المادة: الري **المرحلة: الثالث**
المحاضرة الثامنة **القسم: التربة والموارد المائية**

طرق الري

تستعمل حالياً عدة طرق لاضافة الماء للتربة، فقد استعملت منذ القدم طريقة الغمر السائب (wild flooding) ولكن بفضل التطور الكبير في علم الري امكن تحديث انظمة طرق وتقنيات اضافة الماء للتربة وكان اخرها طريقة الري بالتنقيط، يسبب سوء ادارة عمليات الري واستخدامات المياه الى مشاكل عديدة وغالباً مايعتبر الري الزائد عن الحاجة مكلفاً او ضاراً او كليهما فقد يتسبب في الاتي:

1- زيادة العبء الواقع على انظمة البزل.
2- ارتفاع كلفة العمل.
3- زيادة سعة المجاري المائية كما هو الحال في الري السطحي مما يرفع كلفة الانشاء والتشغيل والصيانة وكذا الحال بالنسبة لضخ المياه الجوفية.
4- توقع انخفاض الحاصل نتيجة لغسل العناصر الغذائية وسوء التهوية في مقد التربة.
5- ارتفاع مستوى الماء الارضي خاصة عند عدم وجود نظام بزل مناسب مما يؤدي الى تملح الترب وتردي خواصها المختلفة.

وللحكم على جودة نظام الري يجب ان ناخذ في الاعتبار مدى ملائمته وكفاءته فاذا ماتحققت الاولى فان تحقيق كفاءة الري يصبح ممكناً بتلافي في الفقد بالضائعات عن طريق الجريان السطحي او السيح والتخلل العميق.

وهنالك طرق عديدة للري غير ان سوء اختيار او تصميم النظام المقترح للري يؤدي بلاشك الى خفض كفاءة الاداء، وان ابسط طريقة يمكن اتباعها لتصنيف طرائق الري المختلفة هي اعتماد سطح التربة كأساس لهذا التصنيف، ووفقاً لذلك فانه يمكن تقسيم كافة طرائق الري الى ري سطحي وتحت سطحي:

أ- طرائق الري السطحي: وتشمل كل الطرائق التي يضاف فيها الماء فوق سطح التربة وكالاتي:
1- الري السيحي بنوعيه المستمر والموجي.
2- الري بالتنقيط السطحي الثابت.
3- الري بالتنقيط السطحي المتحرك.
4- الري بالرش بأنواعه.

ب – طرائق الري تحت السطحي ويشمل:
1- الري من مستوى ماء ارضي قريب من السطح.
2- الري بالتنقيط تحت السطحي ويضم:

أ- الري بمنقطة واحدة. ب – الري بمنقطتين. جـ - نظام PRD : التجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية (Partial Root Zone Dry).

3- الري بالنضح.

العوامل التي تحدد اختيار طريقة الري:

أ- عوامل مرتبطة بالماء water factors :
1- كمية مياه الري 2- نوعية مياه الري 3- مصدر التجهيز 4- كلفة الماء.
ب – عوامل التربة Soil factors :
1- الطوبوغرافية 2- نوع التربة.
جـ - العوامل النباتية Crop factors
د- العوامل المناخية Climatic factors
ه – فترات الري (تكرار الري) Frequency of applications
و- العوامل الاقتصادية Economic factors
ز- عوامل اخرى Other factors :
1- المكننة 2- المساحة التي يراد اروائها 3- مهارة المزارعين والمشتغلين بالري
4- عوامل اجتماعية مختلفة 5- كلفة العمل 6- كلفة وتوفر معدات الري وموادها الاحتياطية ومصادر الطاقة والقدرة.

الـــــــري السطحـــــــي Surface Irrigation

يعرف الري السطحي بانه اضافة مياه الري الى سطح التربة مباشرةً عند اعلى نقطة فيغمر (كلياً او جزئياً) او ينساب فوقه، وهي اكثر طرق الري شيوعاً وانتشاراً مقارنة بطرق الري الاخرى، لعل من اهم مظاهر الري هو توزيع الماء على سطح التربة بصورة متناسقة والذي غالباً مايسيطر عليه باجراءات وتحويرات على طبيعة سطح التربة بالاضافة الى تعيين التصريف المناسب للحقل والذي يؤثر بدوره على معدل تقدم الماء على سطح التربة وعمق الجريان وزمن الاضافة وعمق الماء المضاف.

