الفصل السادس

الـــــرى

العوامل المؤثرة على حاجة النبات إلى الرى . والفترة بين الريات

العوامل الخاصة بالنبات

١ ـ عمر النبات ، ومقدار نموه الخضرى :

تستهلك النباتات وتنتح كميات أكبر من الماء مع زيادة نموها ؛ وبالتالى فإنها تحتاج إلى كميات من ماء الرى ـ فى الأطوار المتقدمة من نموها ـ أكبر منها فى الأطوار المبكرة ، كما تصبح جذورها أكثر تشعباً وتعمقًا كلما تقدم النبات فى العمر ؛ ومن ثم تكون أكثر مقدرة على الاستفادة من ماء الرى ، وأكثر مقدرة على الحصول على المياه اللازمة لها من الطبقات السفلى من التربة .

٢ ـ درجة انتشار وتعمق الجذور :

تختلف الخضروات فى درجة تعمق جذورها فى التربة . ومن أكثرها تعمقًا : الخرشوف ، والهليون ، والقرع العسلى ، والبطاطا ، والطماطم ، والبطيخ . ومن أقلها تعمقًا فى التربة : الكرفس ، والذرة السكرية ، والبصل ، والثوم ، والخس ، والبطاطس ، والفجل ، والسبانخ ، بينما تعتبر جذور الفاصوليا ، والجزر ، والخيار ، والباذنجان ، والشمام ، والفلفل ، والبسلة ، والكوسة ، واللفت متوسطة التعمق فى التربة .

وعموماً . فإن الخضر الصيفية تتعمق جذورها بدرجة أكبر من درجة تعمق جذور الخضر الشتوية . ولا تكون الخضروات ذات النمو الجذرى القليل قادرة على امتصاص كل الرطوبة التى توجد فى منطقة نمو الجذور ، كما فى حالة الذرة السكرية .

ويجب أن يكون الهدف عند الرى هو إعادة نسبة الرطوبة إلى السعة الحقلية فى منطقة نمو الجذور . وقد لا يكفى الرى الخفيف المتكرر لتوصيل الرطوبة الأرضية إلى السعة الحقلية فى كل هذه المنطقة ؛ وبذلك لا يحصل النبات على كل حاجته من

الماء ، خاصة مع زيادة الفقد بالتبخر من سطح التربة ، لكن الرى الخفيف المتكرر يفيد مع النباتات الصغيرة فى طور البادرة حينما تكون جذورها سطحية .

ويمكن تقدير المدى الذى تصل إليه جذور النباتات حسب المدة اللازمة لاستكمال نموها ، كما فى جدول (٦ ـ ١) .

وكدليل تقريبى . . فإن معدل نمو الجذور يتراوح بين ٣٠ و ٤٥سم لكل شهر من النمو النشيط حسب المحصول والعوامل الجوية .

جدول (٦ ـ ١) : العلاقة بين المدة اللازمة لنضج المحصول ، ومدى تعمق الجذور فى التربة .

المدة من الزراعة لحين نضج النبات (بالشهر)	درجة تعمق الجذور (بالسم)
٢	٦٠ - ٩٠
٣ - ٤	٩٠ - ١٥٠
٦	١٨٠ - ٣٠٠

هذا . . ويمكن لجذور الخضر المختلفة سحب الماء من التربة من أعماق تتراوح بين ٣٠ و ١٨٠سم حسب المحصول (جدول ٦ ـ ٢) (عن Pillsbury ١٩٦٨) .

جدول (٦ ـ ٢) : عمق التربة الذى يمكن لبعض نباتات الخضر الكاملة النمو أن تسحب منه الماء .

المحصول	العمق (بالسم)
الهليون ـ الطماطم	١٨٠
القاوون	١٥٠
الخرشوف ـ فاصوليا الليما ـ البطاطا	١٢٠
الجزر ـ الباذنجان ـ البسلة ـ الفلفل ـ قرع الكوسة ـ الذرة السكرية ـ البنجر	٩٠
الفاصوليا ـ الكرنب ـ البطاطس ـ السبانخ ـ الفراولة	٦٠
الخس ـ البصل	٣٠

ويبين جدول (٦ ـ ٣) كمية مياه الرى التى تلزم لرى محاصيل تختلف فى مدى تعمق جذورها ، ومزروعة فى أراضٍ تختلف فى قوامها ، فى حالة إجراء الرى عندما تصل الرطوبة الأرضية إلى مستويات مختلفة (عن نشرة علمية لشركة سنتك) .

جدول (٦ ـ ٣): كمية مياه الرى اللازمة لرى محاصيل تختلف فى مدى تعمق جذورها ، ومزروعة فى أراضٍ تختلف فى قوامها ، فى حالة إجراء الرى عند مستويات مختلفة من الرطوبة بالتربة.

طبيعة التربة	عمق المجموع الجذرى (سم)	السعة الحقلية			كمية المياه الموجودة عند نقطة الذبول		كمية المياه المتاحة لاستخدام النبات	كمية مياه الرى التى تضاف إلى التربة (ملليمتر) للفدان عند اختلاف مستويات الرطوبة التى توجد بالتربة عند الرى					
		ملليمتر	م٣ للفدان	٪	ملليمتر	م٣ للفدان	م٣ للفدان	٦٧ ٪		٥٠ ٪		٣٢ ٪	
								ملليمتر	م٣ للفدان	ملليمتر	م٣ للفدان	ملليمتر	م٣ للفدان
أرض خفيفة رملية	٣٠	٣١	١٣٤	٢٠	٦	٢٤	١٠٠	٨,٢	٣٢,٨	١٢,٥	٥٠	١٠,٨	٤٣,٢
	٤٥	٤٧	١٤٨		٩,٤	٣٧,٦	١٥٠,٤	١٢,٤	٤٩,٦	١٨,٨	٧٢,٢	٢٥,٢	١٠٠,٨
	٦٠	٦٣,٥٧	٢٥٠		٠,٥	٥٠	٢٠٠	١٦,٥	٦٦	٢٥	١٠٠	٣٢,٥	١٣٤
	٧٥	٧٨	٣١٢		١٥,٦	٦٢,٤	٢٤٩,٦	٢٠,١	٨٢,٤	٣١,٢	١٢٤,٨	٤١,٨	١٦٧,٢
	٩٠	٩٣,٧	٣٧٥		١٨,٧	٧٤,٨	٧٥	٢٥	١٠٠	٣٧,٥	١٥٠	٥٠	٢٠٠
	١٢٠	١٢٥	٥٠٠		٢٥,٠	١٠٠	٤٠٠	٢٣	١٣٢	٥٠	٢٠٠	٦٧	٢٦٨
أرض متوسطة (طمية)	٣٠	٥٦	٢٢٤	٢٥	١٤	٥٦	١٨٦	١٤	٥٦	٢١	٨٤	٢٨	١١٢
	٤٥	٨٤,٥	٣٢٨		٢١	٨٤	٢٥٤	٢١	٨٤	٢١,٨	١٢٧,٢	٤٢,٥	١٧٠
	٦٠	٦١٢,٥	٤٥٠		٣٨	١٦٢	٣٣٨	٢٧,٦	١١١,٦	٤٢,٢	١٦٨,٨	٥٦,٦	٢٢٦,٤
	٧٥	١٤,٥	٥٦٢		٣٥	١٤٠	٤٢٢	٣٤	١٣٦	٥٢,٨	٢١١,٢	٧٠,٧	٢٨٢,٩
	٩٠	١٦٨,٥	٦٧٤,٨		٤٢	١٦٨	٥٠٦,٨	٤١,٩	١٦٧,٦	٦٣,٣	٢٥٣,٢	٨٤,٨	٣٣٩,٢
	١٢٠	٢٥٥	٩٠٠		٥٦	٢٢٤	٦٧٦	٥٦	٢٢٤	٨٤,٥	٣٢٨	١١٢	٤٥٢
أرض ثقيلة (طينية)	٣٠	٩٢	٣٦٨	٣٥	٣٢	١٢٨	٦٠	١٩,٨	٧٩,٢	٣٠	١٢٠	٤٠,٢	١٦٠,٨
	٤٥	١٣٧,٥	٥٥٠		٤٨	١٩٢	٨٩,٥	٢٩,٦	١١٨,٤	٤٤,٨	١٧٩,٢	٦٠	٢٤٠
	٦٠	١٨٣,٥	٧٣٤		٦٤	٢٥٦	١١٩,٥	٣٩,٠٠	١٥٦	٥٩,٨	٢٣٩,٢	٨٠	٣٢٠
	٧٥	٢٢٩	٩١٦		٨٠	٣٢٠	١٤٩	٤٩,٢	١٩٦,٨	٧٤,٥	٢٩٨	٩٩,٨	٢٢٢,٢
	٩٠	٢٧٥	١١٠٠		٩٦	١٨٤	١٧٠	٥٩,١	١٣٦,٤	٨٩,٥	٣٥٨	١١٩,٩	٤٧٩,٦
	١٢٠	٣٦٧	١٤٦٨		١٢٨	٥١٢	٢٣٩,٥	٧٩,٠٠	٣١٦	١١٩,٨	٤٧٩,٢	١٦٠,٥	٢٤٢

ملاحظات: (١) للحصول على أعلى محصول فى حالة المحاصيل ذات الجذور السطحية يجب حفظ درجة الرطوبة المتاحة دائماً فى حدود ٦٧ ٪.

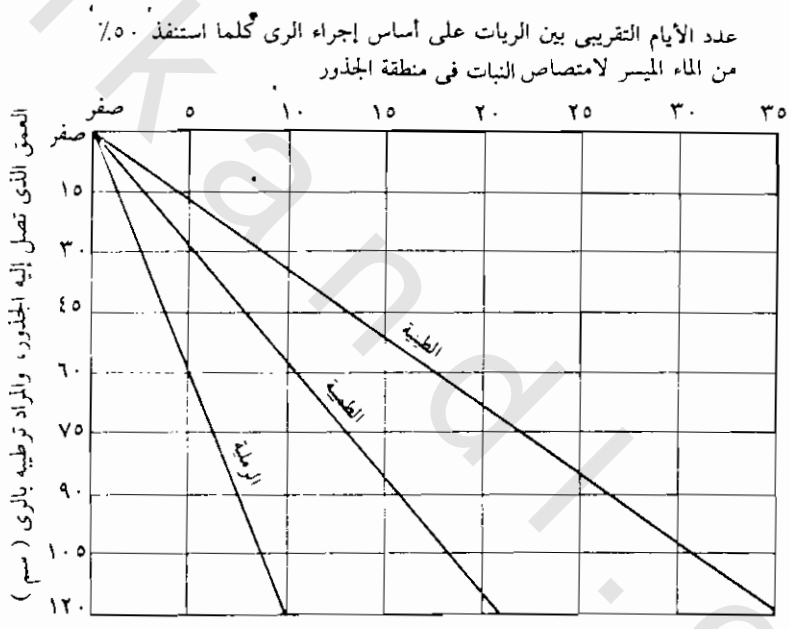
(٢) فى حالة المحاصيل ذات الجذور الأكثر عمقاً فإنه يجب حفظ الرطوبة على درجة ٥٠ ٪ رطوبة متاحة.

(٣) فى حالة المحاصيل ذات الجذور العميقة فإنه يجب حفظ الرطوبة على درجة ٣٣ ٪ رطوبة متاحة.

(٤) فى حالة الرى بالتنقيط يؤخذ فى الحسبان حجم الجزء المبلل بالماء بواسطة المنقطات بالنسبة لإجمالى المساحة عند حساب الماء المتاح لاستفادة النبات بالتربة.

وعند تنظيم الرى يجب الإبقاء على الرطوبة الأرضية دائماً أعلى من نقطة الذبول الدائم فى كل المنطقة التى تنمو فيها الجذور ، حتى يمكن الاستفادة منها لأقصى درجة . كما يجب عدم الانتظار لحين ظهور أعراض الذبول على النباتات .

ومن المفضل دائمًا إجراء الرى عندما يفقد نحو ٥٠٪ من الرطوبة الأرضية التى يمكن للنباتات امتصاصها فى منطقة نمو الجذور ، مع جعل كمية ماء الرى كافية لتوصيل الرطوبة إلى السعة الحقلية فى كل هذه المنطقة . ويمكن الاستعانة بشكل (٦ ـ ١) فى تحديد المدة بين الريات على وجه التقريب ؛ على أساس أن الرى يكون بعد استنفاذ نصف كمية الماء الصالحة لامتصاص النبات فى منطقة نمو الجذور .



شكل (٦ ـ ١) : المدة بين الريات فى الأراضى المختلفة القوام على أساس إجراء الرى بعد استنفاذ ٥٠٪ من كمية الماء الميسرة للامتصاص فى منطقة نمو الجذور .

مثـال: إذا كان أحد محاصيل الخضر ناميًا فى تربة طميية ، وتتعمق جذوره لمسافة ٦٠سم ، ونرغب فى رى التربة لهذا العمق بعد أن يكون نصف الماء القابل للامتصاص قد تم استنفاذه ، فما علينا إلا التحرك أفقيا عند الخط المقابل لـ ٦٠سم إلى

أن نصل إلى خط الأراضى الطمية ، ثم نسقط خطا رأسيًا لنعرف الفترة بين الريات ، وهى فى هذا المثال ١١ يوماً .

٣ ـ النوع المحصولى :

تحتاج الخضروات التى تزرع لأجل أوراقها إلى رى منتظم ، مع توفر الرطوبة الأرضية ـ وبالقدر المناسب ـ طوال فترة حياتها . أما الخضروات التى تزرع لأجل ثمارها أو بذورها ، فإنها تحتاج إلى توفر مياه الرى بصفة خاصة خلال مرحلة عقد الثمار ونموها ، نظراً لضعف كفاءة المجموع الجذرى لهذه النباتات خلال تلك الفترة (Ware & MaCollum ١٩٨٠) .

وبينما نجد أن نباتًا كالقلقاس يحتاج إلى كميات كبيرة من الماء ، فإن بعض محاصيل العائلة القرعية يمكن إنتاجها بعليا .

هذا . . ويختلف الوقت الحرج للرى من محصول لآخر كالتالى :

١ ـ تُعد الخضر البذرية والثمرية أحوج ما تكون إلى الرى أثناء الإزهار وعقد الثمار كما سبق الذكر .

٢ ـ تزداد حاجة البطاطس إلى للرى أثناء مرحلة تكوين الدرنات .

٣ ـ تزداد حاجة الفراولة إلى الرى بعد الحصاد لتشجيع تكوين الخلفات ، ولارتفاع درجة الحرارة أثناء تلك الفترة .

٤ ـ كذلك تزداد حاجة الهليون إلى الرى أثناء الصيف بعد الحصاد لتشجيع النمو الخضرى للنبات ، وهو الذى يقوم بتجهيز الغذاء الذى يخزن فى الريزومات ، ويستهلك فى نمو المهاميز فى الربيع التالى (صقر ١٩٦٥) .

العوامل الجوية

تزداد الحاجة إلى الرى ، وتقصر المدة بين الريات فى الظروف الجوية التى تشجع على زيادة النتح ؛ وهى : الجو الحار الجاف ، وزيادة سرعة الهواء ، وزيادة شدة الإضاءة .

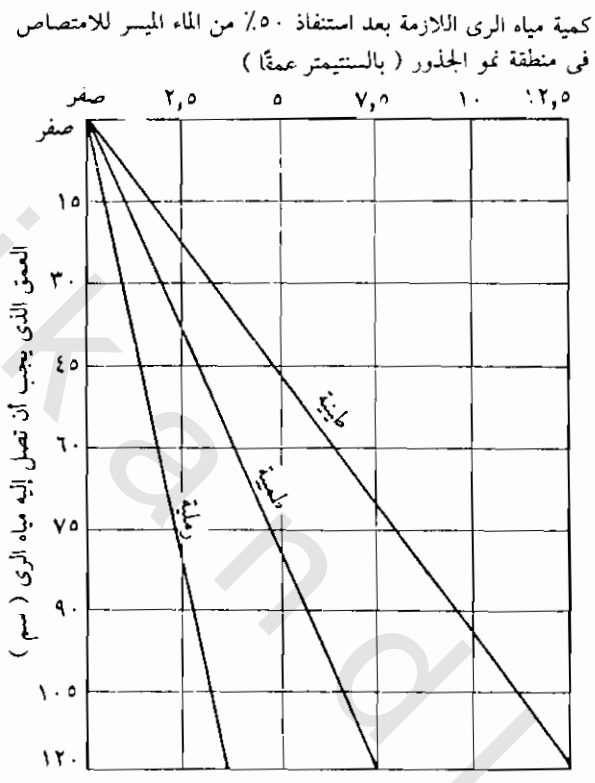
ويبين جدول (٦ ـ ٤) كمية مياه الرى التى يتعين إضافتها فى مختلف الظروف البيئية عند اختلاف صافى كمية مياه الرى المطلوبة .

جدول (٦ ـ ٤) : كمية مياه الرى التى يتعين إضافتها فى مختلف الظروف البيئية عند اختلاف صافى كمية مياه الرى المطلوبة (عن نشرة علمية لشركة سنتك) .

صافى كمية مياه الرى المطلوبة		جو بارد (٨٠٪ كفاءة رى)		جو معتدل (٧٥٪ كفاءة رى)		جو حار (٧٠٪ كفاءة رى)		جو صحراوى عال (٦٥٪ كفاءة رى)		جو صحراوى منخفض (٩٠٪ كفاءة رى)	
مليمتر	م٣ للفدان	مليمتر	م٣ للفدان	مليمتر	م٣ للفدان	مليمتر	م٣ للفدان	مليمتر	م٣ للفدان	مليمتر	م٣ للفدان
٥,٠٠	٢٠	٦,٢٥	٢٥	٦,٦٥	٢٦,٦	٧,١٥	٢٨,٦	٧,٧٠	٣٠,٨	٨,٣٠	٣٣,٦
٦,٠٠	٢٤	٧,٥٠	٣٠	٧,٩٨	٣١,٩٢	٨,٥٨	٣٤,٣٢	٩,٢٤	٣٦,٩٦	٩,٩٦	٣٩,٨٤
٧,٠٠	٢٨	٨,٧٥	٣٥	٩,٣١	٣٧,٢٤	١٠,٠١	٤٠,٠٤	١٠,٧٨	٤٣,١٢	١١,٦٢	٤٦,٤٨
٨,٠٠	٣٢	١٠,٠	٤٠	١٠,٦٤	٤٢,٥٦	١١,٤٤	٤٥,٧٦	١٢,٣٢	٤٩,٢٨	١٣,٣٨	٥٣,١٢
٩,٠٠	٣٦	١١,٢٥	٤٥	١١,٩٧	٤٧,٨٨	١٢,٨٧	٥١,٤٨	١٣,٨٦	٥٥,٤٤	١٤,٣٤	٥٦,٩٦
١٠,٠	٤٠	١٢,٥	٥٠	١٣,٣	٥٣,٢	١٤,٣٠	٥٧,٢	١٥,٤	٦١,٦	١٦,٦٠	٦٦,٤
١٥,٠	٦٠	١٨,٧٥	٧٥	١٩,٩٥	٧٩,٨	٢١,٤٥	٨٥,٨	٢٣,١	٩٢,٤	٢٤,٩٠	٩٩,٦
٢٠,٠	٨٠	٢٥. ٠	١٠٠	٢٦,٦٠	١٠٦,٤	٢٨,٦٠	١١٤,٤	٣٠,٨	١٢٣,٢	٣٢,٢٠	١٣٢,٨
٢٥,٠	١٠٠	٣١,٢٥	١٢٥	٣٣,٢٥	١٣٣	٣٥,٧٥	١٤٣	٣٨,٥	١٥٤	٤١,٥٠	١٦٦
٣٠,٠	١٢٠	٣٧,٥٠	١٥٠	٣٩,٩٠	١٥٩,٦	٤٢,٩٠	١٧١,٦	٤٦,٢	١٨٤,٨	٤٩,٨٠	١٩٩,٢
٣٥,٠	١٤٠	٤٣,٧٥	١٧٥	٤٦,٥٥	١٨٦,٢	٥٠,٠٥	٢٠٠,٢	٥٣,٩	٣١٥,٦	٥٨,١٠	٢٣٢,٤
٤٠,٠	١٦٠	٥٠,٠٠	٢٠٠	٥٣,٢٠	٢١٢,٨	٥٧,٢	٢٢٨,٢	٦١,٦	٢٤٦,٤	٦٦,٤٠	٢٦٥,٦
٤٥,٠	١٨٠	٥٦,٢٥	٢٢٥	٥٩,٨٥	٢٣٩,٤	٦٤,٣٥	٢٥٧,٤	٦٩,٣	٢٧٧,٢	٧٤,٧٠	٢٩٨,٨
٥٠,٠	٢٠٠	٢٦,٥٠	٢٥٠	٦٦,٥٠	٢٢٦	٧١,٥٠	٢٨٦	٧٧,٠٠	٣٠٨	٨٢,٠٠	٣٢٢
٥٥,٠	٢٢٠	٦٨,٧٥	٢٧٥	٧٣,١٥	٢٩٢,٦	٧٨,٦٥	٣١٤,٦	٨٤,٧	٣٣٨,٨	٩١,٢٠	٣٦٥,٢
٦٠,٠	٢٤٠	٧٥,٠٠	٣٠٠	٧٩,٨	٣١٩,٢	٨٥,٨	٣٤٣,٢	٩٢,٤	٣٦٩,٦	٩٩,٦٠	٣٩٨,٤
٦٥,٠	٢٦٠	٨١,٢٥	٣٢٥	٨٦,٤٥	٣٤٥,٨	٩٢,٩٥	٣٧١,٨	١٠٠,١	٤٠٠,٤	١٠٧,٩	٤٢١,٦
٧٠,٠	٢٨٠	٨٧,٥٠	٣٥٠	٩٣,١٠	٣٧٢,٤	١٠٠,١٠	٤٠٠,٤	١٠٧,٨	٤٣١,٢	١١٦,٢	٤٦٤,٨
٧٥,٠	٣٠٠	٩٣,٧٥	٣٧٥	٩٩,٧٥	٣٩٩	١٠٧,٢٥	٤٢٩	١١٥,٥	٤٦٢	١٢٤,٥	٤٩٨
٨٠,٠	٣٢٠	١٠٠,٠	٤٠٠	١٠٦,٤	٤٢٥,٦	١١٤,٤	٤٥٧,٦	١٢٣,٢	٤٩٢,٨	١٣٢,٨	٥٣١,٢
٨٥,٠	٣٤٠	١٠٦,٢٥	٤٢٥	١١٢,٠٥	٤٥٢,٣	١٢١,٥٥	٤٨٦,٢	١٣٠,٩	٥٢٣,٦	١٤١,١	٥٦٤,٤
٩٠,٠	٣٦٠	١١٢,٥٠	٤٥٠	١١٩,٧٠	٤٧٨,٨	١٢٨,٧	٥١٤,٨	١٣٨,٦	٥٥٤,٤	١٤٩,٤	٥٩٧,٦
٩٥,٠	٣٨٠	١١٨,٧٥	٤٧٥	١٢٦,٢٥	٥٠٥,٤	١٢٥,٨٥	٥٤٣,٤	١٤٦,٣	٥٨٥,٦	١٥٧,٧	٦٣٠,٨
١٠٠,٠	٤٠٠	١٢٥,٠٠	٥٠٠	١٣٣,٠	٥٣٢	١٤٣	٥٧٢	١٥٤,٠	٦١,٦	١٩٦,٠	٦٦٤
١٠٥,٠	٤٢٠	١٣١,٢٥	٥٢٥	١٣٩,٦٥	٥٥٨,٦	١٥٠,١٥	٦٠٠,٦	١٦١,٧	٦٤٦,٨	١٧٤,٣	٦٩٧,٢
١١٠,٠	٤٤٠	١٣٧,٥٠	٥٥٠	١٤٦,٣	٥٨٥,٢	١٥٧,٢	٦٢٩,٢	١٦٩,٤	٦٧٧,٦	١٨٢,٦	٧٣٠,٤

العوامل الأرضية

تختلف كمية ماء الرى اللازمة لبل التربة إلى عمقٍ ما حسب قوام التربة ، كما هو مبين فى شكل (٦ ـ ٢) (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .



