الفصل الثالث

طرق الرى

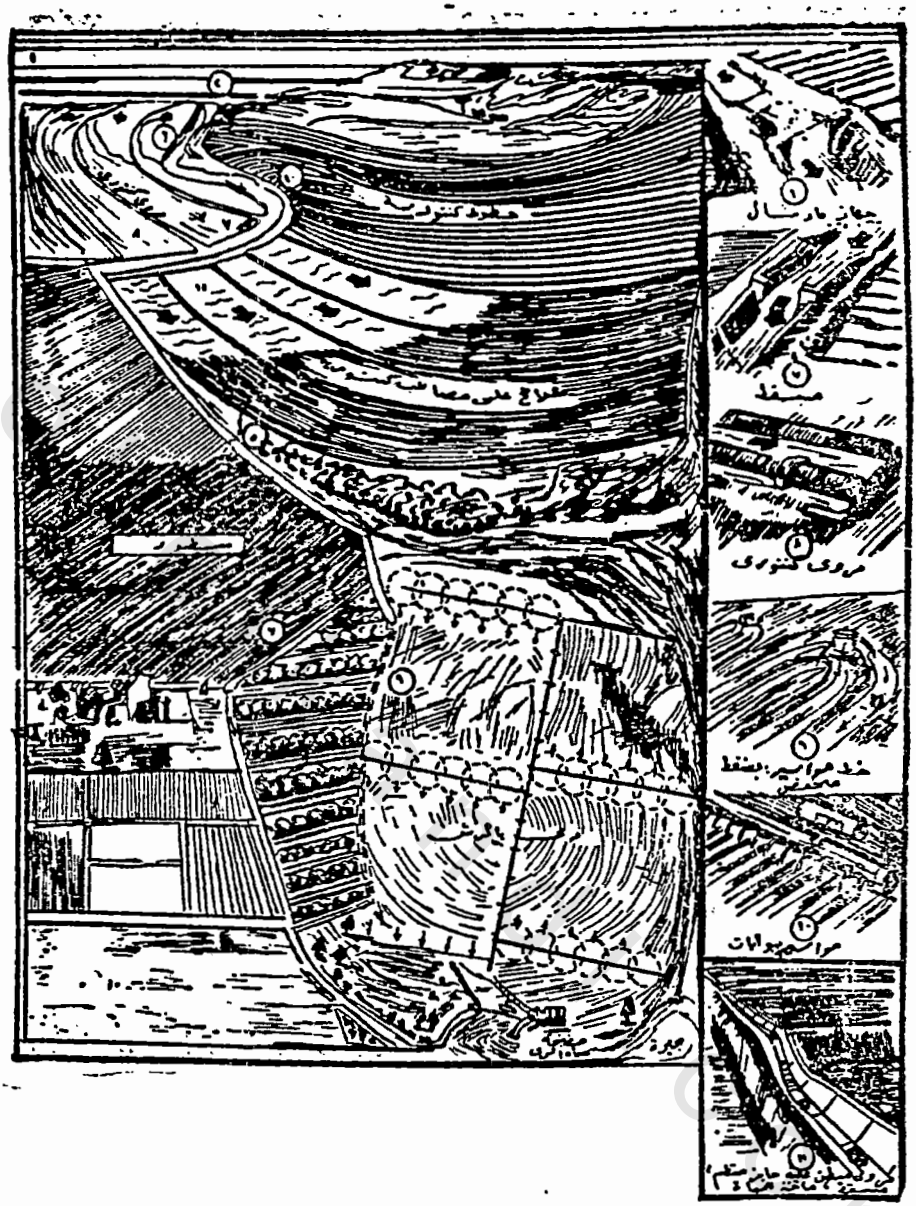
مقدمة : Introduction

كثيرا من المزارعين لا يختارون برى زراعاتهم بالدرجة التى تعود عليهم بمحصول مناسب عندما تتوفر لديهم مياه الرى بالقدر الثابت ، ومع ذلك فانهم كثيرا ما يسرفون فى إستخدام هذه المياه . وقد يتوفر لهم ذلك عندما يصعب التحكم فى مياه الرى بحيث تزيد تكلفة المحافظة عليها عن العائد المنتظر نتيجة للحد من الاسراف فى استهلاكها ، أو إمكانية إعادة إستخدام هذه المياه فى مزارع أخرى أو تحسين خواصها ونوعيتها . وغالبا ما يعتبر الرى الزائد عن الحاجة مكلفا أو ضار أو كليهما . ففى معظم طرق الرى السطحى يحتاج الأمر والحال هذه إلى زيادة فى سعة المجارى المائية ، مما يرفع من تكلفة إنشائها وتشغيلها وصيانتها . كما ينطبق ذلك أيضاً على المصادر المائية الجوفية ، إذ ترتفع تكلفة ضخ المياه واستهلاك الطلمبات والمعدات . ونتيجة لزيادة عدد الريات أو طول زمنها ترتفع العمالة وتزداد تكلفتها ، هذا بخلاف النقص المنتظر فى المحصول نتيجة لازالة جزء من المواد الغذائية مع مياه الرشح أسفل منطقة نمو الجذور أو لسوء التهوية وانتشار الأمراض الفطرية التى تصيب الجذور . كما لا يخفى العبء الواقع على أجهزة الصرف سواء السطحى أو الجوفى والتى فى غيابها يرتفع مستوى الماء الأرضى حاملا الأملاح إلى سطح الأرض تحت ظروف المناطق الجافة ونصف الجافة مما إلى تدهور الأرض الزراعية .

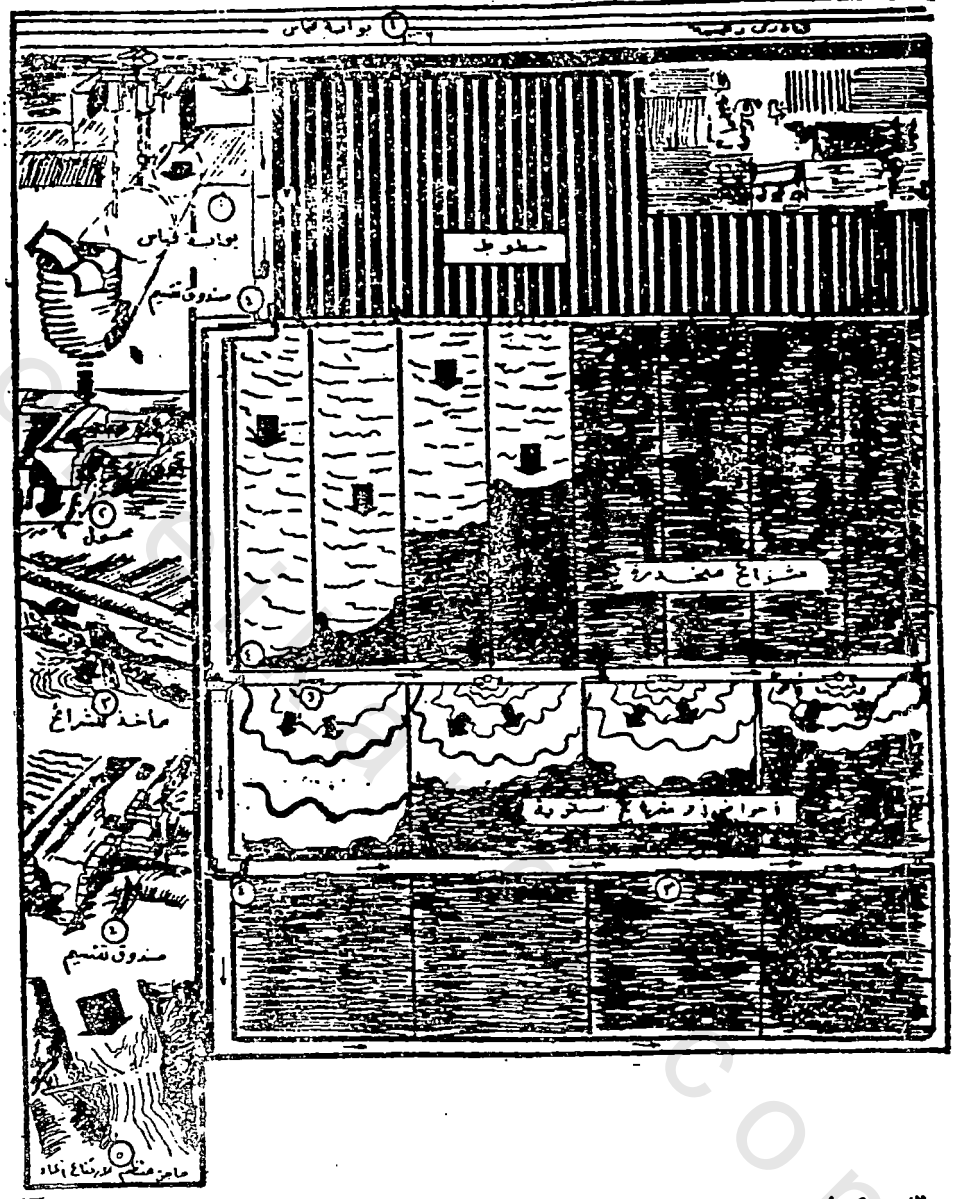
والحكم على جودة نظام الرى يجب أن تأخذ فى الاعتبار مدى كفايته Adequecy وكفاءته Efficiency . وتعتبر عملية الرى كافية عندما تحافظ على بقاء الماء متيسراً عند سطوح الامتصاص بالجذور . هذا يعنى رى الأرض قبل استنفاذ كل الماء المتيسر بها وبكمية لا تتعدى سعتها التخزينية Storage capacity بمنطقة نمو الجذور . ومع أن هناك العديد من العوامل المحددة لموعد الرى وكميته إلا أن هناك دائماً أساساً منطقياً لاخذ هذه القرارات . وإذا ما تحددت الكمية الواجب إضافتها فان تحقيق كفاءة الرى يمكن الوصول إليه بتلافى الفقد فى مياه الجريان السطحى Surface runoff ، وكذلك التسرب الجوفى Deep percolation أسفل منطقة نمو الجذور . وعلى كل فانه يمكن الاقلال من الفقد بالتسرب الجوفى إذا ما أضيفت مياه الرى بالقدر المتوسط وبمعدل متجانس فوق الأرض ، مما يبرز أهمية تحقيق متجانس عند إضافة ماء الرى .

وبجانب العاملين السابقين للاقلال من فقد الماء بالصرف وتجانس توزيعه فانه يجب على المزارع الاحتياط مما يحيق بمحصوله نتيجة لبقاء الماء على سطح الأرض لفترة طويلة أو زيادة محتواها الرطوبى ، كما أنه بالمناطق الشديدة الانحدار كثيراً ما تتعمد الحصوبة بها على تجنب إزالة الطبقة السطحية بالتعرية بالأمطار أو الرى وكذا الحد من تجمع الأملاح بمنطقة الجذور .

وهناك طرق عديدة للرى يمكن المزارعين إختيار أى منها أو إحداث تحوير بها لتلائم بذلك ظروفهم الخاصة . غير أن سوء اختيار أو تصميم النظام المقترح للرى يؤدى بلاشك إلى كفاءة منخفضة وسوء إستغلال لمياه الرى . ويبين الشكل رقم (٦٠) ، والجدول رقم (٢٥) طرق الرى الرئيسية وما يتبعها من تعديلات أو تحويرات كما عرضها Herdereon وسنحاول فيما يلى مناقشة الأسس



شكل ٦٦ - طرق الري المختلفة والإنشاءات



اللازمة لتوزيع مياه الري.

الإرلية للثلاث طرق الرئيسية وما يتفرع منها مع بيـــان مدى ملائمة كل منهـــا ومزاياه وعيوبه وسوف نفرد فصلا خاصاً لتقييمها . هذا ومن الضروري توفر المرونة لمعظم نظم الري إذ تتغير كميات المياه المضافة تبعاً لنوع المحصول المزروع ومرحلة نموه . كما أن انتاج مختلف المحاصيل بالدورة الزراعية قد يستدعي طرقاً خاصة لري كل منها أو تغيير معدل إعطاء الماء وفترات إضافته . وعموما فان تصميم نظام ري متكامل بالمزرعة لابد وأن يكفل بكفاءة عالية تحقيق ما يلي :

١ - توصيل مياه الري لكل جزء من المزرعة عند الاحتياج .

٢ - توصيل الماء بكميات كافية لاحتياج النبات في موسم أقصى إحتياج .

٣ - تنظيم وإحكام رقابة توزيع مياه الري .

٤ - قياس مياه الري الداخلة للمزرعة .

٥ - تقسيم مياه الري إلى الحقول حسب إحتياجاتها .

٦ - التخلص من مياه الصرف الزائدة .

٧ - إمكانية إعادة استخدام المياه الزائدة .

٨ - السماح بحرية الحركة للآلات الزراعية وكذلك عمليات الخدمة الآلية .

٩ - تجانس توزيع الري على سطح الأرض بالحقول .

١٠ - إختيار الطريقة الملائمة للري حسب المحصـــول والطبوغرافيا والأرض وكميات المياه .

١١ - ضمان عدم تعرض سطح الأرض للتعرية ، أو تكون ملوحة أو ألوبة أو سوء تهوية .

جدول ٢٥ — تقسيم طرق الرى

I — Surface irrigation	I ـ الرى السطحى
Flooding methods	(ا) طرق الغمر
Ponding or Basin methods	طرق الأحواض
1 - Rectangular basins	١ ـ الاحواض المستطيلة
2 - Contour basins	٢ ـ الاحواض الكنتورية
Flooding with flowing water	الغمر بالانسياب
1 - Free flooding	١ ـ الغمر الحر
2 - Border or strip check	٢ ـ الشرائح
Furrow methods	(ب) طرق الخطوط
Conventional furrows	الخطوط العادية
Furrow modifications	الخطوط المعدلة
1 - Corrugations	١ ـ السطور
2 - Contour furrows	٢ ـ الخطوط الكنتورية
3 - Zig Zag furrows	٣ ـ الخطوط المتعرجة
4 - Check back furrows	٤ ـ الخطوط المرتدة
5 - Broad furrows	٥ ـ الخطوط العريضة
6 - Cluster furrows	٥ ـ الخطوط المتجمعة
7 - Basin furrows	٦ ـ الخطوط الحوضية
II - Subsurface irrigation	II ـ الرى تحت السطحى
Ditch systems	نظام القنوات

obeikandl.com

Field ditches	القنوات الحقلية
Spusd ditce	القنوات الضيقة الرأسية الجوانب
Ditch and mo e systems	نظام القنوات مع المواز
Under ground mole	نظام المواز تحت السطحية
III - Sprinkler irrigation	III - الرى بالرش
Systems util zing late·als	نظم مستفيدة لخطوط فرعية
Portable systems	نظم متنقلة
Sieml - po:table systems	نظم نصف متنقلة
Solid systems	نظم ثابتة
Parmaneat systems	نظم مستديمة
Boom sy:tems	نظم ذات الضغط المرتفع
Ditch and large nozzle systems	نظم القنوات مع الرشاشات الكبيرة

الرى السطحى Surface irrigation

تعرف طرق الرى السطحى بأنها تلك الطرق التى يضاف بها الماء إلى سطح الأرض فيغمره أو ينساب فوقه : وتعتبر من أكثر طرق الرى شيوعاً ، فجملة المساحة المروية بهذه الطرق تفوق بكثير تلك المروية بالرش والرى تحت السطحى وتشتمل هذه الطرق السطحية فيما بينها على مجموعة من الأسس التطبيقية الرئيسية . ولضمان كفاءة هذه الطرق فإنه يجب على المزارعين الالمام بهذه الأسس الرئيسية . ووضعها موضع الاعتبار والتنفيذ .

عند إضافة ماء الرى للارض بأعلى نقطة منها فإن جزء من هذا الماء يتسرب للارض ويتقدم الباقى فى إتجاه الميل ولكن بمعدل متناقص نتيجة لتسرب الماء للأرض . لذا فإننا نتوقع صعوبة تجانس توزيع مياه الرى تحت هذه الظروف نتيجة لذلك فإن قدراً كبيراً من الماء يتسرب للأرض عند بداية موضع الرى عنه عند نهايته . ومع أن ذلك هو الاتجاه العام إلا أنه يمكن تجنب ذلك أو الحد منه بالدرجة التى تجعل الرى السطحى متناسبا فى تجانس توزيعه لماء الرى مع غيره من طرق الرى الأخرى . وقد يتعذر ذلك كلية فى بعض أنواع الأراضى العالية النفاذية ويبدو حاليا أنه من الصعب تحديد قيم عديدية لتوامل المؤثرة على تجانس توزيع مياه الرى المضافة حتى يمكن العمل على التحكم فيها أو تعديل تصميم نظام الرى فى ضوئها وعموما فإنه يمكن بطريقة وصيفية معرفة بعض هذه العوامل وقد يمكن المزراعين السيطرة على جزء منها بينما يخرج الجزء الآخر عن إرادتهم .

وهناك ثلاث عوامل مشتركة بين كل طرق الرى السطحى وهى حجم التصرف المائى Stream size ، المساحة المروية ، معدل التسرب . ولضمان تجانس توزيع مياه الرى يجب تعديل حجم التصرف المائى والمساحة المروية فى ضوء معدل التسرب بحيث يمكن هذا التصرف لتغطية سطح المساحة المروية قبل أن يتسرب جزء كبير عند بداية موضع الرى عنه عند نهايته . وعلى هذا نرى أرض ذات نفاذية مرتفعة كثيرا ما نلجأ إلى استخدام تصرف كبير أو رى مساحة صغيرة أو كليهما وتزداد أهمية هذه العوامل الثلاث فى حالة الرى بالأحواض ولا سيما الأحواض الصغيرة . أما طرق الرى التى يسير فيها الماء لمسافات طويلة فوق سطح الأرض فان العوامل المؤثرة فى سرعة إنسيابه تصبح مهمة كذلك . ويعتبر انحدار الأرض أحد هذه العوامل ، أما العوامل الأخرى فتشتمل على تلك التى

تعيق تقدم الماء مثل تضاريس السطح ، وجود الغطاء النباتى ومدى كثافته بالمجرى المائى . وترجع أهمية هذه العوامل إلى امكانية زيادة المساحة المروية بالنسبة للزمن والتصرف المتوفر مع وجود العوامل المؤدية إلى سرعة إنسياب الماء فوق سطح الأرض (انحدار شديد ، سطح منتظم ، قلة كثافة الغطائى النباتى) .

ويؤثر معدل التسرب بدرجات متفاوتة فى تجانس توزيع مياه الرى بقطاع الأرض . فى الأراضى العالية النفاذية قد يؤدى بقاء الماء فوق سطح الأرض عند بداية موضع الرى ضعف مدته عند نهايته إلى تسرب ما يقرب من ضعف كميته فى أول موضع الرى عنه عند نهايته هذا بالرغم من انخفاض معدل التسرب مع الزمن فى الأراضى الثقيلة القوام ذات النفاذية البطيئة وحيث يتسرب معظم الماء عن طريق الشقوق نجد أن الانخفاض السريع فى معدل التسرب مع الزمن نتيجة لانتفاخ حبيبات الأرض وغلق الشقوق والمسافات غالبا ما يقلل من تأثير فترة بقاء الماء على سطح الأرض على تجانس توزيعه . بمعنى أن تجانس توزيع مياه الرى بالقطاع يكون أكثر إحتمالا فى هذا النوع من الأراضى عنه بتلك المرتفعة النفاذية . كذلك يؤثر مقدار الماء المتبقى على سطح الأرض بعد تحويل مياه الرى إلى تجانس توزيع الرطوبة بالقطاع . وفيما عدا الرى بالأحواض الصغيرة فان هذا القدر من الماء سوف ينساب عادة فى اتجاه الميل قبل تسربه للأرض مما يؤدى إلى احتمال تجانس توزيع مياه الرى . غير أن ذلك يتوقف على العوامل المؤثرة على سرعة إنسياب الماء فوق سطح الأرض ، فعندما تقل السرعة يزداد حجم الماء المنساب وبالتالى حجم الماء المتبقى فوق سطح الأرض ء . قطع أو تحويل الماء

ومن هذا نرى أن كفاءة الرى السطحى ترتبط بكثير من العوامل المتداخلة والتى يصعب تقديرها أو فصلها . ولذلك يجب تقييم نظام الرى باستمرار ويعتبر تقدير قيمة كفاءه إضافة الماء Water application efficiency أحد وسائل التقييم وتعرف هذه الكفاءة بانها نسبة الماء المخزون بالقطاع بمنطقة نمو الجذور Volume stored in the root zone إلى حجم الكلى المنصرف للحقل Total volume delivered to the field . ويقدر المـــاء المخزون من معرفة الرطوبة الأرضية قبل وبعد الرى . وتعكس كفاءة إضافة الماء هنا تأثير الفقد بالجريان السطحى والتسرب العميق والبخر هذا ويجب الحذر عند استخدام طريقة التقييم هذه إذ يمكن عند إعطاء كميات قليلة من الماء بالرغم من سوء تجانس توزيعها أن يحصل على قيمة مرتفعة للكفاءة ولكنها غير واقعية . وفى ضوء معلوماتنـــا عن كفاءة إضافة الماء فإن عدم التجانس سيؤدى إلى زيادة فقد الماء مع تكرار الرى فى جانب من الأرض وجفاف فى الجانب الآخر تبعـــاً لطول الفترة بين الريات . وإذا ما أمكن تقدير الفقد بالجريان السطحى أو تقليله وكذلك تقدير متوسط عمق الماء المضاف (عمق كاف لا يزيد عن السعة التخزينية للارض) فإنه يمكن تحديد كفاءة الرى بتقييم مدى تجانس توزيع الرطوبة بالقطاع ومع أن تقدير الرطوبة مع العمق تعتبر هى الطرق المثلى لايجاد مـــدى تجانس توزيع الرطوبة مع العمق بالأرض إلا أنه يمكن أخذ فكرة أولية بملاحظة الزمن الذى يستغرقه بقاء الماء فوق سطح الأرض . فاذا ما تساوى معـــدل التسرب عند اجزاء مختلفة بسطح الارض ويبقى عليها الماء لفترات متساوية فعنى ذلك تساوى عمق الماء المتسرب للارض مع ملاحظة تأثر معدل التسرب بالزمن . ولهذا فإن ضمان توزيع الرطوبة بطريقة متجانسة بقطاع الارض

يستدعى بقاءه فوق السطح لعدد الفترة الزمنية مع فرض تساوى معدل التسرب وتجانس الارض .

ومن ضرورة معرفتنا للاهمية الاساسية لمعدل التسرب فى تقييم وتنفيذ طرق الرى السطحى إلا أنه يجب ربطها بمقدار الماء المضاف . فقد يمكن تحقيق كفاءة إضافة عالية عند الرى السطحى لارض متوسطة الارتفاع نفاذيتهـــا ومنزرعة بنبات متعمق الجذور كالبرسيم الحجازى بينما يصعب تحقيق هـــذه الكفاءة عند زراعتها بنبات سطحى الجذور إلا إذا استخدمت الاحواض الصغيرة) مما يعكس تأثير عمق المجموع الجذرى وعلاقته بكمية الماء المضافة . ولهذا فإن هناك بعض المزايا لاعتبار نسبة عمق الماء المضاف إلى معدل التسرب بدلا من معدل التسرب للوصول إلى تحديد زمن الرى أى الزمن اللازم لبقاء الماء المضاف فوق سطح الارض . وقد يكون من الصعب الانتهاء من الرى فى زمن قصير اللهم إلا فى حالة الرى بالاحواض أو الرى بالرش أو بالخطوط القصيرة . أما إطالة زمن الرى لاكثر من يوم أو يوم ونصف فإنها تؤدى إلى زيادة الفقد بالجريان السطحى من نهـــاية الارض المروية علاوة على الاضرار الناتجة عن سوء التهوية والامراض الفطرية

الرى بالغمر Flood Irrigtion

الاحواض المستطيلة Rectangular basins

تعتبر طريقة الرى بالغمر من أبسط طرق الرى السطحى فى فكرتها وتصميمها . إذ يقسم الحقل إلى وحدات صغيرة محاطة بجسور من جميع الجهات لتحصر بينها أرضاً مستوية لا يزيد أقصى ارتفاع بها عن ٦ سم يملأ الحوض بالماء للارتفاع المطلوب ويترك ليتسرب خلال سطح الارض أو يصرف الزائد منه .