يمكن تميز ثلاث متغيرات مشتركة بين كل طرق الري السطحي وهي التصريف، المساحة المروية ومعدل الغيض فلضمان تحقيق التناسق في توزيع مياه الري يجب تعديل التصريف والمساحة المروية في ضوء معدل الغيض، اما طريق الري التي ينساب فيها الماء لمسافات طويلة فوق سطح التربة فان العوامل المؤثرة في سرعة انسيابه تصبح مهمة ويعتبر الانحدار احد هذه العوامل اضافة الى تلك العوامل التي تعيق تقدم الماء مثل تضاريس السطح والغطاء النباتي.

محاسن الري السطحي:

1- التكاليف الابتدائية قليلة.
2- انها طريقة شائعة وسهلة ومعروفة للجميع.
3- تناسب بعض المحاصيل مثل الرز والمحاصيل العلفية ومحاصيل الحبوب.
4- مناسب لغسل الاملاح من التربة.
5- يمكن استعمال تصاريف عالية لفترات زمنية قليلة.
6- يمكن استعمال الري السطحي لمديات واسعة من الترب والمحاصيل مع استعمال تصاريف مختلفة.

اما اهم محددات الري السطحي:

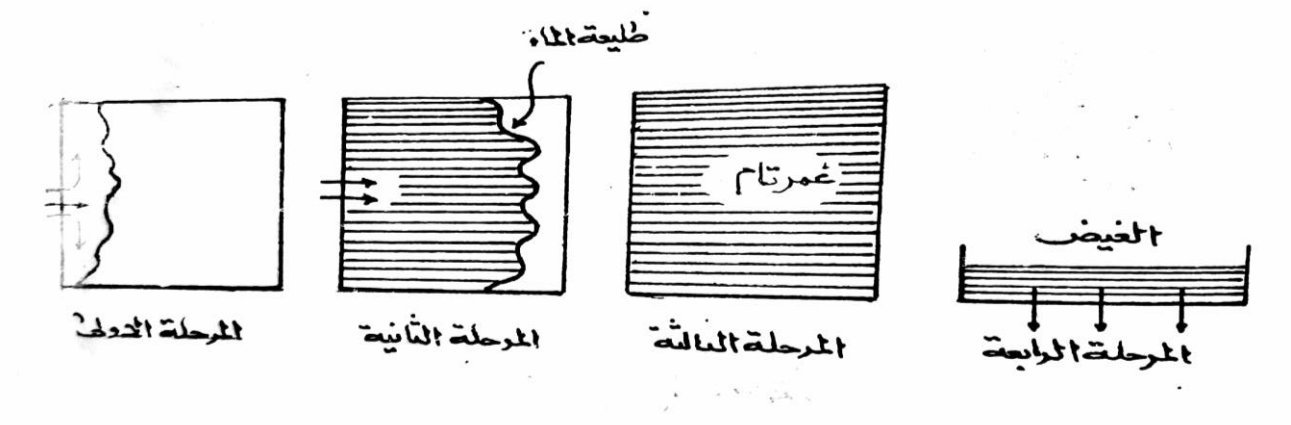
1- يصعب تحقيق تناسق توزيع مياه الري خاصةً في الترب عالية النفوذية.

2- لايناسب المحاصيل التي تحتاج ريات متقاربة وخفيفة.
3- يحتاج الري السطحي الى عمليات تسوية جيدة للارض مما قد يؤثر على انتاجية التربة ويزيد من الكلفة.
4- يحتاج الري السطحي الى نظم سيطرة وقياس وتوزيع مناسبة للمياه.
5- يحتاج الى ايدي عاملة كبيرة.
ويمكن تصنيف طرق الري السطحي كالاتي:
1- الري بالغمر Flooding irrigation ويقسم الى:
أ- الري بالاحواض Basin irrigation .
ب – الري السيحي free flow irrigation ويقسم الى:
- الغمر الحر free flooding .
- الري الشريطي Border- Strip Irrigation .
2- ري المروز Furrow irrigation والري بالخطوط Corrugation irrigation .

