محاضرةعن جدولةالري
اعداد أ.د / حمدى خليفة
قسم بحوث المقننات المائية و الرى الحقلى
معهد بحوث الاراضى و المياه و البيئة
محطة البحوث الزراعية بالنوبارية

Irrigation Requirements and Schedules

Hamdy Khalifa, Soil, Water and Environment Research Institute

جدولة الري Irrigation Scheduling

يتوقف إنتاج أى محصول علي أربعة عوامل بيئية رئيسية هى:
1- الأرض 2- الماء 3- الغذاء 4- الجو المحيط بالنبات
تتفاعل هذه العوامل مع عامل الوراثة للصنف المستخدم وينتج عن ذلك الناتج النهائى للمحصول.

الري Irrigation:
بهدف إمداد النبات بالاحتياجات المائية اللازمة -بوسائل صناعية –إضافة الماء إلي التربة بواسطة الإنسان " لنموه وغسيل الأملاح والتحكم في العوامل البيئية المحيطة بالنبات"

جدولة الري Irrigation Scheduling:
إمداد النبات بالاحتياجات المائية اللازمة لنموه في الزمن المناسب Proper time to irrigate وبالكمية " بهدف تعظيم الناتج المحصولي والعائد المادي Amount to apply المناسبة"
لذا فإن جدولة الري تتطلب معلومات عن التربة وخواصها المائية وعن النبات المنزرع والعومل الجوية.

أولا: تحديد متى يتم الري When to irrigate:

أ- المؤشرات الخاصة بالنبات Plant Indicators:
وهي من الطرق المباشرة لتحديد ميعاد الري .ويتم فيها متابعة حالة النبات بهدف تحديد مدي حاجتة للري.

1 **المظهر لعام للنبات ومعدل النمو Appearance & Growth:**
طريقة غير دقيقة لإمكان ظهور أعراض مشابهة لنقص المياه –طريقة بسيطة تستخدم فيها العين المجردة نتيجة إصابة مرضية أو لنقص بعض العناصر الغذائية.

2 **درجة حرارة ورقة النبات أو الغطاء النباتي Leaf or canopy temperature:**
يمكن قياس درجة الحرارة باستخدام – Infra-red Thermometer (IRT) يستخدم فيها جهاز -الإستشعار عن بعد تحتاج إلي خبرة كبيرة لتطبيقها.

3 **الجهد المائى لورقة النبات Leaf water potential:**
تحتاج لخبرة في اختيار - Thermocouple psychomotor أو Pressure chamber يستخدم فيها جهاز تستخدم جزءا من –القياس الواحد يأخذ فترة زمنية طويلة نسبيا –الورقة المناسبة وتحديد أنسب توقيت للقياس النبات عند القياس.

4 **مقاومة الثغور لحركة الماء Stomata resistance:**
يحتاج لخبرة كبيرة وزمن كبير –يقيس درجة فتح الثغور ومعدل النتح –Diffusion porometer يستخدم جهاز للقياس.

ب- المؤشرات الخاصة بالتربة Soil indicators:

1 **المظهر العام والإحساس Appearance & Feel:**
تعطي نتائج تقريبية –تحتاج خبرة كبيرة –طريقة بسيطة.

2 **الطريقة الوزنية Gravimetric sampling:**
تحتاج إلى فترة زمنية –تحتاج لجهد فى أخذ العينات –طريقة دقيقة ومباشرة لقياس المحتوي الرطوبى للتربة.

3 **القوالب الجبسية Gypsum blocks:**
لاتصلح للأراضى –تحتاج لخبرة فى وضع القوالب بالتربة والمعايره –تعطى قيم غير مباشرة للمحتوى الرطوبى تحتاج لمكررات كثيرة –الرملية.

4 **التنشيوميتر Tensiometer:**
قياس غير مباشر للمحتوى – soil matric potential ويقيس المحتوي الرطوبي بالتربة عن طريق قياس ذات مدى محدود لقياس الرطوبة الأرضية –الرطوبى.