وتنقسم الأحواض المستخدمة حسب سعتها وشكلها إلى الأحواض المستطيلة وهى غالبا صغيرة الحجم كالمبينة بالشكل رقم (٦٧) والأحواض الكنتورية الكبيرة

شكل ٦٧ - طريقة الرى بالغمر بالأحواض

Basin Irrigation

الحجم . وتعمل الأحواض المستطيلة بمجموعة من البتون المستقيمة المتعامدة مع بتون أخرى . وكما سبق أن ذكرنا فهذه الأحواض تملأ بسرعة عند إرتفاع نفاذية الأرض وقد يستدعى ذلك رى كل منها على حدة مما يزيد من تعقيد عملية الرى . ولتنفيذ هذه الطريقة يعمل دروى بين الأحواض ثم تتم عملية الرى على الطالع فتأخذ الأحواض الموجودة بنهاية المروى ماءها أولا ثم يقفل عليها ويحول الماء إلى التى فوقها وهكذا حتى تصل إلى تلك الموجودة بأول المروى . والملاحظ أن هذه الطريقة لا توفر التجانس المطلوب فى توزيع ماء الرى . إذ غالبا ما ترشح المياه من المروى إلى الأحواض المجاورة له ، وقد تتحسن الصورة إذا ما تم السرى بسرعة بكل حوض وهذا يستدعى صغر مساحة الأحواض وزيادة تصرف تيار الماء المستخدم فى الرى .

وفى الاراضى المنتظمة الاستواء يمكن عمل هذه الاحواض لتشغل مساحة كبيرة ، وحيث معدل التسرب تصبح الحاجة ماسة لاستخدام تيار كبير وسريع من ماء الرى . ولهذا توجد هذه الاحواض الكبيرة بالأرض ذات النفاذية المحدودة على أن تروى الاحواض كل على حدة إذا ما رغبه فى الرى السريع وضمان تجانس توزيع الرطوبة بالقطاع . أما إذا كانت الأرض ذات نفاذية محدودة أو يتسرب الماء خلالها سريعا فى بده الرى فقط فيمكن ملئها ثم صرفها بعد زمن محدد فى الحوض التالى لها علاوة على مياه الرى الداخلة إليه ... وهكذا . هذا ويمكن التخلص من الماء الزائد بالأحواض فى الأرض المستويه بصرفة فى المروى والتى تعمل عميقه لهذا الغرض .

الاحواض الكنتورية Contour basins

تعمل هذه الأحواض بإقامة بتون فى إتجاه خطوط الكنتور على أن لا يزيد فرق الكنتور بينها عن ٦ سم عادة ثم تقام البتون العرضية مستقيمة لتحدد مساحة الحوض وهـــو أكبر من النوع السابق . وتروى هذه الأحواض من المراوى الكنتورية Contour ditches الموجودة على مسافات من ١٥ إلى ٦٠ مترا أو أكثر متوقفا على ميل الأرض ومدى إستوائه ، قوام وعمق الارض ، حجم التيار المائى ، طبيعة المحصول ونوعه ، ويتدر فى هذه الطريقة تســوية سطح الأرض مما يؤدى إلى إختلاف معدل تقدم الماء بالأحواض وعمق الماء المضاف وبالتالى انخفاض الكفاءة . ولذا فيستحسن إجراء بعض التسوية للاقلال من عدم إنتظام المسافة بين البتون . وقد اثبتت هذه الطريقة صحتها لرى أشجـار الفاكهة المنزرعة على السفوح بالمناطق المعتمدة أساسا على المطر عند تطبيق نظم الرى عليها .

وتعتبر طريقة رى الارز تحويرا لهذه الطريقة إذ تغمر الاحواض العليا بالماء ثم يترك الزائد منه ليغساب من فوق بوابات يتحدد إرتفاعها بارتفاع الماء المطلوب بقائه بالاحواض ثم يجمع الماء الزائد من نهاية آخر حوض ويعاد إستخدامه . وهكذا نرى أن الانواع المختلفة للأحواض تناسب ظروفا شتى فالرى بالاحواض الصغيرة الحجم قد يكون البديل الوحيد للرى بالرش لضمان الحصول على كفاءة فى الرى بالاراضى المرتفعة النفاذية . ومن الناحية الاخرى حيث يمكن عند الرى بالاحواض الكبيرة التحكم فى بقاء الماء على سطح الارض لفترة طويلة فان هـذه الطريقة تصلح للأراضى البطيئة النفاذية ليتسنى بذلك الوقت الكافى لتسرب الماء .

وتستخدم الاحواض الصغيرة الرى على ميـول حتى ١ ٪ (وفى بعض الاحيان حتى ٣ ٪) بحيث لا يتعدى فرق الارتفاع بالحوض الواحد عن ٦ سم وإذا ما استخدمت نفس هذه القاعدة نجد أن الاحواض الكبيرة يقصر استخدامها على الاراضى المستوية السطح . وتتميز هذه الطريقة عن غيرها من طرق الـرى السطحى بامكانية إستخدامها لرى أرض متموجة ومختلفة المنسوب لا سيما عند حمل توزيع المياه بخط مواسير ذات ضغط منخفض ولو أنه يحسن فى كثير من الأحيان إجراء بعض التسوية لتمهيد سطح الارض والحصول على انتظام فى إتجاه البتون .

ويحتاج الرى بالأحواض إلى تصرفات أكبر مما يحتاجه الرى بالرش أو الخطوط . وقد يتعذر تنفيذ هذه الطريقة نتيجة لعدم كفاية التصرف المائى المتوفر أما عند توفره فيتحدد حجم الاحواض إما بالطبوغرافيا أو معدل التصرف . هذا ويراعى تعديل مساحة الحوض بالنسبة لحجم التصرف المائى بحيث يكون

معدل إعطاء الماء مساو على الأقل ١٠ مرات قدر معدل التسرب . فعلى فرض أن معدل التصرف يساوى ٢٨ لترا فى الثانية (قدم مكعب فى الثانية) ومتوسط معدل التسرب ٥ سم فى الساعة (٢ بوصة فى الساعة) فإن مساحة الحوض يجب ألا تتعدى ١/٢٠ من الفدان . وذلك لأن معدل التصرف سوف يسمح بتراكم الماء بارتفاع قدره ٢٫٥ سم فى الساعة للفدان أى ما يوازى ٥٠ سم فى الساعة لمساحة قدرها ١/٢٠ من الفدان . وفى غياب المعلومات المتوفرة عن معدل التسرب فإنه يمكن بالتقريب استخدام هذه العلاقة ومساحة الحوض بالأراضى الرملية ١/٢٠ من الفدان لكل تصرف قدره ٢٫٥ سم فى الساعة للفدان (٢٨ لترا فى الثانية) ، أما مساحة الحوض بالاراضى الطينية لنفس التصرف فهى ١/٢ فدان .

وبالاراضى الجيدة الصرف والتغاذية تستخدم الأحواض الصغيرة لرى عديد من المحاصيل ولو أن استخدامها يقتصر على رى أشجار الفاكهة لاحتياجها إلى عديد من البتون المؤقتة والتى تزال مع العمليات الزراعية . أما الاحواض الكبيرة فهى أكثر شيوعا وتستخدم لرى كثير من المحاصيل ولا سيما تلك المتحملة لظروف الغمر بالماء وبطء تغاذية الأرض له .

وتعتبر تكاليف العمالة لمثل هذا النوع من طرق الرى مختلفة وتعتمد لحد كبير على حجم الحوض . فهى أعلاها عند الرى بالاحواض الصغيرة الحجم والتى تملأ على إنفراد لقصر الوقت اللازم لريها ما يستدعى وجود عمال رى مستديمين للملاحظة وتحويل المياه إلى أحواض جديدة والمرور على المروى لتصليح انهيار جسوره . أما الأحواض الكبيرة فاحتياجها للعمالة أقل ولاسيما تلك التى تملأ وتصرف الزائد بالأحواض المجاورة عن طريق بوابات خاصة .

أما أنواع البتون المستخدمة فى هذه الطريقة فهى نوعان : مستديم ومؤقت

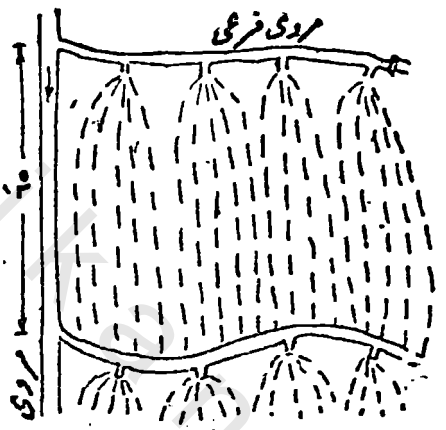
ويتم الدرع المؤقت إما لرية أو لموسم ويعمل بعرض ٦٠ - ١٢٠ سم وارتفاع ٩٥ إلى ٣٠ سم فوق سطح الأرض وتمثل هذه البتون صعوبة لسير الآلات الزراعية وعمليات الخدمة مما يستلزم هدمها واعادة إقامتها تبعا لسير العمليات الزراعية . أما بالنسبة للمحاصيل المستديمة فقد يكون أكثر إقتصادا إقامة هذه البتون لتبقى مستديمة على الأقل لفترة ثلاث سنوات . وهذه البتون تقام بعرض ٢٤٠ إلى ٣٠٠ سم عند قاعدتها وتميل جوانبها لتسمح بحركة الآلات الزراعية ومرورها فوقها

الغمر بالانسياب Flooding with flowing water

بينما يتم الرى بطريقة الأحواض بغمر سطح الأرض فى حيز محدود بالماء إلا أنه فى هذه الطريقة يوجه تيار الماء لينساب فوق سطح الأرض ليغطى معظم المساحة . وتختلف هذه الطريقة بصفة أساسية عن الطريقة السابقة حيث أن بقاء الماء هنا يرتبط بوجود تيار مستمر من الماء عند نقطة دخوله للأرض . وتؤدى البتون هنا وظيفة توجيه تيار الماء للحد من الحركة الجانبية على السطح وليست المساعدة على تراكم الماء على السطح وتجمعه كما هو الحال فى الأحواض فإذا ما أقيمت البتون متوازية متقيمة وأكثر تقاربا من بعضها من طول المقل أى قسمت الأرض إلى شرائح طولية ، سميت هذه الطريقة بالرى بالشرائح Border strip أما فى غياب البتون فتسمى بالغمر الحر Free Flooding أو الغمر الغير موجه Wild flooding . وتبين الأشكال رقم (٦٨) ، (٦٩) ، (٧٠) أنواعاً مختلفة من طرق توزيع الماء وانتشاره بالغمر الحر تبعا لاتجاه المروى بالنسبة لانحدار الأرض .

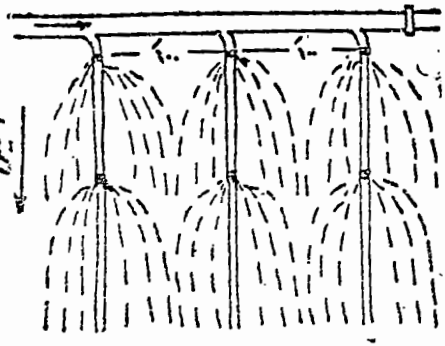
ويكون إستخدام طريقة الغمر الحر بالأراضى الجبلية لتنعومة السطح والغير

عيقة القطاع وحيث يتعذر على أصحاب الملكيات الصغيرة تطبيق غيرها من الطرق الحديثة الأكثر تكلفة ويحسن إجراء تمهيد لسطح الأرض وتحديد لخطوط الكنتور للمساعدة على تجانس انتشار ماء الري . هذا وتعمل المراوى الجانبية Laterals بميل يصل إلى ١ ٪ باتجاه خطوط الكنتور كما فى الشكل رقم (٦٨) وعلى مسافة

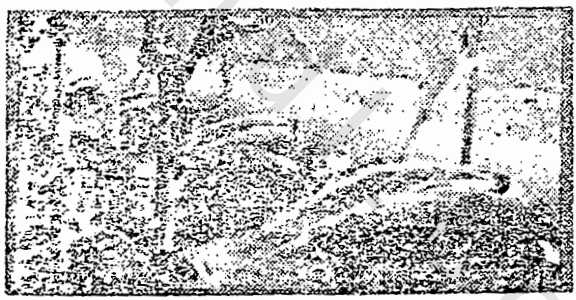


شكل ٦٨ - طريقة الرى بالغمر Free flooding من مروى فرعى كنتورى

تبعد عن بعضها حوالى ٢٠ إلى ٢٥ مترا ويوزع الماء من هذه الجانبيات على مسافات متقاربة تسمح بتلاقى الماء وغمره لمعظم مساحة السطح المروى على أن ينساب الماء الزائد باتجاه الميل إلى المروى الجانبى التالى . كما يمكن عمل المراوى الجانبية فى اتجاه الميل كما هو مبين بالشكل رقم (٦٩) وعلى مسافات تقرب من ٣٥ مترا ثم تؤخذ المياه من فتحات على جانبى المروى الجانبى وأبعاد تسمح بالانتشار الجانبى للماء وفى إتجاه الميل ، وقد يصعب فى الميول الشديدة الحصول على تجانس مقبول لهذا التوزيع الجانبى نظرا لاتجاه حركة الماء مع الانحدار مما يحدد من إستخدام طريقة التوزيع هذه فى الأراضى الشديدة الانحدار لتجنب تأثير التعرية وسوء توزيع مياه الرى . أما الطريقة الثالثة والمبينة بالشكل رقم (٧٠) فتبين



شكل ٦٩ - طريقة الرى بالغمر Free flooding من فرعيات
باتجـــاه إنحدار الأرض



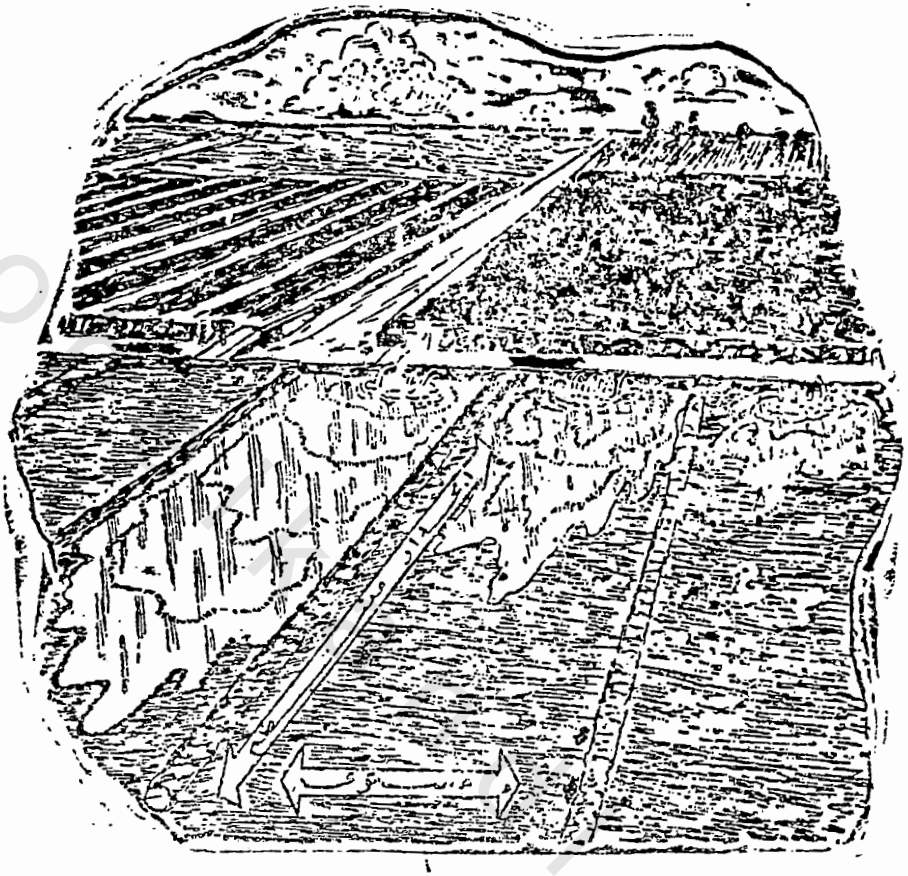
شكل ٧٠ - رسم تخطيطى يوضح موضع المروى الرئيسى والفرعيات واتجاه خطوط
الكنتور هذه الرى بالغمر باتجاه مائل على إنحدار الأرض

obeikandl.com

إتجاه المروى الرئيسى بأعلى كنتور وتؤخذ منه المروى الجانبية باتجاه مائل على خطوط الكنتور مما يسمح بزيادة سرعة الماء بها وسيره إلى مسافات طويلة دون خوف من حدوث تعرية المجرى المائى علاوة على إمكانية سير الماء وإنتشاره فوق سطح الارض لمسافات أطول من الطريقتين السابقتين مع احتمال أكثر لتجانس توزيعه . وتستخدم هذه الطريقة لرى مساحات شاسعة قد تصل إلى ١٠٠٠ فدان إذا ما صممت بطريقة سليمة . ويؤخذ على هذة الطريقة من طرق الرى كثرة تكاليف التشغيل والجهد إذا ما أريد غمر سطح الارض كله بالماء وقد لا يكون رى جميع المساحة المراد ريها أمرا سهلا دون تمهيد سطح الأرض . وبالنسبة للتكاليف الاولية لهذة الطريقة فانها تعتبر أقل الطرق تكلفة وقد تكون هى الوسيلة الوحيدة لرى الأراضى المنحدرة عند وفرة مياه الرى . وتصلح هذه الطريقة لرى كثير من محاصيل الحبوب الرفيعة والمراعى .

الرى بالشرائح Border Irrigation

يكثر إستخدام هذه الطريقة ويزداد إنتشارها لرى مساحات شاسعة من المحاصيل المتقاربة النمو Close growing crops وأحيانا لرى حدائق الفاكهة كما تستخدم هذه الطريقة لغسيل الاراضى الملحية . وتوصف طريقة الرى بالشرائح بأنها إضافة الماء لسطح الأرض المحدد بجنبين مستويه متوازيه تسمى Borders ridges levees والمساحة المروية والمعروفة بالشريحة Strip check . غالبا ما تكون معدومة الانحدار فى الاتجاه العمودى على الجنبين وإن كان ذلك لا يمنع من إنحدارها باتجاه الرى كما هو واضح فى الشكل رقم (٧١) . وقد تكون الجنبين مستديمة أو مؤقتة تبعا للمحصول المنزرع كما تختلف أبعاد الشرائح عرضا أو طولا باختلاف صفات الارض والمحصول المنزرع وتيار الماء المستخدم . ولا ينصح

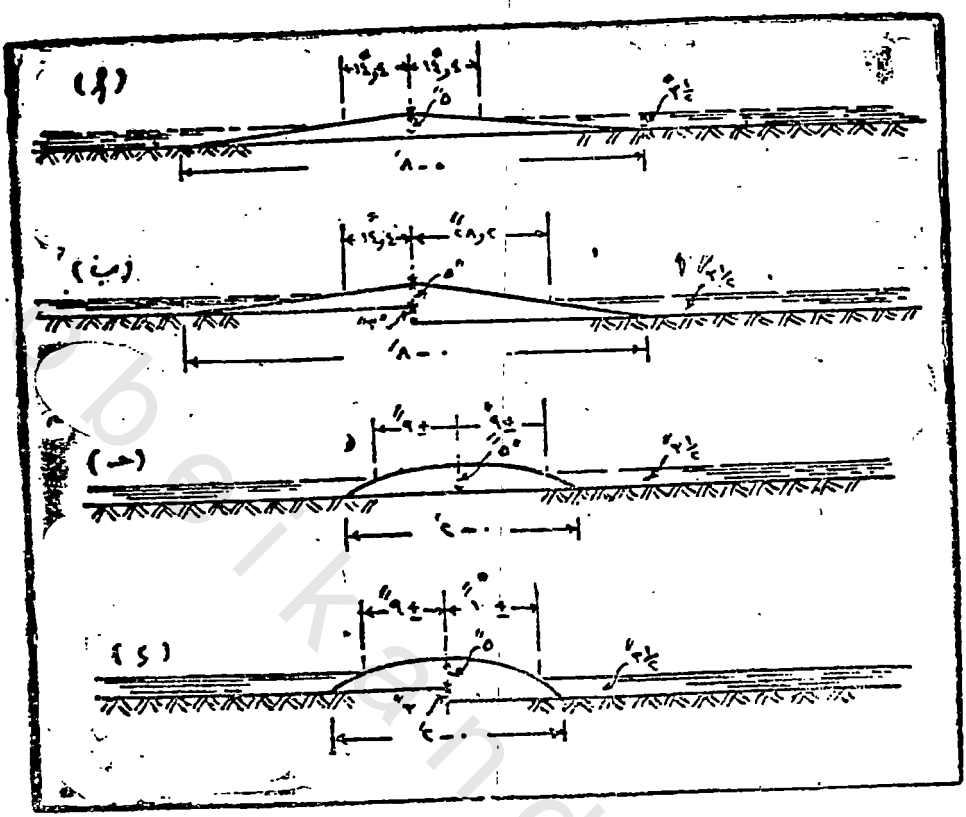


شكل ٧١ - طريقة الرى بالشرائح

عادة يوجد ميول بين البتون خصوصا لمسافة عشرة أمتار من بداية الرى . على أنه قد يسمح باختلاف بسيط حتى ٢ر٠٪ وذلك عندما يصل عرض الشريحة إلى ١٠ - ١٣ مترا أى حوالى ٣ سم على الأكثر بين البتون - فإذا مازاد الفرق عن ذلك فانه ينصح بتسوية البتون كل على حـــده . أما تقسيم الأرض إلى مصاطب Terraces عند الرى بالشرائح فعادة ما يؤدى إلى مشاكل خصوصا مع زيادة الفرق فى الارتفاعات بينها إذ يصعب مرور الآلات الزراعية من شريحة لاخرى كما يصعب التحكم فى المياه عند الرى لكل شريحة على حده خصوصا عند تشقق

البتون أن تهدمها وتمثل هذه المصاطب صعوبة خاصة عند تعاقب نظـام الرى بالخطوط مع الرى بالشرائح . أما إختلاف المنسوب بين الشرائح فى حدود ٦ - ١٠ سم فلا يعتد المشكلة كثيراً ولكن عند زيادته عن ذلك فيحسن تقسيم الأرض إلى مصاطب عريضة Benches حتى يمكن تلافى إختلاف المنسوب بالشرائح للقامة عليها . وقد يمكن عمل هذه المصاطب العريضة بجانب الترع أو المصارف أو غيرها من التقاطعات بالأرض الزراعية .

ويحسن تقسيم سطح الأرض إلى شرائح طولية ذات شكل مستطيل تتحدر فى إتجاه الميل الطبيعى للارض ، مع العلم بأن إجراء عمليات تسوية دقيقة أو تمهيد لسطح الأرض يساعد كثيراً على الرى بشرائح متساوية الاطوال . أما أقـل الاشكال كفاءة فهو المثلث لعدم تجانس أطوال الشرائح . وتفصل الشرائح عن بعضها بيتون تختلف فى أشكالها ومواصفاتها كما هو موضح بالشكل رقم (٧٢) ، غير أنها تشترك عند تصميمها وتنفيذها لمقابلة ثلاث إحتياجات رئيسية . فيجب أن تمدد وتوجه مسار الماء بكل شريحة على حدة وأن تسمح درجة إبتلالها بنمو المحاصيل عليها وأخيراً سهولة مرور آلات الخدمة والحصاد فرقها . فالبتون العريضة يحسن إستخدامها حيث يوجد ميل بسيط للارض فى الاتجاه العمودى عليها ، كما أن الميل الجانبى الطويل المتبسط يسمح للماء الموجود بالشرائح أن يرطب معظم مساحة سطح البتون علاوة على سهولة مرور الآلات الحصاد عليها وعرض هذه البتون عند قاعدتها حوالى ٢,٥ — ٣ أمتار وإرتفاعها بعد ثباتها حوالى ١٠ - ١٥ سم . أما البتون الضيقة فينصح بإقامتها عند زيادة الميل فى الاتجاه العرضى للشرائح حيث تزيد فرصة إبتلالها غير أنه يجب تثبيتها وتماسكها حتى يساعد ذلك على نمو المحصول بها . ويعاب على هذا النوع من البتون إعاقته لمرور الآلات الزراعية من شريحة الأخرى لشدة إنحداره إذ يبلغ عرض قاعدته حوالى



شكل ٧٢ - أنواع البتون ومواصفاتها .