طريقة الري بالاحواض Basin Irrigation
وهي احد طرق الري بالغمر ومن ابسط الطرق واكثر طرق الري انتشاراً خاصةً في منطقة الشرق الاوسط واجزاء اخرى من العالم، وتشتمل على وحدات مساحية صغيرة من الارض مستوية السطح ومحددة باكتاف (ترتبط احجام الاكتاف بأعماق المياه المضافة) تسمح بارتفاع الماء فيها للعمق المطلوب، تحتاج هذه الطريقة الى تسوية وتحضير جيدين للارض ويفضل ان تكون الاحواض مستوية وعديمة الانحدار وتنقل المياه من قناة التجهيز الرئيسية الى القنوات الحقلية التي تجهز المياه لهذه الاحواض.
تناسب طريقة الري الحوضي الترب ذات النفوذية العالية والواطئة على حد سواء الا انه يفضل استخدامها في الترب ذات النفوذية العالية مع اعطاء تصاريف كبيرة، كما انها تناسب غالبية المحاصيل وتختلف مساحات الاحواض من الصغيرة (عدد امتار مربعة) كما هو الحال في ري محاصيل الخضر الى الاحواض الكبيرة لري الرز، كما تستعمل لري اشجار الفاكهة باستعمال الاحواض الصغيرة التي يمكن زيادة مساحتها لتشمل اكثر من شجرة واحدة مع تقدم النمو.
تؤثر تضاريس التربة على شكل الاحواض واحجامها اضافة الى نوع التربة وحجم التصريف المعطى ونوع المحصول، ففي الاراضي ذات الانحدارات المنتظمة والمسواة جيداً تستعمل الاحواض المستطيلة، اما في الاراضي ذات الانحدارات غير المنتظمة فتستعمل الاحواض الكفافية وذلك باقامة اكتاف باتجاه خطوط الكفاف. ان من محددات هذا النظام انه يجري تقسيم الارض الى عدد كبير من القطع (الاحواض) ولما كانت عمليات الري تجري لكل حوض لوحده تباعاً، فان ذلك يزيد من الجهد المبذول لادارتها واروائها كما ان كثرة الاكتاف وقنوات التوزيع يقلل من صافي الارض المستغلة للزراعة ويعيق استخدام المكننة في عمليات الخدمة والحصاد.

هيدروليكية الري بالاحواض Hydraulics of Basin Irrigation
ان هيدروليكية الجريان في نظام الري بالاحواض يمكن تميزها باربع مراحل:

1- مرحلة الانتشار الاولي للتصاريف المعطاة Intial Spreading لتغطية عرض اللوح والبدء بالتقدم باتجاه نهايته.
2- مرحلة تقدم طليعة الماء في اللوح water front advance .
3- مرحلة ارتفاع الماء في الحوض (مرحلة الخزن) بعد وصول طليعة الماء الى نهاية الحوض Water Storage.
4- مرحلة انحسار الماء وغيضه Recession of water بعد قطع الجريان.
تحصل عملية غمر الاحواض بعد وصول جبهة الماء الى نهاية الحوض.



شكل يبين مراحل الجريان في الري الحوضي

الغمر بالسيح (الري السيحي):
في هذه الطريقة يضاف الماء الى سطح التربة فينساب فوقه ليغمره كلياً وتودي الكتوف وظيفة توجيه حركة الماء وليس المساعدة على تراكم الماء كما هو الحال في الري بالاحواض.
الغمر الحر:
في هذه الطريقة يجهز الماء الى الحقل من قناة رئيسية دون وجود اكتاف او حواجز توجه او تحد من حركة الماء، تعد هذه الطريقة من اقدم الطرق التي استخدمها الانسان وابسط صيغ اضافة الماء للتربة، ولكن نسب الضائعات المائية فيها عالية ويؤثر الماء على صفات التربة الفيزيائية سلبياً، ويتوقع ان تكون كفاءة الارواء واطئة بسبب عدم تناسق توزيع مياه الري في الحقل واختلاف اعماق الماء الغائض بين نقطة واخرى على امتداد الحقل.