5 **تحديد المحتوي الرطوبي علي أساس حجمي باستخدام جهاز Time Domain Reflectometry (TDR):**
الجهاز مرتفع الثمن –طريقة مباشرة وسريعة ودقيقة لقياس المحتوى الرطوبى للتربة.

العلاقات المائية للأرض الزراعية

تقوم الأرض بتخزين المياه التى يحتاجها النبات لأداء الوظائف الحيوية للنمو وتحتفظ الأرض بالماء بواسطة قوتين رئيسيتين هما:

1 **قوى الإدمصاص Adsorption: وهى قوة إجتذاب سطوح المكونات المعدنية للأرض (شحنة سالبة)للماء (الطرف الموجب من جزيئ الماء الثنائي القطبية).**

2 **الخاصه الشعرية Capillary force: وهى قوه إجتذاب الماء عن طريق التأثير المشترك لقوى التلاصق Adhesion والتوتر السطحى surface tension.**

ثوابت الرطوبة الأرضية:

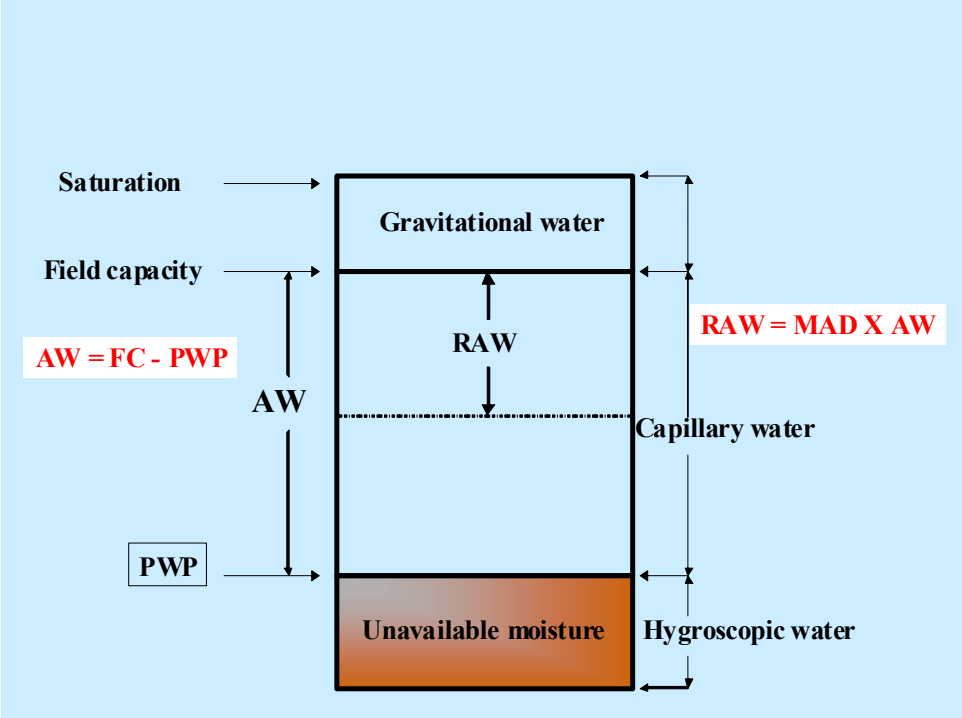
1 **درجة التشبع Saturation content: " المحتوى الرطوبى للتربة الذى تمتلئ فيه جميع مسام التربة بالماء".**