أ - بتن عريض يفصل بين شريحتين متساويتى الارتفاع ،
ب - بتن عريض يفصل بين شريحتين مختلفتى الارتفاع ،
حـ - بتن ضيق يفصل بين شريحتين متساويتى الارتفاع ،
د - بتن ضيق يفصل بين شريحتين مختلفتى الارتفاع ،

٦٠ سم وارتفاعه ١٠ إلى ١٥ سم ، وهنا يحسن إنتهاء البتون قبل ٥ إلى ٧ أمتار من نهاية الشريحة حتى يمكن للآلات المرور من هذه المسافة إلى الشرائح المجاورة .

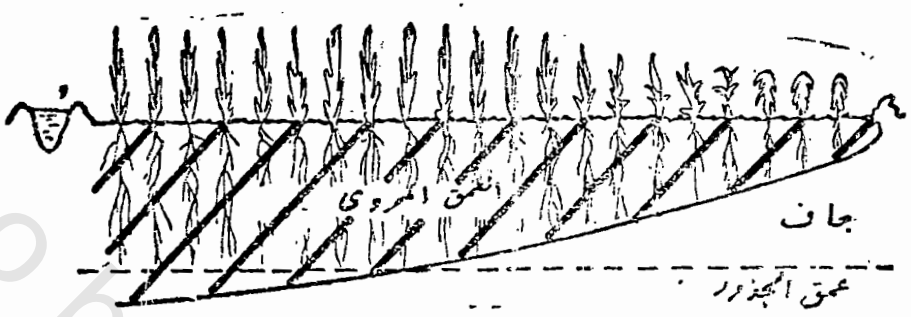
وفى المناطق التى يكثر بها الرياح تقام البتون باتجاه الريح وبالتالى يتحدد إتجاه الشرائح وذلك للاقلال من تداخل تأثير الرياح عند الحصاد بالآلات .

وكما فى الرى بالأحواض فان الرى بالشرائح يجب أن معدل تبعاً لحجم التبار المائى مع الأخذ فى الاعتبار لمعدل التسرب علاوة على العوامل المؤثرة على سرعة انسياب الماء على سطح الأرض (الميل Slope ، عدم الاستواء Roughness ، كثافة الغطاء النباتى Density) ويتراوح ميل الشرائح المزروعة بمحاصيل مشابهة للجسيم الطباشيرى من ٠,١٥ ٪ كحد أدنى إلى ٠,٥ ٪ كحد أعلى . على أن يتراوح الميل الموصى به بين ٠,٢ إلى ٠,٣ ٪ . ويعتمد أقصى ميل مسموح به على قابلية الأرض للتعرية Erodability والمسافة بين البتون . فالأراضى الطينية أقل قابلية للانجراف من الأراضى الطميية . كما أن الشرائح الضيقة Narrow عادة ما تروى بتيار مائى صغير مما يقلل من فرصة عمل مجارى مائية بالأرض . وعلى هذا فيمكن رى أرض طينية انحدارها ٠,٥ ٪ دون خوف من حدوث تعرية لها باستخدام شرائح عرضها حوالى ٧ أمتار . أما محاصيل المراعى Pastures وما شابهها فتروى بهذه الطريقة بنجاح على ميول تتراوح من ٠,١٥ إلى ٠,٥ ٪ كحد أدنى الى حوالى ٥ ٪ كحد أعلى . ويتوقف الحد الأدنى على نفاذية الأرض ، فهو ٠,١٥ ٪ عندما تنخفض النفاذية ، ٠,٥ ٪ عندما تبطء النفاذية لدرجة كبيرة نتيجة لوجود طبقات صماء بالقطاع . وقد تساعد النفاذية البطيئة على الصرف الداخلى للأرض المستوية مما يسمح بريها بهذه الطريقة ، أما اذا تعذر الصرف الداخلى فيجب ألا يقل انحدار الشرائح باتجاه الرى عن ٠,٥ ٪ وهنا يراعى تضييق عرض الشرائح وصغر حجم التصرف المائى الداخل فيها . ويساعد تجانس وانتظام انحدار سطح الأرض على كفاءة توزيع مياه الرى . أما اذا تعذر ذلك فقد تتجمع المياه بالمواضع المنخفضة وذات السطح المستوى مما يستدعى تقوية البتون المجاورة وبالأراضى المرتفعة النفاذية يزداد مقدار الماء المتسرب حيث يقل

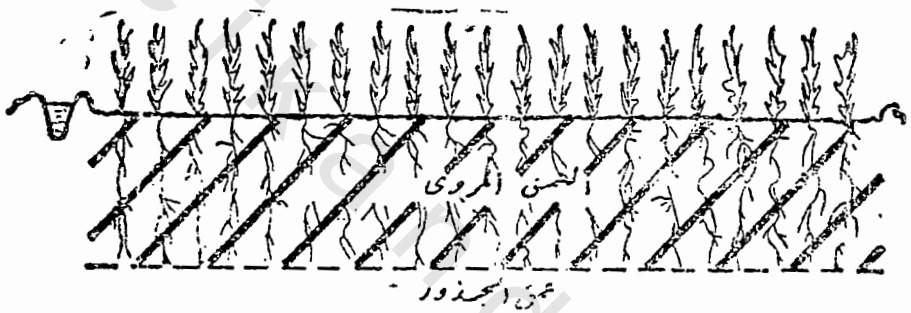
الانحدار كما أنه بالأراضى الطينية ذات النفاذية البطيئة تؤدى زيادة الانحدار الى الإقلال من فرصة تسرب الماء الارض .

ويعتمد عرض الشرائح على الميل العرضى Cross slope ، عمق الماء المضاف، حجم التصرف المائى المتيسر، معدل التسرب ، عمق الرى ، عرض ماكينات الحصاد. فاذا كان الانحدار فى إتجاه الرى ٠,١ إلى ٠,٢ ٪، عمق الماء المضاف ١٠-١٢ سم فالفرق المسموح به بالاتجاه العرضى لايزيد عن ٣سم (١/٤ إرتفاع الماء بالشريحة) وعلى سبيل المثال إذا ماكان الميل العرضى بالشريحة ٠,٢ ٪ فان عرضها يمكن أن يصل إلى حوالى ١٦ متراً أو أكثر عند ميول أقل . إما إن زاد الميل فى إتجاه الرى إلى ٠,٣-٠,٤ ٪ فان حركة الماء تكون سريعة فى هذا الإتجاه مما يستدعى تضييق عرض الشريحة فلا تزيد عن ١٠ - ١٣ متراً ، ومع زيادة هذا الميل إلى ٠,٥ ٪ أو أكثر يجب ألا يتعدى العرض عن ٧ - ٨ أمتار وتؤدى التسوية الدقيقة بين البترن إلى إمكانية زيادة عرض الشرائح ، غير أنه قد يكتفى بعرض أقل من المذكور مع تيار بسيط من ماء الرى لضمان الحصول على تجانس فى تسرب الماء . وعندما لايتحدد عرض الشرائح بالطبوغرافيا فإن حجم التيار المستخدم فى الرى قد يصبح هو العامل المحدد لذلك . فيراعى كفاية التصرف المائى للاقتصاد على سطح الشريحة بطولها من تجانس توزيع الرطوبة بالقطاع دون فقد له . ولضمان المرونة فى نظام الرى فإن تيار الماء عادة ما يقسم بين شريحتين أو ثلاثة دفعة واحدة . فإذا ما رغب فى إعطاء قدر قليل من مياه الرى يوجه تيار مائى كبير لينتشر فوق سطح الشريحة بسرعة تحقق تجانس توزيع الرطوبة ولسهولة الحصاد الآلى للمحاصيل المنزرعة يراعى تصميم عرض الشرائح بما يتناسب مع مكررات عرض آلة الحصاد مع السماح لبعض التداخل فى الظروف الضرورية .

و بالنسبة لطول الشرائح فيجب أن يكون أطول ما يمكن مع السماح بتجانس توزيع ماء الرى المضاف إذ أن ذلك يوفر من إنشاءات الموزعات الفرعية والعمالة وقد يصل طول الشريحة الى ٨٠ متراً بالأراضى البطيئة النفاذية . أما بالأراضى المرتفعة النفاذية فالضرورة تقتضى تقصير طول الشريحة أو زيادة معدل التصرف المائى . غير أن حجم التيار المائى المستخدم يتحدد بالتصرف المتوفر ، إرتفاع البتون ، قابلية الأرض للتعرية مع الميول الشديدة ولذا فان هذه العوامل مع قلة عمق الماء المضاف (قوام خشن ، أرض مسامية ، سعة تخزينية منخفضة (عادة) ما تحدد الحد من طول الشريحة ليبلغ ١٠٠ متراً . وعلى هذا فيجب الإهتمام بتحديد طول شرائح الرى فى ضوء العوامل المؤثرة على تجانس الرطوبة بالقطاع ، فزيادة طول الشرائح بالأرض العالية النفاذية والبسيطة الانحدار يؤدى عند إستخدام تيار مائى صغير الى سوء توزيع الرطوبة الأرضية فتزداد عمقاً عند بداية وضع الرى وقد يبقى جزء من القطاع جافاً عند نهاية الرى كما فى الشكل رقم(٧٣) وقد يتغلب على سوء التوزيع هذا بزيادة حجم التيار المائى ، زيادة الميل فى إتجاه الرى ، تقصير طول الشرائح ، وقد يكون السبيل الأخير هو أسهلها وأوفرها طالما تسمح بذلك ظروف الأرض والطبوغرافيا ، وعموماً فقد يمكن زيادة طول الشرائح مع زيادة عمق الماء المضاف ، زيادة إنحدار الارض حتى ٥,٠ الى ١ ٪ (تبعاً لقابلية الارض للتربة) بينما زيادة الانحدار عن ذلك تستدعى تقصير طول الشرائح مع تقليل التصرف المائى . كذلك ينصح بتقصير طول الشرائح عند إعاقة تقدم الماء بها (عدم تمهيد السطح وكثافة النباتات بالقرب من الارض) أما إذا كان حجم التيار المائى هو العامل المحدد فيحسن فى هذه الحالة أجراء التعديل عرض الشرائح كلما أمكن ذلك . ونتيجة لهذه العوامل السابقة



شكل ٧٣ (أ)



شكل ٧٣ (ب)

تأثير تجانس توزيع الرطوبة بالقطاع على نمو المحصول

ا - توزيع غير متجانس ب - توزيع متجانس

المؤثرة على كل من عرض وطول الشرائح وصعوبة تحديد قيمة عددية بكل منها تحت الظروف الحقلية فإن الاسترشاد بالبيانات التى أوردها Marr والمبينة فى الجدول رقم (٢٦)، رقم (٢٧) يفيد فى اختيار أبعاد الشرائح بما يتلاءم مع العوامل المحددة، على أن يترك الاختيار النهائى للظروف السائدة والتقييم الفعلى لنظام الرى.

جدول ٢٦ ـ المستويات المقترحة لتقدير وحدة التصرف وأبعاد الشرائح حسب قوام وانحدار الأرض المنزرعة برسم حجازى

قطاع الأرض	الميل %	التصرف لكل ٣٠سم من عرض الشريحة لتر فى الثانية	متوسط عمق الماء المضاف سم	أبعاد الشريحة بالمتر		مقترحات للتصميم
				العرض	الطول	
رمل ـ منفذ لعمق ١٥٠ سم	٠٫٢-٠٫٤	٣٫١-٤٫٥	١٠	١٢-٣٠	٦٠-٩٠	انتشار الماء بسرعة ـ قصر طول الشرائح ـ صغر عمق الماء المضاف
	٠٫٤-٠٫٦	٢٫٨-٣٫١	١٠	٩-١٢	٦٠-٩٠	
	٠٫٦-١٫٠	٢٫٥-٢٫٧	١٠	٦-٩	٦٠-٩٠	
طمى رملى منفذ لعمق ١٥٠سم	٠٫٢-٠٫٤	١٫٧-٢٫٣	١٢٫٥-١٥	١٢-٣٠	٩٠-١٨٠	انتشار الماء بسرعة متوسطه ـ طول قصير للشرائح ، عمق متوسط للماء المضاف
	٠٫٤-٠٫٦	١٫١-٢٫٠	١٢٫٥-١٥	٦-١٢	٩٠-١٨٠	
	٠٫٦-١٫٠	٠٫٦-١٫١	١٢٫٥-١٥	٦	٩٠-	

obeikandl.com

تابع جدول (٢٦)

قطاع الأرض	الميل ٪	التصرف لكل ٣٠ سم من عرض الشريحة لتر فى الثانية	متوسط عمق الماء المضاف سم	أبعاد الشريحة بالمتر		مقترحات للتصميم
				العرض	الطول	
طين طمي - منفذ لعمق ١٥٠	٢و٠-٤و٠	٠و٨-١و١	١٥-١٧و٥	٢-٣٠	١٨٠ - ٣٠٠	إنتشار الماء ببطء متوسط - شرائح طويلة - ماء غزير
	٤و٠-٦و٠	٠و٦-٠و٨	١٥-١٠و٥	٦-١٢	٩٠ - ١٨٠	
	٦و٠-١و٠	٠و٣-٠و٦	١٥-١٧و٥	٦	٩٠	
طين بعمق ١٥ سم يليه طبقات منفذة	٢و٠-٠و٣	٠و٦-١و١	١٧و٥-٢٠	١٢-٣٠	٢٦٠ فأكثر	إنتشار الماء ببطء - شرائح طويلة أقصى عمق ماء مضاف
طين ثقيل	٢و٠-٠و٣	٠و٦-١و٠	١٧و٥-٢٠	١٢-٣٠	٣٦٠ فأكثر	

جدول ٢٧ ـ المستويات المقترحة لتقدير وحدة التصرف وأبعاد الشرائح

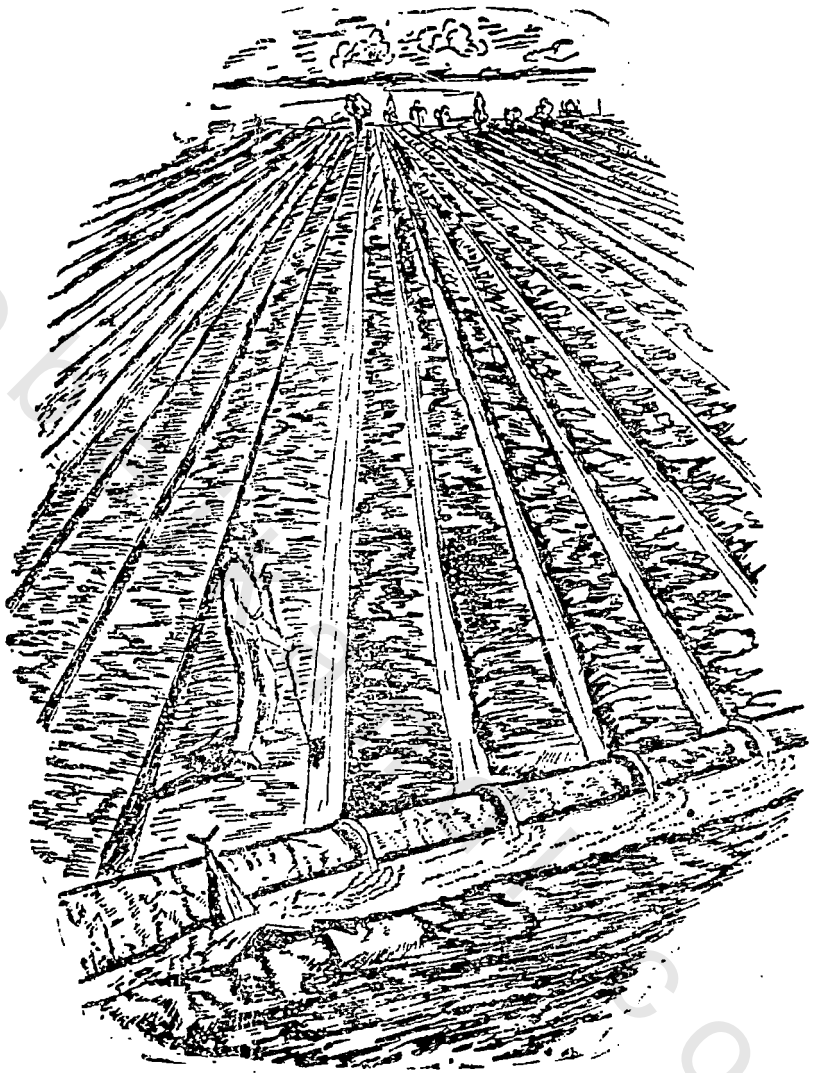
حسب قوام وانحدار الأرض المزروعة بمحاصيل المراعى

قطاع الأرض	الميل %	التصرف لكل ٣٠سم من عرض الشريحة لتر فى الثانية	متوسط عمق الماء المضاف سم	أبعاد الشريحة بالمتر		مقترحات التصميم
				العرض	الطول	
طين طمي لعمق ٦٠ سم فوق طبقات منفذة	١٥ و٠ - ٦ و٠ ٦ و٠ - ٥ و١ ٥ و١ - ٠٠ و٤	٧ و١ - ٣ و٢ ١ و١ - ٠٠ و٢ ٦ و٠ - ١ و١	١٠ - ٥ ١٠ - ٥ ١٠ - ٥	١٢ - ٥ ٧ - ٥ ٧ - ٥	١٨٠ - ٩٠ ١٨٠ - ٩٠ ٩٠	إنتشار الماء بسرعة متوسطة، طول قصيرة للشرائح
طين لعمق ٦٠ سم فوق طبقات منفذة	١٥ و٠ - ٦ و٠ ٦ و٠ - ٥ و١ ٥ و١ - ٠٠ و٤	٨ و٠ - ١ و١ ٦ و٠ - ٨ و٠ ٢ و٠ - ٦ و٠	١٥ - ١٠ ١٥ - ١٠ ١٥ - ١٠	١٢ - ٥ ٧ - ٥ ٧ - ٥	٣٠٠ - ١٨٠ ٣٠٠ - ١٨٠ ٣٠٠ - ١٨٠	إنتشار الماء ببطء ـــ شرائح طويلة
طمى لعمق ١٥ - ٤٥ سم فوق طبقة غير منفذة	١ و٠ - ٠٠ و٤	٣ و٠ - ١ و١	٥ و٢ - ٥	٧ - ٥	٣٠٠ - ٩٠	انحدار شديد ـ شرائح ضيقة ـ يحدد عمق الماء المضاف وجود الطبقات الغير منفذة

ولتحقيق تجانس توزيع الرطوبة بالقطاع يحول تيار ثابت إلى الشريحة لفترة زمنية محددة يتقدم خلالها الماء إلى مسافة معينة قبل نهاية الشريحة ثم يحول عنها بحيث يسمح حجم الماء المتبقى على سطح الشريحة وانحدارها ونفاذيتها بتقدم الماء إلى النهاية بنفس متوسط العمق ولنفس الفترة الزمنية للتسرب . كما يمكن تحقيق هذا التجانس بتحويل تصرف مائى كبير ليتقدم إلى نهاية الشريحة بسرعة مناسبة (تتوقف على مدى قابلية الأرض الانجراف السطحى) ثم يخفض التصرف cut back بما يكفى باستمرار إنسياب الماء انهاية فترة الرى ويفضل المزارعون إستخدام الطريقة الاولى لعدم إحتياجها إلى جهد فى مباشرة تنظيم التصرف الداخل للشرائح ويتحدد تجانس توزيع الرطوبة فى طريقة الرى بالشرائح بمقدار الماء المتبقى على السطح عند تحويل الماء عنها وهذا بدوره يتحدد بعمق الماء على الشريحة وانحدارها وبالأراضى ذات النفاذية والسعة التخزينية المتوسطة يعتبر ميل ٠٫٢ = ٣٫٠ ٪ نموذجيا لتحقيق التجانس المطلوب ، أما إذا زاد عن ٥٫٠ ٪ فان صغر عمق الماء المضاف لا يمكن لإعطاء تجانس مقبول باستخدام الطريقة الأولى . وإذا ما استخدمت طريقة الرى بالشرائح لحاصيل المراعى المزروعة بميول تزيد عن ٥ ٪ فان هذا الغطاء النباتى يقلل من تأثير التيار المائى على إنجراف سطح الارض ، كما لا تستخدم طريقة تخفيض التصرف المائى عند الرى ولا نتوقع تجانسا فى توزيع الرطوبة بالدرجة المطلوبة لمثل هذه الظروف .

الرى بالخطوط Furrow irrigation

تستخدم هذه الطريقة منذ القدم لرى كثير من المحاصيل المزروعة على خطوط مثل الذرة والقطن وقصب السكر والخضروات وأشجار الفاكهة حيث يجرى تيار مناسب من الماء فى خطوط بين صفوف النباتات ، الشكل رقم (٧٤) لذا فان

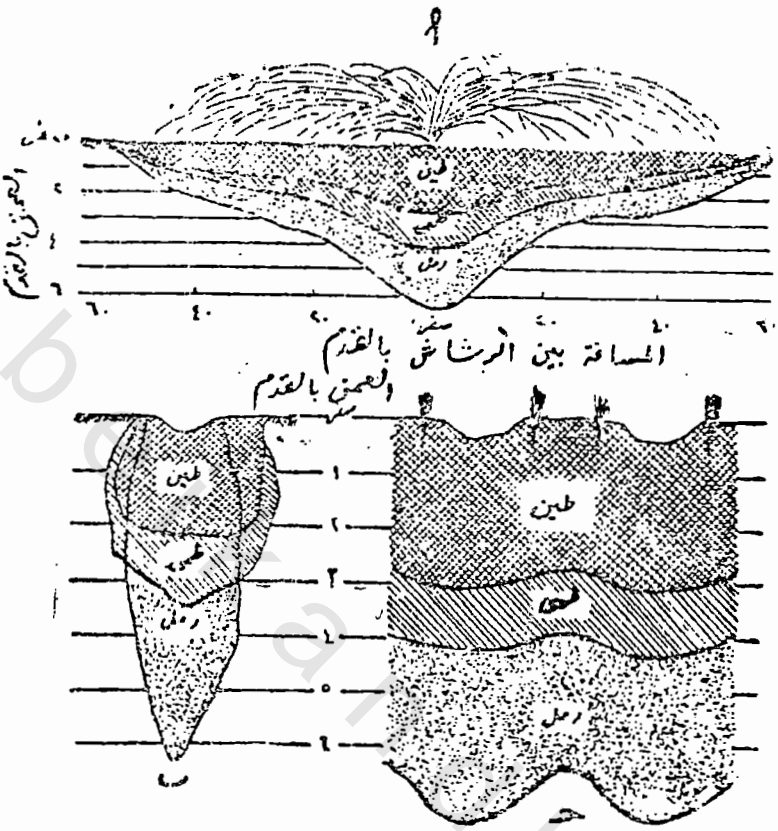


شكل ٧٤ ـ طريقة الرى بالخطوط

إضافة الماء بطريقة الخطوط تختلف فى نواحى أساسية كثيرة عن الرى بالغمر . وأول هذه النواحى هو مدى الحركة الجانبية للماء وكذلك الحركة الجانبية لأعلى وتعتبر هذه النواحى مهمة بالنسبة لإنبات البذور ونمو البادرات المزرعة على مصاطب بين الخطوط مما يستدعى إعطاء كميات كافية من الماء تسمح بابتلال

هذه المساحات . أما بالنسبة للمحاصيل النامية والناضجة فليست هذه الحركة الجانبية ذات أهمية بالغة ، إذ أن الفشل فى إبتلال كل منطقة الجذور معناه عدم الاستفادة من سعة قطاع الأرض لخزن الماء . وقد يكون ذلك مرغوبا فى بعض الأحيان عندما لا يتأثر النمو أو المحصول بذلك ، وكل ما هنالك هو ضرورة تقارب فترات الرى . غير أن الحركة الجانبية لمياه الرى تعتبر بوجه عام مهمة للنشاط المجموع الجذرى وإنتقال الأسمدة والمخصبات وإنتشارها وكذلك حركتها مع الماء للنبات .

