء داخل أنسجة النبات. وفي ما يتعلق باتجاه الأوراق فان الأبحاث أشارت إلى إمكانية تحديد موعد الري عن طريق استخدام زاوية ميل الورقة كدليل على الحاجة للإرواء كما هو الحال في محصول الذرة. كما يمكن استخدام طول الأوراق وسمكها كدليل على الحاجة للري.

إن استخدام هذا الأسلوب في تحديد موعد الري يمكن إن يكون صعباً نوعاً ما نظراً لبطء النمو ولكونه ظاهرة تتأثر كثيراً بالعوامل البيئية والظروف المناخية. فضلاً عن عدم إمكانية استخدام لون المحاصيل للاستدلال على حاجتها للري لكون النمو الخضري للمحاصيل يتأثر سلباً بنقص الرطوبة قبل ظهور تغيرات اللون على الأوراق بفترة طويلة.

3- تحديد موعد الري باستخدام منحنى العلاقة بين الشد الرطوبي ونسبة الماء المتيسر المستنزفة من قبل المحصول والتي تختلف حسب طبيعة التربة وكما مبين في الشكل (2). إن هذه العلاقة تستخدم في تحديد قيمة الشد الرطوبي التي عندها يجب إضافة ماء الري عندها. وعليه ومن الناحية التطبيقية فان هذه الطريقة تعتمد على اخذ قراءات الشد الرطوبي بواسطة أجهزة التنشيوميتر الموضوعة في الحقل في مواقع وأعماق مختلفة حسب نوع المحصول لتحديد قراءات الشد الرطوبي التي عندها يضاف ماء الري للوصول إلى قيم الشد الرطوبي عند السعة الحقلية.



شكل (2) العلاقة بين الشد الرطوبي ونسبة الماء المتيسر المستنزفة من قبل المحصول

فاصلة الإرواء (تكرار الري) Irrigation Interval

إن تحديد فاصلة الإرواء مهم جداً لتوفير الرطوبة الكافية لسد احتياجات المحصول ولتوفير الماء اللازم لغسل المنطقة الجذرية من الأملاح وخفض درجة حرارة التربة لنمو المحصول بصورة طبيعية. إن تحديد فاصلة الإرواء يعتمد على عاملين أساسيين هما :-

1- سعة حفظ الماء Water Holding Capacity وهي الفرق بين المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية والمحتوى الرطوبي للتربة عند نقطة الذبول الدائم وتحسب من خلال العلاقة التالية:-

$$\mathrm{WHC} = \mathrm{CF} - \mathrm{PWP} \dots\dots (1)$$

CF نسبة الرطوبة عند السعة الحقلية كعمق مكافي من الماء لكل عمق من التربة

PWP نسبة الرطوبة عند نقطة الذبول الدائم كعمق مكافي من الماء لكل عمق من التربة

WHC سعة حفظ الماء بوحدة الملم ماء. سنتمتر$^{-1}$ تربة

2- الماء المتيسر الكلي Total Available Water وهو الماء الشعري الموجود بين السعة الحقلية كحد أعلى ونقطة الذبول الدائم كحد أدنى ويمكن حسابه من المعادلة التالية:-

$$\text{Total Available Water} = \mathrm{WHC} \times \mathrm{RZD} \dots\dots (2)$$

RZD العمق الفعال للمنطقة الجذرية بوحدة السنتمتر

وعلى هذا الأساس يمكن حساب فاصلة الإرواء أو تكرار الري بتطبيق المعادلة التالية:-

$$\mathrm{II} = \frac{\mathrm{NDI}}{\mathrm{ET}} \dots\dots (3)$$

II فاصلة الإرواء وهي المدّة الزمنية بين ريتين متتاليتين وتقاس باليوم

ET معدل الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول بوحدة الملم.يوم-1

NDI صافي عمق الإرواء Net Depth Irrigation وهو كمية الماء المضافة إلى التربة للتعويض عن النقص الحاصل في الماء المتيسر الكلي نتيجة لاستنزافه من قبل المحصول والذي بدورة يحسب من المعادلة التالية:-

$$\text{NDI} = \text{Total Available Water} \times \text{DP\%} = \text{WHC} \times \text{RZD} \times \text{DP\%} \dots\dots (4)$$

DP نسبة الاستنزاف Depletion Percentage وهي النسبة بين كمية الماء التي استهلكها النبات خلال الرية الواحدة وكمية الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية وهي نسبة متغيرة حسب نوع المحصول ومرحلة النمو. وبشكل عام يمكن اعتبار نسبة الاستنزاف التي تتراوح بين 40% إلى 60% معقولة ونموذجية لمعظم المحاصيل.