شكل (٦ ـ ٢) : كمية الماء اللازمة لرى الأراضى المختلفة القوام لأعماق مختلفة بعد استنفاذ ٥٠٪ من الماء الميسر للامتصاص فى منطقة نمو الجذور .

مثـــال: عند الرغبة فى بل تربة طمية لعمق ٣٠سم بعد استنفاد ٥٠٪ من الماء القابل للامتصاص بها ، فإننا نتحرك فى الرسم من اليسار على خط ٣٠سم ، ونتوقف عند الوصول إلى خط المائل الخاص بالأراضى الطمية ، ثم نسقط خطًا رأسيًا لنجد أن كمية الماء اللازمة هى حوالى ٢سم .

ويجب التنبيه إلى أنه عند إضافة كميةٍ ما من ماء الرى يصبح الشد الرطوبى عند سطح التربة صفراً ، أو قريباً من الصفر بعد الرى مباشرة ، رغم أن الشد الرطوبى قد يكون عالياً جداً على عمق قليل . ويتسبب ذلك فى قوة جذب شديدة إلى أسفل ، بالإضافة إلى أن الجاذبية الأرضية تدفع الماء نحو التربة غير المشبعة . وبعد عدة ساعات من الرى يقل الفرق فى الشد الرطوبى بين الطبقة السطحية والطبقة الأعمق ، ويكون للجاذبية الأرضية الدور الأكبر فى جذب الرطوبة إلى الطبقات السفلى (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

هذا . . إلاّ أن الماء المضاف إلى سطح التربة لابد أن يصل بالطبقة السطحية إلى التشبع قبل أن يتقدم لأسفل . وعليه . . فإنه (فى حالة الأراضى غير المشبعة بالرطوبة) إذا أُضيف ماء رى بقدر يكفى لتشبع الـ ١٠ سم العليا من التربة ، فإن الماء لا يتقدم فى التربة أبداً لعمق أكثر من ١٥سم . وتمثل الـ ٥ سم الإضافية من التربة ذلك العمق الذى يصل برطوبته إلى السعة الحقلية بعد انصراف الماء الزائد عن السعة الحقلية فى الـ ١٠سم العليا .

ويعنى ذلك أنه لا يمكن أبداً بل التربة للعمق المرغوب وتوصيلها إلى رطوبة أقل من السعة الحقلية ، فتقليل كمية الماء المضافة لا يعنى سوى أن العمق الذى تصل إليه الرطوبة سيكون أقل ، وأن العمق المبتل لابد أن يصل أولاً إلى درجة التشبع ، ثم ينصرف منه الماء الزائد عن السعة الحقلية لبل طبقة أخرى من التربة يصل عمقها إلى نصف الطبقة الأولى تقريبًا ، وتصل رطوبتها إلى السعة الحقلية (Winter ١٩٧٤) .

هذا . . وينصح بأن يكون الرى خفيفًا ، وعلى فترات متقاربة فى الأراضى التى تقل فيها السعة الحقلية ، كالأراضى الرملية . أما فى الأراضى الطينية ذات السعة الحقلية العالية ، فإن مقدرتها على الاحتفاظ بالماء تكون أكبر ، ويكون الرى فيها على فترات أكثر تباعدًا ، خاصة أن ماء الرى يتعمق سريعاً فى الأراضى الرملية ، بالمقارنة بالأراضى الطينية والطمية .

كذلك يجب أن يكون الرى خفيفًا ، وعلى فترات متقاربة عند وجود طبقة صماء hard pan قريبة من سطح التربة .

أما عند وجود طبقة مسامية حصوية تحت سطح التربة ، فإن الرى يجب أن يكون بالقدر الذى يكفى لتوصيل الرطوبة فى الطبقة التى تعلو الطبقة المسامية إلى السعة الحقلية ، لأن الماء الزائد على ذلك ينصرف فى الحال ، ويفقد معه الأسمدة والعناصر الذائبة .

وتقدر الحاجة إلى الرى عمليا بإحدى الطريقتين التاليتين :

١ ـ تؤخذ عينة صغيرة من التربة من عمق ١٠ ـ ٢٠ سم من السطح ، ويُتعّرف على محتواها الرطوبى بالضغط عليها بين الأصابع وراحة اليد ؛ حيث تدل سهولة تشكيلها على احتوائها على كمية مناسبة من الرطوبة .

٢ ـ بواسطة أجهزة خاصة تقيس درجة الشد الرطوبى (tensiometers) يمكن بواسطتها تقدير نسبة الرطوبة فى التربة ؛ الأمر الذى سنتناوله بالتفصيل فى موضع لاحق من هذا الفصل .

أهمية تنظيم عملية الرى

لتنظيم عملية الرى أهمية كبيرة للحصول على أفضل نمو وأعلى محصول .

الرى قبل الإنبات وبزوغ البادرات

يكون إنبات بذور بعض النباتات ـ مثل الخس وبنجر السكر ـ منخفضًا فى درجات الحرارة العالية . ويفضل فى حالات كهذه إعطاء الرية الأولى ـ بعد زراعة البذور ـ فى المساء ؛ لتكون بداية تشرُّب البذرة للماء فى جو تسوده حرارة الليل المعتدلة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة سرعة الإنبات ونسبته . وبالمقارنة . . فإن إعطاء الرية الأولى ـ بعد زراعة البذور ـ خلال النهار يعنى بداية تشرب البذور للماء فى حرارة عالية ؛ الأمر الذى يترتب عليه دخول البذور فى سكون ثانوى .

وعندما يكون الرى بالرش فإن إعطاء الرية الأولى فى المساء يفيد ـ مع جميع المحاصيل ـ فى زيادة تجانس توزيع مياه الرى فى الحقل ؛ ذلك لأن سرعة الرياح تكون ـ عادة ـ فى المساء أقل منها خلال النهار . ولا يخفى ما لتجانس الرية الأولى من أهمية فى تجانس إنبات البذور .

وإلى أن تستكمل البذور إنباتها . . فإنه يجب دائمًا توفير الرطوبة فى الطبقة السطحية من التربة لتجنب تكوين القشرة السطحية التى تعوق إنبات البذور . وعندما تكون التربة ذات نفاذية عالية للماء ، فإنه يفضل ـ عند اتباع طريقة الرى بالرش ـ أن يجرى الرى يوميا بمعدلات منخفضة من الماء إلى حين استكمال الإنبات ؛ حيث يساعد ذلك على تلطيف حرارة التربة ، واستمرار غسيل الأملاح إلى أسفل ، بالإضافة إلى منع تكون القشور ، وتعجن التربة ، مثلما يحدث فى حالة الرى بمعدلات عالية على فترات متباعدة .

ويؤثر تنظيم الرى فى إنبات بذور الخضر ؛ فتنبت كل البذور بسرعة أكبر كلما ازدادت نسبة الرطوبة الأرضية من نقطة الذبول الدائم نحو السعة الحقلية ، إلا أنه يمكن تقسيم الخضراوات إلى خمس مجاميع حسب احتياجاتها من الرطوبة الأرضية للحصول على إنبات جيد (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) :

أ ـ خضروات تحتاج بذورها إلى رطوبة أرضية قريبة من السعة الحقلية بصفة دائمة لكى تنبت ، ويمثلها الكرفس فقط . وربما كان السبب فى ذلك هو صغر حجم بذور الكرفس بدرجة كبيرة ؛ مما يحتم زراعتها سطحية ، وبالتالى احتمال جفاف الطبقة السطحية من التربة إذا لم تظل الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية .

ب ـ خضروات تحتاج بذورها إلى رطوبة أرضية لا تقل عن ٥٠٪ من السعة الحقلية ، وتشمل البنجر والخس . وربما كان السبب فى حالة الخس مماثلاً للسبب فى حالة الكرفس . أما البنجر ، فربما يرجع احتياجه إلى رطوبة أرضية مرتفعة نسبيًا إلى أن بذوره توجد داخل ثمار تحتوى على بعض المواد التى يكون لها تأثير سيئ على إنبات البذور إن لم تغسل وتُزال بعيداً عن البذور بكمية كافية من الرطوبة .

جـ ـ خضروات تحتاج إلى رطوبة أرضية تقدر بنحو ٣٣٪ من الرطوبة فى حالة السعة الحقلية ، وتشمل : فاصوليا الليما ، والبسلة ، والسبانخ النيوزيلاندى . وربما يرجع السبب فى ذلك إلى احتمال تعفن البذور فى درجات الرطوبة الأرضية الأعلى من ذلك ، خاصة فى حالة فاصوليا الليما ، والبسلة .

د ـ خضروات تفضل بذورها رطوبة أرضية تقدر بنحو ٢٠٪ من الرطوبة عند السعة

الحقلية ، وتشمل : الفاصوليا ، والجزر ، والخيار ، والبصل ، والسبانخ ، والطماطم . ويعتبر ذلك الشرط ضروريًا بصفة خاصة فى حالة الفاصوليات التى تتعفن بذورها عند ازدياد الرطوبة الأرضية مع ارتفاع درجة الحرارة .

هـ ـ خضروات يمكن أن تنبت بذورها جيدًا فى رطوبة أرضية قريبة من نقطة الذبول الدائم ، وتشمل : الكرنب ، والذرة السكرية ، والقاوون ، والفلفل ، والفجل ، وقرع الكوسة ، واللفت ، والبطيخ ، وقرع الشتاء .

ومن الطبيعى أنه لا يمكن ـ تحت ظروف الزراعة العادية ـ تثبيت الرطوبة الأرضية عند مستوى معين ، لكن يجب الاقتداء بالتقسيم السابق بتأخير الرى إلى حين وصول نسبة الرطوبة الأرضية إلى الدرجة المثلى ، مع التحكم فى كمية ماء الرى حسب كل محصول . فالكرفس يجب أن يُعْطَى ريا خفيفًا على فترات متقاربة للمحافظة على نسبة الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية . ومع باقى الخضروات تزداد الفترة بين الريات تدريجيا ؛ بحيث لا تعطى الرية التالية إلاّ عند وصول الرطوبة الأرضية إلى الحد المبين قرين كل مجموعة .

الرى بعد الإنبات وبزوغ البادرات

مساوئ الرى الخفيف المتكرر

يؤدى الرى الخفيف المتكرر إلى :

١ ـ نمو معظم الجذور فى الطبقة السطحية من التربة ؛ مما يعرض النباتات للذبول إذا جفَّتْ هذه الطبقة .

٢ ـ قَصْرِ الاستفادة من العناصر الموجودة فى التربة على تلك الموجودة فى الطبقة السطحية فقط .

٣ ـ جفاف الطبقات السفلى من التربة تدريجيًا ؛ الأمر الذى يمنع الجذور القليلة التى تصل إليها من الاستفادة منها ، كما يستلزم الرى الغزير لإعادة ترطيبها .

هذا . . إلاّ أن الرى الخفيف المتكرر يعتبر ضرورة لا غنى عنها فى الأراضى الرملية المسامية .

مساوئ الرى الغزير

يؤدى الرى الغزير إلى :

١ ـ نقص تهوية التربة ، واختناق الجذور ، وضعف النباتات ، واصفرار لونها وذبولها .

٢ ـ تأخير النضج ، ويلاحظ ذلك بصفة خاصة فى البطيخ ؛ فالبطيخ البعلى ينضج مبكراً قبل البطيخ المسقاوى بحوالى شهر .

٣ ـ فقد الأسمدة المضافة مع ماء الصرف .

٤ ـ زيادة معدلات الإصابة بالأمراض :

ترتبط المستويات المرتفعة من الرطوبة الأرضية ـ عادة ـ بزيادة شدة الإصابة بالأمراض ، حيث تتوفر فى هذه الظروف أغشية من الرطوبة ـ حول حبيبات التربة ـ يمكن أن تتحرك فيها الجراثيم . كما أن التربة الغدقة تؤدى إلى إضعاف المجموع الجذرى ؛ مما يؤدى إلى سهولة إصابته بالأمراض . وبالمقارنة . . فإن بعض الأمراض يناسبها جفاف التربة ، كما يلى (عن Palti ١٩٨١ ، و Ristaino وآخرين ١٩٨٩ ، و Café - Filho & Duniway ١٩٩٥ ، و Café - Filho وآخرين ١٩٩٥) :

المسبب المرضى	المرض	المحصول
أمراض يناسبها التربة الجافة		
Fusarium solani f. batatas	عفن الساق	البطاطا
F. solani f.sp. pisi	عفن الجذر والساق	البسلة
Streptomyees ipomeae	الجدرى	البطاطا
S. scabies	الجرب العادى	البطاطس
Macrophomina phaseolina	العفن الفحمى	الفاصوليا والقطن
أمراض يناسبها التربة المبتلة		
Rhizoctonia solani	أعفان الجذور	عدة محاصيل
Thielaviopsis basicola	العفن الأسود	الفاصوليا
Selerotium rolfsii	اللفحة الجنوبية	عدة محاصيل
Sclerotinia sclerotiorum	العفن القطنى	عدة محاصيل

(يتبع)

المسبب المرضى	المرض	المحصول
Phytophthora capsici	عفن فيتوفثورا الجذرى	الفلفل والقرعيات
Phytophthora parasitica	عفن فيتوفثورا الجذرى	الطماطم
Pythium sp.	أمراض البادرات	عدة محاصيل
Fusarium sp.	أمراض البادرات	عدة محاصيل
Phoma sp.	أمراض البادرات	عدة محاصيل
Rhizoctonia sp.	أمراض البادرات	عدة محاصيل
Pratylenchus sp.	نيماتودا	عدة محاصيل

ومن أهم الأعراض التى تصاحب حالات غدق التربة مايلى :

١ ـ اصفرار الأوراق بدءًا من الأوراق المسنة القاعدية ، فالأوراق الأحدث .

٢ ـ تدلى أعناق الأوراق .

٣ ـ اتجاه أنصال الأوراق إلى أسفل Leaf Epinasty .

٤ ـ تضخم الخلايا فى الحجم ، وتكوين مزيد من الخلايا البرانشيمية ذات المسافات الواسعة بينها aerenchyma .

٥ ـ تكوّن جذور عرضية من أجزاء الساق الملامسة للتربة الرطبة .

٦ ـ ذبول النباتات فى حالات الغدق الشديدة .

وقد عُزيت كثير من أعراض الغدق إلى إنتاج الإثيلين ، كما فى حالات تكوين الجذور العرضية ، وتكوين الخلايا البرانشيمية ، وتدلى أعناق الأوراق إلى أسفل (Hale & Orcutt ١٩٨٧) .

مساوئ عدم انتظام الرى

تؤدى كثرة الرى بعد فترة جفاف طويلة إلى انفجار رءوس الكرنب ، والخس اللاتوجا ، وتفلق جذور البنجر ، وتشقق ثمار الطماطم . هذا . . وتزداد الأضرار عند الرى وقت اشتداد درجة الحرارة ، لذا يفضل الرى فى الصباح الباكر أو بعد الظهر .

مزايا تنظيم عملية الرى

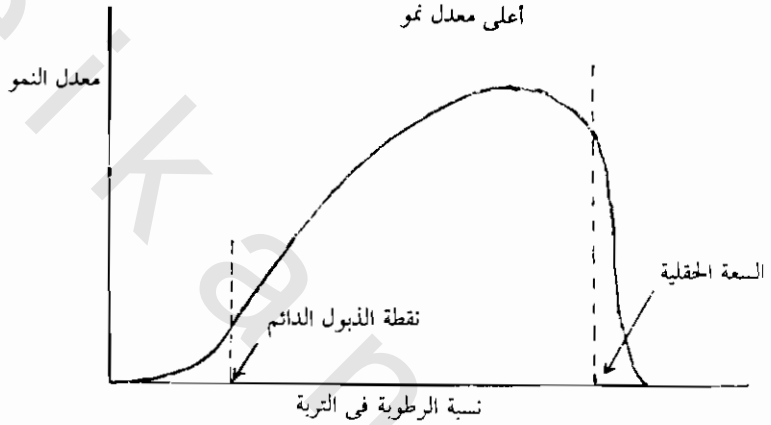
من مزايا تنظيم الرى حسب الحاجة ما يلى :

obeikandi.com

١ ـ تؤدى إطالة الفترة بين الزراعة وربة المحاياة فى الأراضى الطمية والثقيلة إلى تعمق جذور النباتات ، وزيادة النمو والإثمار ، عما لو بقيت التربة رطبة باستمرار .

٢ ـ يساعد تنظيم الرى على استفادة النباتات من الأسمدة المضافة ، ومن العناصر الغذائية التى توجد فى منطقة نمو الجذور .

٣ ـ يحدث أفضل معدل للنمو عندما تكون الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية ، كما يتضح من شكل (٦ ـ ٣) .

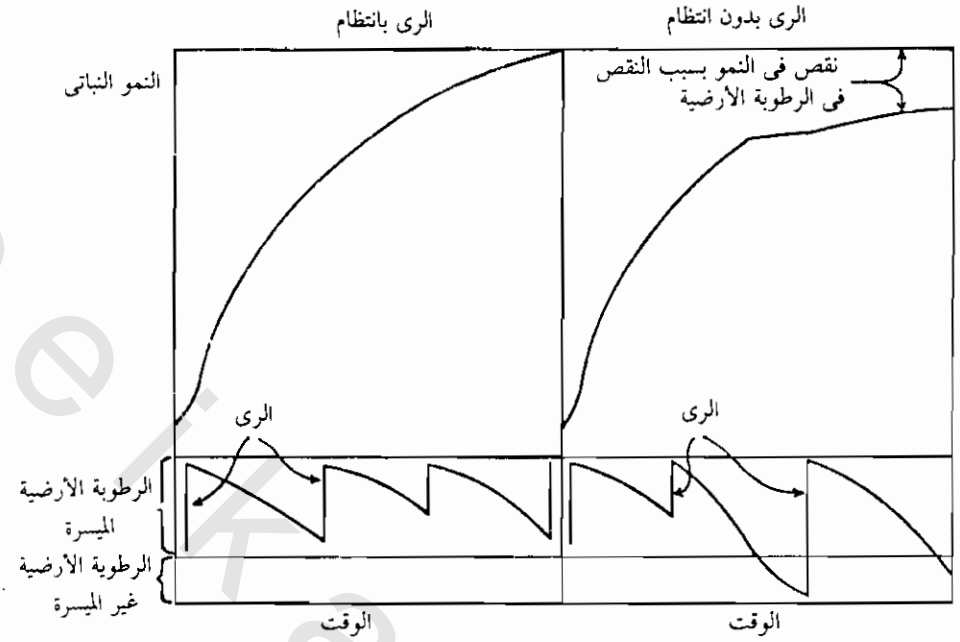


شكل (٦ ـ ٣) : تأثير الرطوبة الأرضية على معدل النمو النباتى (عن Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

كما يوضح شكل (٦ ـ ٤) الفرق بين النمو النباتى فى حالة الرى المنتظم بإجرائه كلما انخفضت الرطوبة الأرضية إلى ٥٠٪ من الماء الميسر لاستعمال النبات (الرسم الأيسر) ، بالمقارنة بالرى غير المنتظم ، حيث يترك الحقل دون رى لحين انخفاض الرطوبة الأرضية إلى مادون المستوى الميسر لاستعمال النبات (الرسم الأيمن) .