وغالبا ما تناسب طريقة الرى بالخطوط معظم أنواع الأراضى الزراعية . وكما يحدد إنحدار الأراضى حجم التصرف المائى الذى لا يسبب إنجرافا لسطح الأرض كذلك يحدد نوع الأرض وحالتها شكل الخطوط وأبعادها وحجم التيار المائى بها . أما المسافة بين الخطوط فتخضع لظروف المحصول ونوع الآلات المستعملة لزراعته وخدمته وكذلك مدى إنتشار الحركة الجانبية لمياه الرى . فاذا لم تتحرك المياه جانبيا لتنتشر فى منطقة نمو الجذور بدرجة كافية قبل حركتها الأسفل هذه المنطقة فيجب تقليل المسافة بين خطوط الرى . وفى الأراضى الطميية والطينية عن الرملية كما يتضح من الشكل رقم (٧٥) . وعلى سبيل المثال فان المسافة بين خطوط الرى يجب ألا تتعدى ٥٠ سم فى الأراضى الرملية إذا ما أريد إبتلال القطاع لعمق ١٢٠ سم بينما يمكن زيادة المسافة بين الخطوط إلى ١٢٠ سم أو أكثر فى حالة الأراضى الطينية تحت نفس الظروف . وتميل الأراضى الغير متجانسة القوام أو ذات الطبقات الصماء أو القريبة السطح الأراضى إلى تشجيع الحركة الجانبية للماء بالمقارنة بالأراضى المتجانسة ، إذ تقرب الأرض إلى التشبع فتزيد الحركة الجانبية نتيجة لفرق بسيط فى الجهد . كذلك تؤثر عمليات



شكل ٧٥ - توزيع الرطوبة جانبيا وعمق بأراضى مختلفة القوام

(ا) من رشاش مفرد

(ب) من خطوط ري متباعدة

(حـ) من خطوط ري متقاربة

الحدة سطحية على إبتلال المهد Beds بين الخطوط فتكون فرصة الابتلال مرتفعة فى مبدء تكوينها وتفككها ، أما بعد تكرار ابتلالها وتماسكها مع الجفاف فانها قد تبتل بشىء من الصعوبة . وتساعد الخطوط الغير عميقة shallow على الانتشار الجانبي للماء وإبتلال السطح فى المسافة بين خطوط الري بينما تقل هذه الفرصة باستخدام الخطوط العميقة والتى تساعد على حركة الماء لأسفل حيث يقل

إحتمال فقده بالبخر . ولهذا ينصح بالعمل على زيادة عمق الخطوط كلما تقدم النبات فى العمر . ولما كانت طريقة الرى بالخطوط تستخدم لمحاصيل متباينة فى صفاتها لذا فان هذه الخطوط تأخذ صوراً عديدة . ولرى معظم المحاصيل الحقلية وأشجار الفاكهة تأخذ الخطوط شكل حرف « V » بعمق ١٥ - ٢٠ سم وعرض ٢٥-٣٠ سم عند طرفها وقد تفصل خطوط الزراعة Ridges أو المهود Beds بين خطوط الرى . والخطوط بهذه المواصفات تتسع لتصرف قدره ٢-٣٫٥ لتر فى الثانية .

وتعمل خطوط الرى عادة متوازية ومستقيمة فى الاتجاه الدولى للحقل لسهولة عمليات الخدمه الآلية . ويسمح فى طريقة الرى هذه بوجود انحدار فى الاتجاه العمودى على الرى قد يزيد عن الانحدار فى إتجاه الرى نفسه وقد أثبتت المشاهدات أن إنحدار خطوط الرى بميل قدره ٢٪ يمكن إعتباره إنحداراً شديداً لرى المحاصيل المنزرعة كذلك فان زيادة الميل عن ٠٫٢٥٪ مع غزارة الامطار أو الرى يعتبر أمراً غير مرغوب فيه . وكثيراً ما يسوى سطح الأرض لأقل انحدار ممكن قبل عمل الخطوط إذ يقل معدل تسرب الماء مع زيادة الانحدار وكذلك معدل الانتشار الجانبي له ويراعى انتظام الانحدار بطول الخطوط ليساعد ذلك على تقدم الماء وتجانس توزيعه . وإذا ما تعذر إجراء عمليات التسوية أو تمهيد سطح الارض للحصول على القدر المناسب والمنتظم لانحدار خطوط الرى فقد تلجأ إلى إقامتها باتجاه مائل Diagonal على إتجاه إنحدار الارض مع زيادة حجمها لتمنع بذلك من امتلائها وفيضان مائها باتجاه ميل الأرض مع إحتمال قطع الخطوط . ويفضل عند تعذر التسوية الملائمة أو زيادة إنحدار الأرض عن ٢٪ اتباع طريقة الرى بالخطوط الكنتورية لتلافى مشاكل التعرية إذ تؤثر بدرجة أوضح عند الرى بالخطوط عما يشاهد عند الرى بالغمر لوجود

الغطاء النباتى والذى يحد من التعرض للانجراف وهذا ما لا يوجـــد عند الرى بالخطوط.

وتعتمد التعرية على عاملين : أولهما ، قابليـــة الارض للنحر والانجراف Erodability والثانى سرعة المـــاء . ويصعب التعبير عن قابلية الأرض للتعرية بقيم عددية مع اعتمادها على القوام . فتزداد فى الأراضى الرملية الغير متماسكة مع زيادة نسبة الرمل الناعم والسلت . أما الأراضى الطينية فهى أقل قابلية للتعرية وتعتمد على مدى تفرقها وتفتتها عند إتصالها بالماء ومدى تحببها وتماسكها وتتوقف سرعة التيار المائى على إنحدار الأرض ومعدل التصرف علاوة على درجة تمهيد سطح الأرض وشكل الخط . ولذا فانه من الواجب إختيار التصرف المناسب لخط الرى ليلائم إنحداره وطبيعة الأرض . وكقاعدة عامة فانه أقصى تصرف مسموح به لخط الرى بأرض متوسطة القوام ولا يخشى من حدوث تعرية عند إستخدامه يمكن التعبير عنه بالعلاقة التالية :

$$Q = \frac{10}{S}$$

حيث Q = أقصى تصرف مسموح به (جالون فى الدقيقة) لخط الرى

S = إنحدار خط الرى (القيمة العددية للنسبة المئوية للانحدار)

فمثلا إذا ما كان إنحدار الأرض ٥٠٠ / فان التصرف المسموح به لايتعدى ٢٠ جالون فى الدقيقة لكل خط من خطوط الرى بأرض طميية . وإذا ما رغب فى التعبير عن أقصى تصرف مسموح به ويتلاءم مع إنحدار الأراضى المتوسطة القوام وحدات اللتر فى الثانية (Q) فإن العلاقة التالية يمكن إستخدامها :

$$Q = \frac{0.63}{S}$$

وتمتاز الأراضى التى يقل إنحدارها عن ٠,٥ ٪ بامكانية الرى بتصرف مائى كبير إذا لم يكن حجم الخطوط هو العامل المحدد ، أما بزيادة الميل عن ٣٪ فان التصرف المائى المسموح به يصبح صغيرا لدرجة تستدعى جهدا كبيرا وتنظيما لعملية الرى .

ويتحدد طول الخط length of run بعوامل عديده منها طبيعة الأرض وإنحدارها وحجم التصرف علاوة على الدورة الزراعية إذ يجب أن تخطط الحقول لتناسب أطوارها خطوط مسار الماء لجميع طرق الرى المختلفة . ولقد أورد Berg أطوال الخطوط بأراضى مختلفة القوام والانحدار للاسترشاد بها عند تصميم هذا النوع من طرق الرى : ويبين الجدول رقم (٢٨) هذه البيانات .

جدول ٢٨ - أطوال خطوط الرى بالمتر تبعا لقوام الارض وانحدارها

الانحدار ٪	رمل طمي	طمي رملي	سلت طمي	طين طمي
صفر — ٢	٨٠ — ١٣٥	١٠٠ — ٢٢٠	٢٢٠ — ٤٤٠	٢٩٠ — ٤٤٠
٢ — ٥	٧٠ — ١٠٠	٧٠ — ١٠٠	١٠ — ٢٢٠	١٣٥ — ٢٩٠
٥ — ٨	٥٠ — ٧٠	٥٠ — ٨٠	٧٠ — ١٠٠	٨٠ — ١٣٥

والملاحظ أنه لنفس درجة الانحدار لسطح الأرض ، فان خطوط السرى تكون أقصر طولا مع خشونة القوام وزيادة النفاذية . ونتيجة لاختلاف معدل تسرب الماء تبعا للقوام والنفاذية فانه لا ينصح بامتداد خطوط الرى لتشمل نوعين مختلفين من الأراضى .

ولتحقيق تجانس توزيع الرطوبة بالقطاع فإن نفس الاعتبارات السابق شرحها بطريقة الرى بالشرائح تنطبق لحد ما على الرى بالخطوط مع بعض الاختلافات الكمية . فقدرة كل خط على حمل الماء تتوقف على سعته التصميمية وقابلية الأرض للتعرية ، ولذا فإن تقدم الماء يميل إلى البطء وكذلك يقل مقدار الماء المتبقى بالخطوط ويسرع إنحساره عند تحويل الماء عن الخطوط . كل ذلك يؤدى إلى عدم تجانس أو زيادة الجريان السطحى تبعا لشدة التصرف وفترة الرى مع تحويل الماء عن الخطوط قبل أن تصل المياه إلى نهايتها . وقد يكون من الأصوب تحقيق التجانس مع عدم الجريان السطحى بأن يبدأ الرى بتصريف كبير يتقدم بسرعة لنهاية الخطوط ثم يخفض التصرف للاقلال من الصرف السطحى ، أو قد يجمع هذا الماء الزائد ويعاد إستعماله . وفى الأراضى التى تنخفض فيها النفاذية بسرعة عند الرى لا يؤثر زمن بقاء الماء على السطح فى تجانس توزيعه أى لا يؤثر تحويل الماء قبل وصوله لنهاية الخط فى كفاءة الرى . كذلك فإن كبر حجم الماء المتبقى على السطح (عندما يقل الميل عن ١٠٠ ٪) وبطء وانتظام إنحسار الماء بطول الخط يساعد على تساوى فترة بقائه على السطح طول الرى مما يزيد من فرصة تجانس توزيعه . وقد يعتبر هذا السبب داعيا لشيوع الرى بالخطوط العديمة الانحدار تقريبا فى الأراضى الزراعية بالوديان .

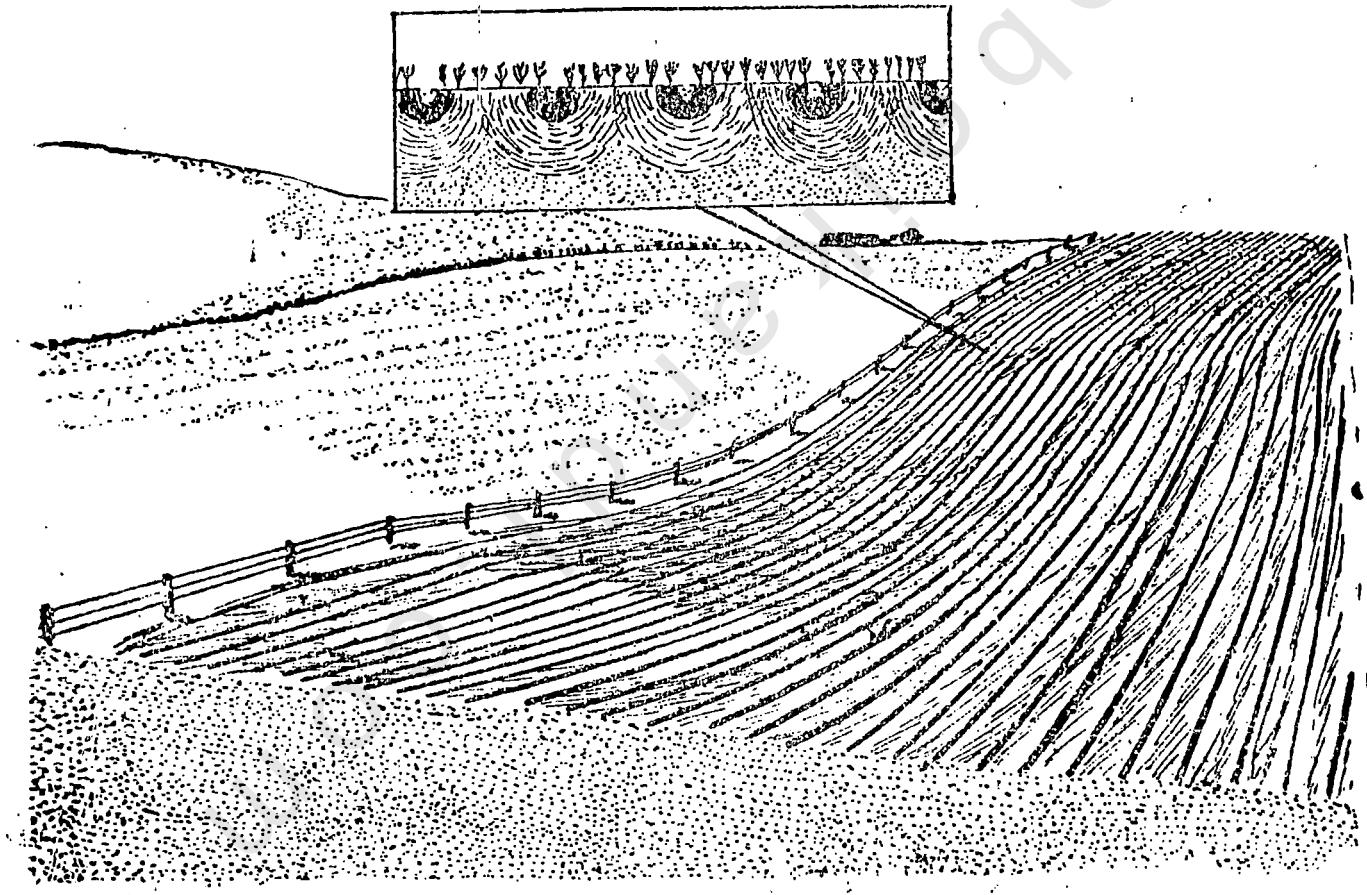
وبمقارنة الزمن اللازم لانتهاء الرى بمقدار معين من الماء بكل من طريقتى الغمر والخطوط نجد أنه يزيد فى حالة الخطوط عنه فى حالة الغمر ، حيث يغطى جزء من سطح الأرض وإذا ما علمنا أن معدل التسرب يتناسب طرديا بصورة غير مباشرة مع زيادة السطح المغطى بالماء لا سيما عند أول الرى نجد أن مشكلة بطء النفاذية قد

تستدعى المفاضلة بين إستخدام طريقة الغمر أو الخطوط أو إحداث تعديل لطريقة الرى بالخطوط قبل إستخدامها وسوف نرى ذلك فيما بعد .

الرى بالسطور Corrugation method of irrigation

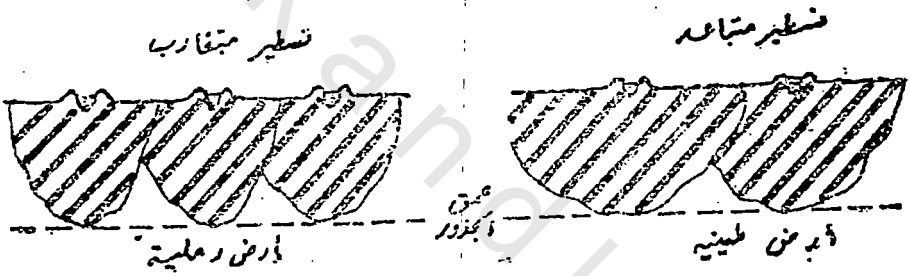
تعتبر هذه الطريقة تعديلا للرى بالخطوط العادية لتناسب المحاصيل المتقاربة النمو مثل البرسيم الحجازى والحبوب الرفيعه ومحاصيل المراعى المنزرعة بالأراضى الشديدة الانحدارات ذات الطبوغرافيا الغير منتظمة . كما تستخدم للمساعدة على إنبات البذور وري بادرات النباتات المنزرعة نثرا بالرغم من ريها بالغمر بعد ذلك ونظرا لابتلال الأرض بين السطور بالخاصية الشعرية فإن هذه الطريقة تصلح لرى الأراضى ذات القشرة السطحية المتصلبة إذ تحد من تأثيرها . وعلاوة على ما سبق فان هذه الطريقة يستخدم مع الرى بالغمر للمساعدة على إنتشار الماء وتوزيعه على سطح الأرض ، وكذلك صرف الماء الزائد بالأراضى المستوية الانحدار .

وتعتمد فكرة هذه الطريقة أساسا على الحركة الجانبية للماء والابتلال بالخاصية الشعرية للمسافة السطحية المحصورة بين السطور . فعند إنسياب تصرف مائى بسيط بهذه السطور السطحية ذات المسافات المتقاربة فان تقليل التسرب الجانبي منها سوف يؤدى إلى إبتلال المسافة بينهما كما هو واضح بالشكل رقم (٧٦). وتتراوح المسافة بين السطور من ٤٠ إلى ١٢٠ سم تبعا لنوع الأرض ومن الناحية النظرية فإن حجم التصرف المستخدم للرى يجب أن يكون كافيا لتجانس توزيع الرطوبة على كلا الجانبين ويطول مسار الماء لعمق لا يتعدى منطقة نمو الجذور . ولهذا فان المسافة بين السطور وكذا أطوالها يجب أن تحدد لتفى بتحقيق هذا التجانس وتعتبر السطور السطحية أكثر ملائمة لانتشار الماء جانبا بالقرب من سطح



الأرض ، أما تعميق السطور للمساعدة على زيادة عمق الابتلال مع ترك الماء فترة طويلة للانتشار الجانبي بالقرب من سطح الأرض فانه يطيل زمن الرى علاوة على إحتمال فقد الماء بالتسرب العميق ، وتحت الظروف العادية فانه يمكن عمل هذه السطور بعرض قدره ١٠ - ١٥ سم .

وتقدر المسافة بين السطور لأرض ما بايجاد نصف المسافة التى يتحركها الماء رأسيا بعيدا عن خط سطره أثناء الزمن اللازم لعمله لنهاية منطقة نمو الجذور . وقد تكون هذه الحركة الجانبية بطيئة بما يستدعى تقارب التسطير أو العكس كما هو موضح بالشكل رقم (٧٧) وقد يعيق الانتشار الجانبي البطيء جدا



شكل ٧٧ — علاقة المسافة بين السطور وقوام الأرض

كما هو الحال بالأراضى الطينية الثقيلة أو الحركة الرأسية السريعة للماء كما هو الحال بالأراضى المسامية الخشنة القوام لإستخدام هذه الطريقة . كما أن وجود طبقات صماء أو مستوى ماء أرضى قريب يساعد على تباعد التسطير . وعموما فانه فى معظم الأحيان تسطر الأراضى المروية بهذه الطريقة على أبعاد تتراوح من ٤٠ إلى ١٢٠ سم وأكثرها شيوعا هو ٥٠ سم .

ويتشابه طول السطور مع طول الخطوط المبين بالجدول رقم (٢٨) فهو

يتراوح بين ٥٠ ، ٤٠٠ مترا وغالبا بين ١٠٠ ، ٢٠٠ مترا . وعموما فان زيادة الطول تؤدى إلى إحتمال عدم تجانس توزيع الرطوبة بالقطاع مما يجد إستخدام أطوال أقل خصوصا مع شدة الانحدار أو استواء السطح . فاستخدام تصرف مائى صغير الاقلال من تأثير التعرية يحد من قدرة الماء على التقدم لمسافات طويلة مما يستدعى تقصير طول السطور بالأراضى شديدة الانحدار إلى أقل من ٧٠ مترا أما بالأراضى المستوية فان تقصير طول السطور يساعد على إحتفاظ الماء بخط سيره فى هذه السطور مع عدم إطالة فترة الرى .

وتمتاز هذه الطريقة بصلاحيتها الرى على ميول قد تصل إلى ١٥ — ٢٠٪ . غير أن أكثرها ملائمة هو ١ — ٢٪ ويجرى التسطير بعد نثر البذور فى اتجاه ميل الأرض ، إذ أن ذلك يساعد على تقدم الماء خصوصا عند سقوط الأمطار . أما إذا كان التسطير متعامدا على إتجاه الميل فان تجميع المياه بالسطور يؤدى إلى قطعها وسريانه باتجاه الميـــل مما يسبب انجرافا لسطح الأرض وتعريتها . ولذا فانه من الضرورى المحافظة على بقاء هذه السطور مفتوحة وخالية مما يعيق تقدم الماء بها . وإذا ما قورن الانحدار المسموح به لهـــذه السطور بذلك المسموح به للخطوط لنفس الأرض نجد فرقا واضحا يجيز إستخدام هذه الطريقة مع زيادة الانحدار كما يتضح من الجدول رقم (٢٩)

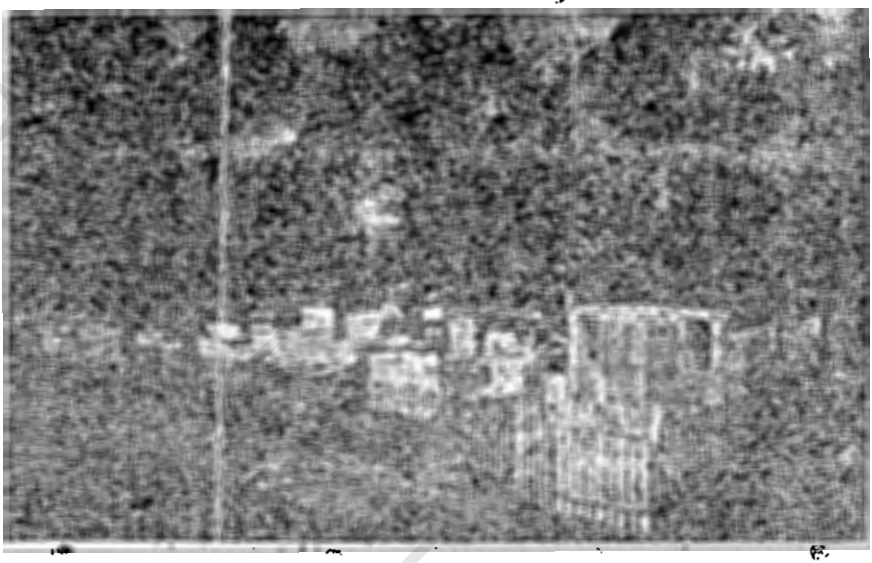
جدول ٢٩ — الميل المسموح به حسب قـــوام الأرض

قوام الأرض	النسبة المئوية الميل المسموح به	
	خطوط	سطور
رمل	٠٫٢٥	٠٫٥٠
رمل طمى	٠٫٢٥	٠٫٥٠
طمى رملى	٠٫٤٠	٠٫٧٥
طين رملى ناعم	٠٫٥٠	١٫٠٠
طين طمي	٢٫٥٠	٠٫٥٠
طين ثقيل	٦٫٢٥	١٢٫٥٠

الرى بالخطوط الكنتورية Contour furrow irrigation

يعرف الرى الكنتورى بأنه طريقة الرى التى ينساب فيها الماء باتجاه خطوط الكنتور بميل يسمح بتقدمه وذلك لرى أشجـــار أو نباتات منزرعة أيضا على خطوط الكنتور كما هو مبين بالشكل رقم (٨٧) وباتباع هذه الطريقة من طرق الرى فاننا نتمكن من زراعة ورى النباتات حيث لا يســـمح إنحدار الأرض باستخدام طرق أخرى فيما عدا الرى بالرش . كما أن زيادة إمكانية التحكم فى توزيع المياه وبالتالى كفاءة الرى عند تحرك الماء فى إتجـــاه عمودى على إنحدار الأرض يجند إستخدامها على المنحدرات. ولا يخشى باتباع هذه الطريقة من زيادة التصرف المائ بخطوط الرى وتأثيره على إنجراف سطح الأرض أو زيادة الجريان السطحى كما هو الحال عند الرى باتجاه إنحدار الأرض ، كما أن ذلك يؤدى إلى زيادة عمق الابتلال بقطاع الأرض ورفع كفاءة الرى لا سيما بالنسبة للمحاصيل

العيقة الجذور مع تقصيرة أثرة الرى إذا ما قورنت بالطرق الأخرى التى ينساب بها تيار بسيط من الماء بسرعة فى خطوط ضيقة باتجاه إنحدار الأرض .