الري الشريطي Border – Strip Irrigation :
تعتبر طريقة الري الشريطي من اهم طرق الري السيحي واكثرها شيوعاً، وترتبط كفائتها بدقة تصميم وتنفيذ وتسوية وادارة الالواح الشريطية وعمليات الري، وهي عبارة عن قطع شريطية طويلة من الارض محددة باكتاف صغيرة ومتوازية (لتوجيه حركة الماء فقط) ويجهز لها الماء من قناة رئيسية عمودية عليها (يجري الماء تحت تاثير الجذب الارضي أي فرق الارتفاع بين بداية ونهاية اللوح). وتصنف هذه الطريقة على انها احدى طرق الغمر السيحي حيث يجري الماء باتجاه النهاية السفلى للوح ويرطب التربة عند تقدمه، وتعتبر هذه الطريقة ملائمة لري المحاصيل كثيفة النمو Close-growing Crops وقد تستعمل لري اشجار الفاكهة احياناً، كذلك تلائم الترب ذات النسجات الناعمة والانحدارات المنتظمة بحدود 0.1 %- 0.5 % الا انها قد تستعمل حتى

1 %. ان معظم الالواح الشريطية تتحدد ابعادها من 3 – 30 م عرضاً ومن 60 – 300 م طولاً اما التصريف الملائم فيتراوح غالباً من 1 – 15 لتر ثا$^{-1}$ م$^{-1}$ عرض.
ويحتاج الري الشريطي الى مهارة في ادارة عمليات الري اكثر بكثير من طرق الري الاخرى لتداخل اكبر عدد من العوامل المؤثرة على جريان الماء ويمكن تصنيف الالواح الشريطية الى نوعين رئيسيين هما:
1- الاشرطة المدرجة Graded borders: وتشتمل على تحضير الارض للحصول على الانحدارات المنتظمة باتجاه اسفل اللوح الشريطي وتكون نهايته مسدودة لمنع السيح.
2- الاشرطة الموجهة Guided borders: وتشبه النوع الاول الا انها اضيق منها ولاتحتوي في نهايتها على سداد مانع.

محاسن الري الشريطي:

1- تعطي كفاءة عالية للارواء وتوزيع الماء ان احُسن تصميمها وتنفيذها وادارتها.
2- متطلبات الصيانة والتشغيل والسيطرة قليلة.
3- تحتاج الى جهد وايدي عاملة قليلة.
4- تستعمل لانواع مختلفة من الترب.
5- يمكن التحكم بصورة جيدة بمياه الري.

ويجب مراعاة ان يكون التصريف المعطى للوح الشريطي متناسباً مع انحدار اللوح ومساحته ومعدل غيض الماء في التربة وخصائص التربة نفسها ونوع المحصول المزروع لتجنب حصول تعرية للتربة خاصة للترب رديئة الخواص وعند استعمال تصاريف كبيرة.
وتقسم الالواح الشريطية تبعاً لطبيعة تضاريس الارض الى:
1- الاشرطة المستقيمة 2- اشرطة الكفاف
يتطلب التصميم المناسب للري الشريطي فهم هيدروليكية الجريان ومتغيراته:
1- عرض اللوح الشريطي: يتراوح عرض اللوح الشريطي بين 3 – 30 م وغالباً ما يتراوح بين 6 – 15 م اعتماداً على التصريف المعطى ودرجة تسوية الارض.
2- طول اللوح الشريطي: يتحدد طول اللوح الشريطي بالمعدل الذي تترطب به التربة على امتداد اللوح وبكفاءة، ويرتبط بغيض الماء في التربة، الانحدار، التصريف، وخشونة السطح.
3- انحدار اللوح الشريطي: يزداد معدل جريان الماء في اللوح الشريطي بزيادة انحدار اللوح، وفي الالواح ذات الانحدارات العالية قد تكون تعرية التربة عاملاً مؤثراً خاصةً اذا كانت التربة ذات خصائص رديئة وعند استعمال تصاريف كبيرة.
4- التصريف المناسب: يعتمد تحديد التصريف المناسب للالواح الشريطية على معدل غيض الماء في التربة وعلى عرض اللوح الشريطي، ففي الترب الرملية ذات معدلات الغيض العالية يحبذ استعمال تصارف كبيرة للسماح للماء بالانتشار على عرض اللوح الشريطي.