مضادات النتح واستعمالاتها

إن مضادات النتح Antitranspirants هى مركبات ترش بها النباتات بهدف خفض معدلات نتح الماء منها ؛ الأمر الذى يُفيد بعد الشتل مباشرة ، وعند نقص الرطوبة الأرضية مع توفر ظروف جوية تُزيد من معدلات النتح .



شكل (٦ ـ ٤) : مقارنة بين النمو النباتى فى حالتى الرى المنتظم (الرسم الأيسر) ، والرى غير المنتظم (الرسم الأيمن) . فى حالة الرى المنتظم تروى الأرض كلما انخفضت الرطوبة الأرضية إلى نحو ٥٠٪ من السعة الحقلية ، وفى حالة الرى غير المنتظم يترك الحقل أحيانا دون رى لحين انخفاض الرطوبة الأرضية إلى ما دون المستوى الميسر لاستعمال النبات (عن Matkin وآخرين ١٩٥٧) .

لم يلق استعمال مضادات النتح نجاحًا تجاريا ؛ بسبب خفضها لمعدلات حصول النبات على غاز ثانى أكسيد الكربون ؛ ومن ثم تقليلها لمعدل عملية البناء الضوئى ، فى نفس الوقت الذى تقلل فيه مضادات النتح ذاتُها من عملية البناء الضوئى .

وبالرغم من أن استعمال مضادات النتح يؤدى إلى زيادة نسبة النتح Transpiration Ratio (وهى نسبة جرامات ثانى أكسيد الكربون التى يثبتها النبات لكل جرام يفقده من الماء) . . إلاّ أن غالبية البحوث المنشورة تُجْمِع على أن محصلة التأثير النهائى لاستعمال مضادات النتح هى خفض المحصول .

هذا . . إلا أن استعمال مضادات النتح فى مرحلة معينة من النمو وفى ظروف خاصة قد يكون له تأثير إيجابى على المحصول ، أو نوعيته ، أو موعد الحصاد . ومن

أهم تلك المراحل الفترة التى تعقب عملية شتل الخضر مباشرة فى الحقل ، حيث يؤدى ضعف قدرة النباتات على امتصاص حاجتها من الرطوبة الأرضية ـ حينئذ ـ إلى حدوث شد رطوبى عالٍ وفجائى .

وقد وجد Nitzsche وآخرون (١٩٩١) أن رش شتلات الفلفل بكل من Foli-cote (وهو مستحلب بارفين شمعى) بتركيز ٥٪ ، والمادة الناشرة اللاصقة Biofilm بتركيز ٠,٥٪ كان فعالاً ـ لعدة أيام ـ فى خفض حدة الشد الرطوبى الذى تتعرض له النباتات بعد الشتل .

ومن أهم مضادات النتح المستخدمة تجاريا ما يلى : (عن Amer. Soc. Hort. Sci. ـ العدد الثانى ، المجلد ١١٨ لعام ١٩٩٣) .

المركب	التخفيف المستعمل	نوع المركب
AntStress 2000	١ : ١٠٠ ، و١ : ٤٠٠	Acrylic polymer
Clearspray	١ : ١٠	Acrylic polymer
Cloudcover	مخلوط سابق التجهيز	غير معلوم
Folicote	١ : ٢٠	Hydrocarbon wax emulsion
ForEverGreen	١ : ٧	Acrylic co-polymer
Needlehold	١ : ٤٠	Terpenic polymer
WiltPruf	١ : ٥	Terpenic polymer

ومن مضادات النتح المستخدمة على نطاق واسع فى الصين مركب يعرف بالاسم التجارى gao-zhi-mo ، ويعرف اختصاراً باسم GZM ، وهو مستحلب مائى ثابت يحتوى على الـ dodecyl alcohol كمكون رئيسى . يكوّن هذا المركب عند رشه على النباتات غشاءً مستمراً يسمح بتبادل غازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون ، ولكنه يمنع مرور الماء . ويبقى هذا الغشاء بحالة جيدة لمدة ١٥ يومًا تحت ظروف الحقل دون أن يتأثر بالأمطار .

وقد تبين أن للـ GZM خصائص أخرى وقائية ضد الأمراض ؛ حيث أدى رش

نباتات الطماطم به مرتين على مدى ١٠ أيام بتركيز ٥٠٠٠ جزء فى المليون مع المبيد الفطرى Bavistin إلى خفض معدلات الإصابة بكل من الندوة المبكرة وتبقع الأوراق السبتورى .

كذلك أدى الرش بالـ GZM إلى خفض معدلات الإصابة بكل من البياض الزغبى فى الخيار ، والأنثراكنوز فى البطيخ ، والعفن المر فى التفاح .

ويستخدم الـ GZM كذلك فى المجالات التالية فى الصين :

١ ـ تقليل الفقد فى الوزن فى تقاوى البطاطس المقطعة .

٢ ـ زيادة قدرة الشتلات على تحمل الشتل بتقليل فقدها للماء بعد الشتل .

٣ ـ تقليل أضرار الرياح القوية على البادرات .

٤ ـ زيادة قدرة شتلات البرتقال على تحمل أضرار البرودة والصقيع .

٥ ـ زيادة نسبة عقد ثمار البرتقال عند رش النباتات وهى فى مرحلة الإزهار التام .

٦ ـ خفض معدلات الإصابة بكل من التربس فى الأرز ، والـ rust mites فى البرتقال (عن Han ١٩٩٠) .

كما أوضحت دراسات Marco وآخرين (١٩٩٤) أن رش نباتات الكوسة أسبوعيا بالـ Vapor Gard أدى إلى خفض معدل إصابتها بالبياض الدقيقى ؛ الأمر الذى تحقق ـ كذلك ـ برش النباتات بماء الكلس (الجير) .

طرق الرى

تتعدد الطرق المستخدمة فى رى محاصيل الخضر ، ويتوقف اختيار الطريقة المثلى للرى على المحصول المزروع ، ومدى توفر ماء الرى ، والظروف الجوية ، ونوع التربة وخصائصها . كما تتدخل عوامل أخرى كثيرة فى اختيار الطريقة المثلى للرى ؛ مثل : مستوى الملوحة فى التربة وفى ماء الرى ، والغرض من الزراعة ، وتركيب طبقة تحت التربة وغيرها من العوامل . وستتضح أهمية ذلك عند مناقشة طرق الرى المختلفة ومزاياها وعيوبها .

الرى السطحى

يتم الرى السطحى Surface Irrigation بواسطة قنوات الرى الرئيسية والفرعية . ويجب أن يكون مستوى القنوات الرئيسية أعلى من مستوى الحقل قليلاً ؛ حتى يصل الماء بسهولة للقنوات الفرعية ، كما يجب أن يكون قاع القنوات الفرعية فى مستوى سطح الأرض ؛ حتى يمكن صرف الماء الزائد بسهولة من الأحواض عقب الرى إذا لزم الأمر . أما حجم القنوات الرئيسية والفرعية ، فيتوقف على التصرف المائى اللازم مروره فيها .

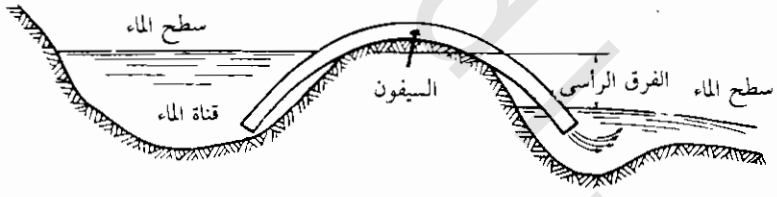
وقد يبدأ الرى السطحى من نهاية قناة الرى ، وينتهى الرى عند منبع القناة ، ويتبع ذلك النظام فى الأراضى المستوية أو المنحدرة قليلاً لتجنب انطلاق الماء إلى الأرض المروية بسبب بطء تيار الماء فى القناة أو بالرشح من قناة الرى . ويسمى هذا النظام بـ « الرىّ على الطالع » . وقد يبدأ الرى السطحى من بداية قناة الرى ، وينتهى مع نهايتها ، ويتبع هذا النظام فى الأراضى الشديدة الانحدار لتجنب غرق الأرض التى تكون قد رويت بالفعل . ويسمى هذا النظام بـ « الرىّ على النازل » .

وقد تستخدم السيفونات لنقل الماء من القناة الرئيسية إلى قنوات الخطوط ، دون الحاجة إلى عمل فتحة بينهما (شكل ٦ ـ ٥) . وتصنع أنابيب السيفونات من المعدن أو البلاستيك أو المطاط .

ويتحدد مقدار تصرف الماء من السيفون بكل من قُطْره الداخلى والمسافة الرأسية بين مستوى سطح الماء عند مصدر الماء وعند قناة الخط (الفارق head) . وعندما لا يكون طرف السيفون مغموراً فى مياه قناة الخط يعتبر الفارق head هو المسافة بين وسط فتحة السيفون ومستوى سطح الماء فى المصدر (شكل ٦ ـ ٦) .

وتزود بعض السيفونات بنهايات يمكن تحريكها adjustable slide gate ، وبذلك يمكن التحكم فى الفارق الرأسى ؛ ومن ثم فى معدل تصرف الماء .

شكل (٦ ـ ٥) : استخدام السيفونات فى الرى السطحى .



شكل (٦ ـ ٦) : الفارق الرأسى (head) فى نظام الرى بالسيفونات .

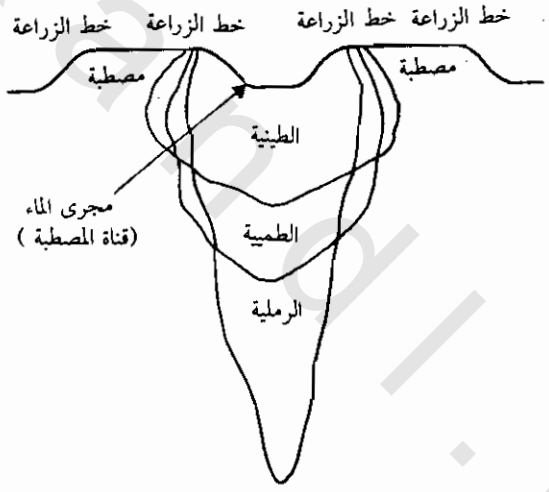
هذا . . ويجرى الرى السطحى عبر الخطوط (الخبوب) والمصاطب ، أو بطريقة غمر الأحواض ، ويتوقف ذلك على طريقة الزراعة .

١ ـ الرى عبر الخطوط (الخبوب) والمصاطب :

يتـم فـى هـذه الطريقـة توصـيل مياه الـرى عـبر قـنوات الخطـوط أو المصاطب

(Furrow Irrigation) مع بل كل الأرض ـ أو معظمها ـ بين القنوات . ويمكن اتباع هذه الطريقة حتى فى رى التلال المنحدرة بجعل قنوات الرى تتبع الكنتور ، شريطة أن تكون الأرض مائلة قليلاً فى اتجاه تيار ماء الرى ؛ للسماح بتدفق الماء ببطء .

هذا . . ولا يكون توزيع الماء فى الحقل متساويًا عند الرى بهذه الطريقة . ويوضح شكل (٦ ـ ٧) المقطع الذى تصل إليه مياه الرى فى الأراضى المختلفة القوام . يتضح من الشكل أن المقطع يكون فى الأراضى الطينية أعرض وأقل عمقًا منه فى الأراضى الرملية ، وتكون الأراضى الطمييية وسطًا بينهما . ويتضح من الشكل أيضًا أن ماء الرى لا يبل وسط المصاطب ، خاصة فى الأراضى الخفيفة ، أو عندما يزيد عرض المصطبة على ٩٠سم . ويعنى ذلك أن التربة تجف تدريجيا وسط المصاطب ، ولا تستفيد منها جذور النباتات (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .



شكل (٦ ـ ٧) : مقطع التربة الذى تصل إليه مياه الرى السطحى فى الأراضى المختلفة القوام .

٢ ـ الرى بطريقة غمر الأحواض

يتطلب الرى بطريقة غمر الأحواض flooding أن تكون الأرض تامة الانبساط . تجهز المنطقة التى يلزم ريها بتقسيمها إلى أحواض بواسطة «البتون» . وتتوقف مساحة الحوض على درجة انحدار الأرض ؛ حيث تقل مساحته مع زيادة درجة الانحدار .

هذا . . ويعطى Booher (١٩٧٤) كافة التفاصيل الفنية المتعلقة بالرى السطحى .

ويلزم لنجاح الرى السطحى أن تتحقق الشروط التالية :

١ ـ أن تتوفر كميات كبيرة من ماء الرى .

٢ ـ أن تكون التربة منحدرة قليلاً وبانتظام .

٣ ـ أن يكون الماء فى مستوى أعلى قليلاً من مستوى سطح التربة ، ولا يلزم مجهود خاص لرفعه .

٤ ـ أن يكون معدل تسرب الماء فى التربة منخفضاً إلى المتوسط .

٥ ـ أن تكون التربة جيدة الصرف .

مزايا وعيوب الرى السطحى

يعتبر الرى السطحى أسهل وأرخص طريقة للرى عندما تتحقق الشروط السابقة الذكر ، لكن يعيبه مايلى :

١ ـ يحتاج إلى توفر الأيدى العاملة المدربة للقيام بعملية الرى .

٢ ـ تتزهر الأملاح على سطح التربة فى الأراضى الملحية ، خاصة عندما لا تتوفر المصارف الملائمة .

٣ ـ يُفقد الكثير من ماء الرى فى الأراضى المسامية الخفيفة .

٤ ـ لا يكون توزيع الماء متجانسًا فى الحقل .

٥ ـ لا يمكن إجراء الرى السطحى فى الأراضى غير المستوية .

الرى بالفقاعات

إن الرى بالفقاعات Bubblers (شكل ٦ ـ ٨) هو فى حقيقته رى سطحى ؛ حيث يخرج الماء من أنابيب الرى على صورة فقاعة كبيرة ؛ لينتشر سريعًا فى المساحة التى يُراد ريها . ويكون معدل تصريف المياه فى هذا النظام أقل بكثير مما فى حالة الرى

obeikandl.com

السطحى بالغمر ؛ وبذا . . يقل الفاقد فى مياه الرى . كما أنه يشجع على تعمق الجذور وانتشارها أفقيا بصورة متجانسة .

يصل الماء إلى الفقاعات من خلال شبكة رى بالخراطيم . ويمكن تغيير مكان الفقاعة بتحريك الذراع التى تتصل بشبكة الرى ، والتى تثبت فى التربة من قاعدتها ، بينما تخرج مياه الرى من قمتها .

يناسب هذا النظام رى أشجار الفاكهة ، كما يمكن استخدامه فى رى الخضر المزروعة فى أحواض كبديل لكل من طريقتى الرى بالغمر والرى بالرش .

الرى بالرش

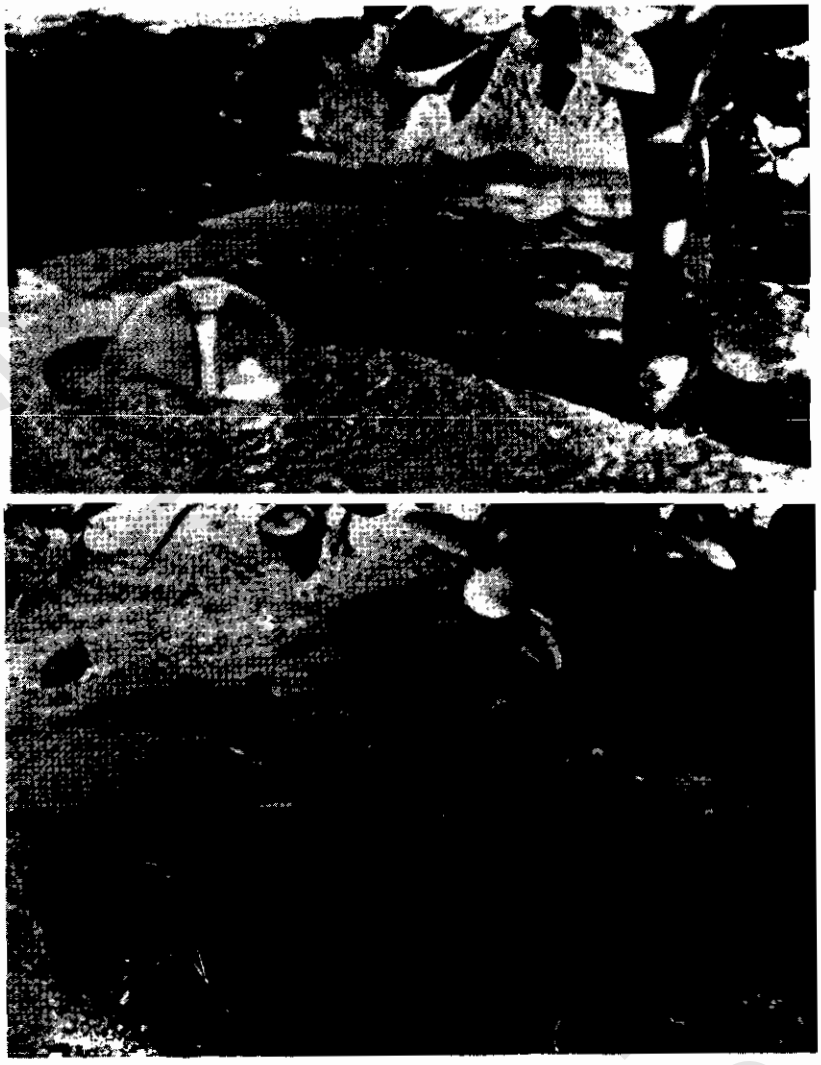
يتم فى حالة الرى بالرش Sprinkler Irrigation توصيل المياه إلى الحقل من خلال رشاشات أو ثقوب دقيقة كثيرة فى أنابيب خاصة للرى ؛ بحيث يغطى الماء كل المساحة المزروعة . هذا . . إلا أن توزيع الماء لا يكون متساويًا فى كل المنطقة التى يغطيها الرشاش ، كما يتضح من شكل (٦ ـ ٩) ، ويتوقف ذلك على طبيعة التربة .

وبمقارنة الأراضى المختلفة القوام نجد أن التربة تبل تحت كل رشاش إلى عمق يصل إلى ٣٠ سم فى الأراضى الرملية ، وحوالى ٦٠ سم فى الأراضى الطميية ، ونحو ٩٠ سم فى الأراضى الطينية ، ولكن العمق الذى يصل إليه ماء الرى يقل بالاتجاه نحو أطراف دائرة الرش ، حتى يصل إلى حوالى ٢,٥ ، ٧,٥ ، ١٥ سم تقريباً عند محيط دائرة الرش فى الأنواع الثلاثة من الأراضى على التوالى ؛ وعليه . . فإنه يجب أن تتداخل المساحات التى تغطيها الرشاشات المتجاورة بمقدار ٤٠٪ من المدى الذى يصل إليه ماء الرش بواقع ٢٠٪ من المدى من كل جانب ، كما هو مبين فى شكل (٦ ـ ٩) .

ويتراوح الضغط المستخدم فى النظم المختلفة للرى بالرش بين ٢,٥ كجم و٤,٢ كجم/ سم^{٢} (بالمقارنة بنحو ١ كجم / سم^{٢} أو أقل فى حالة الرى بالتنقيط) .

ويتوقف اتخاذ القرار بشأن اتباع طريقة الرى بالرش من عدمه على العوامل التالية :

١ ـ مدى توفر ماء الرى ، ومدى الحاجة إلى الرى ، واحتمالات التوسع مستقبلاً .



شكل (٦ ـ ٨) : الرى بالفقاعات الثابتة (الصورة العلوية) ، والمتنقلة (الصورة السفلية) (الصورة العلوية عن : وزارة الزراعة والثروة السمكية ـ الإمارات العربية المتحدة ١٩٨١) .

٢ ـ تكاليف التشغيل التى تعتمد على :

أ ـ نوع الطاقة المستخدمة .

ب ـ المسافة من مصدر الماء إلى الحقل .

شكل (٦ ـ ٩) : مقطع التربة المبتل بالماء من رشاش واحد فى الأنواع المختلفة من الأراضى .

جـ ـ طوبوغرافية الأرض ، ومستوى ارتفاعها عن سطح الماء المستخدم فى الرى .

٣ ـ العوامل الجوية ، مثل سرعة الرياح واتجاهها .

٤ ـ طبيعة الأرض ، ومعدل نفاذيتها للماء ، ومقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة .

وللتفاصيل العملية والفنية الخاصة بالرى بالرش يراجع Holderman & Frost (١٩٦٨) و Pillsbury (١٩٦٨) .

ونستعرض ـ فيما يلى ـ كافة النظم التى تُعَدُّ ريا بالرش .

نظام الأنابيب العديدة الشاير أو الأنابيب المأرجحة Nozzle line or oscillating pipe line

يوجد بكل أنبوب من أنابيب الرى خط واحد من الثقوب الرفيعة nozzles على مسافات ثابتة من ٦٠ ـ ١٥٠ سم . ويمكن إدارة الأنابيب بزاوية مقدارها ١٨٠° إما يدويا أو آليا بواسطة جهاز خاص يسمى Oscollator . وبذلك يمكن رى شريط من الأرض على كل من جانبى خط أنبوب الرى . ويتراوح معدل الرى غالباً بين ٠,٠٠٨ و٠,٠٢ لترًا / ثانية من الثقب الواحد .

وقد يكون هذا النظام ثابتاً أو متحركاً . وفى النظام الثابت تثبت الأنابيب ـ عادة ـ على ارتفاع ٤٥ ـ ١٨٠ سم . والوضع المرتفع مفضل ؛ حتى يمكن مرور الآلات

والأدوات من تحت الأنابيب بسهولة . أما النظام المتحرك portable system ، ففيه تنقل خطوط الأنابيب من مكان لآخر فى الحقل حسب الحاجة .