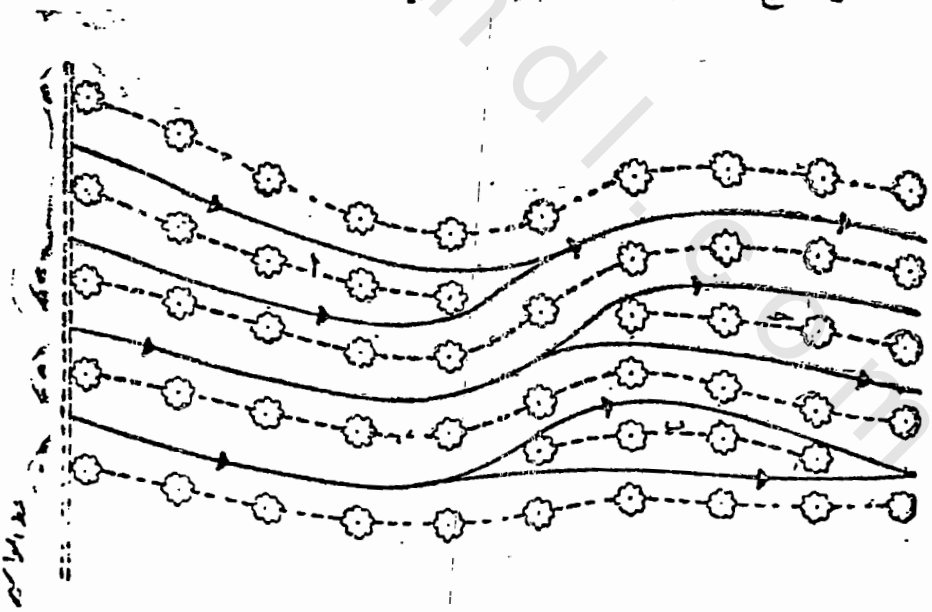


شكل ٧٨ ـ شتلات طماطم منزرعة على الكنتور والأرض مجاورة لرى بالخطوط الكنتورية

ويمكن إتباع طريقة الرى الكنتورى بنجاح لمعظم أنواع الأراضى الزراعية فيما عدا الأراضى الرملية والطينية الثقيلة التى تتشقق بدرجة كبيرة عند جفافها ، إذ تهدم الخطوط بالأرض الرملية وينساب الماء فوقها باتجاه الأرض صعبا تهوية السطح وكذلك تؤدى الشقوق إلى نفس التأثير فى حالة الأراضى الطينية الثقيلة . وقد يصعب تنفيذ هذه الطريقة بالأراضى الغير منتظمة الانحدار بدرجة كبيرة ، وكذلك عند وجود طبقات صماء أو صخرية بالقرب من سطح الأرض . ويمكن رى معظم محاصيل الخضر بنجاح بهذه الطريقة . فالبطاطس وما شابهها من المحاصيل المنزرعة بخطوط عميقة يمكن ريها بالخطوط الكنتورية عند إنحدار الأرض

المتوسطة أو ثقيلة القوام بميل قد يصل الى ٨ ٪ . أما بالأراضى الخفيفة القوام فيحسن الا يزيد إنحدار سطح الأرض عن ٥ ٪ خشية قطع خطوط الرى ؛ وينصح عادة عند رى المحاصيل المزروعة على خطوط غير عميقه بألا يزيد إنحدار سطح الأرض عن ٣ ٪ . وفى مناطق كثيرة من العالم تروى حدائق الفاكهة بالخطوط الكنتورية بنجاح . وقد يكون ذلك ممكنا حتى إنحدار قدره ٢٠ ٪ بالأراضى التى تحتاجه لعمليات خدمة مستمرة أو عناية خاصة .

ويحسن إجراء عمليات تمهيد لسطح الارض ، إذ يساعد ذلك على انتظام مسار خطوط الرى من المروى أو خط المواسير الى نهاية طول الخط وتلافى بذلك بقدر الإمكان إنشاء الخطوط المبينة بالاحرف ا ، ب ، جـ ، بالشكل رقم (١٩) والتى تحتاج لقدر من الجهد عند تنفيذها أو ريها .



شكل ٧٩ ـ أنواع خطوط الرى الكنتورى

(أ) Spur furrow ، (ب) Fill Furrow ، (جـ) Spike furrow

والحصول على كفاءة رى مرتفعة تراعى نفس الأسس السابقة والخاصة بطول الخطوط وإنحدارها . وبصورة تقريبية فإن أطوال الخطوط تتراوح من ٧٥ - ١٥٠ مترا ، ١٥٠ - ٢٠٠ مترا ، ٢٠٠ - ٢٧٥ مترا بالأراضى الخشنة ، المتوسطة ، الناعمه القوام على التوالى . إما انحدار خطوط الرى وعلاقتها بانحدار سطح الأرض فيعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$F.C. = 5\ S + C$$

حيث F. G. = إنحدار خط الرى - كنسبة مئوية - Furrow grade

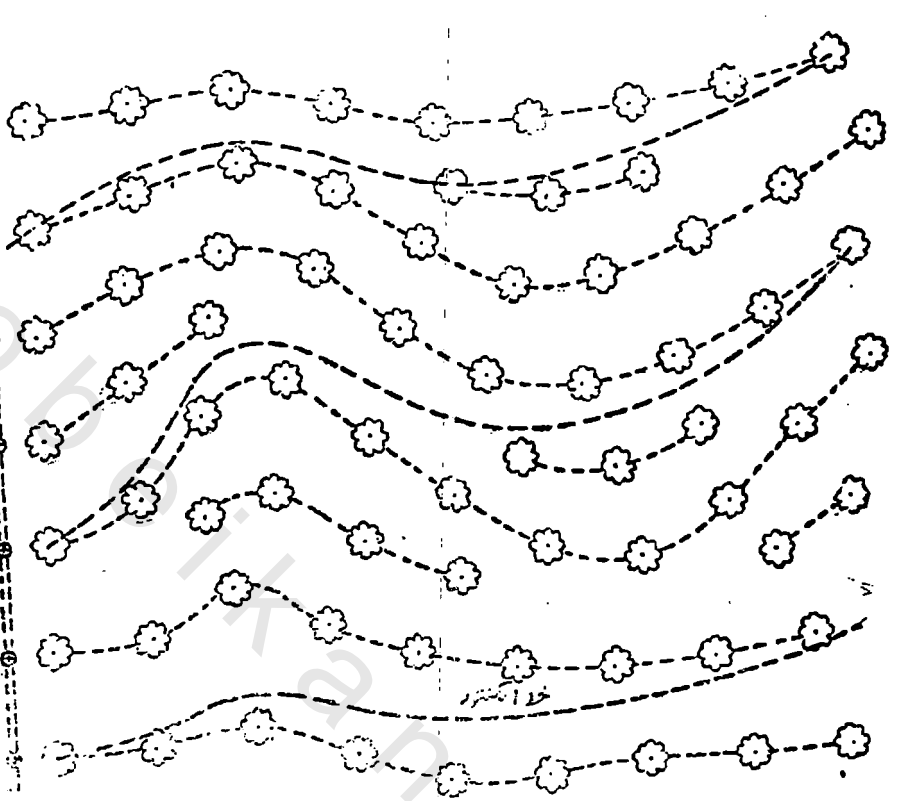
= إنحدار الأرض كنسبة مئوية - Slope

C = مقدار ثابت يتوقف على القوام ويساوى ١,٢ للقوام الخشن ١,٥ للقوام المتوسط ، ١,٨ للقوام الناعم .

فمثلا اذا كان إنحدار سطح الارض ٢٠ ٪ فإن إنحدار خطوط الرى يصبح ٢,٨ ٪ بأرض طينية ، ٢,٢ ٪ بأرض رملية . ومن هذا نرى أن زيادة إنحدار الأرض تستدعى زيادة إنحدار خطوط الرى إذ تميل خطوط الرى الى الامتلاء والانسياب فى إتجاه إنحدار الارض إذ كانت مستوية الانحدار . بينما يساعد ميل الخطوط إتجاه الرى الى سرعة تحرك الماء بها مما يقلل من عمقه بالخطوط وبالتالى فرصة إنسيابه باتجاه إنحدار الارض وحدوث التعرية .

وتجدر الإشارة هنا الى بعض طرق التخطيط المتبعة لتنفيذ الرى الكنتور خصوصا بالنسبة لأشجار الفاكهة المستديمة . فبعد تمهيد سطح الأرض للميل المناسب واختيار أطوال الخطوط وإنحدارها يمكن إختيار أحد من النظامين التاليين :

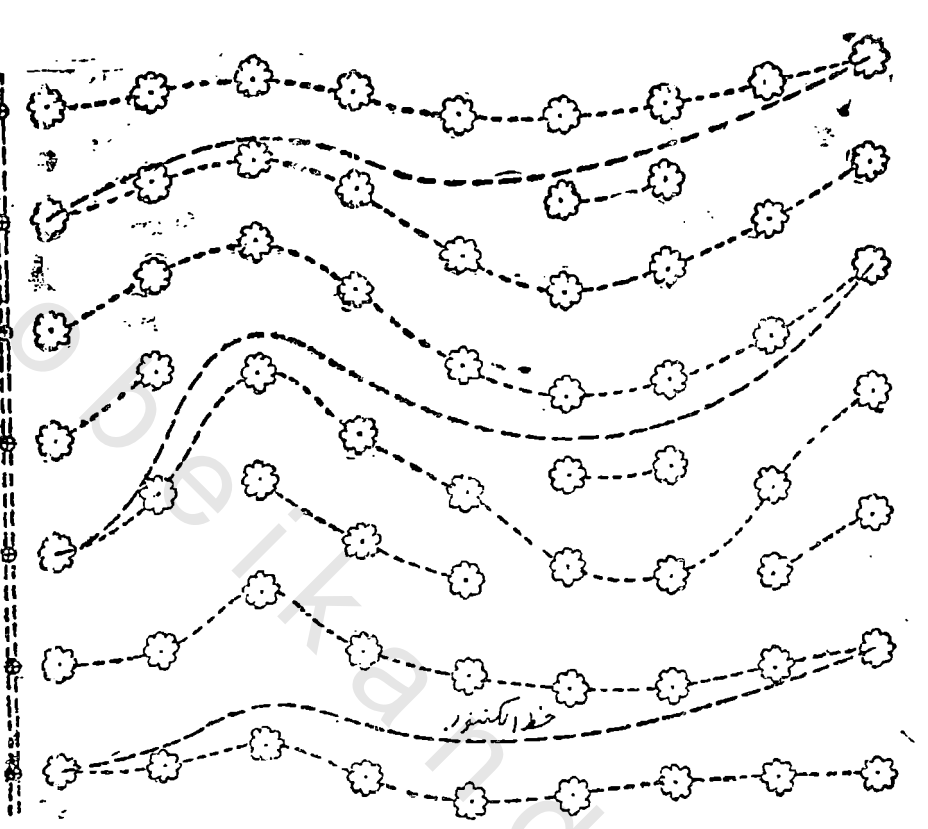
(ا) زراعة النباتات على خط الكنتور على أبعاد متساوية دون إعتبار لعوامل أخرى كما هو واضح بالشكل رقم (٨٠) والملاحظ هنا إن الاشجار لاتنتظم فى إتجاه معين وهى تناسب الاراضى الشديدة الانحدار ، الغير منتظمة



شكل ٨٠ - زراعة الأشجار على مسافات متساوية بطول خط الكنتور

التضاريس مع زيادة عدد الأشجار بها عن الطريقة الاخرى ويصعب هذا الزراعة والخدمه فى إتجاه إنحدار الارض حيث لاتنتظم صفوف الاشجار وقد تعتبر هذه ميزة إذ تؤدى عمليات العزيق فى هذا الاتجاه الى ترك مراضع مرتفعة حول الأشجار تصعب من عملية الرى أما اذا احدث تقطيع بخطوط الرى فقد يصعب اكتفاءه عند استخدام هذا النظام .

(ب) زراعة النبات على خط الكنتور فى صفوف متوازية باتجاه انحدار الأرض . وهنا لايشترط تساوى المسافات بين الاشجار باتجاه "الكنتور" كما هو واضح بالشكل رقم (٨١) ولو أن عدد الأشجار المنزرعة بهذه الطريقة اقل من الطريقة السابقة الا أنها سهلة التنفيذ والمتابعة لاسيما عند تقطيع الخطوط واجراء عمليات العزيق



شكل ٨١ - زراعة الأشجار على خط الكنتور فى صفوف متوازية

ولو أنه لايتضح باجراء العزيق فى هذا الاتجاه (مع إنحدار الأرض) للسبب السابق شرحة وتناسب هذه الطريقة الأراضى المعهدة المتجانسة الانحدار .

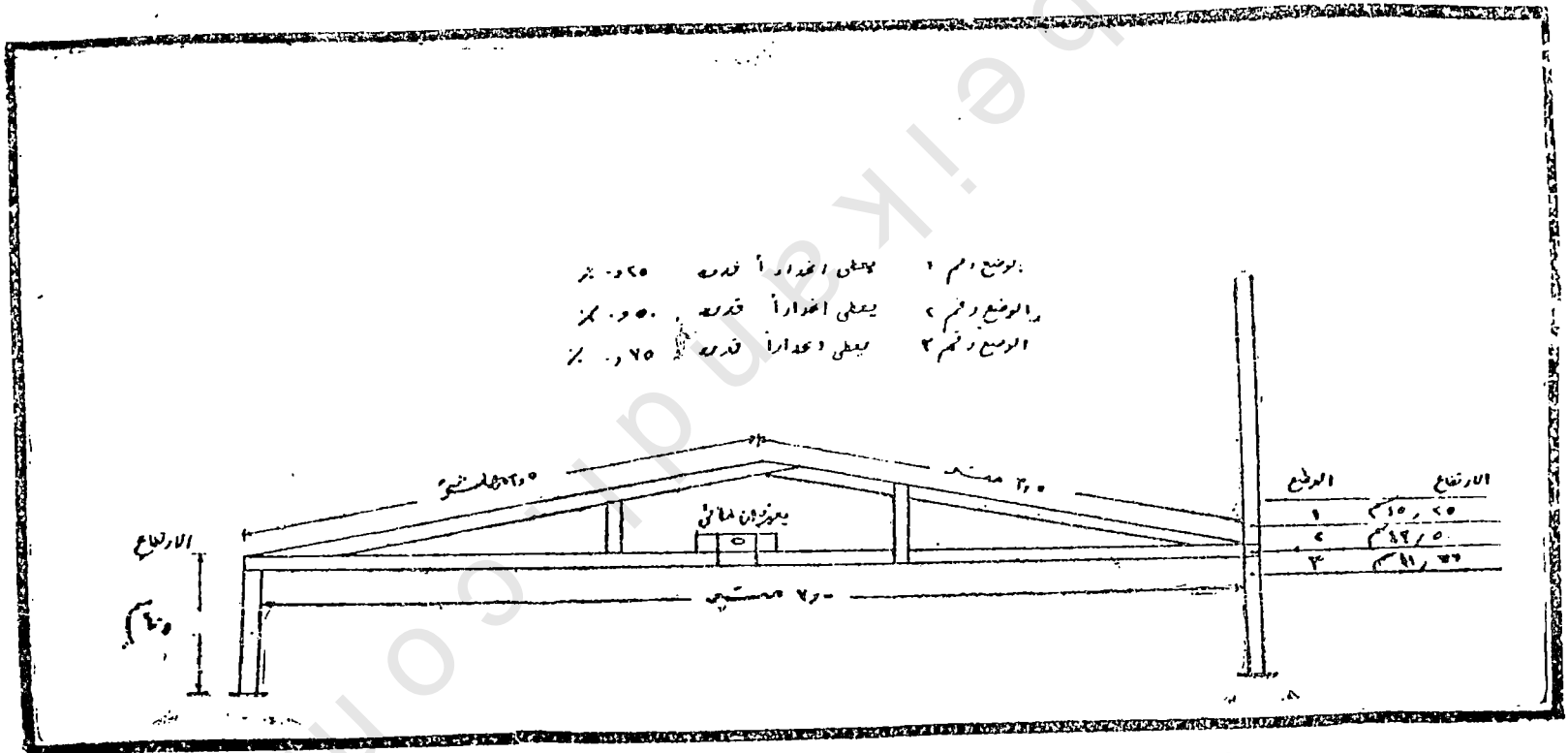
ونظراً لاهمية هذه الطريقة من طرق الرى واتجاه الى تطبيقها لرى أراضى الساحل الشمالى الغربى بالجمهورية العربية المتحدة فقد تمت بعض الدراسات المبدئية لاختيار أفضل طول وانحدار وسعة لخطوط الرى وطريقة تنفيـــذ التخطيط . ويمكن الاستعانة باتباع الخطـــوات التالية عند تنفيذ طريقة الرى بالخطوط الكنتورية .

١ - تعمل خريطة كنتورية ويحدد عليها أنسب موضع للترع والمصرف

(عادة فى إتجاه إنحدار الأرض) والخطوط الارشادية Guide lines (عموديه أو مائلة على المروى)، وتخطيط تقريبى لخطوط الرى والزراعة . وفى ضوء هذه البيانات يمكن تحديد المساحات المحتاجة الى تسوية أو تمهيد لسطحها . على أن يراعى دراسة عمق قطاع الأرض وخواصه وإمكانية إجراء عمليات التسوية . فاذا تمت عمليات تسوية لمساحات كبيرة فإن ذلك يستدعى إعادة عمل خريطة كنتورية جديدة وتوقع عليها المعلومات السابقة . ويختار موضع المروى على الخريطة لمناسب طبوغرافية الموقع بإتجاه مناسب يقلل من تعرضه للتعرية كما يسمح بأكبر عدد من خطوط الرى التى لاتتداخل مع غيرها Through furrows أو تلك المسماه بـ Spur furrows مع قلة النوعين الآخرين Fill & spike furrows وذلك لتسهيل عملية الرى والخدمة والحصاد فى ضوء خواص الأرض انحدارها والتصرف المائى الميسر تحدد أطوال الخطوط تنتهى بالمجرى المائى الحامل لمياه الصرف السطحى Was'e ditch . تحدد الخطوط الارشاديه على الخريطة الكنتورية على مسافة ١٥ متراً من بعضها وتقل عند عدم إنتظام إنحدار الأرض على أن يكون انحدار هذه الخطوط بميل قدره ٥ و ٠/٠ .

٢ - عند تنفيذ هذا التخطيط بالحقل يحدد موقع المروى وبداية الخطوط الارشادية ثم تقام الخطوط باستخدام أوتاد توضع على ابعاد حوالى ١٥ متراً (مع الاستعانة ببعض الأجهزة المساحية كالميزان والقامه) أو أقل على حسب الانحدار المسموح به لخط الرى باتجاه الكنتور .

٣ - لزراعة أشجار الفاكهة يتبع نفس الإجراء لتحديد خطوط الرى على خريطة كنتورية ثم تنفيذ بالحقل باستخدام أى من الطريقتين السابق ذكرهما . كما يمكن إستخدام الجهاز الخشبى المبسط الموضح بالشكل رقم (٨٢) لإعطاء الإنحدار

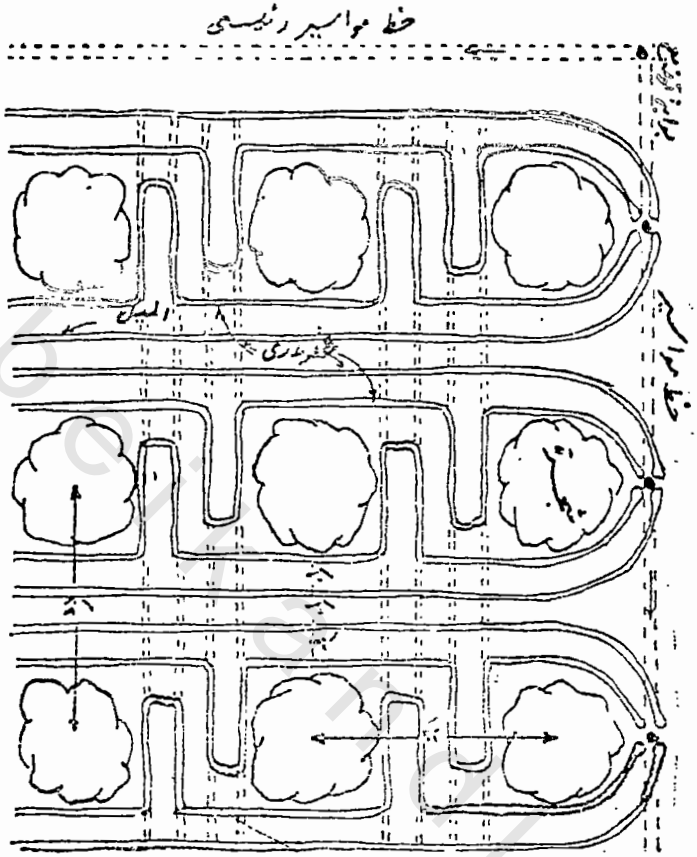


شكل ٨٢- رسم توضيحي لجهاز خشبي مبسط لتحديد موضع الأشجار على خطوط الكنتور

المطلوب وتحديد مواقع الأشجار . فوضع الطرف الثابت بالقرب من المروى ويضغط الارتفاع بالقائم المتحرك للجهاز لإعطاء الانحدار المطلوب ويحرك الجهاز على هذه المسافة الثابتة (البعد ما بين الأشجار ٧ متر) حتى نحصل على استواء بالميزان المائى ومعنى ذلك أن الموضوع عند القائم المتحرك يقل منسوبه عند الطرف الثابت للجهاز حسب الانحدار المطلوب . ويحدد هذا الوضع الجديد وينقل اليه الطرف الثابت للجهاز وهكذا تكرر العملية حتى يتم عمل خط الأشجار او الرى بالطول المطلوب .

الرى بالخطوط المتعرجة zig - zag furrow irrigation

هذه أحدى الطرق الهامة للرى بالخطوط للاقلال من سرعة تيار الماء والتعرية عند رى أشجار الفاكهة وأحيانا العنب المزروع على المنحدرات . وكما هو مبين بالشكل رقم (٨٣) فإن الاتجاه العام لحركة الماء هو إتجاه إنحدار الأرض مع تحويل الخطوط بزاوية قائمة ثم إتجاهها مرة أخرى باتجاه إنحدار الأرض لمسافة قصيرة ترد بعدها بزاوية قائمة إلى أن تقابل الموضع السابق لإتجاه الخطوط فتنحرف بزاوية قائمة مرة أخرى مع إنحدار الأرض ، وهكذا . وتؤدى حركة الماء بالخطوط العرضية القصيرة حيث لا يزيد إنحدار إلى بطء حركة الماء وزيادة حجمه بالخطوط وهذا بدوره يؤدى إلى اتلاف الماء وإعاقته لسرعة تقدمه فى الجزء المنحدر من الخط وإذا ما أتبعت طريقة التخطيط الموضحة بالشكل فإن حجم التيار المحول للخطوط المتعرجة عادة ما يكون أكبر من نصيب الخطوط المستقيمة . ويتم تخطيط هذا النظام فى إتجاه متعامد ثم توصل خطوط الرى بالطريقة الموضحة بالشكل وهذا يستدعى بذل جهد أكبر للتنفيذ والعمالة .