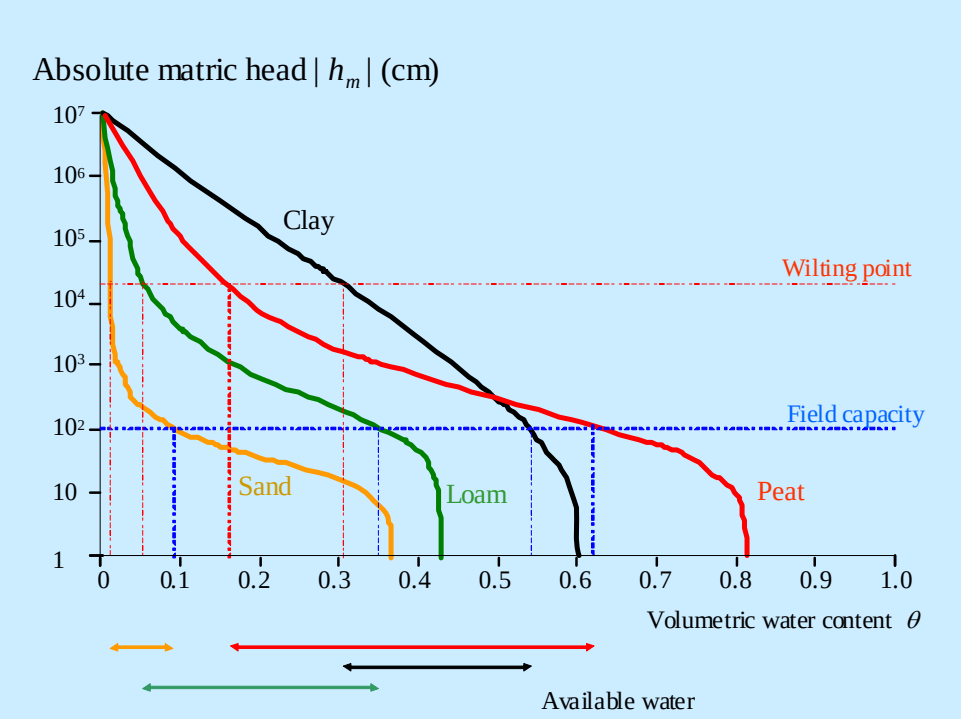
2 **السعة الحقلية Field capacity: " المحتوى الرطوبى للتربة بعد 48 الى 24 ساعة)طبقا لقوام التربة (والتى يتوقف عندها الصرف الحر للماء من قطاع الأرض".**

3 **مدى الذبول Wilting range: " هو المحتوى الرطوبى للتربة بين المستوى الذى يبدأ عنده النبات ذبولا كاملا (ذبول مؤقت)فى الذبول (ذبول دائم)والمحتوى الرطوبى الذى يذبل عنده النبات".**

4 **الماء الميسر Available water: " الفرق بين المحتوى الرطوبى للتربة عند السعة الحقلية والمحتوى الرطوبى للتربة عند الذبول".**

5 **المحتوى الرطوبى الحرج للتربة Critical soil water content: " المحتوى الرطوبى الذى يقل عنده معدل البخر -نتح بدرجة معنوية".**





<u>إحتياجات الرى Irrigation Requirements</u>

هى كمية المياه المعطاة لمساحة معينة من الأرض خلال فترة زمنية محددة لتعويض الماء المستهلك بواسطة النبات وغسيل الأملاح من منطقة الجذور.

إحتياجات الرى= الإستهلاك المائى +إحتياجات الغسيل

الإستهلاك المائى Consumptive Use (CU):

عبارة عن كمية المياه التى تستهلك بواسطة النبات والتربة النامى عليها النبات وتساوى:

1 **المياه المفقودة بالبخر من التربة Evaporation (E). البخر هو تحول الماء من الحالة السائلة الى الحالة البخارية وممكن أن يتم من سطح الماء الحر أو من سطح التربة أو من سطح النبات أو منها مجتمعة. يعتمد البخر أساسا على العوامل الجوية.**

2 **المياه المفقودة فى عملية النتح Transpiration (T). النتح هو فقد الماء على صورة بخار ويختلف النتح عن البخر بأنه عادة ما يتم البخر عن طريق الثغور. بواسطة النبات الى الجو المحيط يتم من خلال أنسجة النبات الحية لذلك فهو يتأثر بالعوامل الفسيولوجية للنبات بجانب العوامل الجوية.**

نتح –البخر Evapotranspiration (ET): من الصعب أن نفصل بين البخر والنتح فى الأرض * نتح –المنزرعة لذلك يتم ضمهما معا تحت مسمى البخر.