ويستخدم هذا النظام بكثرة فى المشاتل ، حيث تثبت الأنابيب على مسافة ٩م بين كل أنبوبة وأخرى ، ويستعمل ضغط مقداره ١,٧ ـ ٢,٧ كجم/ سم٢ .

ومن أهم مميزات الرى بهذه الطريقة مايلى :

١ ـ انخفاض التكاليف الأولية بالنسبة للطرق الأخرى للرى بالرش .

٢ ـ لا تعوق الأنابيبُ تجهيزَ الأرض والعملياتِ الزراعية الأخرى .

٣ ـ تجانس توزيع المياه ؛ لأن كل خط يروى قطعة مستطيلة من الأرض .

ومن أهم عيوب الرى بهذه الطريقة مايلى :

١ ـ بطء عملية الرى .

٢ ـ زيادة تكاليف الأيدى العاملة اللازمة لنقل الأنابيب وفكها ووصلها .

٣ ـ غالباً ما يكون قطر الثقوب حوالى ملليمتر واحد ، ولذا فهى كثيراً ما تسد بفعل الشوائب . ويتطلب الأمر إزالة السدادة فى آخر خط الأنابيب من آن لآخر ؛ للتخلص من الشوائب . وقد يتطلب الأمر أحياناً تسليك كل ثقب على حدة .

وبصورة عامة . . فإن هذا النظام يعتبر أقل انتشاراً الآن عما كانت عليه الحال فى الماضى .

نظام الأنابيب المثقبة Perforated - Pipe System

يستخدم فى هذا النظام أنابيب من الصلب أو الألومنيوم مثقبة بثقوب دقيقة جدًّا . ويروى كل خط مساحة مستطيلة من الأرض ، يتراوح عرضها بين ٦ ـ ١٥م ، ويتوقف طولها على طول خط أنابيب الرى (شكل ٦ ـ ١٠) . يندفع الماء تحت ضغط من ١/٤ ـ ٢كجم/ سم٢ . ويتراوح معدل الرى بهذه الطريقة من ١٦ ـ ٥٠مم / ساعة . ويؤثر الضغط المستعمل على عرض المساحة المروية .

ويتحدد قطر الأنابيب المستخدمة بطول خط الرى ، فيجب زيادة القطر مع زيادة طول خط أنابيب الرى . وعموماً . . يتراوح قطر الأنابيب المستخدمة فى هذا النظام بين ٥سم و ٢٥سم .

شكل (٦ ـ ١٠) : الرى بالرش بنظام الأنابيب المثقبة (عن Greig ١٩٦٧) .

يعيب على هذا النظام للرى ما يلى :

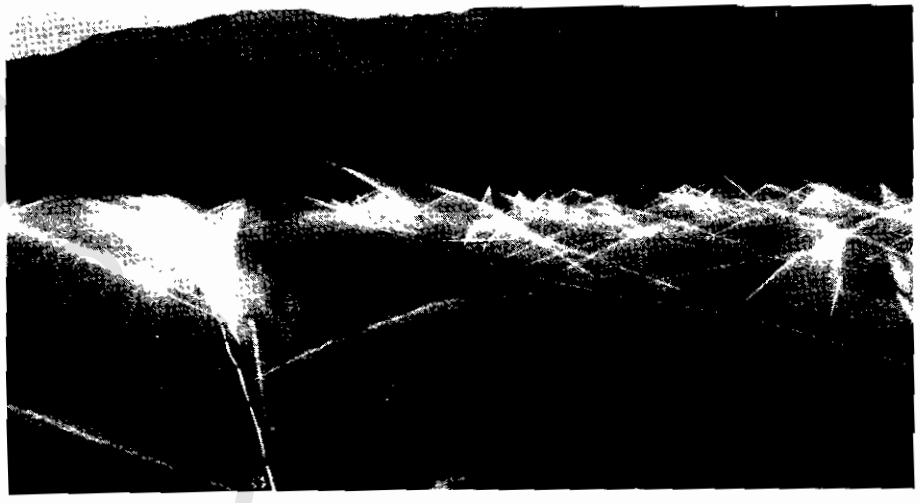
١ ـ زيادة معدل الرى عن اللازم أحياناً .

٢ ـ صعوبة الرى فى وجود الرياح .

٣ ـ تأثر الضغط داخل الأنابيب بأى اختلاف فى ارتفاع سطح الأرض .

٤ ـ يصطدم ماء الرى بالرش بأية نباتات توجد فى طريقه ؛ ويؤدى ذلك إلى سوء توزيع ماء الرى .

٥ ـ يمكن أن تنسدَّ الثقوب الرفيعة بسهولة بالشوائب .



شكل (٦ ـ ١١) : الرى بالرش بنظام الرشاشات الدوارة .

الرشاشات الدوارة Rotary Sprinker System

تعتبر الرشاشات الدوارة من أكثر نظم الرى بالرش شيوعًا ، ويمكن أن يستخدم معها نظام الأنابيب المتحركة أو نصف المتحركة . وفى الحالة الأولى تنقل المضخة والأنابيب الرئيسية والفرعية من حقلٍ إلى آخر . وتصنع الأنابيب من الصلب أو الألومنيوم ، وتثبت بها الرشاشات على مسافات محدودة (شكل ٦ ـ ١١) .

تثبت الرشاشات غالباً على بعد نحو ٦ أمتار من بعضها البعض على امتداد خطوط الأنابيب التى تبعد عن بعضها بحوالى ١٢م ، مع استخدام ضغط حوالى ٦ كجم/ سم^{٢} (٢٠ رطلا / بوصة^{٢}) . وقد تثبت الرشاشات الأكبر على مسافة ١٢م من بعضها البعض ، والأنابيب على مسافة ٢٠ ـ ٢٥م ، مع استخدام ضغط حوالى ١٤ كجم/ سم^{٢} (٤٥ رطلا / بوصة^{٢}) ، وبذلك يمكن ـ عند استخدام خط أنابيب طوله ١٣٠م ـ رى مساحة ٣ أفدنة بمقدار ٢,٥ سم من الماء (عمقاً) خلال فترة ١٠ ساعات . وقد تستخدم رشاشات أكبر تغطى مساحة قطرها ١٠٠ ـ ١٣٠م ، وتتطلب ضغطًا مقداره ٣٢ كجم/ سم^{٢} (١٠٠ رطلا / بوصة^{٢}) .

ويتوقف الضغط المستعملة على حجم الرشاشات والمسافة بين كل منها والأخرى ، وكذلك المسافة بين خطوط أنابيب الرى . وكلما كبرت الرشاشات ، ازداد الضغط اللازم لتحريكها ، وازدادت المساحة التى يتم ريها .

هذا . . وتدور الرشاشات بفعل ضغط الماء عليها من خلال تأثير تيار الماء على تحريك ذراع lever arm بسرعة إلى خارج تأثير الماء المندفع . وبمجرد حدوث ذلك ترجع الذراع إلى مكانها بفعل زنبرك ؛ حيث يدفعه تيار الماء مرة أخرى ، وهكذا . ومع حركة الذراع السريعة هذه تدور الرشاشات ببطء . ويوضح شكل (٦ ـ ١٢) عدداً من الرشاشات المختلفة الأحجام .

شكل (٦ ـ ١٢) : رشاشات دوارة مختلفة الأنواع والأحجام .

من أهم مزايا هذا النظام للرى مايلى :

١ ـ يتطلب وقتاً أقل للرى ، عما هو فى النظم السابقة .

٢ ـ لا يحتاج إلى دعائم لتثبيت الأنابيب ؛ حيث تستقر الأنابيب فوق سطح الأرض . أما الأنابيب الرأسية التى تحمل الرشاشات ، فإنها تثبت فى خط أنابيب الرى بقلاوظ .

٣ ـ يخرج ماء الرى من فتحة أكبر مما هى فى النظم السابقة ؛ وبذلك تقل فرصة انسداد الرشاشات بما قد يوجد فى ماء الرى من شوائب .

لكن هذا النظام يعيبه صعوبة المرور فى الحقل لنقل الأنابيب بعد انتهاء الرى ؛ لذا يفضل استعمال خطين بالتبادل .

تصميم شبكة الرى بالرشاشات الدوارة

يجب تصميم شبكة الرى بالرشاشات الدوارة ؛ بحيث يكون توزيع مياه الرى متجانساً إلى أكبر درجة ممكنة . كما يجب أن تكون معدلات الرى أقل من قدرة التربة على تسريب الماء ونفاذه من خلالها . وتُحقق معدلات الرى المنخفضة المزايا التالية :

١ ـ تقلل من فرصة تعجن التربة السحطية ؛ الأمر الذى يعد السبب الرئيسى فى تكوين القشرة السطحية التى تعوق إنبات البذور .

٢ ـ تؤدى إلى غسيل كميات أكبر من الأملاح ـ لكل كمية من مياه الرى المضافة ـ مقارنة بمعدلات الرى العالية .

٣ ـ يمكن مع معدلات الرى المنخفضة استعمال عدد أكبر من التفرعات الجانبية لشبكة الرى فى وقت واحد . وبالرغم من أن الرى بهذا النظام يستغرق وقتًا أطول لإكمال رى الشريط الذى تغطيه الرشاشات ، إلاّ أن المساحة التى يتم ريها فى وقتٍ واحدٍ تكون أكبر ، كما تقل الحاجة إلى إعادة فك وتركيب شبكة الرى .

وتتوقف مساحة الدائرة التى يرويها كل رشاش على تصرفه وضغط التشغيل المناسب له . ولايكون انتشار الماء متجانسًا فى تلك الدائرة ، ولكن يمكن تحقيق قدر كبير من التجانس فى الرى عند ترتيب الرشاشات بحيث تتداخل الداوائر التى تغطيها .

وبسبب الفقد فى الضغط ـ الذى يحدث نتيجة لاحتكاك الماء بجدر أنبوب الرى المثبت عليه الرشاشات ـ فإن تصرّف الماء من الرشاشات ينخفض تدريجيا مع الابتعاد عن بداية أنبوب الرى . ولذا . . فإن عدد الرشاشات ـ ومن ثم طول خط أنابيب الرى ـ يتحدد بالنقص المسموح به فى تصريف الماء بين أول وآخر رشاش ، وهو مايجب ألا يتجاوز ١٠٪ من تصرف الرشاش الأول .

وتقل كمية الماء التى تصل إلى منطقة نمو الجذور فى التربة عن تصريف الرشاشات ؛ بسبب الفقد بالبخر والرياح قبل وصول الماء إلى سطح التربة ، وبالتبخر من النموات الخضرية المبتلة ومن سطح التربة بعد وصول الماء إليها ، وبالتسرب العميق لمياه الرى فى الأراضى ذات النفاذية العالية .

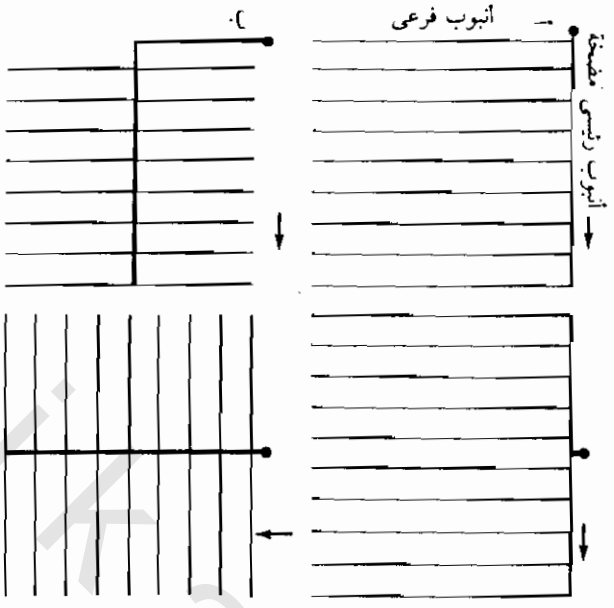
وتعرف نسبة المياه الفعّالة (التى تصل إلى منطقة نمو الجذور) إلى المياه التى تتم تصريفها من الرشاشات باسم «كفاءة الرى Irrigation Efficiency » ، وهى تتراوح عادة بين ٧٠٪ و ٨٠٪ .

وتختلف الأراضى من حيث مدى قابليتها لتلقى مياه الرى ـ حسب طبيعتها ـ كما يلى :

نوع التربة	معدل الرى المناسب (مم / ساعة)
الطينية	١ ـ ٥
الطينية الطمية	٦ ـ ٨
السلتية الطمية	٧ ـ ١٠
الرملية الطمية	٨ ـ ١٢
الرملية	١٠ ـ ٢٥

قد يمتد خط الرى الرئيسى main line ـ بتفرعاته العمودية عليه ـ عبر إحدى نهايات الحقل ، بينما تصل التفرعات إلى النهاية الأخرى للحقل (شكل ٦ ـ ١٣ أ) ، أو أنه قد يمر من مركز الحقل ، بينما تمتد تفرعاته فى كلا الاتجاهين إلى حواف الحقل (شكل ٦ ـ ١٣ ب) . يفيد التصميم الثانى للشبكة فى تقليل الفقد فى الضغط ، وقد يسمح باستعمال أنابيب أصغر وأقل تكلفة (Marsh وآخرون ١٩٧٧) .

ويتم تشغيل الرشاشات الدوارة تحت مدى واسع من الضغط ، ويتوفر لكل ضغط الرشاشات التى تناسبه (من حيث اتساع فتحة الرشاش «البشبورى أو البزباز») ؛ لتعطى أفضل انتشار لمياه الرى . وتقسم الرشاشات ـ عمومًا ـ إلى ثلاث مجموعات حسب الضغط الذى يناسب تشغيلها ، كما فى جدول (٦ ـ ٥) .



شكل (٦ ـ ١٣) : أمثلة لتصميمات رى مختلفة لشبكة رى بالرش تختلف فيها مواضع الخطوط الجانبية المتصلة بالرشاشات بالنسبة لموقع طلمبة المياه ، واتجاه خطوط الزراعة ، واتجاه الرياح السائدة (←) : (أ) الخط الرئيسى على حافة الحقل ، بينما التفرعات الجانبية على خطوط الزراعة ، و(ب) الخط الرئيسى يمر خلال الحقل ، بينما التفرعات الجانبية على خطوط الزراعة .

جدول (٦ ـ ٥) : المواصفات العامة للرشاشات مقسمة إلى ثلاث مجموعات حسب الضغط الذى يناسب تشكيلها .

المواصفات	الضغط المناسب		
	منخفض	متوسط	عالى
ضغط التشغيل المناسب (ضغط جوى)	١ - ٢	٢ - ٥	٥ - ١٠
قطر البشبورى «البزباز» (مم)	١,٥ - ٦	٦ - ٢٠	٢٠ - ٤٠
التصريف (لتر / ثانية)	٠,٠٦ - ١,٠	٠,٢٥ - ١٠	١٠ - ٥٠
قطر المساحة التى يتم ريها (متر)	٦ - ٣٥	٢٥ - ٨٠	٨٠ - ١٤٠
المسافة بين الرشاشات (متر)	٩ - ١٨	١٨ - ٥٤	٥٤ - ١٠٠

تعنى زيادة الضغط المستعمل زيادة كبيرة فى تكاليف التشغيل ؛ ولذا . . فإن الرشاشات التى يناسب تشغيلَها ضَغْط منخفض أو متوسط تكون هى الأفضل عندما لا تكون الحقول المطلوب ريها كبيرة .

وتستخدم الرشاشات ذات الضغط المنخفض فى رى البساتين والأشجار تحت مستوى النموات الخضرية ، وكذلك فى الأراضى الشديدة النفاذية للماء ، ولرى المساحات الصغيرة .

وتستخدم الرشاشات ذات الضغط المتوسط لرى المساحات الأكبر ، وخاصة فى المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر .

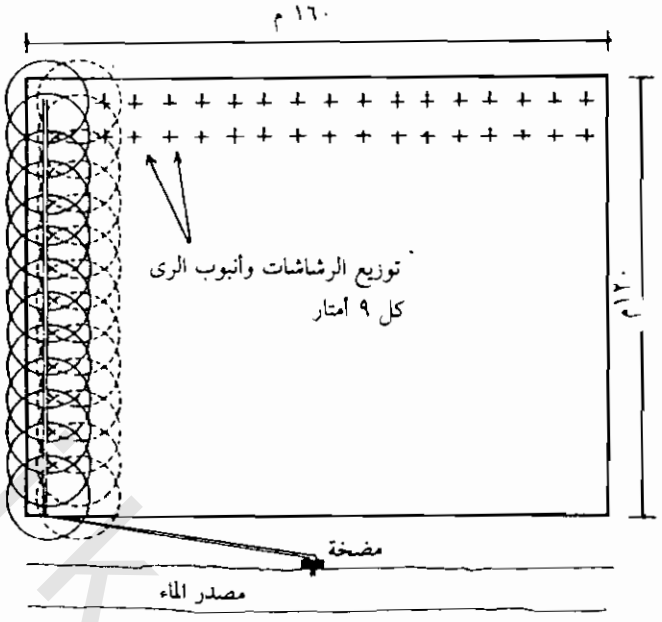
أما الرشاشات ذات الضغط العالى فإنها تستعمل لرى المحاصيل الحقلية التى تزرع فى مساحات شاسعة ؛ مثل بنجر السكر . وتستعمل لذلك رشاشات عملاقة تحت ضغط يصل إلى ١٠ ضغط جوى ؛ لتغطى دائرة يصل قطرها إلى ١٠٠م فى رى حقول بنجر السكر والأشجار فوق مستوى نموها الخضرى .

تثبت الرشاشات ـ عادة ـ على أنابيب قائمة سُمْكُها ٢٥مم ، وارتفاعها يتراوح بين متر واحد ومترين على مسافات منتظمة على امتداد الأنبوبة الرئيسية الموصلة للماء ؛ وبذا يَرْوِى خط الأنابيب والرشاشات المثبتة عليه شريحة مستطيلة من الحقل . وعندما تحصل تلك الشريحة على كمية مياه الرى اللازمة لها ، يتم نقل خط الأنابيب وما عليه من رشاشات إلى موقع مجاور لرى شريحة أخرى . . . وهكذا . وبهذه الطريقة يمكن رى الحقل كله بخط واحد أو خطين من أنابيب الرى .

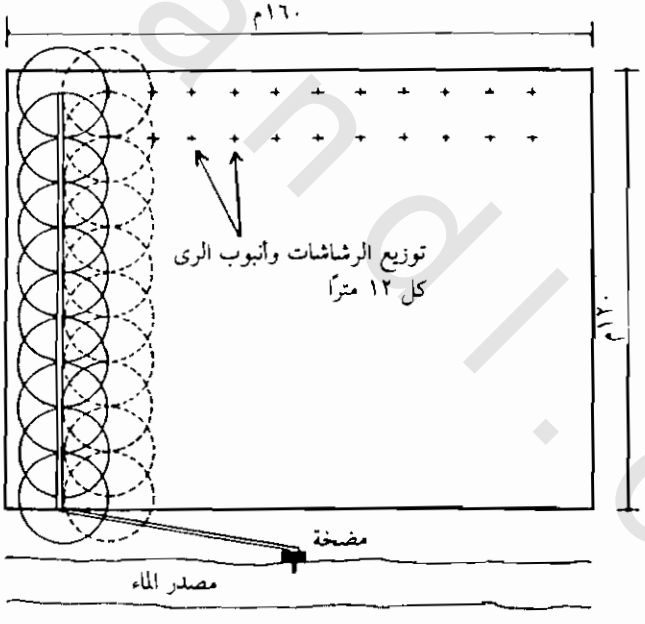
يتكون خط الأنابيب المثبت عليه الرشاشات (يعرف باسم lateral) من عدة أنابيب مزودة فى نهاياتها بالوسائل لوصلها بعضها ببعض وفكها بسهولة تامة .

وإذا أردنا التخطيط لرى حقل تبلغ أبعاده ١٢٠×١٦٠م ، مع استعمال رشاشات يناسبها ضغط متوسط ، ومع الحاجة إلى الرى بمعدل ٦٠مم من الماء كل ١٠ أيام (علمًا بأن أقصى قدرة للتربة لتقبل الماء هى ٨,٥ مم/ساعة ، وأن كفاءة الرى هى ٨٠٪) فإن كمية الماء التى يتعين رشها تكون ٧٥ مم ، وأقصى معدل لذلك يكون ١٠,٦ مم/ساعة .

ويمكن تصميم شبكة الرى ـ فى حالة كهذه ـ بإحدى طريقتين ، كما يلى (شكل ٦ـ١٤) .



(أ)



(ب)

شكل (٦ ـ ١٤) : التصميمات الممكنة لشبكة رى لحقل تبلغ أبعاده ١٢٠ × ١٦٠م تحت الظروف الموضحة فى المتن.

وبمقارنة التصميمين (جدول ٦ ـ ٦) فإن التصميم (أ) قد يبدو أنه أكثر تكلفة ـ حيث يتطلب ١٦ رشاشًا بدلا من ١٠ ، ولكن تكاليف تشغيله تكون أقل لاحتياجه إلى ضغط أقل .

وبالنسبة لجدول الرى . . فإن التصميم (أ) يبدو أكثر مناسبة ـ لدورة رى كل ١٠ أيام ـ من التصميم (ب) . ولكن . . ربما يكون من الأفضل قَصْرُ فترة الرى على ٦,٥ يومًا بدلا من ٩ أيام ؛ للسماح بإجراء العمليات الزراعية الأخرى (عن Stern ١٩٧٩) .

جدول (٦ ـ ٦) مواصفات وتفاصيل الحسابات المتعلقة بتصميمين لرى حقل تبلغ أبعاده ١٢٠ × ١٦٠م ، كما فى شكل (٦ ـ ١٢) .