شكل ٨٣ - طريق الرى بالخطوط المتعرجة Zigzag furrows

الرى بالخطوط المرتدة Check - back furrow irrigrtion

يشابه هذا النوع سابقه ، غير أن خطوط الرى العريضة ترتد لأعلى ثم عرضيا قبل إنحدارها مرة أخرى باتجاه الإنحدار العام الأرض ثم ترتد عرضيا فى الاتجاه العكسى ولأعلى مرة أخرى ثم عرضياً ، وأخيراً لأسفل باتجاه الميل وهكذا ويكون شكل هذه الخطوط مستطيلات مقلوبة الاتجاه . وبهذه الطريقة لا تكون هناك حاجة لخطوط الرى الطولية الموجودة بالشكل السابق . ويزيد التخطيط بهذا النظام من سطح الأرض المغطى بالمـــاء مع الإقلال من فرصة التعرية . وقد يسمى هذا النوع من الخطوط باسم Blocked furrows

الرى بالخطوط العريضة Broad furrows

لزيادة مساحة السطح المغطى بالماء ونظراً لطبيعة بعض المحاصيل الخاصة المنزرعة على خطوط واحتياجها إلى كمية كبيرة من الماء تعمل خطوط الرى عريضة وقد يصل عرضها إلى حوالى ٦٠ سم كما فى الطماطم أو أشجار الفاكهة والعنب ونظراً لعرض هذه الخطوط فإن ارتفاع الماء بها يكون صغيراً ويميل إلى التجمع بالقاع مما يضعف من الغرض من استخدامها . وقد يساعد على انتشار الماء بالحقل عدم تمهيد القاع وبقائه متموجا Undulating .

الرى بالخطوط المتجمعة Cluster furrows

ويؤدى عمل خطى رى متقاربين أو أكثر نفس الغرض للخطوط العريضة مع عدم الاحتياج لاتباع وسيلة خاصة للمساعدة مع انتشار الماء .

الرى بالخطوط الحوضية Basin furrows

لرى بعض المحاصيل الخاصة مثل الشليك ، وشتلات الاشجار ، نباتات الزينة فانها تزرع على مصاطب يفصل بينها خطوط رى عريضة عميقة . وتملأ هذه الخطوط بالماء ثم يحول عنها ويترك ليتسرب خلال هذه الخطوط كما هو الحال عند الرى بالأحواض وعادة ما يكون هذه الخطوط بطول قصير يتراوح بين ٣٥ ، ٠٠ متر .

وتشابه هذه الطريقة إلى حد كبير ما هو متبع لرى معظم المحاصيل المنزرعة على خطوط بالجمهورية العربية المتحدة غير أن أطوال الخطوط عادة أقصر مما ذكر بكثير ومساحة الأحواض التى تعد هذه الخطوط أقل بكثير . ولاشك أن الرى بهذه الطريقة يحتاج إلى جهد كبير فى التنفيذ مع احتمال سوء توزيع الماء خصوصاً بالقرب من المروى وبداية موضع الرى .

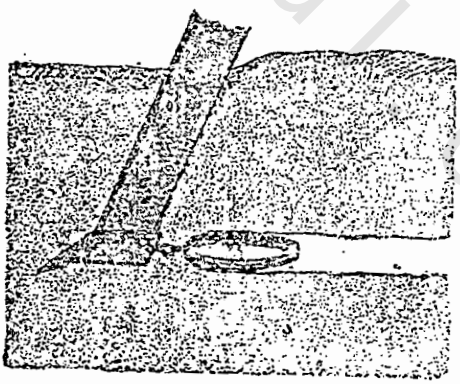
الرى تحت السطحى Subirrigation

تشغل المساحة التى ترى من الأراضى الزراعية بهـذه الطريقة قدراً ضئيلاً بالنسبة للمساحة التى تروى بالرى السطحى أو الرى بالرش وذلك لاحتياجها لبعض الظروف الطبيعية الضرورية لنجاحها والتى لاتتوفر فى كثير من الاحيان . ومع ذلك إن مزايا هذه الطريقة حيث تتوفر الظروف المشجعة لاتباعها تجعلها من الطرق المرغوب فيها .

وبصفه أساسية فإن الرى تحت السطحى يشتمل على تنظيم لعمق مستوى الماء الأرضى وهو فى تنظيمة الدقيق خليط من نظام الرى ونظام الصرف بمعنى أن تنظيم بعد مستوى الماء الأرضى يجب أن يوفر الرطوبة الملائمة لمقابلة الاحتياجات المائية للنبات وفى نفس الوقت تسمح حالة الصرف للنطـاع الأرضى بانتشار الجذور ونموها نمواً طبيعياً سليماً . وقد يصعب تحقيق هذين الغرضين بدرجة كافية تحت كل الظروف . ولهذا فقد تدعو الحاجة حيث يرفع مستوى الماء الأرضى إلى ضرورة خفضه بعيداً عن السطح مما لايناسب الرى تحت سطحى مع الاكتفاء بالاعتماد على غيره من طرق الرى السطحى أو الرى بالرش وذلك لصعوبة تنظيم عمق مستوى الماء الأرضى بما يحقق الغرضين السابقين وفى كثير من المناطق التى يزاول فيها هذا النوع من الرى لايتوفر نظام الصرف وهنا ينظم مستوى الماء الأرضى بإمداده بالماء « Feeding » عند انخفاضه بعيداً عن السطح ، أما فى حالة قربه من السطح فيحدد هذا الامداد حتى يعود مستوى الماء الأرضى إلى وضعه المرغوب فيه .

وكما يزاول هذا النظام بولاية كاليفورنيا فإن مستوى الماء الارضى يمد بالماء عن طريق مجموعة من القنوات المفتوحة بعرض الحقـل وبالاراضى الطينية والطينية الطمية تكون هذه القنوات مؤقته والماء بها قريبا من السطح مع تنظيم

بعده ومتابعته بعمل آبار ملاحظة Observation wells فى منتصف المسافة بالحقل بين قناتين . واحد ما ينظم مستوى المـــاء بالقنوات الرئيسية المستديمة الموجودة باطراف المزرعة ونظراً لإن عرض المسافة التى تشغلها القناة المفتوحة والجسور المحيطة يبلغ حوالى ٣٠٥ مترا فـان الزارعين لايميـــلون إلى تضييق المسافة بين القنوات عن ٥٠ متراً وقد لاتكتفى مثـــل هذه المسافة بالأراضى الطينية لرى المساحة بين القنوات بالكفاية المرغوبة نظراً لبطء الحركة الجانبية للماء بمثل هذه الظروف . وهنا تستخدم المولز Moles كمجارى مائية عمودية على القنوات المفتوحة لتزويد بذلك من التوصيل العرضى للمـــاء . والمولز ماهى إلا فتحات اسطوانية تعمل تحت سطح الأرض بتوصيل اسطوانة من الصلب أو ما يشبه القذيفة بعامود محراث تحت التربة مع سحبها فى إتجاه عمودى على القنوات كما يوضح بالشكل رقم (٨٤) . هذه المجارى المائية تعمل على أعماق تتراوح بين



شكل ٨٤ ـ طريقة عمل المولز Moles

٣٠ ، ٤٥ سم وبقطر من ٧٫٥ ـ ١٥ سم وعلى أبعاد من ٩٠ إلى ١٢٠ سم . وعند تنفيذ نظام الرى تحت السطحى تعمل المولز أولا ثم يجهز مهد البذور وتزرع

الأرض بالمحصول فى خطوط متعامدة على المولز . تشق القنوات متقاطعة مع المولز ويجب لذلك الحرص خوفاً من انسداد فتحات المولز عند إنشاء القنوات ويحسن شق هذه القنوات قبل أدخال الماء بها بوقت كاف إذ يساعد ذلك على تجفيف وتشقق نهايات المولز عند إنسدادها مما يسهل دخول الماء مستقبلا . وإذا ما كانت كفاءة المولز عالية فإن المسافة العادية بين القنوات المفتوحة تتراوح من ٨٠ إلى ١٠٠ متراً .

ويحول ماء الرى إلى القنوات المفتوحة قبل أن تبدأ الحاجة للرى مع رفع مستوى الماء تدريجياً بها إلى الحد المطلوب . وإذا ما تأخر الرى فقد يؤدى جفاف الأرض مع وجود النبات إلى البطء معدل إمداد الماء وارتفاعه بالخاصية الشعرية بالنسبة لمعدل إمتصاص النبات لها مما يستدعى المحافظة على التناسق بين معدل الإمداد ومعدل الإمتصاص للماء ونظراً لبطء معدل حركة الماء بالأراضى الطينية فإن عملية الرى تحت السطحى تبقى مستمرة تحت هذه الظروف مع تنظيم إرتفاع مستوى الماء الأرضى ليبقى ثابتاً .

وتروى الاراضى العضوية Muck بولاية كاليفورنيا بعمل قنوات مفتوحة تبعد حوالى ١٧٥ متراً عن بعضها وبعمق ١٢٥ إلى ١٧٥ سم . ونتيجة لارتفاع معدل حركة الماء بمثل هذه الأراضى فإن هذه الأبعاد تعتبر ملائمة لمثل هذه الأراضى مع بقاء مستوى الماء الأرضى على بعد ٩٠ سم من السطح . وإذا ما تعذرت الحركة الجانبية بالدرجة الكافية فإن الرى الإضافى بالرش غالباً ما يستخدم بدلا من إنشاء قنوات إخرى تستقطع جزءاً من الأرض وتعيق الخدمة الآلية . ومع أن معدل حركة الماء بمثل هذه الأراضى أسرع من الأراضى الطينية إلا أنه عادة مايطبق نظام الرى المستمر كما فى الأراضى الطينية .

ويشابه نظام الري بأراضي البيت Peat مثيله بأراضي الـ Muck إذ توجد القنوات المفتوحة على أبعاد ١٧٥ متراً . ولري المحاصيل سطحية الجذور وتلك المحتاجة إلى رطوبة مرتفعة بالقرب من سطح الأرض يستخدم نظام من القنوات يسمى Sput ditches ذات جوانب قائمة عرضها ٢٠ - ٣٠ سم وعلى أبعاد ٢٠ - ٤٠ متراً وظراً لأن فوائح حفر هذه القنوات تنتشر على سطح الأرض المجاورة فإن جملة الفاقد من المساحة المنزرعة يبدو قليلا . وبهذه الطريقة يمكن المحافظة على مستوى الماء الأرضى على عمق ٣٠ - ٤٥ سم . وأحيانا ما تملأ هذه القنوات الضيقة بالماء لنهايتها فيبلل القطاع الأرضى كله ثم تصرف المياه منها إلى القنوات المفتوحة الرئيسية (على أبعاد ١٧٥ متراً) وهنا تعمل هذه القنوات الضيقة كمصارف إلى أن ينخفض الماء إلى مستوى قاعها . ويجب مراعاة أن مثـــل هذا النظام لا يصلح إلا بالأراضى ذات النفاذية العالية جداً بحيث تشبع وتصرف ماءها بسرعة علاوة على توفر مصدرات عالية من مياه الري .

هناك مناطق بالولايات المتحدة تعتمد على طريقة الري تحت السطحي نظرا لطبيعتها الفسيوجرافية التي تجيد إستخدام هذه الطريقة ولاتشجع أتباع غيرها من طرق الري . فالأرض منبسطة جدا الانحـــدار ذات نفاذية عالية بالسطح مع طبقة بطيئة النفاذية تحت السطح مما يسمح بوجود مستوى ماء أرض قريب سواء طبيعي أو صناعي .

كما تستخدم هذه الطريقة ويكثر انتشارها بهولندا بالأراضى ذات مستوى الماء الأرضى المرتفع والصرف المغطى . وتخلو الأراضى المروية بالري تحت السطحي فى قوامها غير أن أغلبها طيني . وينفذ الري عن طريق شبكه المصارف المغطاه والقنوات المفتوحة .

ولقد قدم Kalisvaart Criddle دراسة عن الري تحت سطحي بالمناطق الرطبة والجافة ونصف الجافة وبين الإحتياجات العامة التالية لهذا النوع من طرق الري .

١ - الأرض متجانسة القوام ، عميقة لحد ما ، عالية النفاذية .

٢ - وجود مستوى ماء أرضي طبيعي مرتفع أو طبقات مندمجة Tight تحد من حركة الماء لأسفل بحيث يتجمع فوقها الماء الأرضي بصورة مؤقتة أو معلقة Perched وذلك على عمق أسفل منطقة نمو الجذور هذه الطبقة المندمجة أو المحددة قد تكون طيناً ، صخراً ، أو مياه جوفية طبيعية موازية لسطح الأرض.

٣ - كبر مساحة الأرض المروية للإقلال من كمية الماء العائد من المصارف بالنسبة للكمية الكلية الموصلة للزرعة ويشترط استواء سطح الأرض وإنتظامه أو وجود انحدار طفيف باتجاه واحد .

٤ - تساوى منسوب حقول المتجاورة فلا يتعدى الارتفاع بينها حوالى ١٠ سم وإلا سويت للوصول إلى المنسوب المطلوب .

٥ - أن يسمح نظام الصرف بسرعة إنخفاض مستوى الماء الأرضى وغسيل الاملاح مع وجود عوائق بالمصارف Checks تنظم إرتفاع المياه بها .

٦ - خلو الأرض المروية أو المياه المستخدمة من الأملاح بقدر المستطاع لاسيما عند بطء الحركة الجانبية للماء أو عدم توفر الماء للغسيل . كذلك يشترط قلة السلت أو حبيبات الطين لتلافى انسداد المصارف المغطاه أو مسام الأرض .

٧ - مع إنتظام تذبذب مستوى الماء الارضى ولاسيما فى وجود بعض الأملاح به فإن بعضاً من هذه الاملاح تترسب فى صورة قشور مع إعاقة حركة الماء بانقطاع ما يستدعى إجراء حرث لهذه الطبقات المترسبة لتهشيمها .

٨ - عند إنخفاض كمية الامطار السنوية فإنه يلزم على الاقل رية سطحية غزيرة لغسيل الاملاح . وقد يستخدم لذلك الرى بالرش .

٩ - يجب تنظيم مستوى الماء الارضى تبعاً لموسم نمو المحصول المزرع ودورة حياته علما بأن قليل من المحاصيل يمكنها تحمل التذبذب فى مستوى الماء الارضى ولذا يراعى عـــدم الاختلاف الكبير فى هـذا المستوى خصوصاً فى منتصف فصل النمو .

١٠ - إذا تعذر تنفيذ الرى تحت السطحى بحقول متجاورة فإن الإتفاق بين المزارعين على اتفاق مستوى الماء الارضى الذى يرضى الجميع يصبح ضرورة تستدعى تعاونهـــم ليتحقق بذلك تنفيـــذ الرى تحت السطحى دون إضرار بمصالح الآخرين .

١١ - فى مرحلة الإنبات ونمو البادرات عادة ماير تفع منسوب الماء الارضى قريباً من السطح وإذ روعى غير ذلك تستخدم طريقة الرى بالرش أو الرى السطحى للمساعدة على إنبات البذور ونمو البادرات وذلك بصفة مؤقتة مع المحافظة على سطح الأرض خاليا من الاملاح بقدر الإمكان .

١٢ - نظراً لاختلاف طبيعة نمو الجذور بالمحاصيل المختلفة وكذا أحتياجاتها المائية بمراحل نموها المختلفة فإنه يجب الإلمام بهذه الخواص لسلامة تنفيذ الرى تحت السطحى .

الرى بالرش Sprinkler irrigation

تعتبر طريقه الرى بالرش من أحدث الطرق ، إذ بدء فى إستخدامها من أوائل القرن الحالى وإزداد إنتشارها بعد الحرب العالمية الثانية مـــع توفر وكفاءة

الرشاشات والمضخات والمواسير خفيفة الحمل والمصنوعة من الالومنيوم وكذلك الوقود . وأصبح استخدام هذه الطريقة أمراً مألوفا لرى كثير من المحاصيل المختلفة والمزروعة بجميع أنواع الاراضى وعلى طبوغرافية متباينة . ورغما عن حداثة العهد بهذا النوع من الرى الا أن هناك تقدما هائلا فى وسائل تنفيذه ، كما تتسابق المؤسسات المنتجة لاجهزته فى تحسين إنتاجها ليخدم أغراضا شتى . كل ذلك ساعد على رفع كفاءة الرى بالرش لتفوق غيرها من الطرق الاخرى . وقد يكون من الصعب هنا تناول كل ما يعرف عن الرى بالرش إذ أن هناك مراجع متخصصة فى هذا النوع من الرى ولذا فسنكتفى بتناول بعض المعلومات الاساسية المتعلقة بهذا الموضوع تاركين تفاصيل ذلك الى فرصة قادمة بإذن الله .

ويضاف الماء فى طريقة الرى بالرش فوق سطح الارض كرذاذ يشبه الى حد ما سقوط الامطار . ويؤدى خروج الماء المنفرط من فوهة الرشاش الضيقة Nozzle إلى تكوين هذا الرذاذ . وغالبا ما يضخ الماء للحصول على الضغط اللازم ، وإن توفر هذا الضغط فى بعض الأحيان نتيجة لسقوط الماء بالجاذبية الارضية اذا كان مصدره على ارتفاع شديد . وبإختيار قطر الفوهة المناسب ، وارتفاع حامل الرشاش Riser ، وضغط التشغيل Operating pressure يمكن التوصيل الى كفاءة عالية فى تجانس توزيع مياه الرى تبعاً لمعدل تسربها للأرض بما يضمن الاشى الفقد بالجريان السطحى وما يتبعه من أضرار بالأرض والمحصول

ويلائم استخدام الرى بالرش ظروفا عديدة ، فهو يصلح لرى جميع المحاصيل فيما عدا الارز وعند الخوف من اصابة الثمار أو البذور الملامسة للارض بالامراض الفطرية . كما أن ابتلال بعض الاجزاء الهوائية للنبات بالماء الخارج من الرشاش قد يزيد من خطورة بعض الامراض الفطرية عند بقائها مبتلة لفترة طويلة ، وقد

لا يكون ذلك شائعاً بالمناطق الجافة فى أغلب الأحيان . كذلك قد يساعد الرذاذ على إنتقال الأمراض من أجزاء النبات المصابة إلى أخرى سليمة أو إنتقال البكتريا من الأرض للنبات كما يؤدى جفاف الماء على سطوح الأوراق إلى تركيز الأملاح بماء الرى مما يسبب أضراراً للنبات إذا ما امتصت هذه الأملاح عن طريق الأوراق ولا سيما عند استخدام مياه رى متوسطة الصلاحية مع بطء معدل إعطائها وزيادة الظروف المشجعة على البخر . ويجب العمل على تنظيم الرش بالمبيدات والرى بالرش إذ قد يؤدى الرى عقب إضافة المبيدات إلى غسلها وتقليل فاعليتها ، أما إن كانت بينهما فترة كافية يسمح بفاعلية المبيد فلا خوف من ذلك كما يساعد الرى بالرش على غسيل الأوراق وتقليل فرصة التصاق الحشرات بها . ولقد كان يظن أن الرى بالرش فى فترة التلقيح يؤثر على إنتاج الحبوب، غير أن وفرة الإنتاج لعديد من محاصيل الحبوب المروية بهذه الطريقة قللت من شأن هذا الظن . وبينت التجارب على القطن تأثر تفتح اللوز أثناء فترة الرى بالرش غير أن ذلك كثيراً ما يعوض بدرجة ملحوظة بعد الرى بأيام قليلة .

من الناحية الإقتصادية فإن أختيار أى نظام للرى يجب ينظر إليه فى ضوء تكاليفه الأولية الثابتة وتكاليفه السنوية المرتبطة بالتشغيل والصيانة، وكذلك العائد نتيجة لاستخدام هذا النظام وقد تصعب المفاضلة بين الرى بالرش وغيره من طرق الرى السطحى على هذا الأساس الاقتصادى البحت نظراً لتداخل كثير من العوامل المرتبطة . ويمكن النظر إلى هذه المقارنة فى ضوء بعض الحقائق المعروفة فالرى بالرش يحتاج إلى جهد أقل من عملية التسوية وتمهيد سطح الأرض وإن كانت هناك حاجة لبعض التسوية عند ضرورة التخلص من المياه الزائدة والمتجمعة فى المواضع المنخفضة نتيجة للأمطار أو الرى . أما بالنسبة لتكاليف حمل

مياه الرى وتوزيعها فهذا يتوقف على نوع النظام المستخدم فالقنوات المادية المفتوحة أقل تكلفة من مواسير الضغط المرتفع . وقد يقل أو يتساوى نظام القنوات المبطنة أو المواسير ذات الضغط المنخفض مع المواسير المتنقلة Portable pipes الخاصة بالرى بالرش .

ويمكن بأتباع نظام الرى بالرش التحكم فى توزيع مياه الرى دون الحاجة إلى خبرة كبيرة للقائمين بالرى اللهم ألا فى مجال تشغيل الآلات وصيانتها دون النظر إلى تفهم امير المياه على سطح الارض أو توزيع الرطوبة بالقطاع . ويمتاز تجانس توزيع الرطوبة عند الرى بالرش بعدم أعتماده لحد كبير على خواص الارض أو الطبوغرافيا (إذا لم تؤثر على ضغط التشغيل) وعمق الماء المضاف. هذا علاوة على الحد من الانجراف السطحى وأمكانية أستغلال التصرفات المائية الصغيرة بكفاءة عالية عند أتباع هذه الطريقة .

ولا يقتصر أستخدام الرش على أضافة الماء لمقابلة الاحتياجات المائية للنبات أو غسيل الاملاح بما يزيد من قيمة هذا النظام يبرر أستغلال رأس المال اللازم لشراء أجهزته وتشغيلها . فإعطاء ريه خفيفة بالرش عقب زراعة البذور مع تجانس توزيع الرطوبة يحقق بلا شك نسبة عالية من الانبات وأنتظام خروج البادرات وبالتالى موعد نضج المحصول . أما بعد ضمان أنبات وخروج البادرات فيمكن أتباع أى من الطرق السابق شرحها إذ تتحمل النباتات بعد ذلك ظروف عدم تجانس الرطوبة بالقطاع . ويستخدم الرش كوسيلة لتوزيع الاسمدة والمخصبات مع بعض الاحتياطات الخاصة لتلافى فقد الازوت بالتطاير Vaporisation وحيث تنخفض درجة الحرارة ويتكون الصقيع فيضر النبات يلجأ المزارعون إلى رش نباتاتهم للحد من تأثير الصقيع إذ تتفرد طاقة حرارية تقدرها ٨٠ سعراً/جرام

ماء يتجمد فتحمل هذه الطاقة على موازنة ما يفقده النبات من حرارة الجو المحيطة به والا كثر برودة عنه . ويعمل الرى بالرش كلطاف لحرارة الجو المرتفعة فيحمى بذلك النبات والحيوان فإرتفاع الحرارة لأعلى من ٣٥°م تؤدى إلى تساقط ثمار الموالح وكذلك ابقاؤه لأعلى من ٣٨°م لبضع أيام قد يسبب فقداً لمحصول العنب يصل إلى ٥٠٪ ويمكن عند الرى بالرش ببطء تخفيض درجة الحرارة الأوراق حوالى ٥°م أو أكثر فيقل بذلك الضرر ولا تتأثر صفات الثمار. وهنا على العكس مما هو متبع للحماية من الصقيع يمكن تشغيل الرشاشات ثم تعطيلها لفترات متقطعة كل ١٥ دقيقة بالتبادل .

وبصفة عامة فإنه يجب إتباع طريقة الرى بالرش فى الأحوال التالية :

١ ـ الرى بكميات بسيطة من المياه لا سيما للأراضى المتوسطة إلى العالية النفاذية . إذ يصعب باتباع طرق الرى السطحى توزيع هذه المياه علاوة على عدم تجانسه .