حساب الكمية الكلية للماء المضاف إلى التربة خلال الرية الواحدة (إجمالي عمق الإرواء) Gross Depth Irrigation

تشمل الكمية الكلية للماء المضاف إلى التربة خلال الرية الواحدة الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول مضافاً إلية متطلبات الحقل الإروائية والتي يمكن التعبير عنها كعمق بإجمالي عمق الإرواء Gross Depth Irrigation (GDI) والذي يمكن حسابه بعد حساب صافي عمق الإرواء (NDI) من المعادلة (4) مضافاً إليه ما يعوض من الضائعات المائية بدلالة كفاءة الري (E_i) والتي تشمل ضائعات التبخر وضائعات التخلل العميق Deep Percolation وحسب المعادلة التالية:-

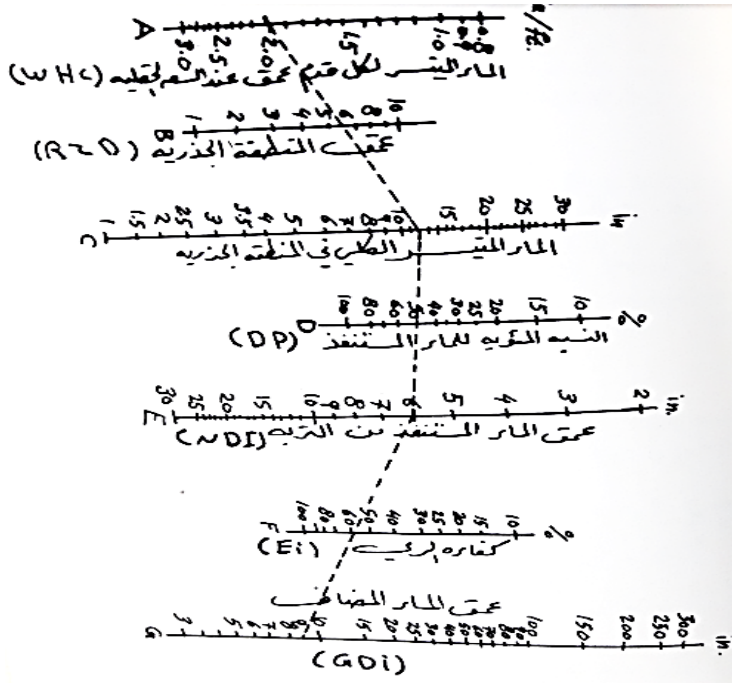
$$\text{GDI} = \frac{\text{NDI}}{E_i} \dots\dots (5)$$

كما يمكن حساب الكمية الكلية للماء المضاف خلال الرية الواحدة أو إجمالي عمق الإرواء بيانياً باستخدام المنحني البياني اللوغارتيمي المبين في الشكل (3) وحسب الخطوات التالية:-

1- حساب كمية الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية بعد معرفة سعة حفظ الماء (WHC) وعمق المنطقة الجذرية (RZD) وذلك بمد خط مستقيم بين قيمة WHC وقيمة RZD وامتداد هذا الخط يقطع منحني الماء المتيسر الكلي ونقطة التقاطع تمثل كمية الماء المتيسر الكلي.

2- حساب صافي عمق الإرواء (NDI) بعد معرفة قيمة الماء المتيسر الكلي من الخطوة الأولى ونسبة الاستنزاف (DP) وذلك بمد خط مستقيم بين هاتين القيمتين وامتداد هذا الخط يقطع منحني صافي عمق الإرواء. ونقطة التقاطع تمثل قيمة صافي عمق الإرواء

3- حساب إجمالي عمق الإرواء (GDI) بعد معرفة قيمة NDI من الخطوة الثانية وكفاءة الإرواء E_i وذلك بمد خط مستقيم يربط هاتين القيمتين وامتداد هذا الخط يقطع منحني إجمالي عمق الإرواء ونقطة التقاطع تمثل قيمة إجمالي عمق الإرواء.



شكل (3) المنحني البياني اللوغارتيمي لحساب إجمالي عمق الإرواء

وبعد حساب إجمالي عمق الإرواء يتم حساب الكمية الكلية للماء المضاف في الرية الواحدة كحجم بوحدة المتر^3 بتطبيق المعادلة التالية:-

$$V = \frac{GDI}{1000} \times A \ldots\ldots (6)$$

V الحجم الكلي للماء المضاف إلى التربة في الرية الواحدة بالمتر^3

GDI إجمالي عمق الإرواء بوحدة الملم

A المساحة المروية بوحدة المتر^2

فإذا كان تصريف قناة الري أو الأنبوب معلوماً وليكن Q متر^3.ثانية$^{-1}$ يمكن حساب الزمن اللازم للري T بتطبيق المعادلة التالية حيث إن V الحجم الكلي للماء المضاف إلى التربة خلال الرية الواحدة بالمتر^3:-

$$T = \frac{V}{Q} \ldots\ldots\ldots (7)$$