التفاصيل	الوحدات	التصميم (أ)	التصميم (ب)
مواصفات الرشاشات			
ضغط التشغيل	ضغط جوى	٢	٣
قطر البشبورى	مم	٤	٤,٥
التصريف لكل رشاش (q)	لتر/ ثانية	٠,٢٥	٠,٣٧
المسافة بين الرشاشات (s)	متر	٩ × ٩	١٢ × ١٢
معدل الرى (r)	مم/ساعة	١٠,٤	٩,٥
تفاصيل الحقل			
عدد الرشاشات على الخط ($n = \frac{120}{s}$)	العدد	١٣	١٠
عدد مواقع خطوط الرى ($p = \frac{١٦٠}{s}$)	العدد	١٨	١٣
وقت التشغيل لإضافة ٧٥مم ماء ($t = 75/r$)	الساعة	٧,٢	٧,٩
الوقت الإضافى لتحريك الشبكة	الساعة	٠,٧	٠,٧
الوقت الكلى لموقع رى واحد	الساعة	٧,٩	٨,٦
الوقت اللازم لرى موقعين يوميا	الساعة	١٥, ٨	١٧,٢
عدد الأيام اللازمة لرى الحقل كله ($\frac{p}{2}$)	الأيام	٩	٦,٥
التصريف اللازم لطلمبة الماء	لتر/ ثانية	٣,٢٥	٣,٧٠

نظام الأنابيب المتحركة على عجل

يناسب نظام الرى بالأنابيب المتحركة على عجل Sideroll Move Wheel System الحقول المستطيلة الشكل المستوية ، والتى تكون خالية من أية إعاقات لحركة شبكة الرى .

يتوزع ماء الرى فى هذا النظام من خلال رشاشات مثبتة على أنابيب من الألومنيوم أو الصلب المجلفن التى تُوصَّلُ مع بعضُها ببعضٍ بإحكام . يشكل خط أنابيب الرى محورًا للعجلات التى تتحرك عليها الشبكة . يصل طول الأنابيب إلى ٤٠٠م . ويتم تحريك الشبكة ـ على العجل ـ بآلة تُثَبَّتُ عند منتصف خط الأنابيب ، أو بآلة خارجية توجد عند أحد طرفى الخط .

يتكون نظام الرى ـ غالبًا ـ من أنابيب بطول ١٢,٢م لكل منها ، يتراوح قطرها بين ١٠٠مم ـ ١٢٥مم ، وسمكها ١,٨مم . وتتوزع الرشاشات كل ١٢,٢م بامتداد خط الأنابيب ، كما تتوزع العجلات كل ١٢,٢م أيضًا ، وتكون فى منتصف كل أنبوبة ؛ وبذا . . يتكون الخط الذى يبلغ طوله ٤٠٠م من ٣٢ أنبوبة ، و٣٢ عجلة لحمل الشبكة ، بالإضافة إلى ٤ عجلات إضافية عند وحدة القيادة (عن Shankar ١٩٨٨) .

أما خط أنابيب الرى الرئيسى ، فإنه إما أن يكون من أنابيب غير ثابتة يمكن تحريكها ، وإما من خط أنابيب ثابت ، مع عمل توصيلات لخط الرى المثبت على عجل على الأبعاد المناسبة .

ويتم تحريك جهاز الرى كله إلى كل موقع جديد بماكينة تعمل بالجازولين فى مركز خط الرى . وقد تثبت أحيانًا فى أحد طرفى الخط مع ذراع لنقل الحركة متصل بالمركز ؛ حيث توجد عجلة القيادة .

هذا . . ويبلغ طول ذراع الرى نحو ٤٠٠م كما أسلفنا ، وقد يكون أطول من ذلك أحيانًا ، ويوجد على ارتفاع ١,٢م من سطح الأرض (شكل ٦ ـ ١٥) .

نظام الرى بالمدفع Gun System

يوجد فى هذا النظام للرى رشاش واحد كبير يقوم برى مساحة ١ ـ ٥,٥ فدانًا

شكل (٦ ـ ١٥) : الرى بالرش بنظام الأنابيب المتحركة على عجل .

حسب حجم الرشاش ، ومقدار ضغط الماء المستعمل . يندفع الماء من الرشاش بقوة كبيرة لمسافات طويلة . وأثناء الرى يتحرك الرشاش جانبيا ، وبذلك تكون المساحة المروية على شكل نصف دائرة ، كما يتحرك الرشاش نحو الخلف (أى نحو مصدر الماء) . وتتم هذه الحركة يدويا ، أو بالجرار ، أو بحركة ذاتية (شكل ٦ ـ ١٦) .

وفى حالة النقل اليدوى أو بالجرار ، فإن الرشاش ينقل إلى موضعه الجديد لرى مساحة جديدة . أما فى حالة الحركة الذاتية ، فإن الرشاش ينقل من أحد طرفى الحقل إلى الطرف الآخر أثناء عملية الرى . وقد تتم هذه الحركة بقوة دفع الماء أو آليا . ويتم فى هذه الحالة توصيل الماء إلى الرشاش بخرطوم ؛ حيث يفرد الخرطوم ؛ بحيث يصبح الرشاش فى طرف الحقل . وأثناء الرى يتم لف الخرطوم تدريجيا إلى أن ينتقل الرشاش إلى الطرف الآخر للحقل عند مصدر الماء ، ثم يعاد نقله إلى موضع آخر ، وهكذا .

نظام الرى المحورى Center - Pivot System

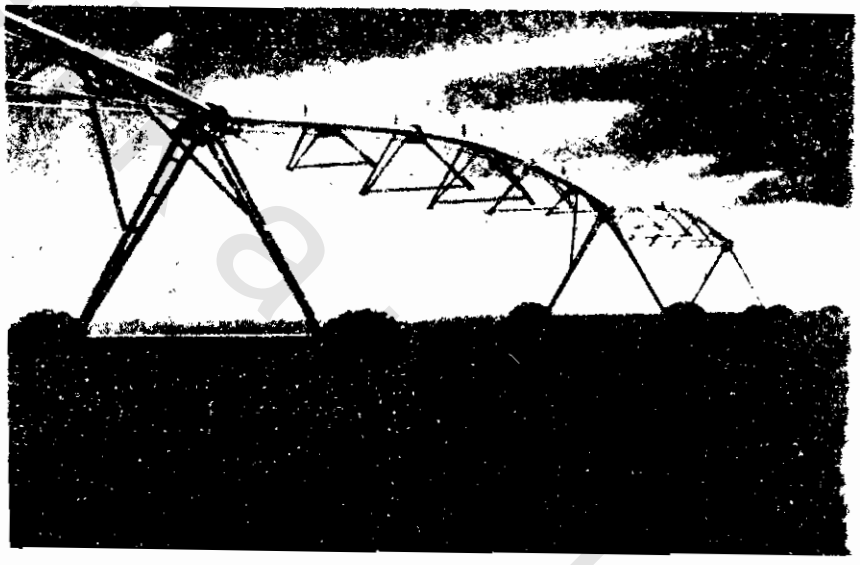
يتم فى هذا النظام تثبيت أنبوب الرى (المصنوع من الصلب غالبًا) والرشاشات على هياكل أو أبراج بشكل حرف A مرتكزة على عجل ، ويدور الخط كله حول نقطة

ب

جـ

شكل (٦ ـ ١٦) : الرى بالـرش بنظـام المدفع : (أ) ـ عمليـة الرى ، و(ب) ـ المدفـع ، و(جـ) ـ جهـــاز الرى كاملاً .

مركزية هى طرفه الداخلى ؛ حيث توجد ـ غالبًا ـ بئر مياه الرى ، وتسمح الوصلات بين أجزاء هذا الجهاز بالمرور فوق الأجزاء المرتفعة أو المنخفضة من الحقل دون أية مشاكل (شكل ٦ ـ ١٧) .



شكل (٦ ـ ١٧) : الرى بالرش بنظام الرى المحورى .

يقوم كل جهاز محورى pivot برىٍّ دائرةٍ تتراوح مساحتها بين ١٩و ١٩٠ فدانًا أو أكثر ، ويتوقف ذلك على طول خط الأنابيب الذى يتراوح غالباً بين ١٥٠ و٤٥٠ م طولا .

تتوزع الأبراج كل حوالى ٣٠ متراً ، وتتصل بعضها ببعضٍ بوصلات خاصة . ونظراً لأن كل برج منها يجب أن يتحرك بسرعة مختلفة لإبقاء خطِ الأنابيب مستقيمًا ؛ لذا فإن لكل برج نظام قيادة خاصا به يمكن تعديله .

ومع زيادة المسافة من مركز الدائرة تزداد المساحة التى يجب ريها لكل جزء من خط الأنابيب ؛ ولهذا فإن معدل تصريف الرشاشات تجب زيادته ، أو يتم تضييق المسافة بين الرشاشات ؛ حتى يمكن الحصول على رى متجانس فى كل حقل . أما معدلات الرى ، فيتم التحكم فيها من خلال حجم الرشاشات (معدل تصريفها) ، وضغط التشغيل ، وسرعة دوران جهاز الرش كله .

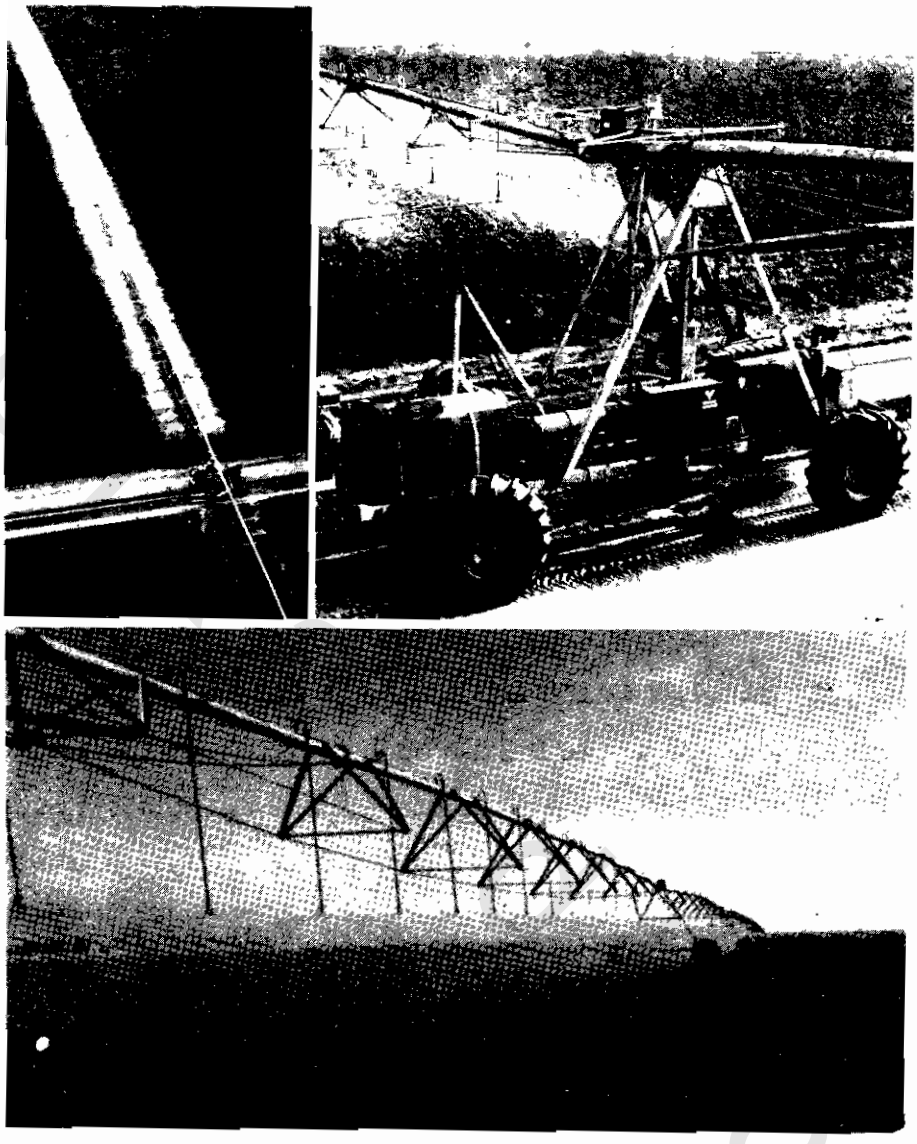
ويمكن ـ فى بعض أنواع الرى المحورى ـ تحريك الجهاز كله من حقل إلى آخر بواسطة جرار . ولكى يتم ذلك . . يُدار العجل بزاوية ٩٠° (أو قائمة) ليصبح موازياً لخط الرى نفسه . ولكن يندر تحريك أجهزة الرى المحورى من مكانها ، وإذا حدث ذلك فإنه يقتصر على الأجهزة الصغيرة .

ويتميز هذا النظام للرى بأن ارتفاع خط الأنابيب يصل إلى ٢,٥ ـ ٣ أمتار ، وبذلك يمكن إجراء العمليات الزراعية بسهولة .

وأكبر عيوب هذا النظام هى زيادة التكلفة الإنشائية ، وأن الحقل يكون دائمًا دائريا ؛ نظراً لأنه لا يمكن رى أركان الحقول المربعة . ويمكن علاج هذه المشكلة بتركيب رشاشات كبيرة فى طرفى خط أنابيب الرى ، مع تشغيلها فقط عندما تكون الأطراف فى الأركان (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

نظام الرى فى خط مستقيم

يستخدم نظام الرى فى خط مستقيم Linear System فى رى الحقول الكبيرة (١٠٠ ـ ٢٠٠ هكتار) المستطيلة أو المربعة الشكل . تتكون الشبكة من ذراعين طويلتين (حتى ٩٠٠ م طولا) عاليتين ومحملتين على عجل ، وتتحركان بامتداد الحقل الذى يمكن أن يصل طوله إلى ٢٥٠٠م . تحصل الذراعان على ماء الرى من قناه توجد فى منتصف الحقل . ويخدم الجهاز طريق واحد يوجد على أحد جانبى الجهاز ، حيث يتم التحكم فى تشغيل شبكة الرى (شكل ٦ ـ ١٨) . ويسمح هذا النظام للرى بمعدلات تتراوح بين ٥مم و ١٠٠مم من الماء (عمقًا مثل حساب كمية الأمطار) يوميا .



شكل (٦ ـ ١٨) : شبكة الرى فى خط مستقيم Linear System (عن كتالوج لشركة Valmont) .

الرى بالرذاذ أو بـ «التضبيب» Mist Irrigation

يندفع الماء فى هذا النظام للرى تحت ضغط مرتفع ؛ فيخرج فى صورة ضباب كثيف يحيط بالنباتات ، وسرعان ما يتساقط على سطح التربة . ويستخدم هذا النظام بصفة

خاصة فى البيوت المحمية ؛ لأنه يتأثر بشدة بالرياح فى الحقول المكشوفة . ويؤدى ارتفاع الرطوبة النسبية داخل البيوت المحمية إلى التقليل كثيراً من فقد الماء بالتبخر .

يوصى بأن يكون الرى بالرذاذ بمعدل ١ ـ ١,٥مم/ ساعة فى الأوقات الحارة ؛ لأن ذلك يؤدى إلى زيادة النمو والتطور الطبيعيين ، وإلى زيادة المحصول وتحسن نوعيته فى بعض المحاصيل ؛ كالطماطم (عن Bible وآخرين ١٩٦٨) .

وأكثر استخدامات الرى بالرذاذ هى فى الإكثار ، خاصة الإكثار بالعقل (Welch ١٩٧٠) .

ومن مزايا الرى بالرذاذ ما يلى :

١ ـ تلطيف درجة الحرارة فى الجو الحار :

فمثلا . . أدى الرى بالرذاذ بمعدل ٦ ـ ٩مم / يوم أثناء فترة ارتفاع الحرارة (٣٠ ـ ٣٣°م) إلى خفض الحرارة نهاراً لأكثر من ٩ درجات مئوية ، واستمر ذلك التأثير لعدة ساعات .

٢ ـ زيادة المحصول :

ففى الطماطم ازداد المحصول الصالح للتسويق بمقدار ٣٠٪ ـ ٥٠٪ فى الأصناف المختلفة ، وفى القاوون ازداد المحصول بمقدار ٣٣٪ ، وفى الخيار بمقدار ٧٠٪ . وقد أرجعت الزيادة فى المحصول إلى تقليل الشد الرطوبى داخل النبات ، وبقاء الثغور مفتوحة (Bible وآخرون ١٩٦٨) .

ويعتبر فقد الماء بالتبخر ـ فى الجو الحار الجاف ـ هو أكبر عيوب الرى بالرذاذ .

مزايا الرى بالرش

من مزايا الرى بالرش ما يلى :

١ ـ التوفير فى ماء الرى .

٢ ـ لا تلزم إقامة مساقٍ أو بتون للتحكم فى الرى ، وتتوفر تلك المساحة للزراعة .

٣ ـ يمكن تنظيم شبكة الرى بالرش ؛ بحيث لا تتعارض مع العمليات الزراعية المختلفة .

٤ ـ يجرى بسهولة عند عدم توفر العمال المدربين اللازمين لإجراء عملية الرى السطحى .

٥ ـ يمكن إجراء الرى بالرش بسهولة فى الأراضى غير المستوية أو غير العميقة ، والتى تؤدى تسويتها إلى ظهور مساحات غير صالحة للزراعة . كما أن هذا النوع من الرى يوفر فى تكاليف تسوية الأرض التى تلزم فى حالة الرى السطحى .

٦ ـ يمكن إجراء الرى بالرش فى الأراضى الشديدة المسامية ، والتى يصعب ريها بالطرق الأخرى .

٧ ـ يمكن بواسطة الرى بالرش التحكم فى معدل الرى ؛ بحيث لا تحدث أية تعرية للأرض .

٨ ـ يمكن التحكم فى كمية المياه اللازمة للرى وحسابها بدقة أكثر مما فى طرق الرى الأخرى .

٩ ـ يوزع ماء الرى بصورة أكثر تجانساً مما فى طرق الرى الأخرى .

١٠ ـ يكون الرى بالرش اقتصاديا وعمليا فى الحالات التى تتطلب الرى الخفيف على فترات متقاربة ، كما هى الحال فى الظروف الآتية :

أ ـ عند إنبات البذور .

ب ـ عند رى النباتات ذات الجذور السطحية .

جـ للتحكم فى درجة حرارة التربة لبعض الخضروات ، مثل الخس .

د ـ فى الأراضى المسامية أو غير العميقة .

١١ ـ يمكن إضافة الأسمدة مع ماء الرى بالرش .

١٢ ـ يمكن حماية النباتات من الصقيع بالرش الخفيف طوال فترة انخفاض درجة الحرارة عن الصفر المئوى .

١٣ ـ لا تتزهر الأملاح على سطح التربة عند اتباع طريقة الرى بالرش .

١٤ ـ يؤدى ماء الرى بالرش إلى إزالة الأتربة من على سطح الأوراق ؛ فتزداد كفاءتها فى البناء الضوئى .

١٥ ـ يفيد الرى بالرش عند الرغبة فى استزراع الأراضى الجديدة ، دون انتظار لعمليات التسوية الباهظة التكاليف .

١٦ ـ يتطلب الماء طلمبات لرفعه فى حالة الرى السطحى ، ولكن التكاليف الإضافية للطاقة اللازمة لدفعه فى أنابيب الرش تكون قليلة نسبيا .

١٧ ـ إذا كان مصدر ماء الرى مرتفعًا عن مستوى الحقل ، فإن الرى بالرش يتم بفعل قوة الجاذبية .

١٨ ـ إذا كان مصدر ماء الرى هو نفس مصدر ماء الشرب ، فإنه يمكن استخدام نفس الأنابيب (عن Pillsbury ١٩٦٨) .

١٩ ـ يؤدى الرى بالرش إلى خفض معدلات الإصابة بأمراض البياض الدقيقى التى لا يناسب جراثيمها وجود رطوبة حرة على سطح الأوراق .

٢٠ ـ يعمل الرى بالرش ـ كذلك ـ على زيادة الرطوبة النسبية وخفض درجة الحرارة فى جو الحقل (عن Dixon ١٩٨١) .

عيوب الرى بالرش

من عيوب الرى بالرش ما يلى :

١ ـ زيادة تكاليف الرى نتيجة للعوامل التالية :

أ ـ زيادة التكاليف الإنشائية المستثمرة فى نظام الرى .

ب ـ الحاجة إلى طاقة لضخ الماء فى أنابيب الرى .

جـ ـ الحاجة إلى الأيدى العاملة عند استعمال أنابيب متنقلة للرى .

٢ ـ قد تتعارض الرياح القوية مع الرى عندما يتطلب الأمر إجراء الرى فى الأوقات الحرجة . وإذا أُجرى الرى تحت هذه الظـروف ، فإن توزيع الماء لا يكون متجانسًا،

كما يُفْقد جزء كبير منه بالتبخر ؛ ولذا . . فإنه لا ينصح بالرى بالرش عندما تزيد سرعة الهواء على ٦كم/ ساعة .

٣ ـ توجد مشاكل تتعلق بعملية الرى بالرش ؛ منها المشاكل الميكانيكية التى تعود إلى عدم دوران الرشاشات أو انسدادها ، ومشاكل تحريك الأنابيب فى الأراضى وهى مبتلة .

٤ ـ يحدث فقد فى الماء بالتبخر قبل أن يصل إلى سطح التربة ، ويزداد مقدار الفقد مع زيادة سرعة الهواء ، وارتفاع درجة الحرارة ، ونقص الرطوبة النسبية ، وصغر حجم قطرات الماء ، كما يتبخر جزء آخر من الماء من على الأسطح النباتية .