٢ ـ رى الأراضى ذات النفاذية العالية حيث يتعذر الرى السطحى بكفاءة عالية حتى مع أستخدام تصرف متوسط .

٣ ـ ضد أختلاف طبيعة قوام الأرض بنفس الحقل يختلف كل من معدل التسرب وعمق الماء اللازم مما يصعب عملية الرى السطحى . غير أن ذلك لا يمثل صعوبة عند الرى بالرش حيث لا يتوقف العمق المضاف على هذه العوامل طالما كان معدل إعطاء الماء أقل من معدل التسرب الأدنى لهذه الاراضى.

٤ ـ الرى على الميول شديدة الإنحدار دون الحاجة إلى إجراء عمليات تسوية غير مرغوبة تحد من عمق القطاع أو تعرض طبقات غير مرغوبه السطح أو تزيد

من التكاليف الاولية لنظام الرى . وهذا بالإضافة إلى عدم الخوف من حدوث تعرية أو سوء استغلال مياه الرى نتيجة لزيادة الفقد بالجريان السطحى .

٥ - رى الاراضى الغير عميقة القطاع Shallow دون الحاجة إلى الحد من خصوبتها عند إزالة الطبقة السطحية بها عند التسوية علاوة على أحتياجها لصرف مائى بسيط عند ريها .

٦ - عند أرتفاع مستوى الماء الارضى بدرجة تؤثر على المحاصيل المزروعة فإنه يمكن بإستخدام الرى بالرش التحكم فى كميات المياه المضافة ليسكنة الإحتياجات المائية للنبات دون العمل على رفع المستوى إذ يتعذر ذلك بالرى السطحى ، فقد يرفع منسوب الماء الارضى بقدر يفوق كثيراً عمق الماء المضاف .

٧ - حيث تتفاوت خواص القطاع مع العمق ، كأن تكون الطبقة تحت السطحية أقل نفاذية من السطح ، فان الرى السطحى يؤدى إلى تشبع الطبقة السطحية مع احتمال بقائها على ذلك لفترة قد تضر بالنبات . أما بالرى بالرش فيمكن بتنظيم إمعدل أعطاء الماء ليتناسب مع خواص الاراضى بالقطاع تلافى هذه المشكلة .

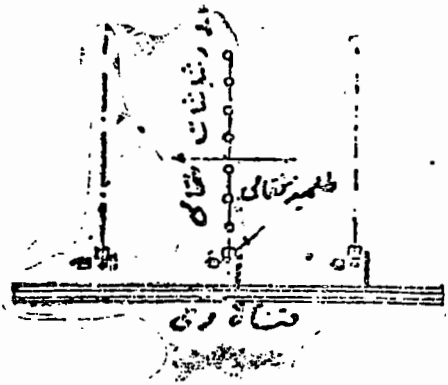
وفى الواقع فإنه مع هذه المميزات العديدة للرى بالرش والتى تمكن من أستخدامه تحت ظروف متباينة الا أن أتباع طرق أخرى للرى قد يكون مرده أساساً لدواعى أقتصادية . فتكلفة المضخات اللازمة لضغط الماء تعتبر أحد العوامل الرئيسية المحددة لاستخدام الرى بالرش ، إذ يتراوح ضغط الماء الخارج من الطلبة بين ٤٠ — ٦٠ رطل على البوصة المربعة لمعظم الانواع ، أى مايعادل رفع الماء حوالى ٢٧ - ٤٢ متراً . ولذا فإنه لكى يفضل الرى بالرش أقتصادياً غيره من طرق الرى الرى السطحى يجب أن تتوازن تكلفة طلبات الرى مع قلة كل من المصاريف

الأولية ومصاريف التشغيل (عدا الطلمبات) وثمن المياه وارتفاع العائد من المحصول لوفرته أو جودته . وحتى إذا لم تكن اقتصاديات المياه عاملا محدداً فإن التخلص من المياه الزائدة عن الحاجة يستدعى صرفها لضمان الخصوبة على المدى الطويل مما يجب أخذه فى الاعتبار عند المقارنة . وتتوقف تكلفة العمالة للرى بالرش على نوع النظام المستخدم وطريقة نقل مواسير الرى والتخطيط Layout المتبع . فالنظام النقالى يستلزم فى المتوسط عاملا للفدان لكل ساعة رى وقد يتشابه ذلك مع الرى بالخطوط . أما الرى بالأحواض الصغيرة فانه يستلزم عمالة أكثر .

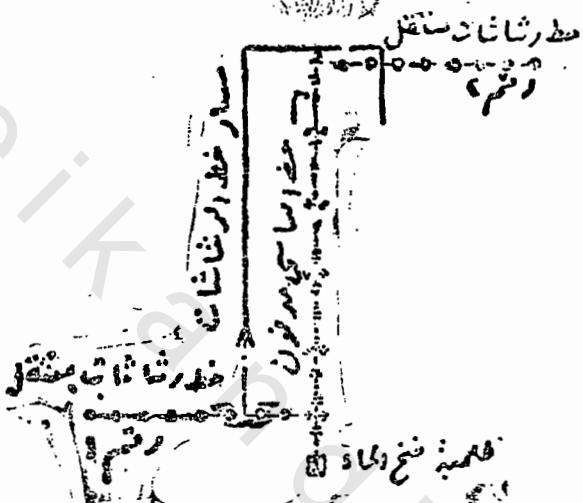
نظم الرى بالرش Types of sprinklers

هناك عديد من نظم الرى بالرش تناسب كل منها ظروفاً خاصة لتنفيذها أو لاحتياجها الأقل عمالة عند تشغيلها . ولقد كان نظام الرى فى مبدأ أمره نظاماً ثابتاً يتكون من ماسورة من الصاب معلقة على أعمدة وبها فتحات ثابتة على مسافات متساوية ، ويتم رذاذ الماء عندما تتحرك الماسورة حول محورها الأفقى على هيئة قوس . ثم تطور النظام مع إستخدام المواسير المتنقلة Portable المصنوعة من الألومنيوم الخفيف الحمل والوصلات السريعة Quick-coupling connectors ويغلب إستخدام هذا النوع من المواسير والوصلات فى معظم النظم المختلفة نظراً لقلة تكلفتها الأولية نسبياً مما يشجع على إستعمالها بالرغم من تكاليف العمالة عند تشغيلها .

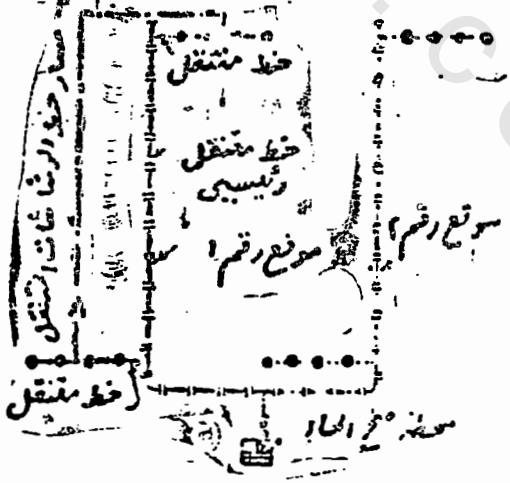
وإذا ما قسمت الأنظمة تبعاً لكونها متنقلة أو ثابتة نجد أن هناك مجموعة عديدة منها تتراوح بين النظام الثابت أو المستديم تماما Permanent والنظام المتنقل تماما ، كما فى الشكل رقم (٨٥) . ويعتبر النظام الثابت أقلها إنتشاراً ،



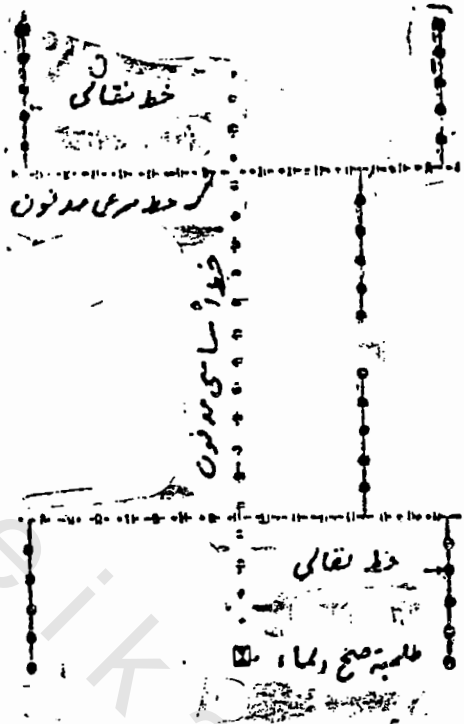
(ج) نظام متنقل



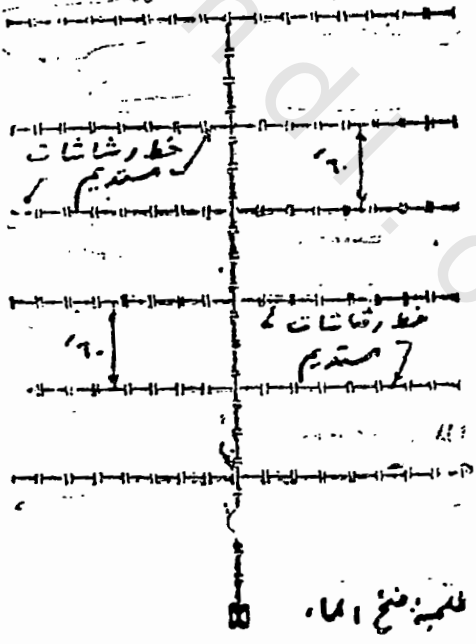
(د) نظام متنقل فيما عدا طلمبة المياه



(هـ) نظام نصف متنقل



(أ) نظام مستديم



(ب) نظام مستديم

شكل ٨٥ — بعض نظام الري بالرش

obeikandl.com

وتروى به أشجار الفاكهة والشوارع . ويتكون النظام من خطوط مواسير مدفونة يرتفع منها حوامل Risers على مسافات ثابتة ويركب على كل منها رشاش . وقد تتصل هذه الحوامل بخراطيم مرنة تسمح بعمل الرشاشات بأكثر من موضع (١ - ٤ مواضع) ، أى تتحرك الرشاشات الفردية مع ثبات باقى أجزاء النظام بما فيها طلمبة ضخ المياه .

ويسمى النظام نصف متنقل Semi portable إذا كانت طلمبة المياه والخط الرئيسى ثابتين بينما الفروع الجانبية laterals متحركة أى متنقلة . ويتكون الخط الرئيسى Main line من مواسير من الصلب أو الاسبستوس مع الأسمنت مدفونة تحت السطح وتخرج منها لأعلى حوامل مزودة بمحابس تركب عليها الفروع الجانبية .

أما النظم المتنقلة Portable فمنها نوعان . الأول يشابه النظام النصف متنقل فيما عدا إستبدال الخط الرئيسى المدفون بآخر متنقل يتكون من مواسير سريعة التركيب ، كذلك فقد تكون الطلمبة ثابتة أو متنقلة . أما النوع الثانى فلا يشمل على خط رئيسى بل يوصل الماء من قنوات مفتوحة أو مواسير ذات ضغط منخفض الى مضخة نقالة Booster تتصل مباشرة بالفروع الجانبية وتتحرك معها .

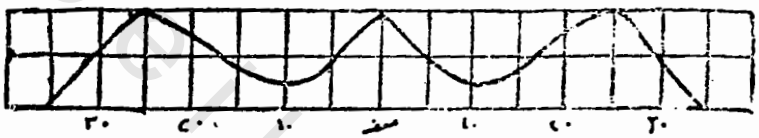
وفى الواقع ، يوجد نظام آخر يسمى بالنظام الثابت Solid يتكون من مواسير متنقلة لكل من الخط الرئيسى والفروع مع توفر كمية منها تكفى لتغطية كل إحتياجات المساحة المروية دفعة واحدة . وبذلك تركب المواسير وتبقى فى مكانها طوال موسم الرى . وطبعاً تزداد التكلفة الاولية لمثل هذا النظام ولذا يستخدم لرى المحاصيل المرتفعة القيمة والتى تحتاج للرى على فترات متقاربة . ومنها ما يقوم بتوزيع المياه أوتوماتيكيا بعد ضبطه على نظام خاص .

وهناك نوع خاص يتبع النظام المتنقل لايشتمل على المواسير المتنقلة العادية . وقد يتحرك من مكان لآخر باستمرار أو ينقل من وضع لآخر وسنذكره فيما بعد . ولتقليل تكاليف العمالة التى يطلبها فك وحمل المواسير الى الموضع الجديد ثم توصيلها فقد إستخدمت طرق ميكانيكية لتحريك النظام دون حاجة الى فكه .

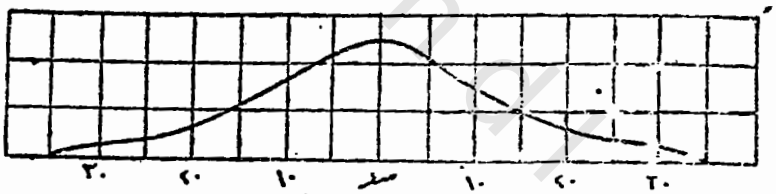
وإذا ماقسمت الطرق المستخدمة لمواسير المتنقلة تبعاً لطريقة توزيع المياه على سطح الأرض فهناك نوعان منها . الاول ويشمل على ثقوب ضيقة جداً بجدران نفس المواسير ويخرج منها الماء المضغوط وينتشر على هيئة رذاذ وتعطى تهاتنا لابأس به تحت ضغط قدرة ١٥ - ٢٥ رطل على البوصة المربعة عندما تكون المسافة بين الفروع ٢٥ الى ٥٠ قدما . ومن الضرورى عند إستخدام هذا النظام المحافظة على نظافة الماء من المواد العالقة به خوفاً من غلق الثقوب الموجودة بجدران المواسير . وتقل كفاءة هذا النوع من طرق الرش عندما يقل معدل إعطاء الماء عن ½ بوصة فى الساعة ولذا يقتصر إستخدامها لرى الأراضى العالية النفاذية ، كما تتقاطع أوراق النباتات مع رذاذ الماء بما يعيق إنتشاره وهذا يعنى صلاحية هذا النظام لرى النباتات المتزرعة على مسافات متباعده وبالحدائق المعروقة والخالية من الحشائش . أما النوع الآخر وهو الأكثر شيوعا فيشتمل على رشاشات بطيئة الدوران Slow revolving تلف تلقائياً Self rotated وتوجد على مسافات معينة بطول الفروع الجانبية (١ - ٢ لفة فى الدقيقة للأنواع صغير الحجم ، لفة كل ٢ - ٣ دقائق للانواع الكبيرة) والناحية الهيدروليكية نجد أن كفاءة هذه الرشاشات تعتبر عالية إذ تحول ٩٥ ٪ من ضغط التشغيل الى طاقة سرعة velcoity head مع كبر المساحة التى يسقط عليها رذاذ الماء مما

يسمح بتباعد المسافة بين الرشاشات وكذا الفروع الجانبية ، أى خفض النفقات ، كما يضمن كفاءة توزيع عالية عند إختيار الابعاد المناسبة بين الرشاشات وكذا الفروع .

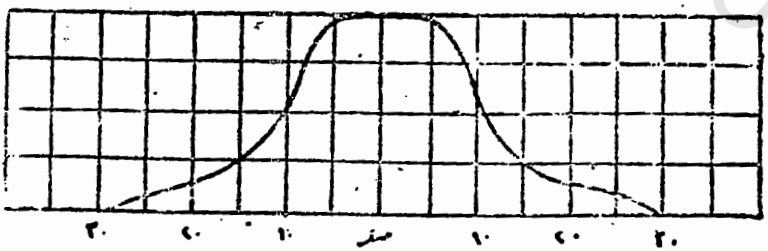
ويشبه توزيع المياه الخارجية من الفوهة Nozzle شكل مخروط قمته عند الرشاش أى يتناقص عمق الماء الخارج من الرشاش مع البعد عنه وذلك مع ضغط التشغيل المناسب وفى غياب الرياح كما يظهر بالشكل رقم (٨٦) . وفى الواقع فإن لكل نوع



أ - ضغط منخفض جداً



ب - ضغط مناسب

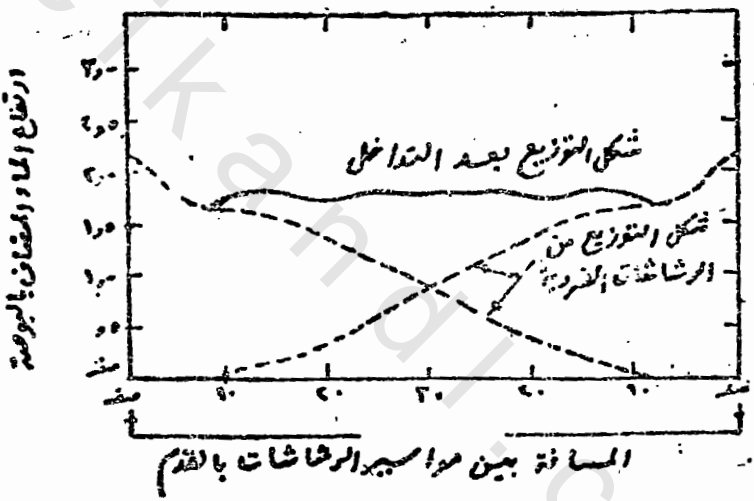


جـ - ضغط مرتفع جداً

شكل ٨٦ - تأثير ضغط التشغيل على توزيع المياه

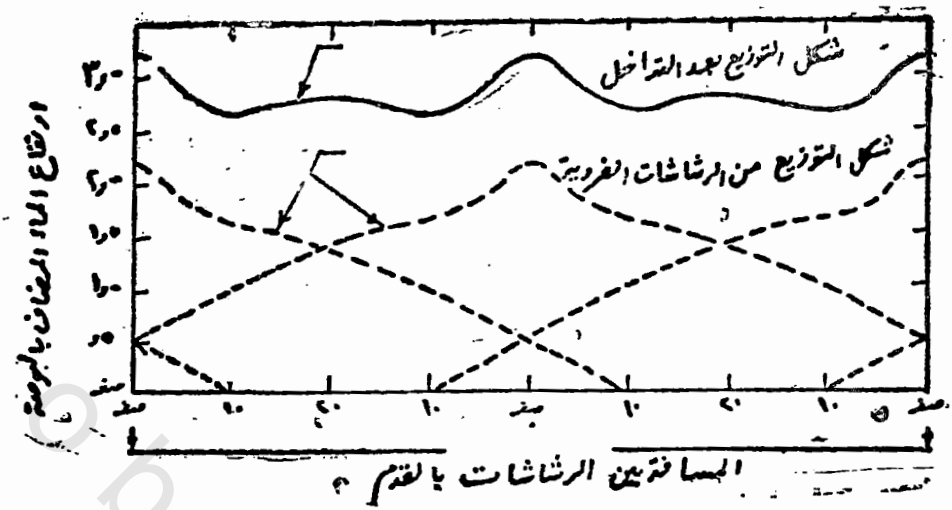
من الرشاشات نظام خاص لتوزيع الماء الخارج منه ويتوقف ذلك على قطر الفوهة وضغط التشغيل . فزيادة الضغط تؤدى إلى صغر حجم قطرات الماء وزيادة قطر دائرة الابتلال وضعف طاقة إصطدام قطرات الماء بالارض وتنقيتها الحبيبات المركبة والإقلال من المعدل الفورى للرى كما يتأثر توزيع الماء بالرياح ، كما يؤدى تضييق فوهة الرشاش الى نفس التأثيرات السابق .

وللحصول على تجانس توزيع مياه الرى من الرشاشات يجب أن تتداخل مناطق تأثيرها سواء بتنظيم المسافة بين الفروع الجانبية كما فى الشكل رقم (٨٧)

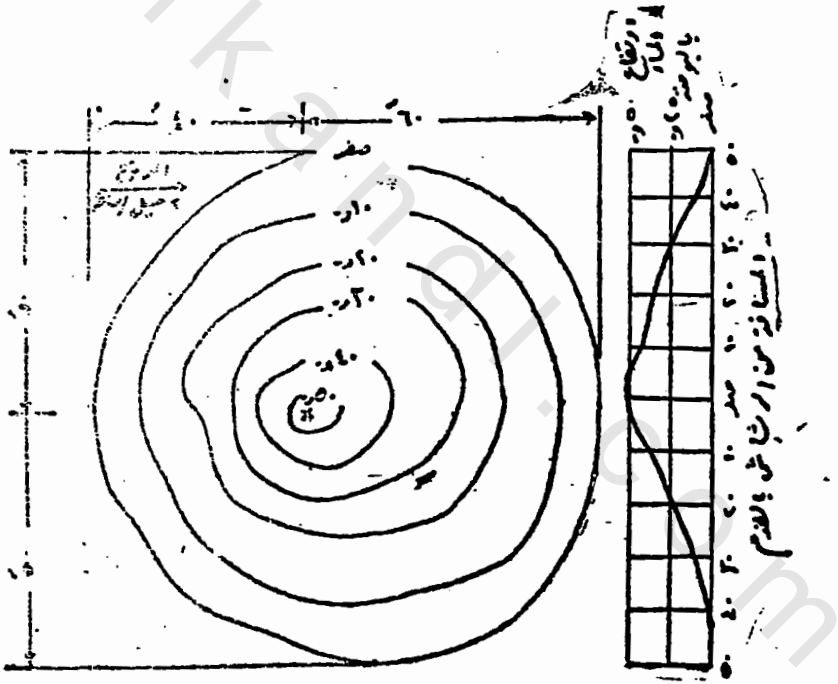


شكل ٨٧ - توزيع المياه فى المسافة بين الفروع الجانبية Laterals

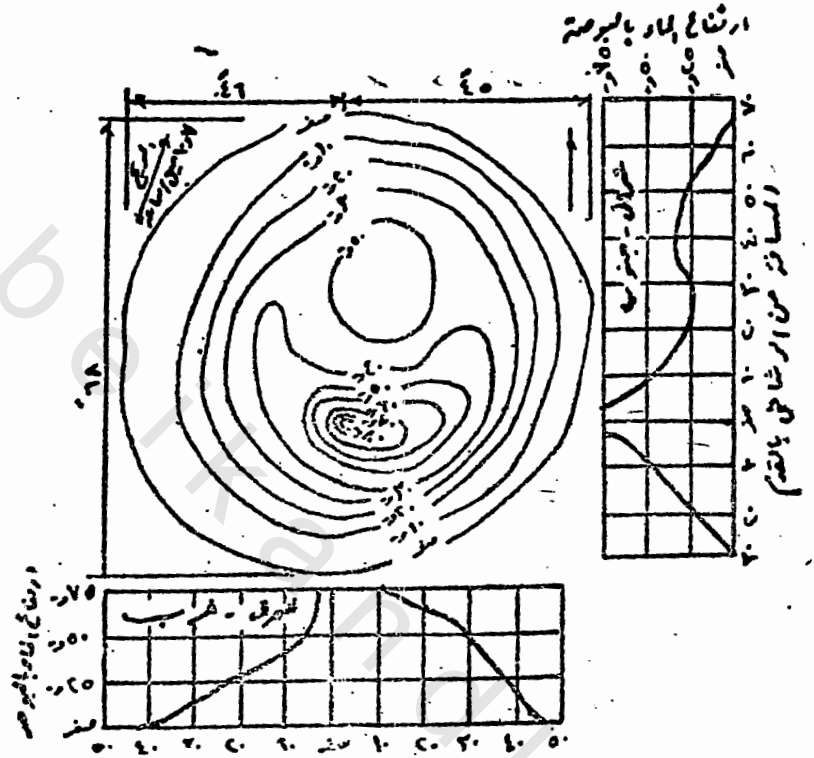
أو بين الرشاشات كما فى الشكل رقم (٨٨) . ويلاحظ أن للرياح تأثير فى النتيجة النهائية لهذا التوزيع كما فى الشكل رقم (٨٩) ، رقم (٩٠) ، لذا فإنه ينصح بتباعد الرشاشات على مسافة تتراوح بين ٦٥ ٪ ، ٣٥ ٪ من قطر دائرة تأثيرها تبعاً لشدة الرياح . أما المسافة بين الفروع الجانبية فـــلا تتعدى ٦٥ ٪ من قطر دائرة الابتلال .