هيدروليكية الري الشريطي:

يجري تقدم الماء على سطح التربة في الالواح الشريطية بمعدل متناقص باتجاه نهاية الشريط بفعل تاثير خاصية الغيض، وتتاثر ظاهرة جريان الماء بمتغيرات عديدة اهمها:
1- التصريف 2- انحدار اللوح الشريطي 3- خصائص الغيض 4- مقاومة الجريان بفعل خشونة السطح والغطاء النباتي.

يتطلب التصميم الكفوء والجيد لهذا النظام معرفة تاثير الانحدار، الغيض، خشونة السطح، الغطاء النباتي، التصريف، الانحدار والمقاومة الهيدروليكية من خلال عامل خشونة السطح والغطاء النباتي. ان تقدم الماء وانحساره على امتداد اللوح الشريطي مهم جداً في تقييم كفاءة الري ، وتتألف حالة التقدم من جزئين افقي وعمودي الجريان الافقي يحصل عند بدء دخول الماء الى اللوح الشريطي وينتهي بوصوله النهاية السفلى للوح بينما الجريان العمودي عندما ترطب التربة (المنطقة الجذرية) على امتداد مسافة الجريان (التقدم)، اما حالة الانحسار فتتألف من جزئين كما اشار(Chen,C.L.,1965) اولهما الانحسار العمودي ويعرف بانه تغير مستوى الماء عند النهاية العليا للوح الشريطي وثانيهما الانحسار الافقي ويمثل انحسار الماء من اللوح الشريطي وبدء ظهور سطح التربة.

تصميم نظام الري الشريطي

تتلخص الاهداف المتوخاة من عملية التصميم الحصول على:

1- توزيع منتظم وتناسق لمياه الري. 2 – كفاءة عالية للارواء 3- اقل كلفة اقتصادية لتنفيذ وصيانة وتشغيل نظام الري. 4- تخطي اخطار التعرية التي تلحق اضرار للتربة والمحصول.

اما العوامل التي يجب اخذها في الاعتبار عند تصميم انظمة الري الشريطي هي:

1- انحدار الارض وتضاريسها 2- نوع التربة 3 – التصريف 4- العوامل المناخية خاصة الامطار 5- المكائن الزراعية المتوفرة 6- نوع النبات 7- الايدي العاملة 8- العامل الاقتصادي

الفرضيات المستخدمة في التصميم:

1- حجم الماء المجهز للوح الشريطي يكفي لتوفير عمق الري على جميع اللوح.

2- وقت بقاء الماء على سطح التربة (زمن الغمر) في بداية اللوح الشريطي يكفي لغيض صافي عمق الري عند تلك النقطة.

3- جريان الماء في بداية اللوح الشريطي يحصل بالعمق الطبيعي.

ويمكن تقسيم مظاهر الري الشريطي كالاتي:

1- مرحلة التقدم 2- مرحلة الانحسار 3- مرحلة الخزن 4- مرحلة الاستنفاد.

ري المروز Furrow Irrigation

يشمل ري المروز على قنوات صغيرة ذات سعة مائية منخفضة تحفر في الارض على مسافات منتظمة ويجري فيها الماء باتجاه ميل الارض، في نظام الري بالمروز يتم غمر جزء محدود من سطح الارض تتراوح نسبته بين$\frac{1}{2} - \frac{1}{5}$ وتعتمد نسبة ما يغمر من سطح التربة على شكل المرز وحجمه والمسافات بين المروز ومعامل خشونة السطح والانحدار، تصل انحدارات المروز الى 5 % او اكثر وقد تصل في مروز الكفاف الى 15 %.