٥ ـ يؤدى الرى بالرش ـ بمياه تحتوى على تركيزات مرتفعة من أيونات الكلور أو الصوديوم ـ إلى الإضرار بالنموات الخضرية ، خاصة فى الجو الحار ، حيث يتبخر جزء من الماء من على سطح الأوراق قبل أن تكمل الرشاشات دورة أخرى . ولتفادى ذلك ينصح بعدم استعمال مثل هذه المياه فى الرى بالرش ، أو بزيادة سرعة الرشاشات ، أو بالرى ليلا حيث يقل التبخر .

٦ ـ لا يصلح الرى بالرش فى حقول إنتاج بذور الخضر .

٧ ـ تؤدى قطرات الماء الكبيرة ـ عند الرى بالرش ـ إلى تحطيم تجمعات التربة وتكوين القشور على السطح . ولتلافى ذلك يراعى زيادة الضغط لتصغير حجم القطرات (Israelsen & Hansen ١٩٦٢ ، Pillsbury ١٩٦٨) .

٨ ـ تنتشر عديد من المسببات المرضية عن طريق الرى بالرش ، إما من خلال انتشار المسبب المرضى من على الأجزاء النباتية المصابة ، وإما من خلال انتقاله مع التربة التى تتناثر بفعل مياه الرى ، ومن هذه الأمراض ما يلى (عن Palti ١٩٨١) :

أ ـ الجرب والأنثراكنوز والعفن الأسود فى القاوون .

ب ـ تبقع الأوراق الزاوى (Pseudomonas lachrymans) فى الخيار .

جـ ـ اللفحة الهالية (Pseudomonas phaseolicola) ، واللفحة البكتيرية (Xanthomonas phaseoli) ، والعفن الرمادى (Botrytis cinerea) فى الفاصوليا .

د ـ اللفحة البكتيرية فى الفراولة .

هـ ـ الأنـــثراكـــنوز (Colletotrichum phomoides) ، واللفـحة البكتيريـة (Xanthomonas vesicatoria) ، واللفحة البكتيرية bacterial speck ، وتبقع الأوراق الرمادى (Stemphyllium botryosum f. sp. lycopersici) فى الطماطم .

و ـ الندوة المتأخرة (Phytophthora infestans) فى البطاطس .

ز ـ الندوة المبكرة ، والعفن الأسود (Xanthomonas campestris) ، والجذر الصولجانى (Plasmodiophora brassicae) فى الصليبيات .

ويتفاعل تواجد الندى والرطوبة النسبية العالية مع الرى بالرش فى التأثير على تطور الإصابة بمختلف الأمراض ، ويظهر هذا التفاعل بالنسبة لمرضَىْ الندوة المبكرة والندوة المتأخرة ـ فى الطماطم ـ فى جدول (٦ ـ ٧) .

جدول (٦ ـ ٧) : تأثيـر كـل من النـدى والـرى بالـرش علـى الإصابـة بكـل من الـندوة المبكـرة (Alternaria solani) والندوة المتأخرة (Phytophthora infestans) فى الطماطم والبطاطس (عن Palti ١٩٨١) .

الظروف البيئية	تطور الإصابة بـ	
	الندوة المبكرة	الندوة المتأخرة
جفاف تام مع غياب الندى	محدود عند الرى بالرش	لا تحدث إصابة
الحد الأدنى للرطوبة النسبية لا يزيد على ٣٥٪ . ـ كثرة الندى ليلا ـ انعدام الأمطار .	يكفى الندى لحدوث الإصابة وتطور الوباء .ليس للرى بالرش أى تأثير	يلزم الرى بالرش لحدوث الإصابة وتطور الوباء
الحد الأدنى للرطوبة النسبية أعلى من ٦٠٪ ـ كثرة الندى ليلا ـ انعدام المطر .	يكفى الندى لحدوث الإصابة وتطور الوباء . ليس للرى بالرش أى تأثير	قد يكفى الندى لحدوث الإصابة ، ولكن الرى بالرش يُسرع كثيراً من حدوثها .
الرطوبة النسبية دائما عالية ـ الندى غزير ـ انعدام المطر .	يكفى الندى لحدوث الإصابة وتطور الوباء . ليس للرى أى تأثير .	قد يكفى الندى وحده لحدوث الإصابة . ليس للرى بالرش أية أهمية .

الرى بالتنقيط

يعتبر الهدف الرئيسى للرى بالتنقيط Trickle, drip, or dribble irrigation هو توصيل الرطوبة الأرضية إلى السعة الحقلية فى منطقة محدودة حول النبات بغرض التوفير فى ماء الرى ، وذلك بتقليل الفقد بالرشح ، وتقليل التبخر السطحى بدرجة كبيرة . ويتراوح معدل تصرف المياه من النقاط عادة من لتر إلى ١٠ لتـرات/ ساعة ، (لتر إلى ٤ لترات / ساعة فى الخضر ، و٤ ـ ١٠ لترات/ ساعة فى الفاكهة) .

شبكة الرى

يتكون نظام الرى بالتنقيط من أجزاء رئيسية ؛ هى : ماكينة ضخ الماء ، وصمام التحكم فى الضغط ، ومرشح للماء ، وخط أنابيب بلاستيكى رئيسى header ، وخطوط فرعية laterals ، ومنقطات emitters . وقد تضاف أجهزة أخرى للتمسيد الآلى ، ولقياس كمية المياه flow meter ، ولقياس الضغط فى النقاط المختلفة ، وللتوقيت الإليكترونى للرى electronic timers ، ولقياس رطوبة التربة Soil moisture sensors .

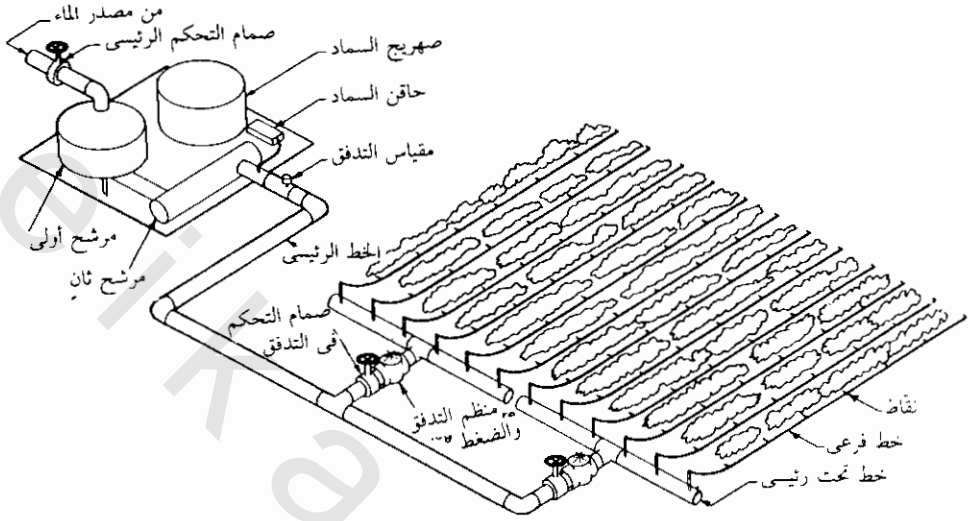
بالنسبة لماكينة ضخ الماء (الطلمبة) ، فمضخة واحدة ذات قدرة محدودة تكفى ؛ نظراً لأن الرى يتم بمعدلات صغيرة جدا فى وحدة الزمن ، ويتحقق ذلك بضغط منخفض .

أما مرشح الماء فهو جزء ضرورى من نظام الرى بالتنقيط تجنبًا لانسداد المنقطات ، وتستخدم لذلك غالبًا مرشحات من الرمل يلزم غسلها جيدًا كل ١ ـ ٤ ساعات حسب نوعية الماء المستخدم فى الرى . ويجرى غسيل المرشحات بإرجاع الماء فى المرشحات خلال الرمل بصورة عكسية .

وتتكون شبكة الرى بالتنقيط من أنابيب بلاستيكية (PVC) رئيسية كبيرة قطرها ٥سم تغذى أنابيب فرعية متعامدة عليها قطرها ١,٢٥ سم تثبت عليها المنقطات ، وهى أنابيب بلاستيكية رفيعة قطرها الداخلى يبلغ ٠,٩مم . وفى حقول الخضر التى تزرع على مسافات ضيقة تستخدم أنابيب مثقبة perforated lines بدلاً من المنقطات ، أو تستخدم خراطيم ذاتية التنقيط .

فى حالة استخدام المنقطات ، فإنها توزع على أنبوب الرى الفرعى على امتداد خط

الزراعة على مسافة ٣٠ ـ ٦٠ سم حسب مسافة الزراعة ، ومعدلات تدفق الماء ، ودرجة نفاذية التربة (شكل ٦ ـ ١٩) .



شكل (٦ ـ ١٩) : شبكة الرى بالتنقيط .

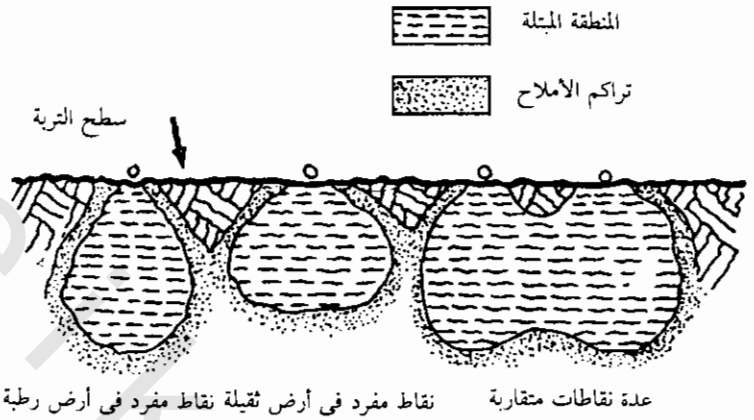
هذا . . ويضخ الماء فى أنابيب الرى تحت ضغط منخفض يبلـغ حـوالى ١,٥كجم / سم٢ . ويلاحظ أن الضغط يقل تدريجيا على امتداد خط أنابيب الرى ؛ نتيجة للاحتكاك بين الماء وجدار الأنابيب . ويعالج ذلك بتسوية الأرض ؛ بحيث تكون منحدرة قليلاً نحو الطرف البعيد للأنابيب ؛ إذ يؤدى ذلك إلى معادلة النقص فى ضغط الماء .

وللتفاصيل العملية والفنية المتعلقة بالرى بالتنقيط يراجع Bucks وآخرون (١٩٨٢) .

معدلات الرى وتوزيع الماء فى التربة

وعند الرى بالتنقيط يكون مقطع التربة المبتل بالماء بالونيا ؛ أى إن قطر الجزء المبلل بالماء يكون عند سطح التربة أقل منه فى منطقة نمو الجذور ، ثم يقل القطر مع التعمق فى التربة بعد ذلك ، إلاّ أن الشكل العام للمقطع المبتل يكون عموديا ومطاولا فى

الأراضى الرملية ، بينما تحدث حركة أفقية للماء بدرجة أكبر فى الأراضى الطمية والطينية (شكل ٦ ـ ٢٠) .



شكل (٦ ـ ٢٠) : مقطع التربة المبتل بالماء ، وأماكن تراكم الأملاح عند الرى بالتنقيط (عن Arab World Agribusiness ـ المجلد الثالث ـ العدد التاسع) .

وتتوقف الفترة بين الريات على طبيعة التربة ، فتتراوح بين يومٍ ويومين فى الأراضى الرملية ، وكل ٢ ـ ٣ أيام فى الطمية ، وكل ٣ ـ ٤ أيام فى الأراضى الثقيلة .

ويتراوح معدل الرى عادة من ٢٠ ـ ٢٥م^{٣} للفدان يوميا فى الجو الحار ، ونحو نصف هذه المعدلات فى الجو البارد . ويُعطى الحد الأدنى فى حالة الرى تحت أغطية بلاستيكية للتربة (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

يفضل توزيع مياه الرى بين ريتى الصباح والمساء ـ إن وجدتا ـ بنسبة ٢ :١ على التوالى ، على ألاَّ تزيد رية الصباح على ساعة ونصف الساعة ؛ حتى لا تغسل الأسمدة المضافة بعيداً عن منطقة نمو الجذور .

ويفضل أن يستعمل مع محاصيل الخضر خراطيم الرى التى تَرْشَح منها المياه بامتداد طولها ، أو أن تستعمل الخراطيم الذاتية التنقيط التى تقل المسافة بين منقطاتها إلى ٣٠سم ؛ بحيث تعطى منطقة مبتلة بامتداد الخرطوم . وتتوفر بالأسواق من النوعية

الأخيرة خراطيم مزودة بمرشحات داخلية تمنع مرور الرواسب إلى داخل مسار المياه بالمنقط . ويكون تصريف هذه الخراطيم ـ عادة ـ ٤ لترات/ ساعة لكل متر طولى من الخط ، ويتم تشغيلها تحت ٤ ـ ٦ ضغط جوى .

تأثير الرى بالتنقيط على النمو الجذرى

يتركز معظم النمو الجذرى ـ عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط ـ فى المنطقة المبتلة من التربة تحت النقاطات ، وهى المنطقة التى يتركز فيها ـ كذلك ـ امتصاص العناصر . وإذا كان ماء الرى ملحيا ، فإن نمو الجذور يكون أكثر كثافة فى جزء التربة الذى يكون أكثر تعرضا للغسيل مما يكون عليه الحال فى حوافّ المنطقة المبتلة التى تتراكم فيها الأملاح . أما إذا كان ماء الرى عذبا فإن نمو الجذور يمتد حتى حواف المنطقة المبتلة (Ben-Asher & Silberbush ١٩٩٢) .

تأثير تراكم الأملاح على النمو النباتى

يلاحظ عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط أن تركيز الأملاح يتباين كثيراً فى المنطقة المتبتلة التى يكون مركزها عند النقاط (شكل ٦ ـ ٢٠) ؛ الأمر الذى يُعَرِّض جذور النباتات لمستويات مختلفة من الأملاح ، سواء أَحَدَثَ ذلك بالنسبة للأجزاء المختلفة من المجموع الجذرى للنبات الواحد فى الوقت الواحد ، أم بالنسبة للمجموع الجذرى كله فى أوقات مختلفة من اليوم ، أم فى أيام مختلفة من موسم النمو .

ويستدل من بعض الدراسات ـ التى أجريت فى هذا الصدد ـ على أن النباتات تستجيب لمتوسط الملوحة فى منطقة النمو الجذرى ، وأن متوسط الملوحة هو العامل الذى يجب أخذه فى الحسبان ، بينما يُستدل من دراسات أخرى على أن أقل المناطق ـ التى ينتشر فيها النمو الجذرى ـ ملوحةً هى التى تتحكم فى النمو النباتى الكلى والمحصول .

وفى دراسة على الطماطم نُمّيت فيها النباتات فى مستويات مختلفة من الملوحة ، ووزع فى بعضها النمو الجذرى للنبات الواحد على أربع حجرات تحتوى كل منها على تركيز مختلف من الأملاح . . وجد أن النباتات التى تَلَقّت أجزاء منفصلة من نمواتها الجذرية مستويات مختلفة من الأملاح كانت أقل تأثرًا بمعاملة الملوحة . كما وجد أن

أى نقص فى النمو الجذرى فى الحجرات ـ التى احتوت على تركيزات عالية من الأملاح ـ تَمَّ تعويضه بزيادة مقابلة فى النمو الجذرى بالحجرات التى كان تركيز الأملاح فيها منخفضا (عن Papadopulos & Rendig ١٩٨٣) .

مشكلة انسداد المنقطات ووسائل علاجها

يعد انسداد المنقطات من أهم المشاكل التى تصاحب نظام الرى بالتنقيط .

وتوجد ثلاثة أسباب محتملة لانسداد المنقطات ، لكل منها وسائل العلاج الخاصة بها ، كما يلى :

١ ـ انسداد المنقطات بفعل حبيبات التربة أو المواد العضوية التى تتسرب مع الماء إلى شبكات الرى . ويتخذ لأجل ذلك الاحتياطات الضرورية بالترشيح مع استخدام مصدر جيد لمياه الرى ، لكن يصعب التخلص من هذه الشوائب ـ بعد دخولها ـ إلا بفتح نهايات خطوط التنقيط ، مع استمرار ضخ الماء .

٢ ـ انسداد المنقطات بفعل الترسيب الكيميائى للمواد التى تدخل فى أنابيب الرى ، فمثلاً . . تتفاعل الأسمدة الفوسفاتية مع ما قد يوجد من كالسيوم فى مياه الرى ، لتكوِّن أملاحًا غير ذائبة .

ويؤدى تواجد الكالسيوم مع أى من البيكربونات أو الكبريتات فى مياه الرى إلى ترسب الجير (الكلس) والجبس داخل شبكة الرى بالتنقيط ؛ الأمر الذى يؤدى إلى انسداد النقاطات جزئيا أو كليا . وتزداد فرصة تكون الترسبات عند حقن أسمدة تحتوى على كالسيوم مع أخرى تحتوى على أيون الفوسفات .

ويتم التخلص من الترسبات الكيميائية التى تؤدى إلى انسداد النقاطات بحقن شبكة الرى بحامض النيتريك التجارى (تركيز ٣٧٪) بتركيز ٠,١٪ فى الصوبات ، و٠,١ ـ ٠,٥٪ فى الزراعات الحقلية . ويمكن اتباع هذا الإجراء مرة أو مرتين فى كل موسم نمو . ويتم حقن الحامض لمدة ١٥ ـ ٣٠ دقيقة حسب كمية الرواسب التى توجد فى داخل الشبكة . ويتم ـ بعد الحقن بالحامض ـ غسيل الشبكة بالماء مدةً مساوية للمدة التى استغرقها حقن الحامض .

ويمكن ـ كذلك ـ التغلب على مشكلة ترسبات كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم فى شبكة الرى بحقن حامض مخفف ؛ مثل حامض الكبريتيك ، أو حامض الفوسفوريك ، أو النيتريك بصفة دائمة أو على فترات ؛ بهدف خفض pH الماء .

كما تمكن Meyer وآخرون (١٩٩١) من التخلص من مشكلة ترسب كربونات الكالسيوم (الجير) بحقن أنهيدريد الماليك Maleic Anhydride (وهو homopolymer) فى شبكة الرى بمعدل ٢مجم/ لتر ؛ حيث أدى ذلك إلى استمرار تدفق المياه من النقاطات بنفس المعدل طوال الموسم ، بينما نقص تصرف المياه ـ بسبب الترسبات ـ فى الكنترول .

٣ ـ انسداد المنقطات من جراء النمو البكتيرى والفطرى والطحلبى داخل النظام مع ما تفرزه من مواد غروية أو مخاطية ، ويمكن الوقاية من هذه الحالة بحقن الكلور ـ بتركيز جزء واحد فى المليون ـ فى ماء الرى . أما إذا حدث الانسداد بالفعل . . فإنه يلزم حقن الكلور بتركيز ٢٠ ـ ٤٠ جزءاً فى المليون لمدة ٣٠ دقيقة على الأقل ، مع إدخال الماء المحتوى على الكلور قبل المرشحات . ويستخدم ـ عادة ـ هيبوكلوريت الصوديوم ، أو هيبوكلوريت الكالسيوم كمصدر للكلور ، علما بأن الكلوراكس التجارى يحتوى على هيبوكلوريت صوديوم بنسبة ٥,٢٪ ، كما يستعمل غاز الكلور .

وتستخدم المعادلة التالية لحساب معدل إضافة المصدر التجارى للكلور :

عدد لترات المركب التجارى اللازمة لكل متر مكعب من مياه الرى =

$$\frac{\text{٠,٠١} \times \text{عدد الأجزاء فى المليون المرغوبة من الكلور } (Cl_2) \text{ فى ماء الرى}}{\text{النسبة المئوية للكلور } (Cl_2) \text{ فى المركب التجارى المستخدم}}$$

فمثلا . . إذا رغبنا فى زيادة نسبة Cl_2 فى ماء الرى إلى ٣٠ جزءاً فى المليون ، واستخدمت لذلك مادة بها ٥٪ Cl_2 ، فإنه يلزم منها :

$$\frac{\text{٠,٠١} \times \text{٣٠ جزءاً فى المليون}}{٥} = \text{٠,٠٦ لترًا / متر مكعب من ماء الرى .}$$

وتتطلب صيانة شبكة الرى بالتنقيط مراعاة ما يلى :

١ ـ تنظيف المرشحات (الفلاتر) على فترات متقاربة .

٢ ـ التأكد من عدم انسداد المنقطات وتسليكها بالطَّرقِ على خراطيم الرى برفق عند النقاط المسدود .

٣ ـ إمرار حامض مخفف (مثل حامض النيتريك أو حامض الفوسفوريك) كل فترة لإذابة الأملاح التى قد تترسب داخل خراطيم الرى وتقلل من تصريف النقاطات .

مزايا الرى بالتنقيط

يعد الرى بالتنقيط ـ بالرغم من ارتفاع تكلفته الإنشائية ـ أفضل النظم لرى الخضر فى الأراضى الرملية . وفى أحيان كثيرة يكون هو الطريقة الوحيدة التى يمكن تطبيقها ، ويتحكم فى ذلك عاملان رئيسيان ؛ هما :

١ ـ الجانب الاقتصادى لارتفاع تكلفة مياه الرى ، وارتفاع تكلفة الإنتاج ـ عمومًا ـ فى الأراضى الصحراوية ، بينما يوفر الرى بالتنقيط كثيرًا فى مياه الرى ، وتصاحبه زيادة مؤكدة فى المحصول .

٢ ـ انتشار الأمراض ـ فى بعض الخضروات ـ عند اتباع طريقة الرى بالرش .