شكل ١٨ - توزيع المياه فى مسافة بين الرشاشات



شكل ٨٩ - توزيع المياه حول الرشاش تحت ظروف تشغيل ملائمة



شكل ٩٠ - توزيع المياه حول الرشاش دون تماثل نتيجة لتأثير الرياح

ويمكن تلخيص مواصفات الأنواع الشائعة للرشاشات والظروف الملائمة لتشغيلها فى الجدول رقم (٣٠) كما أوردته مراجع وزارة الزراعة الأمريكية .

وأكثر أنواع الرشاشات شيوعا تلك تعطى تصرفاً بسيطا إلى متوسط (١ - ١٥ جالون فى الدقيقة) وتستعمل عند ضغط تشغيل يتراوح من ٢٥ إلى ٥٠ رطل عد البوصه المربعة . ويعطى الماء عند خروجه من فوهة الرشاش زاوية ميل قدرها ٣٠ درجة مع الاتجاه الأفقى ويتراوح قطر التأثير من ٧٥ إلى ١٠٠

جدول - مواصفات الانواع الهائمة

نوع الرشاش	ضغط منخفض ٥ - ١٥ رطل على البوصة المربعة	ضغط متوسط ١٤ - ٣٠ رطل على البوصة المربعة	ضغط فوق المتوسط ٣٠ - ٦٠ رطل على البوصة المربعة
خواص عامة	زمبرك ضغط أو ذراع يتحرك برد الفعل	عادة فوهة واحدة أو ذراع طويل مع فوهتين	فوهة واحدة أو اثنين
مدى قطر الابتلال	٢٠ - ٥٠ قدم	٦٠ - ٨٠ قدم	٧٥ - ١٢٠ قدم
أدنى معدل مطر بوصى به	٤٠ و٠ بوصة فى الساعة	٢٠ و٠ بوصة فى الساعة	١٥ و٠ بوصة فى الساعة
خواص انتشار الماء (على فرض الاختيار السليم فالعلاقة بين قيمة الفوهة والضغط)	كبر حجم قطرات الماء نتيجة لانخفاض الضغط	قطرات الماء مجزأة لحد ما بصورة التشغيل المرتفع	قطرات الماء مجزأة بصورة جيدة بكل دائرة الابتلال
خواص التيار المائى (على فرض الاختيار السليم للمسافة والفوهة والضغط)	مقبول	مقبول الى جيد عند حد ضغط التشغيل المرتفع	جيد جداً
مدى الملائمة	مساحات صغيرة يناسب الأرض ذات التربة أعلى من ٠٫٥ بوصة فى الساعة . وكذا الارض المنزرعة بغطاء نباتى كثيف على أرض متوسطة الى خشنه القوام .	أساساً ناوى تحت أشجار الفاكهة يمكن إستخدامة لرى محاصيل الحقل والخضرات	لكل المحاصيل والاراضى ويناسب أشجار الفواكهة والعنب ونباتات والدخان

الرشاشات والظروف الملائمة لتشغيلها

ضغط مرتفع ٥٠ - ١٠٠ رطل على البوصة المربعة	ضغط عالى ٨٠ - ١٢٠ رطل على البوصه المربعه	تحت الاشجار زاوية منخفضه ١٠ - ٥٠ رطل على البوصه المربعة	مواسير منقبه ٤ - ٢٠ رطل على البوصه المربعة
فوهة واحدة أو اثنين	فوهه كبيرة من فوهات أضافية صغيرة	يتجه تيار الماء تحت الأوراق واشمار	ماسورة محولة منقبة فى اعلاها العلوى
١١٠ - ٢٣٠ قدم	٢٠٠ - ٤٠٠ قدم	٤٠ - ٩٠ قدم	شرائح طولية بعرض ١٠ - ٥٠ قدم
٥٠، بوصة فى الساعة	٦٥٠، بوصه فى الساعة	٣٣٠، بوصه فى الساعة	٥٠، بوصه فى الساعة
قطرات الماء مجزاة بصورة جيده بكل دائرة الابتلال	قطرات الماء مجزاة تماماً	قطرات الماء مجزاة لحد ما بصورة جيدة	كبر حجم قطرات الماء لانخفاض الضغط
جيد فيما عدا عند زيادة الرياح عن ٤ ميل فى الساعة	مقبول فى الجو الساكن ولا ينتظم مع وجود الرياح	متوسط الجوده	جيد على شكل معطيل
كما فى الرشاشات ذات الضغط المتوسط ما عدا عند اشتداد الرياح	يناسب المحاصيل المتقاربة النمو التى تغطى سطح الأرض للرى السريع والأراضى الغير منتظمة الشكل ، ويقتصر على الاراضى ذات النفاذ المرتفعه	لحدائق الفاكهة والمزارع أوحيث تؤثر الريح على توزيع الماء من الرشاشات فوق الأشجار أولا يكفى الضغط لتشغيل هذا النوع من الرشاشات	المحاصيل القصيرة النمو ، يقتصر على الاراضى عاليه النفاذية المزروعات غالية القيمه ، يمكن إستخدام ضغوط منخفضة .

قدم (١٢ إلى ٣٠ متر) ولذا فإن المسافة بين الرشاشات حوالى ٢٠ قدم وبين الفروع الجانبية حوالى ٤٠ قدم أو ٣٠ × ٥٠ أو ٤٠ × ٦٠ كما تنخفض زاوية الميل عند رى أشجار الفاكهة عن ٣٠ درجة حتى لا يتعارض تصادم قطرات الماء بالأوراق مع تجانس الرى ، وهذا يعنى صغر دائرة التأثير وبالتالى تقارب المسافات عما سبق ذكره .

أما الرشاشات التى تعمل ببطء وبسعة أكبر (عندما تدعو الحاجة إلى تقليل نفقات الرى) فإن ضغط التشغيل اللازم لها يتراوح من ٩٠ إلى ٥٠ رطل على البوصة المربعة وبالتالى يزداد قطر تأثيرها . كما تستخدم هذه الرشاشات أكثر من فوهة للمساعدة على زيادة تجانس توزيع الرطوبة وبالتالى قلة الحاجة إلى تداخل تأثير الرشاشات فيمكن بذلك تشغيلها على مسافات متباعدة . وتعتبر تكلفة هذا النوع من الرشاشات مرتفعة ولا يناسب أعطاء الماء بمعدل صغير كما يتأثر توزيع الماء بالرياح البسيطة .

وهناك أنواع أخرى من الرشاشات منها ما يحمل على أذرع أفقية ، وقد تكون هذه الرشاشات ثابتة فى أتجاه معين بينما تتحرك هذه الأذرع ببطء أو تثبت هذه مع دوران الرشاشات ويناسب هذا النوع من الأجهزة المحاصيل العالية النمو مثل الذرة والقصب كما لا يتأثر بالرياح . ومن الأنواع المشابهة لهذا النظام ما يكفى لتغطية إحتياجات عديد من الأفدنة عند ريها فى وقت واحد إذ يثبت طرف النواع الحامل للرشاشات فى مركز دائره بينما يدور الطرف الآخر فى محيطها ويزداد عدد الرشاشات كلما بعدنا عن مركز الدائرة لكبر المساحة التى ترويها الرشاشات بكل دورة .

الاحتياجات اللازمة للتشغيل Functional requirements

هناك إحتياجات أساسية لابد من توفرها لتشغيل الرى بالرش بكفاءة عالية فهى حجر الزاوية عند التصميم أو تقييم النظم السارية فلابد أن تتسع امكانيات النظام لمقابلة الاحتياجات المائية للمحاصيل المنزرعة فى فترة أقصى احتياج لها . وبالأراضى ذات السعة التخزينية المحدودة أو المنزرعة بمحاصيل سطحية الجذور يجب أن يكون النظام قادرا على توفير الاحتياجات المائية بمعدل مساو لأقصى احتياج مقسوما على كفاءة الرى وذلك عند إستمرار التشغيل . أما بالأراضى العميقة القطاع والمنزرعة بمحاصيل متعمقة الجذور فيمكن أن تقل سعة النظام عن أقصى إحتياج نظراً لإمكانية اعتماد النبات على جزء من احتياجاته المائية مصدره الجزء العميق من القطاع .

هذا وتتأثر كفاءة إضافة الماء Application efficency بنظام الرى بالرش بكل من تجانس توزيع الماء للحقل ككل وأيضاً مدى تجانس توزيع الرذاذ من الرشاش . ويساعد إستخدام مواسير كبيرة الحجم على الاقلال من فرق ضغط التشغيل بين الفروع مما يزيد من كفاءة التوزيع بالحقل . غير أن ذلك يجب النظر إليه فى ضوء إرتفاع التكاليف الأولية لهذه المواسير وكذلك تكاليف التشغيل . وهناك بعض القواعد البسيطة التى يساعد مراعاتها عند التصميم على رفع التوزيع بالحقل إذ يجب ألا يتعدى الفرق فى ضغط التشغيل بالخط الرئيسى عن ١٥ ٪ ، وذلك عند توزيع الماء للفرع الأخير الآخذ منه . كما لا يتعدى الفرق فى ضغط التشغيل بين أول وآخر رشاش على الفرع الجانبى ٢٠ ٪ . ولما كان التصرف من الرشاش يتناسب طرديا مع الجذر التربيعى للضغط ، لذا فإن الاختلافات فى التصرف يقل عما هو مشاهد نتيجة لاختلافات الضغط .

فمثلا إذا ما كان ضغط التشغيل عند الرشاش الأول موجود على آخر فرع جانبي على الخط الرئيسي يساوى ٤٠ رطل على البوصة المربعة ومعدل تصرفه ١١٫٥ جالون فى الدقيقة وكان ضغط التشغيل الرشاش الأخير بهذا الفرع يساوى ٣٠ رطل على البوصة المربعه ومعدل تصرفه ١٠ جالون فى الدقيقة فمعنى ذلك أن إختلافا فى ضغط التشغيل قدره ٣٣٪ يقابله إختلافا فى التصرف قدره ١٥ ٪ وهذه القيم تمثل الحالة القصوى حيث يزيد الفرق فى ضغط التشغيل عن ٢٠ ٪ وفى الواقع ، إذا قورن التصرف من رشاش قريب من طلمبة المياه وآخر بنهاية الحقل فاننا نلاحظ زيادة هذا الفرق عما ذكر ، إذ يصل للفرع القريب من طلمبة كمية أكبر من المياه ، وبالنسبة لتجانس توزيع الرذاذ من الرشاش فان ذلك يتوقف على مواصفات الرشاش نفسه علاوة على المسافة بين الرشاشات والمسافة بين الفروع الجانبية إذ يجب أن تضمن هذه المواصفات والأبعاد عند توفر ضغط التشغيل اللازم تداخلا لدوائر الابتلال من الرشاشات يعطى التجانس المطلوب . ونتيجة لتأثير الرياح على توزيع المياه من الرشاش فيجب أن يزداد تقارب هذه الأبعاد مع شدة الرياح على أن تأخذ الفروع الجانبية إتجاها عموديا على الاتجاه السائد للرياح . وقد يمكن تعويض بعض النقص فى تجانس التوزيع عند التشغيل بتغيير موضع الفروع أو الرشاشات ، فاذا ما لوحظ زيادة الرطوبة بالقرب من الفروع بدرجة تفوق كثيرا تلك الموجودة فى منتصف المسافة بينها ينقل وضع الفروع فى الرية التالية لتصبح فى منتصف المسافة بين الفروع بالرية السابقة ، وهكذا . أما إن كان التداخل غير كاف على طول الفرع تركب الرشاشات على الفروع لتكون ما يشبه رؤوس مثلث : ولما كانت هذه الطرق غير مريحة فى تنفيذها لذا يجب تعديل التصميم لبعض تجانس توزيع الرطوبة وتداخل تأثير

الرشاشات بالقدر المناسب . والملاحظ أن صعوبة تحقيق تجانس تام تقل فى حدائق الفاكهة عن المحاصيل الكثيفة والمتقاربة النمو ، إذ أن تجانس توزيع الرطوبة معناه حصول كل نبات وفى المنطقة المحيطة به على نفس القدر من الرطوبة .

ولزيادة كفاءة إضافة الماء يجب العمل على تقليل مصادر فقده . فبجانب التسرب العميق هناك مصادر أخرى للفقد مرتبطة بطبيعة طريقة الرى بالرش كفقده للبخر وحمله بالرياح خارج منطقة الرى ، والبخر من سطوح الأوراق .

وقد يصل الفرق بين ما يخرج من الرشاش وما يجمع على سطح الأرض داخل دائرة تأثيره ٤٠ ٪ غير أن هذه القيمة تبدو مرتفعة . وهناك بعض التجارب الأولية تشير إلى أن هذا الفقد (فيما عدا ما يحمل خارج المنطقة بالرياح لا يتعدى ١٠ — ١٥ ٪ . كما أن المعلومات السابق ذكرها تبين لنا أن الفقد بالبخر للرذاذ الساقط على أوراق النبات لا يصح إعتباره ذا قيمة إذ أنه يقال فى نفس الوقت من فقد مماثل بالنتح . وعموماً يمكن إعتبار كفاءة الرى بالرش تحت ظروف العادية حوالى ٧٠ - ٧٥ ٪ مع إنخفاضها عن ذلك بزيادة فرص البخر أو وجود الرياح وكذلك عند بطء معدل الرى .

ولزيادة كفاءة تشغيل نظام الرى بالرش يجب أن يسمح بتغطية المساحة المروية أى الانتهاء من ريها قبل أن تبدأ أعراض نقص الرطوبة على النبات التى رويت بأول دورة التشغيل . كما يحسن ألا تزيد فترة التشغيل عن ١٢ ساعة حتى لا يحتاج الأمر لنقل الوحدات أثناء الليل .

Desigu of sprinkler irrigation systems

كثير من النقاط التالية سبق ذكرها فى الفقرة السابقة ، غير أنه يحسن وضعها فى الخطوات التنفيذية التالية ، علما بأن وضع تصميم مناسب للرى بالرش يوفر كثيراً من تكاليف التشغيل وجهد التنفيذ . ولهذا يجب وضع أكثر من تصميم يختار منها ما يلائم ظروف التشغيل وإمكانيات التنفيذ .

١ ــ تقدير معدل التصرف اللازم لرى .

وهو يساوى خارج قسمة أقصى معدل للبخر والنتح على كفاءة الرى . وتختلف هذه الكفاءة تبعا للظروف الجوية فهى حوالى ٧٠٪ بالمناخ الحار الجاف ، ٧٥٪ بالمناخ المعتدل ، ٨٠٪ بالمناخ الرطب . وإذا ما أتبعت طريقة التقدير هذه للمحاصيل سطحية الجذور أو النباتات المنزرعة بقطاعات ضحلة فإن معدل التصرف للمحاصيل المتعمقة الجذور أو بتلك النامية بقطاعات عميقة يجب أن يقل عن ذلك بما يوازى ذلك القدر الذى تستهلكه النباتات من الخزان الأرضى العميق فى فترة أقصى إحتياجها للماء .

ويضرب المساحة المروية بالرش فى معدل التصرف اليومى اللازم للحصول نحصل على الحجم الكلى المطلوب للمزرعة فى اليوم .

وبقسمة هذا الحجم اليومى على صافى عدد ساعات التشغيل يمكن تحديد معدل التصرف الذى تروى به .

٢ ــ تحديد أطوال المواسير المتنقلة المطلوبة تبعا لأبعاد الحقل ووضع الخط الرئيسى .

تختار المسافة بين الفروع الجانبية وتحدد الفترة بين الريات وكذا عدد ساعات التشغيل لكل مجموعة . ويمكن إيجاد الفترة بين الريات بقسمة عمق الماء المستهلك على معدل أقصى إستهلاك يومى .

أما عدد ساعات التشغيل لكل مجموعة فهـــذه تحدد حسب إمكانيات العمل وظروف التشغيل وهى عادة فى حدود ١١ ساعة لكل مجموعة عند إستخدام نظام التقليم فى اليوم أو ٢٢ إلى ٢٣ ساعة للمجموعة فى اليوم (أى نقلة واحدة باليوم) ويجب أن يسمح طول فترة التشغيل بضمان بطء معدل الرى .

وتبعا للمسافة بين الفروع الجانبية فإن عرض المساحة المروية فى اليوم يساوى عدد النقلات فى اليوم مضروبا فى المسافة بين الفروع علما بأن هذه المسافة تتأثر بالرياح وتساوى ٦٥ ، ٦٠ ، ٥٠ ، ٣٠ ٪ من قطر دائرة تأثير الرشاش عندمـــا تكون سرعة الرياح صفراً ، ٥ فما أقل ، من ٥ إلى ١٠ ، أكثر من ١٠ ميل فى الساعة على التوالى .

وإذا ما عرفنا عرض المنطقة التى سترورى ، فبقسمة هذا العرض على عرض المساحة المروية فى اليوم يمكننا معرفة عـــدد الأيام اللازمة لاستكمال دورة التشغيل للفرع .

بهذا يمكن إختيار عدد الفروع بحيث يستكمل الرى فى فترة تساوى أو تقل عن الفترة اللازمة بين الريات ونعرفنا لأنسب طول لهـــذه الفروع فى ضوء الشكل العام للحقل ، فرق ضغط التشغيل المسموح به يمكننا تحديد أطوال الفروع اللازمة للنظام المستخدم ، بقسمة المجموع الكلى لأطوال المواســـير على طول الوحدة منها يمكننا تحديد العدد المطلوب من هذه الوحدات .

ويراعى فى حالة عدم تحقيق اتباع الخطوات السابقة لتشغيل مستمر للنظام أن يعاد إختيار المسافة بين الفروع وعدد النقلات فى اليوم حتى يتحقق أقصى تجانس بين عوامل التكلفة الأولية وتكلفة التشغيل وظروف العمل .

٣ - يحسب عدد الرشاشات المطلوبة بقسمة طول الفرع على المسافة بين الرشاشات المركبة عليه .

وتختار المسافة بينها مع ضمان وجود تداخل كاف لتأثيرها وعادة ما تكون المسافة بين الرشاشات فى حدود ٦٥ ، ٦٠ ، ٥٠ ، ٣٠٪ من قطر دائرة التأثير عندما تصل سرعة الرياح إلى صفر ، ٤ ، ٨ ، أكثر من ٨ ميل بالساعة على التوالى .

٤ - يحسب التصرف من الرشاش بقسمة التصرف المسموح به المساحة المروية على عدد الرشاشات التى ستروى بها . بذلك يمكن إختيار نوع الرشاش وقطر فوهته أو فوهاته التى تعطى التصرف المطلوب عند متوسط ضغط التشغيل المقترح للنظام . ويمكن معرفة هذه البيانات من الجداول التى تنشرها الشركات المنتجة للأنواع المختلفة من الرشاشات إذ تحتوى على التصرفات المختلفة تبعا لمدى قطر الفوهات ، ضغط التشغيل ، وكذلك قطر دائرة التأثير .

٥ - يحسب معدل الرى وذلك باعتبار أن التصرف من الرشاش سوف يغطى مساحة مستطيل أبعاده المسافة بين الرشاشات والمسافة العرضية بين الفروع . وإذا ما حول التصرف من جالون فى الدقيقة إلى قدم مكعب فى الساعة ثم قسم على المساحة بالقدم المربع فإن النتائج المتحصل عليها عبارة عن معدل الرى بالقدم فى الساعة . وإذا ما ضربت هذه القيمة فى ١٢ فيمكن التعبير عن معدل الرى بالبوصة فى الساعة ، أى أن :

معدل الرى (بوصة فى الساعة) =

$$\frac{\text{التصرف من الرشاش بالجالون فى الدقيقة} \times \frac{٣٦٠٠}{٤٥٠} \times ١٢}{\text{(المسافة بين الرشاشات} \times \text{المسافة بين الفروع) بالقدم}}$$

$$= \frac{٩٦ \times \text{التصرف من الرشاش بالجالون فى الدقيقة}}{\text{(المسافة بين الرشاشات} \times \text{المسافة بين الفروع) بالقدم}}$$

أو معدل الرى (سم/ساعة) =

$$\frac{٣٫٦ \times \text{التصرف من الرشاش باللتر فى الثانية}}{\text{(المسافة بين الرشاشات} \times \text{المسافة بين الفروع) بالسنتيمتر}}$$

هذا وينصح Gray باتباع معدلات الرى التالية بالأراضى المستوية

أراضى رملية خفيفة : (١٫٥-٠٫٧٥) بوصة فى الساعة أى (٣٫٨-١٫٩) سم/ساعة

أراضى متوسطة القوام: (٠٫٧٥-٠٫٥) بوصة فى الساعة أى (١٫٩-١٫٣) سم/ساعة

أراضى ثقيلة القوام : (٠٫٥-٠٫٢) بوصة فى الساعة أى (١٫٣-٠٫٥) سم/ساعة

أما بالأراضى المنحدرة فيراعى تخفيض هذه المعدلات السابقة بمقدار اشدة الانحدار على النحو التالى .

الميل — ٪	النسبة المئوية لتخفيض معدل الرى
صفر — ٥	صفر
٦ — ٨	٢٠
٩ — ١٢	٤٠
١٣ — ٢٠	٦٠
أكثر من ٢٠	٦٥

٦ — يختبر النظام المقترح للتحقق من مدى مطابقته للاحتياجات اللازمة للتشغيل خصوصا تلك المرتبطة بعلاقة معادلات الرى بمعدل التسرب . فيجب أن يقل معدل إضافة الماء أى الرى عن معدل التسرب . كذلك يجب ألا يتعدى عمق الماء المضاف السعة التخزينية لقطاع الأرض المنتشر به الجذور .

٧ — يختار قطر المواسير الخاصة بالفروع الجانبية وكذلك الخط الرئيسى . فبالنسبة للفروع الجانبية يجب ألا يزيد ضغط التشغيل الرشاش الأول على الفرع ٥ — ٢٠ ٪ للرشاش الأخير . وبالنسبة للخط الرئيسى فإنه يجب تحديد طريقة توزيع الفرعيات عليه ويختار أقلها تكلفة مع ضمان كفاءة التوزيع والتشغيل، على أن يؤخذ فى الاعتبار عند التصميم تأثير كل من أقصى فقد فى الطاقة نتيجة للاحتكاك Friction أو الاختلاف فى الطاقة نتيجة لاختلاف المنسوب Elevation ، وعموما فإن الفرق فى الضغط المسموح به لا يزيد عادة عن ١٥ ٪ من الضغط عند الطلبة .

٨ — تحديد مواصفات طلمبة ضخ المياه ، يحسب الضغط اللازم من واقع الفقد نتيجة للاحتكاك بالفروع والخط الرئيسى ، إختلاف المنسوب ، الضغط اللازم لرفع المياه لمنسوب الطلبة ، الضغط اللازم لتشغيل الرشاشات . أما سعة

تصرف الطلمبة Discharge capacity فهى عبارة عن التصرف من الرشاش مضروبا فى عدد الرشاشات ومن واقع مواصفات الطلمبات التى تنشرها الشركات المنتجة لما يختار تلك التى تعطى التصرف المطارب عند ضغط الكلى المحسوب لتشغيلها بكفاءة عالية . كذلك يختار المحرك اللازم لتشغيل الطلمبة بحساب الحمل Load الواقع عليه أو على ماكينة التشغيل Engine من العلاقة التالية :-

الطاقة بالحصان (H.P.) =

$$\frac{\text{التصرف بالجالون فى الدقيقة من الطلمبة} \times \text{الضغط بالقدم}}{٣٩٦٠ \times \text{كفاءة الطلمبة}}$$

أو الطاقة بالحصان (H.P.) =

$$\frac{\text{التصرف بالمتر المكعب فى الساعة من الطلمبة} \times \text{الضغط بالمتر}}{٢٧٣ \times \text{كفاءة الطلمبة}}$$