3 **المياه الموجودة فى أنسجة النبات وهى لاتتعدى 1% من الفقد بالبخر والنتح.**

البخر نتح (ET) ~ الإستهلاك المائى (CU)

إحتياجات الغسيل Leaching Requirements (LR):

كمية المياه الواجب إضافتة لغسيل الأملاح المتراكمة فى منطقة جذور النبات نتيجة لتبخر المياه وإستهلاكها بواسطة النبات. ويقدر من:

$$LR = \frac{EC\ (irrigation\ water)}{5\ EC\ (drainage\ water) - EC\ (irrigation\ water)}$$

نتح –جهد البخر Potential evapotranspiration (ET_o):

سم ويغطى السطح 15 – 8 معدل البخر والنتح من مسطح أرض ينمو به نبات نشط فى النمو ويتراوح طولة بين " تماما ولايعانى أى نقص فى المحتوى الرطوبى للتربة أو أى إصابة مرضية".

نتح الفعلى -البخر Actual evapotranspiration (ET_a):

"معدل البخر والنتح من مسطح أرض ينمو به النبات تحت ظروف النمو الفعلية".

معامل المحصول Crop coefficient (K_c):

ويعبر عنه بالمعادلة الآتية: (ET_a) والبخر نتح الفعلى (ET_o) وهو المعامل الذى يربط بين جهد البخر نتح

$$Kc = (ET_a/ET_o)$$

قيم معامل المحصول تختلف تبعا لفترات النمو حيث تقل فى بداية موسم النمو ثم يزداد فى منتصف الموسم ويقل مرة أخرى فى نهاية الموسم وعند الحصاد.

نتح –طرق حساب جهد البخر Potential evapotranspiration:

1. **Aerodynamic method**
2. **Energy balance**
3. **Combination method**
4. **Empirical methods:**

- **كريدل –بلانى**
- **طريقة الإشعاع**
- **طريقة وعاء البخر القياسى: وتحسب من المعادلة الآتية:**

$$ET_o = E_{pan} * K_{pan}$$

معامل المحصول K_c

المحصول	مراحل نمو المحصول					موسمالنموكامل
	بدء النمو الخضرى	نهاية النمو الخضرى	التزهير	تكون المحصول	تمام النضج	
الموز	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0- 1.15	0.85-0.95
البقوليات:						
خضرى	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
جاف	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
الكرنب	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
القطن	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
العنب	0.35-0.5	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
الفول السودانى	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
الذرة الشامية	0.3-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	0.8-0.95	0.55-0.6	0.75-0.9
البصل	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
(طازجة)البازلاء	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
الفلفل	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
البطاطس	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.8	0.75-0.9
بنجر السكر	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
عباد الشمس	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
الطماطم	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.8-0.9	0.6-0.65	0.75-0.9
البطيخ	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
القمح	0.3-0.4	0.7- 0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
الموالح						0.65-0.75

ثانيا: تحديد كمية مياه الرى وزمن الإضافة How much water to apply and application time

في هذا الجزء سنعطي أمثلة تطبيقية لنظم الري السطحي والرش والتنقيط.

1- نظام الري السطحي:

علي أساس الحجم 7% =علي أساس الحجم ، نقطة الذبول 15% =أرض سعتها الحقلية للبطاطس 0.30للذرة الشامية ، 0.65 =أقصي مستوي مسموح به لإستنفاذ الماء الميسر عمق الجذور =60سم.