ومن مزايا الرى بالتنقيط ما يلى :

١ ـ التوفير الكبير فى المياه ؛ نظراً لأنه لا يُحْدِث فقدًا يذكر فى ماء الرى . وقد يصل التوفير إلى ٥٠٪ .

٢ ـ عدم فقد الأسمدة بالرشح ، مع التحكم فى كميات الأسمدة التى يُرغب فى توصيلها إلى النباتات .

٣ ـ غسل الأملاح بعيداً عن النباتات ؛ حيث تتجمع الأملاح فى أطراف المنطقة المبتلة ، وتكون بذلك بعيدة عن الجذور .

٤ ـ تبقى الرطوبة الأرضية فى منطقة نمو الجذور فى السعة الحقلية ، أو أقل من ذلك بقليل .

٥ ـ التوفير فى الأيدى العاملة لإمكان التحكم الآلى فى الرى .

obeikandl.com

٦ ـ يمكن بهذه الطريقة زراعة المناطق الشحيحة فى مياه الرى ؛ فمثلاً أمكن زراعة الخس فى المناطق الصحراوية ، مع استعمال ٢٥٪ من كمية مياه الرى التى تستعمل ـ عادة ـ بطريقة الرى السطحى .

٧ ـ زيادة المحصول بمقدار ٢٥ ـ ١٠٠٪ ، نتيجة تجانس الرطوبة الأرضية طوال الموسم .

٨ ـ إمكان زراعة محصولين أو ثلاثة بالتتابع فى نفس الحقل ، دون الحاجة إلى تجهيز الأرض من جديد .

٩ ـ التوفير فى نفقات مكافحة الحشائش ؛ بسبب عدم إثارة الأرض لعدم إجراء الحرث .

١٠ ـ عدم الحاجة إلى آبار ذات تصريفٍ عالٍ ؛ نظرًا لأن كمية الماء اللازمة تكون بمعدلات منخفضة .

١١ ـ عدم الحاجة إلى تسوية الأراضى الشديدة الانحدار لأجل زراعتها ؛ حيث يمكن ريها بسهولة بطريقة التنقيط .

١٢ ـ إتاحة الفرصة أمام ماء الرى ـ الذى يتصرف ببطء شديد ـ كى يتخلل التربة فى الأراضى القليلة النفاذية .

١٣ ـ سهولة إجراء العمليات الزراعية ؛ لأن معظم سطح التربة يبقى جافا طوال الوقت .

عيوب الرى بالتنقيط

١ ـ ارتفاع التكلفة الإنشائية .

٢ ـ احتياج نظام الرى إلى إدارةٍ جيدة .

٣ ـ احتمال انسداد المنقطات .

٤ ـ تعرض أنابيب الرى للتلف بواسطة القارضات ، أو سير الحيوانات الزراعية عليها .

obeikandi.com

٥ ـ إذا تأخرت الفترة بين الريات ، فإن امتصاص الجذور للماء يؤدى إلى تحرك الأملاح من أماكن تجمعها عند أطراف المنقطة المبتلة ـ عند سطح التربة وتحت السطح ـ فى اتجاه الجذور ؛ لذا . . يجب تنظيم الرى ؛ بحيث تتوفر الرطوبة دائمًا فى منطقة نمو الجذور .

كما أن الأمطار قد تعمل على غسل الأملاح نحو منطقة نمو الجذور ؛ لذا . . يجب استمرار الرى بالتنقيط حتى أثناء المطر ؛ ليتسنى تخفيف الأملاح إلى الحد المأمون طوال الوقت (عن Marsh وآخرين ١٩٧٩) .

وعمومًا . . فإنه يمكن غسل الأملاح المتراكمة بزيادة ماء الرى ٢ ـ ٣ مرات فى نهاية كل موسم ؛ ليمكن إذابة الأملاح وصرفها مع الماء الزائد . والأفضل غسل الأملاح بالرى بالغمر أو بالرش ـ إن أمكن ـ فى نهاية كل موسم زراعى .

الرى تحت السطحى بالتنقيط

يُعرّف الرى تحت السطحى بالتنقيط Subsurface Drip Irrigation بأنه الإضافة المتجانسة لكميات قليلة من الماء على فترات متقاربة تحت مستوى سطح التربة (على عمق حوالى ٤٥سم) من مواقع منفصلة ومحددة أو بامتداد خطوط الرى ، التى تمد تحت سطح التربة فى مستوى نمو الجذور (حوالى ٢٥ ـ ٣٠سم تحت السطح) .

وفى الماضى وقفت بعض المشاكل عائقًا أمام تطبيق هذا النظام فى الرى ؛ مثل : دخول جذور النباتات فى النقاطات ، وترسب الأملاح ، وصعوبة فحص وإصلاح شبكة الرى . أما الآن . . ومع التقدم فى تقنيات شبكات الرى ، وتصميمها ، وإداراتها ، فقد بات من الضرورى إعادة النظر فى هذا النظام للرى .

ومن أهم مزايا الرى تحت السطحى بالتنقيط ما يلى :

١ ـ تثبيت الشبكة تحت سطح التربة مرة واحدة فقط ، والاستغناء عن تكلفة إعادة وضعها سنويا .

٢ ـ زيادة فترة تشغيل الشبكة عما فى حالة الرى السطحى بالتنقيط ؛ لعدم تعرض الخراطيم لأشعة الشمس والسخونة الزائدة .

٣ ـ بقاء سطح التربة جافا ولعمق حوالى ١٥ ـ ٢٠سم ؛ الأمر الذى يقلل من احتمالات الإصابة بأمراض التاج الفطرية وأعفان الثمار ، ويساعد كثيرا على مكافحة الحشائش .

٤ ـ يساعد بقاء سطح التربة جافا على تسهيل مرور الآلات الزراعية عليها دون تعرضها للانضغاط . كما يمكن مرور الآلات أثناء تشغيل شبكة الرى .

٥ ـ استفادة النباتات من مياه الرى والأسمدة المضافة بكفاءة أكبر(Thompson & Doerge ١٩٩٥) ؛ وخاصة الفوسفور الذى لا يتعمق ولا يتحرك كثيراً عن موضع إضافته عند النقاطات .

٦ ـ زيادة المحصول وتحسّن نوعيته ؛ بسبب جفاف سطح التربة وعدم تعرض الثمار للأعفان، وعدم زيادة الرطوبة الجوية (على خـــلاف ما يحدث فى طرق الرى الأخرى) ؛ الأمر الذى يقلل من الإصابة بالأمراض ؛ مثل مرض البياض الزغبى فى الخس (Scherm & van Bruggen ١٩٩٥).

٧ ـ كذلك يساعد بقاء سطح التربة جافا على منع فقد الماء بالتبخر السطحى ، كما يقل تزهر الأملاح على سطح التربة ، وتقل الحاجة إلى عملية غسيل الأملاح مع كل رية .

٨ ـ تنعدم مشكلة تكَوُّن القشور crusts على سطح التربة .

٩ ـ تزداد كفاءة عملية تبخير التربة بالمبيدات عند إضافتها عن طريق الشبكة تحت السطحية مع الرى السطحى فى آنٍ واحدٍ ؛ ليكوّن الماء السطحى عازلا أمام انطلاق الأبخرة فى الهواء الجوى (عن Phene وآخرين ١٩٨٧) .

١٠ ـ يحتاج النظام إلى ضغط أقل ـ وبالتالى إلى طاقة أقل ـ لتشغيله مقارنة بنظام الرى السطحى بالتنقيط .

وفى دراسة على الطماطم وجد Bogle وآخرون (١٩٨٩) أن الرى تحت السطحى بالتنقيط أدى إلى زيادة المحصول الصالح للتسويق بنسبة ٢٢٪ مقارنة بالرى السطحى .

ومن أهم مشاكل استعمال هذا النظام فى الرى ما يلى :

١ ـ ضرورة تسوية التربة قبل إقامة شبكة الرى .

٢ ـ ضرورة استعمال مرشحات للماء عالية الكفاءة مع صيانتها يوميا .

٣ ـ صعوبة إنبات بذور الخضر عندما تكون خراطيم الرى عميقة ؛ الأمر الذى يعنى إما الزراعة بالشتل ، وإما وضع الخراطيم على عمق ٥سم فقط ، ثم الترديم عليها بنحو ٢٠ ـ ٢٥سم أخرى بعد الإنبات . ويمكن أن يجرى الترديم على مرتين أثناء العزيق .

الرى تحت السطحى

فى طريقة الرى تحت السطحى Subsurface Irrigation يتم توصيل الماء إلى الطبقات السفلى من التربة بواسطة أنابيب خاصة ، كتلك المستخدمة فى الصرف المغطى . وتكون أنابيب الرى الفرعية على عمق ٤٥ سم ، وبسمك ٧,٥ سم ، وعلى بعد ٧م من بعضها البعض ، وبانحدار ٣ سم كل ٤٠م .

وعندما يكون مستوى الماء الأرضى قريبًا من سطح التربة يكون من الممكن إجراء الرى تحت السطحى بإقامة مصارف مكشوفة رئيسية وفرعية يمكن بواسطتها تصريف الماء الزائد ، أو إمداد الحقل بالماء ؛ بحيث يظل مستوى الماء الأرضى على مسافة ٣٠ ـ ٦٠ سم من جذور النباتات التى تصل إليها الرطوبة بالخاصية الشعرية . كما يمكن أيضًا تصريف الماء الأرضى الزائد ، والرى بأنابيب واحدة تثبت فى التربة على المستوى المرغوب ؛ بحيث يظل الماء الأرضى على بعد ٣٠ ـ ٦٠ سم من جذور النباتات .

ويعطى Edmond وآخرون (١٩٧٥) تفاصيل طرق الرى تحت السطحى المتبعة فى مناطق متفرقة من العالم .

الشروط اللازم توافرها لنجاح الرى تحت السطحى

يشترط لنجاح الرى تحت السطحى ما يلى :

١ ـ أن تكون الأرض منبسطة تماماً ؛ أو يوجد بها انحدار بسيط منتظم .

٢ ـ ألا تكون طبقة تحت التربة شديدة المسامية ، وألا توجد طبقة صَمَّاء قريبة من سطح التربة .

٣ ـ أن تتوفر طبقة صَمَّاء من الطين أو الصخر على عمق ٩٠ ـ ١٥٠ سم تحت سطح التربة .

٤ ـ أن تتوفر طبقة من الرمل الخشن بعمق ٣٠سم أو أكثر أعلى هذه الطبقة الصماء .

٥ ـ أن تكون التربة السطحية رملية طمية ، فلا تكون عالية المسامية ، ولا شديدة الاندماج ؛ وبالتالى تسمح بنفاذ الماء اللازم للرى بالخاصية الشعرية .

مزايا وعيوب الرى تحت السطحى

من أهم مزايا الرى تحت السطحى ما يلى :

١ ـ تجانس توزيع الماء فى أنحاء الحقل .

٢ ـ بقاء الطبقة السطحية للتربة جافة ، وتَوَقُّف فقد الماء بالتبخر السطحى .

٣ ـ عدم تعجن التربة ، وعدم تكَوُّن قشور صلبة crusts على سطحها .

لكن يعيب طريقة الرى تحت السطحى ما يلى :

١ ـ تتجمع الأملاح على سطح التربة ؛ الأمر الذى يستدعى التخلص منها من آنٍ لآخر بالرى السطحى .

٢ ـ تحتاج إلى كمية كبيرة من ماء الرى .

٣ ـ لا تنجح هذه الطريقة عندما تكون طبقة تحت التربة عالية المسامية ، أو عند وجود طبقة صماء hard pan قريبة من سطح التربة (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

مقارنة عامة بين مختلف طرق الرى

تتباين مختلف طرق الرى فى مزاياها وعيوبها ، ونقدم فى جدول (٦ ـ ٨) مقارنة عامة بين طرق الرى بالغمر (غمر أحواض الزراعة) ، والرى السطحى عبر قنوات الخطوط ، والرى بالرش ، والرى بالتنقيط فى عدد من الأمور الهامة .

جدول (٦ ـ ٨) : مقارنة بين مختلف طرق الرى (عن Palti ١٩٨١) .

وجه المقارنة	الرى بالغمر	الرى عبر قنوات الخطوط	الرى بالرش	الرى بالتنقيط
سطح التربة المبتل (٪)	٨٠ ـ ٩٠	٣٠ ـ ٥٠	١٠٠	٢٠ ـ ٣٠[1]
تكلفة شبكة الرى	منخفضة	منخفضة	عالية نسبيا	عالية جدا
تكلفة العُمالة	منخفضة إلى متوسطة	عالية	منخفضة	منخفضة
استهلاك المياه	متوسط إلى عالى	متوسطة إلى عالى	متوسط	منخفض
الصلاحية للأراضى غير المستوية	غير صالح	صعب	ممكن مع بعض الصعوبة	لا توجد مشاكل
تأثير الرياح على تجانس الرى	معدوم	معدوم	شديد	معدوم
إمكانية استخدام المياه الملحية	ممكنة	محدودة	محدودة (احتراقات)	ممكنة
ابتلال النمو الخضرى عند الرى	قليل	قليل أو معدوم	شديد	معدوم
ابتلال تاج النبات (الجذع عند سطح التربة)	يحدث	لا يحدث	يحدث	يحدث
الانتشار السطحى لمسببات الأمراض مع الماء	يمتد فى كل الحقل	على امتداد الخطوط	محدود	معدوم
الانتشار السطحى لمسببات الأمراض مع الرذاذ	قليل أو معدوم	معدوم	كثير	معدوم
غسيل جراثيم الأمراض من على النمو النباتى	معدوم	معدوم	شائع	معدوم
التأثير على مرور الآلات الزراعية	لابد من جفاف التربة قبل مرور أية آلات عليها			معدوم
غسيل مياه الرى للمبيدات المرشوشة	معدوم	معدوم	يحدث بدرجات مختلفة	معدوم

(١) تنطبق هذه النسبة عندما تكون الزراعة فى خطوط تبعد عن بعضها بمقدار ١٠٠ ـ ١٥٠ سم .

المقننات المائية

المقنن المائى Consumptive Use لمحصول ما هو كمية الماء الكلية التى يحتاج إليها المحصول من وقت زراعة البذرة إلى الحصاد ، وتشمل الماء المفقود بالنتح وبالتبخير ، وكذلك الجزء الذى يستخدم فى بناء أنسجة النبات ، الذى لا يتعدى ١٪ من الاحتياجات المائية الكلية .

هذا . . ويطلق على الماء المفقود بالنتح اسم « ماء النتح transpiration » ، وعلى الجزء المفقود بالتبخر من سطح التربة « ماء التبخر evaporation » .

ويتخذ التبخر السطحى Pan Evaporation (أو Ep) أساساً لقياس النتح والتبخر معا (النتح التبخرى) Evapotranspiration (ET) لكل محصول على حدة ؛ نظراً لأن قيمة Ep تتأثر بكافة العوامل الجوية المؤثرة على ET ، وهى درجة الحرارة ، وحركة الهواء ، والإشعاع الشمسى ، والرطوبة النسبية .

ويستعمل كل محصول عامل خاص به هو قيمة (ET/Ep) لتحديد الاحتياجات

المائية ، إلا أن هذه القيمة تؤدى ـ غالبًا ـ إلى إعطاء النبات ريا زائداً فى بعض مراحل النمو ، وريا أقل من حاجته الفعلية فى مراحل أخرى للنمو .

وقد طور بعض العلماء منحنى عاما لوصف التغيرات فى قيمة (ET/Ep) خلال تطور النمو المحصولى ، ولكن هذا المنحنى تنقصه الدقة . كما قام آخرون بتطوير معادلات انحدار لحساب قيم (ET/Ep) المستخدمة لحساب ET خلال نمو مختلف محاصيل الخضر (عن Smittle وآخرين ١٩٩٤) .

فمثلا . . بالنسبة للفاصوليا ، استخدم Smittle وآخرون (١٩٩٠) المعادلة التالية :

$$12.7\ (i - 4) \times 0.5ASW = D_{i-1} + [E(0.31 + 0.01i) - P - I]_i$$

حيث إن :

i = عمر المحصول .

12.7 (i - 4) = عمق الجذور الفعال بحد أقصى ـ للفاصوليا ـ ٤٠٠ مم .

0.5 ASW = الماء الميسر بالملليلتر لكل سنتيمتر مكعب من التربة .

D_{i-1} = النقص Deficit فى اليوم السابق للعمر i .

E = Pan Evaporation .

ET = Evapotranspiration (النتح التبخرى) = E(0.31 + 0.01i)

P = الأمطار بالملليمتر .

I = الرى بالملليمتر .

هذا . . وتقدر كمية الماء التى تلزم لرى محصول ما باستخدام المعادلة التالية :

$$qt = ad$$

حيث إن :

q = معدل تصرف الماء بالقدم٣/ ثانية ، أو بالأيكر - بوصة/ ساعة .

t = الوقت اللازم لرى المساحة بالساعة .

a = المساحة المطلوب ريها بالأيكر .

d = عمق الماء بالبوصة عندما ينتشر ماء الرى بسرعة فوق المساحة المحذدة .

فمثلاً عندما يتدفق الماء بمعدل ١,٩ قدم٣/ ثانية لمدة ٣ ساعات ، فإنه يجب أن يغطى مساحة أيكر واحد لعمق ٥,٧ بوصة (أى لعمق ٥,٧ بوصة أعلى سطح التربة) .

ومن الناحية العملية . . تستعمل المعادلة التالية فى حساب كمية ماء الرى المضافة :

$$t = \frac{Pw\ As\ D\ a}{100\ q}$$

حيث إن :

q و t و a هى نفس القيم المستخدمة فى المعادلة السابقة .

Pw النسبة المئوية للرطوبة الأرضية (على أساس الوزن الجاف) بعد الرى .

As الكثافة النوعية الظاهرية للتربة .

D عمق التربة المراد بَلُّهُ (Isrelsen & Hansen ١٩٦٢) .

طرق تقدير مدى حاجة النباتات إلى الرى

من أهم الطرق المستخدمة لتحديد حاجة النباتات إلى الرى ما يلى :

١ ـ الملاحظة الدقيقة لحالة النباتات ، ومدى ظهور أعراض نقص المياه عليها ، وخاصة على أوراقها الحديثة .

٢ ـ معدل النمو النباتى ؛ حيث تكون النباتات فى حاجة إلى زيادة معدلات الرى ؛ عندما يلاحظ توقفها عن النمو أو بطء نموها .

٣ ـ تقدير درجة الرطوبة فى التربة ؛ وذلك بأخذ عينة من التربة من منطقة نمو الجذور والضغط عليها بقبضة اليد للتعرف على مدى سهولة تشكيلها ، وهى من أكثر الطرق شيوعًا ، وتعتمد على الخبرة . ويختلف مدى سهولة تشكيل التربة ـ باختلاف نسبة الرطوبة فيها ـ حسب طبيعة التربة .

٤ ـ تقدير رطوبة التربة باستعمال أجهزة خاصة ؛ مثل طريقة قوالب الجبس ، وطريقة جهاز قياس الشدّ الرطوبى ، وهما الطريقتان اللتان سنتناولهما ـ فيما يلى ـ بشئٍ من التفصيل .

طريقة قوالب الجبس Gypsum Blocks

تستخدم فى هذه الطريقة قوالب صغيرة من الجبس ؛ بكل منها قضيبان يتصلان بدائرة كهربائية ، وعداد لقراءة درجة التوصيل الكهربائى . توضع القوالب الجبسية أو مجموعة متجاورة منها فى التربة على العمق المراد تقدير الرطوبة فيه ، أو يردّم حولها جيدًا بالتربة .

obeikandl.com

بعد فترة تصل القوالب إلى حالة من التوازن الرطوبى مع التربة مِنْ حولها ، ومع زيادة نسبة الرطوبة فى التربة تزداد نسبة الجبس التى تصبح فى المحلول ، وتقل بذلك المقاومة بين القطبين ؛ أى تزيد درجة التوصيل الكهربائى .

تلزم معايرة هذه الطريقة جيدًا بطريقة التجفيف المعملية ؛ لمعرفة نسبة الرطوبة المقابلة لدرجات التوصيل الكهربائى المختلفة .

تفيد قوالب الجبس فى نسبة الرطوبة بين درجتى شد رطوبى من ١ إلى ١٥ ضغط جوى ، ولكن يعيبها قابليتها للذوبان ، وتدهورها فى فترةٍ تتراوح بين موسم واحد وثلاثة مواسم .

تقدير الرطوبة باستعمال أجهزة قياس الشدّ الرطوبى

إن جهاز قياس الشد الرطوبى Soil Misture Tensiometer عبارة عن أنبوبة بلاستيكية يختلف طولها حسب العمق الذى يُرغب فى تقدير الرطوبة عنده . يثبت فى الطرف السفلى لهذه الأنبوبة كأس من السيراميك المسامىّ يملأ بالماء ، بينما يُركب على طرفها العلوى جهاز (Vacuum Gague) لقياس قوة الشد الرطوبى أو شدة التفريغ . ويعد تقدير الرطوبة الأرضية بهذه الطريقة أكثر دقة من طريقة استعمال قوالب الجبس .

كيفية عمل أجهزة الشدّ الرطوبى

عند الاستعمال يتم عمل حفرة فى الأرض على العمق المطلوب ، يوضع فيها بعض التربة المفككة ، ثم يوضع الجهاز ، ثم يردّم حوله بمزيد من التربة المفككة ، ويضغط جيدًا حول الجهاز .

تتسرب الرطوبة من الكأس إلى التربة المحيطة به ؛ بسبب زيادة الشد الرطوبى فيها ؛ ومن ثم يحدث تفريغ داخل الكأس يظهر على مقياس الجهاز عندما تكون الرطوبة الأرضية منخفضة . وعند رى التربة تكون حركة الماء فى الاتجاه العكسى ؛ فيقل التفريغ ، وتنخفض قراءة المقياس تبعاً لذلك .

تزود معظم أجهزة الشد الرطوبى بتدريج من صفر ـ ١٠٠ سنتى بار centibars ، علما بأن كل ١٠٠ سنتى بار تعادل بارًا واحدًا ، وهو وحدة لقياس الضغط تعادل ضغطًا جويا قياسيا واحدًا . ويمكن استخدام جهاز الشد الرطوبى فى مدى يتراوح بين صفر و٨٠ سنتى بار .

يَعيب هذا الجهاز أنه لا يعمل بدقة كافية إذا زاد مقدار الشد الرطوبى عن ٠,٨ ضغط جوى ؛ حيث يندفع الهواء ـ حينئذ ـ من خلال مسام الكأس إلى داخله ؛ الأمر الذى يُفقد الجهاز الخاصية التى يعمل على أساسها ، ولذا . . فإن الجهاز يفيد فى حالة النباتات التى تُروى بكثرة .

ويستفاد مما تقدم بيانه أن الحد الأدنى للشد الرطوبى ـ الذى يجوز معه استعمال القوالب الجبسية ـ قريب من الحد الأقصى للشد الرطوبى الذى يجوز معه استعمال الـ tensiometers ؛ وبذا . . فإن القوالب الجبسية تستعمل عندما تنخفض نسبة الرطوبة عن المدى الذى لا يجوز معه استعمال الـ tensiometers .

وفى كلتا الحالتين يتعين وضع الجهاز فى منطقة نمو الجذور ، وإلا كانت القراءة عديمة القيمة (عن Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

شروط استعمال أجهزة قياس الشدّ الرطوبى

يراعى عند تثبيت الجهاز فى التربة أن تكون نهايته فى منطقة نمو الجذور ، أى على العمق الذى توجد فيه معظم الجذور ، وأن يكون على اتصال جيد بالتربة ، وفى موقع تصل إليه مياه الرى ، وبعيداً عن الأماكن التى تتراكم فيها مياه الرى ، كما هى الحال بالقرب من الرشاشات .

ويتم التعرف على المكان المناسب لوضع الجهاز بالحفر قريبًا منه ، ولكن ليس فى نفس المكان الذى يوضع فيها الجهاز .

ويكون المكان المناسب لتثبيت الجهاز فى نظم الرى المختلفة كما يلى :

١ ـ فى حالة الرى السطحى عبر قنوات الخطوط أو المصاطب يثبت الجهاز رأسيا عند قمة ريشة الزراعة .

٢ ـ فى حالة الرى بالرش يثبت الجهاز فى أى موقع بحيث لا يَحُول حائل بينه وبين رشاشات المياه .

٣ ـ فى حالة الرى بالتنقيط يثبت الجهاز على بعد ٣٠ ـ ٤٥سم من النقاط .

ويتم تثبيت الجهاز بطريقة صحيحة بوضع قمّته المصنوعة من السيراميك فى حفرة سبق تحضيرها بحيث تكون جدران قمة الجهاز على اتصال وثيق بالتربة والجذور . ويتم إعداد الحفر التى يصل عمقها إلى ١٢٠سم ؛ وذلك بدقّ قضيب من الصلب

وذى طرف مدبب ، أو أنبوبة مجوفة ذات حافة جدارية حادة فى التربة حتى العمق المرغوب فيه . ويلى ذلك رفع القضيب أو الأنبوبة بعناية دون إثارة التربة . ويجب أن يكون القضيب أو الأنبوبة بنفس قطر ذراع جهاز قياس الرطوبة .

يدفع الجهاز حتى نهاية الحفرة ، مع الحرص على عدم دفعه من الجهاز نفسه ؛ حتى لا يكسر . ويلى ذلك ضغط التربة ـ عند السطح ـ حول الجهاز ، مع تجميعها قليلا حتى لا يتجمع الماء عند السطح وينزلق إلى أسفل بامتداد ذراع الجهاز .

ويلزم ـ عادة ـ مرور ٢٤ ساعة بعد تثبيت الجهاز فى التربة للحصول على أول قراءة .

ويتم تحريك أجهزة قياس الشد الرطوبى من مكانها إلى أماكن أخرى حسب الحاجة ، وهو ما يحدث بصورة روتينية فى المحاصيل الحولية . ويجب أن يتم رفعها من مكانها قبل الحصاد . كما يتم تغيير مكانها كل ٢ ـ ٣ سنوات فى حالة المحاصيل المعمرة ؛ لتجنب أى تأثير لها على النمو الجذرى . وتجدر الإشارة إلى أن طرف الجهاز المصنوع من السيراميك يفقد جزءًا من مساميته فى كل مرة يتم فيها تغيير موقع الجهاز ؛ وذلك بسبب ترسيب الأملاح فيه .

يلزم توفر جهاز واحد على الأقل أو جهازين فى كل موقع من الحقل يختلف فى قوام التربة ، أو النوع المحصولى المزروع ، أو الانحدار ، أو فى طريقة الرى .

كما قد يحتاج الأمر إلى وضع أجهزة على أعماق مختلفة فى كل موقع ، ويتوقف ذلك على عمق التربة وعمق الجذور . ولكن يكفى استعمال جهاز واحد مع المحاصيل التى لا يزيد تعمق جذورها على ٣٥ سم .

وتوضع أجهزة الشد الرطوبى عند العمق الذى يصل إليه النمو الجذرى . ويوضح جدول (٦ ـ ٩) بيان بالعمق المناسب لمحاصيل الخضر المزروعة فى أرضٍ طميية عميقة تُروى بطريقة الغمر . أما فى الأراضى الصحراوية فإن العمق المناسب يقل بمقدار ٢٥٪ عند اتباع طريقة الرى بالرش ، وبمقدار ٥٠٪ عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط .

تنظيم الرى من واقع قراءات الشد الرطوبى

عندما تكون القراءة صفرًا فإن ذلك يعنى تشبع التربة بالماء وتعرض الجذور لنقص الأكسجين . وتعد التربة رطبة جدا ـ بالنسبة لمعظم المحاصيل ـ عندما تتراوح القراءة بين صفر و ٥ سنتى بارًا . وتعد قراءة من ١٠ ـ ٢٥ سنتى بارًا مناسبة لمعظم المحاصيل . ومع ارتفاع القراءة عن ٢٥ فإن أعراض الجفاف تبدأ فى الظهور على النباتات الحساسة ،

وتلك التى تكون جذورها سطحية ، ولكن النباتات التى تتعمق جذورها لمسافة ٤٥سم أو أكثر لا تعانى نقص الرطوبة الأرضية قبل وصول القراءة إلى ٤٠ ـ ٥٠ سنتى بارًا .

جدول (٦ ـ ٩) : العمق المناسب لتثبيت أجهزة قياس الشد الرطوبى لمحاصيل الخضر النامية فى أرض طمية لا توجد بها عوائق أمام نمو الجذور .

المحصول	العمق المناسب (سم)		المحصول	العمق المناسب (سم)	
	المستوى الأول	المستوى الثانى		المستوى الأول	المستوى الثانى
الخرشوف	٤٥	٩٠	البروكولى	٣٠	٥٠
الكرنب	٣٠	٥٠	القاوون	٤٥	٩٠
الجزر	٣٠	٦٠	القنبيط	٣٠	٦٠
الخيار	٤٥	٩٠	الباذنجان	٣٠	٩٠
الثوم	٣٠	٦٠	الخس	٣٠	٦٠
الشمام	٤٥	٩٠	البامية	٤٥	٩٠
البسلة	٤٥	٩٠	الفلفل	٤٠	٧٥
البطاطا	٤٥	٩٠	الفجل	٣٠	–
السبانخ	٣٠	٦٠	الكوسة	٤٠	٧٥
الفراولة	١٥	٤٥	الطماطم	٤٥	٩٠
البطيخ	٩٠	١٢٠			

أما النباتات التى تتعمق جذورها لمسافة ٧٥سم ـ فى تربة طمية ـ فإنها لا تعانى نقص الرطوبة قبل وصول القراءة إلى ٧٠ سنتى بار . وفى الأراضى الثقيلة يمكن ألا تحتاج النباتات العميقة الجذور إلى الرى إلا بعد عدة أيام من وصول القراءة إلى ٧٠ سنتى بار .

ويفضل تسجيل ثلاث قراءات ـ على الأقل ـ بين الريات ؛ بحيث لا يزيد الفرق بين كل قراءتين عن ١٠ ـ ١٥ سنتى بارًا . وتؤخذ القراءات ـ غالبًا ـ ثلاث مرات أسبوعيا ، ولكنها قد تسجل يوميا إذا كانت الفترة بين الريّات أقل من أسبوع .

ويكون الهدف فى حالة الرى بالتنقيط المحافظة على أن تُعطى رطوبةُ التربةِ قراءةً تتراوح

بين ١٠ و ٢٥ سنتى بارًا . أما عند الرى السطحى أو بالرش ، فإن الرى يكون عند وصول القراءة إلى المستويات التالية :

المحصول	القراءة (بالسنتى بار) التى يلزم معها الرى
الكرنب والقنبيط	٦٠ - ٧٠
الطماطم	٦٠ - ٧٠
القرعيات	٥٠ - ٦٠
الجزر	٥٠ - ٦٠
البصل	٤٥ - ٦٥
الخس	٤٠ - ٥٠
البطاطس	٣٠ - ٥٠
الكرفس	٢٠ - ٣٠
الفراولة	٢٥ - ٣٥

ويمكن استعمال أجهزة قياس الشد الرطوبى فى أَتْمَتَة عملية الرى ، مع تغذية الحاسوب المستخدم بأية بيانات تتعلق بموعد بداية الرى وانتهائه ، والظروف التى لايستجيب فيها لبيانات موعد بداية الرى التى تعتمد على قراءة جهاز قياس الشد الرطوبى .

صيانة أجهزة قياس الشدّ الرطوبى

عندما يكون شد التربة للرطوبة منخفضاً فإن كمية الماء التى تفقد من الجهاز تكون منخفضة للغاية . أما عند جفاف التربة فإن شدها للماء يؤدى إلى سحبه من الجهاز ؛ مما يؤدى إلى توليد تفريغ ؛ الأمر الذى يصعب معه تجنب تسرب الهواء ـ من خلال مسام الخزف الموجود بطرفه المدفون فى التربة ـ إلى داخل الجهاز . وعند رى التربة فإن الماء يُسحب ثانية إلى داخل الجهاز، ولكنه لا يكون كافيا لملئه إذا كان الهواء قد دخل الجهاز .

ولذا . . فإن أجهزة قياس الشد الرطوبى تحتاج إلى إعادة ملئها بالماء على فترات ؛

حيث تلزم مراجعة مستوى الماء عند كل قراءة، مع إعادة ملئها بالماء إذا انخفض مستواه ـ عن السدادة ـ بأكثر من ٣ ـ ٥ سم . ويجب . . اختبار هذه الأجهزة ٣ ـ ٤ مرات سنويا باستعمال مضخة خاصة .

وأفضل وقت لإضافة الماء للجهاز بعد الرى، عندما يكون الماء قد سُحب جزئيا ـ بصورة طبيعية ـ إلى داخل الجهاز، حيث يكون التفريغ قليلاً، ويسهل معه رفع السدادة . وإذا لزم إضافة كثير من الماء يجب استعمال ماكينة تفريغ لسحب فقاعات الهواء .

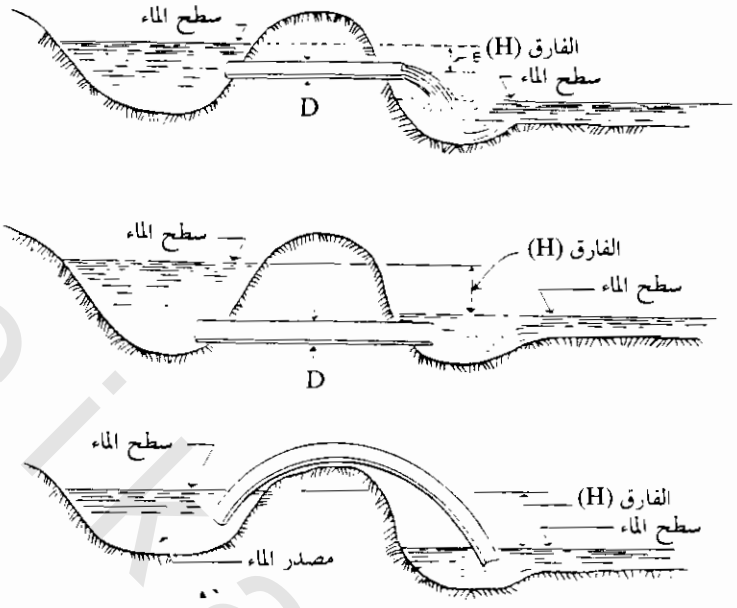
وتجدر الإشارة إلى أن تعرض الجهاز لدرجة حرارة التجمد يمكن أن يؤدى إلى تلف المقياس (عن Marsh ١٩٨١) .

طرق تقدير كمية مياه الرى المضافة

يستخدم فى نظامى الرى بالرش (جميع نظم الرش بما فى ذلك الرذاذى والمحورى) والرى بالتنقيط عدادات خاصة لقياس كمية المياه التى تدخل شبكة الرى . وبالمقارنة . . فإن كمية مياه الرى المضافة من خلال شبكات الرى بالغمر تحسب بمعادلات خاصة مع استعمال ممرات خاصة لتدفق المياه من خلال فتحات خاصة ؛ منها ما تعرف باسم الـ weirs ، ومنها ما تعرف باسم السيفونات Siphons ،وهى ما نتناوله بالشرح فى هذا المقام .

تستخدم السيفونات والأنابيب لنقل الماء من القناة الرئيسية إلى قنوات الخطوط ، ويفيد ذلك فى حساب كمية الماء التى يسمح بمرورها ، فضلا على التوفير فى الجهد المبذول فى عملية الرى لعدم الحاجة إلى عمل فتحات بين القناة الرئيسية وقنوات الخطوط (شكل ٦ ـ ٢١) . وتصنع أنابيب السيفونات والأنابيب المستقيمة من المعدن أو البلاستيك أو المطاط .

يتحدد مقدار تصرف الماء من السيفون أو الأنبوبة بكل من قطرها الداخلى والمسافة الرأسية بين سطح الماء عند مصدر الماء وعند قناه الخط (الفارق head) . وعندما لا يكون طرف السيفون أو الأنبوبة مغمورًا فى مياه قناة الخط يعتبر الفارق head هو المسافة بين وسط فتحة السيفون ومستوى سطح الماء فى المصدر . وتزود بعض

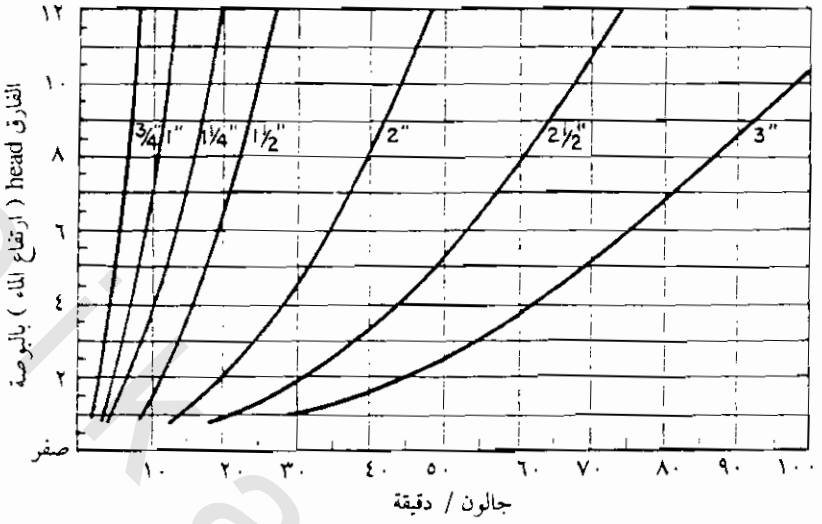


شكل (٦ ـ ٢١) : السيفونات Siphons والأنابيب Pipes فى أوضاعها المختلفة ، وطريقة حساب الفارق الرأسى head (أو H) فى كل حالة ، علما بأن D هى قطر أنبوبة السيفون أو الأنبوبة الأفقية من الداخل .

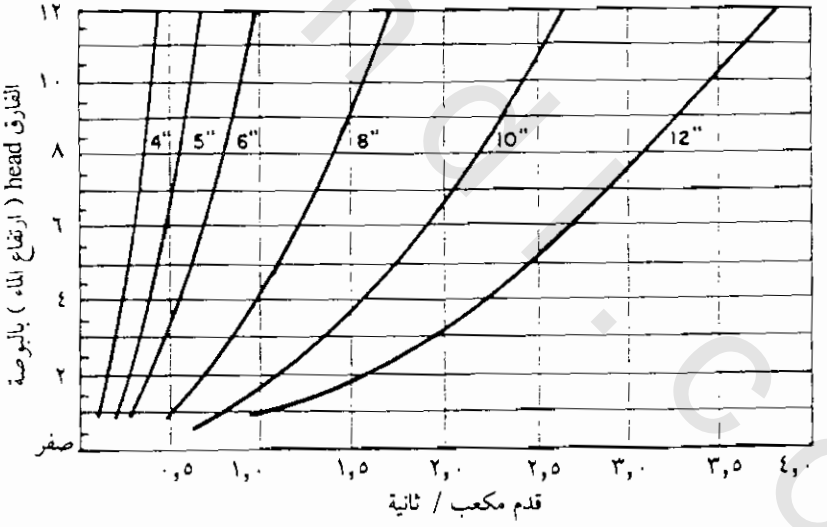
السيفونات بنهايات يمكن تحريكها adjustable slide gate ؛ وبذلك يمكن التحكم فى الفارق الرأسى ؛ ومن ثم فى معدل تصرف الماء .

وتبين أشكال (٦ ـ ٢٢ ، و٦ ـ ٢٣) معدل تصرف المياه من السيفونات ، والأنابيب الأفقية ـ على التوالى ـ عند اختلاف قيمة كل من قطر السيفون أو الأنبوبة والفارق الرأسى (H) (عن Scott & Houston ١٩٨١) .

معدل التصرف من سيفونات صغيرة (قطر السيفون بالبوصة)

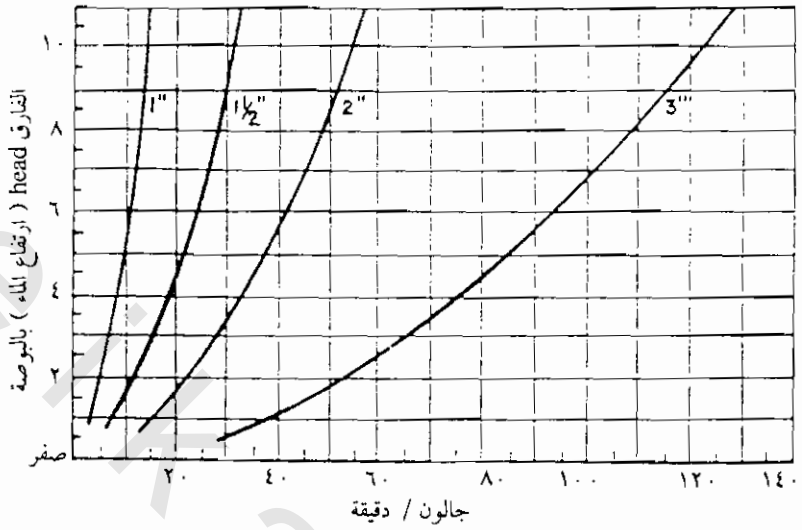


معدل التصرف من سيفونات كبيرة (قطر السيفون بالبوصة)

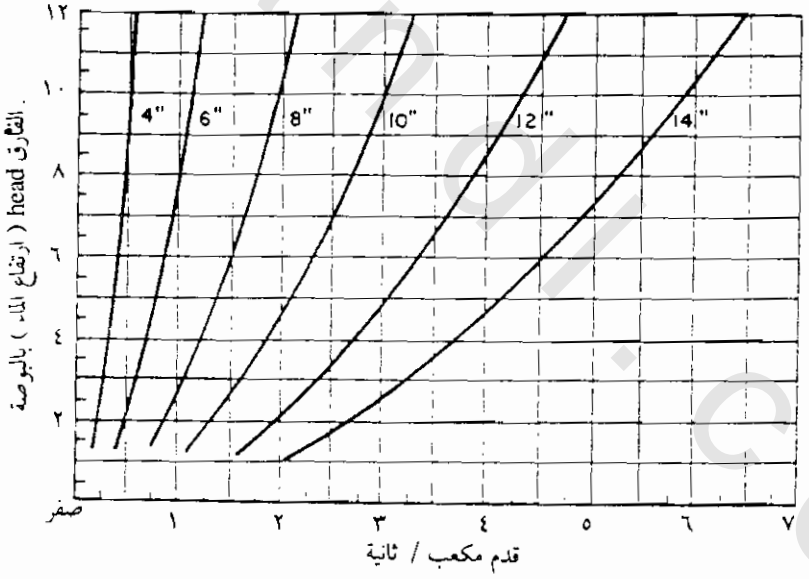


شكل (٦ ـ ٢٢) : معدل تصرف الماء من السيفونات الصغيرة (الرسم العلوى) والكبيرة (الرسم السفلى) .

معدل التصرف من أنابيب صغيرة (قطر الأنابيب بالبوصة)



معدل التصرف من أنابيب كبيرة (قطر الأنابيب بالبوصة)



شكل (٦ ـ ٢٣) : معدل تصرف الماء من الأنابيب الأفقية الرفيعة (الرسم العلوى) والسميكة (الرسم السفلى) .