المطلوب: حساب كمية مياه الري للفدان وزمن الري إذا كان تصرف ماكينة الري 50م^3/ساعة

الحل:

الماء الميسر = 15 – 7 = 8%

معدل الإستنفاذ (بطاطس) = 8 X 0.30 = 2.4%، معدل الإستنفاذ (ذرة) = 8 X 0.65 = 5.2%
المحتوي الرطوبي الحرج للذرة = 15.0 – 5.2 = 9.8%
المحتوي الرطوبي الحرج للبطاطس = 15.0 – 2.4 = 12.6%
بالنسبة للذرة:
الماء الميسر لعمق الجذور = 60 (0.15 – 0.098) = 3.12سم
نفرض أن الإحتياجات الغسيلية = 20%
عمق الماء المطلوب إضافتة لهذه الرية = 3.12 X 1.2 = 3.74سم
كمية الماء المضاف /فدان = 3.74 X 42 = 157.25 م^3/فدان
زمن الإضافة = 157.25 / 50 = ساعات ربع 3تقريبا
بالنسبة للبطاطس:
الماء الميسر لعمق الجذور = 60 (0.150 – 0.126) = 1.44سم
نفرض أن الإحتياجات الغسيلية = 20%
عمق الماء المطلوب إضافتة لهذه الرية = 1.44 X 1.2 = 1.73سم
كمية الماء المضاف /فدان = 1.73 X 42 = 72.58 م^3/فدان
زمن الإضافة = 72.58 / 50 = تقريبا ساعة ونصف

ملاحظات عامة:
أقصي معدل لإستنفاذ الرطوبة في حالة البطاطس أقل منه للذرة الشامية مما لم يؤخذ في الإعتبار كفاءة الري يعطي فكرة عن مدي حساسيتة لنقص مياه الري.

2- نظام الري بالرش:
محصول فول سوداني – العمر 50يوم – معامل المحصول (من الجدول = 0.7)
بخر الوعاء – يوم /مم7 = معامل الوعاء (0.75)
المسافة بين الرشاشات – ساعة /م^{3}1.5تصرفة RB 30رشاش = 12م ، المسافة بين الأفرع 12 = م
تحديد زمن الري :**المطلوب**
الحل:
جهد البخر – نتح يوم/مم5.25 = 7 X 0.75 = معامل الوعاء Xبخر الوعاء = نتح
البخر- نتح الفعلي = جهد البخر – نتح Xمعامل المحصول = 5.25 X 0.7 = 3.67يوم/مم
معدل ترسيب الرشاش = (12م X 12م) ÷ساعة /م^{3}1.5) = 10.4ساعة/مم
نفرض أن كفاءة نظام الري = 75%
عمق الماء المطلوب إضافتة = (0.75 ÷يوم /مم3.67) = 4.89يوم/مم
زمن الري = (ساعة/مم10.4 ÷يوم /مم4.89) = حوالي 30يوم/دقيقة

ملاحظة: في هذا المثال لم تؤخذ كمية المياه اللازمة للغسيل في الإعتبار.

3- نظام الري بالتنقيط:
نفس المثال السابق.
المسافة بين الأفرع – سم 50 = المسافة بين المنقطات – ساعة /لتر4تصرف المنقط = 1.0م
تحديد زمن الري :**المطلوب**
الحل:
جهد البخر – نتح يوم/مم5.25 = 7 X 0.75 = معامل الوعاء Xبخر الوعاء = نتح
البخر- نتح الفعلي = جهد البخر – نتح Xمعامل المحصول = 5.25 X 0.7 = 3.67يوم/مم
نفرض أن كفاءة الري بالتنقيط = 95%
نفرض أن معامل الخفض لهذه المرحلة العمرية = 0.8
عمق الماء المطلوب إضافتة = ((3.67 X 0.8) ÷0.95) = 3.0يوم/مم
معدل ترسيب المنقط = (0.5 X 1.0)) ÷ساعة /لتر4) = 8ساعة/مم

زمن الري =(3مم/ يوم) ÷ (8مم/ساعة) = تقريبا 25دقيقة/يوم

ملاحظة: في هذا المثال لم تؤخذ كمية المياه اللازمة للغسيل في الإعتبار.