محاسن نظام ري المروز:

1- التبخر من سطح التربة قليل مقارنة بطرق الري بالغمر الاخرى.

2- تقل مشكلة تعجن التربة خاصة في الترب ناعمة النسجة.

3- يمكن القيام بعمليات خدمة التربة والمحصول والعمليات الزراعية المختلفة بعد الري مباشرةً.

4- تناسب هذه الطريقة جميع المحاصيل التي تزرع على خطوط.

5- تناسب هذه الطريقة مديات واسعة من الترب والانحدارات.

6- امكانية السيطرة على تجهيز المياه جيدة.

اطوال المروز: تعتمد اطوال المروز على معدل تشرب الماء في التربة، الانحدار، التصريف المتوفر اضافةً الى شكل ومساحة الحقل وتتراوح اطوال المروز بين 25 م او اقل (كما في البساتين) الى حوالي 500 م للمحاصيل الحقلية، اما الاطوال الشائعة فتتراوح بين 100– 200م.

التصريف المسموح به: يعتبر التصريف من اكثر المتغيرات عرضة للتغيير حتى بعد تصميم وتنفيذ نظام الري وذلك بقصد تحقيق اعلى كفاءة ري ممكنة، ويتراوح التصريف المستعمل في ري المروز عادة بين 0.5 – 2.5 لتر ثا$^{-1}$ ، عادةً ومع استمرار ترطيب التربة فان تشرب الماء في التربة ينخفض تدريجياً لذلك يفضل قطع الجريان عند وصول جبهة الماء الى $\frac{3}{5}$ من طول المرز، ولقد حدد اعلى تصريف مسموح به ولايسبب تعرية للتربة بالمعادلة التجريبية التالية:

$$q_{max} = \frac{0.60}{s}$$

حيث ان:

q_{max} : اقصى تصريف مسموح به لتر ثا$^{-1}$.

S : الانحدار، القيمة العددية للنسبة المئوية للانحدار.

وقد تستعمل المعادلة التالية في تحديد اقصى تصريف مسموح به:

$$q_{max} = eS^{h}$$

h, e : معاملات تجريبية ترتبط بنسجة التربة.

S : الانحدار (القيمة العددية للنسبة المئوية للانحدار).

انحدار المروز: يعتمد انحدار المروز على عوامل عديدة منها نوع التربة، التصريف وكلفة عمليات التسوية، تتراوح الانحدارات المفضلة والشائعة عادةً بين 0.5 – 3 % وتزداد كفاءة ري المروز في الانحدارات المنتظمة والبسيطة 0.15 – 0.3 % التي تتضمن توزيعاً متناسقاً لمياه الري.

اعماق المروز والمسافة بينها: تتحدد المسافات بين المروز بنوع المحاصيل المزروعة والتربة والمكائن الزراعية المستخدمة في الزراعة وعمليات الخدمة، فعند زراعة البطاطا والذرة والقطن فان المسافة المناسبة هي 60 – 90 سم، اما الاعماق بين 7.5 – 20 سم ملائمة لمعظم المحاصيل التي تزرع على خطوط.

اشكال المروز واحجامها: تختلف اشكال واحجام المروز تبعاً لنوعية المحاصيل والترب والآلات المتوفرة والمسافات بين المروز فالنباتات الصغيرة تحتاج الى مروز صغيرة والعكس صحيح، وتقسم المروز الى نوعين رئيسيين تبعاً للتضاريس الارضية:

1- المروز المستقيمة 2- مروز الكفاف

هيدروليكية ري المروز

ان الجريان بالمروز هو من النوع غير الثابت وغير المستقر وتنطبق عليه قوانين الجريان في القنوات المفتوحة ولكن ري المروز يختلف عن الري الشريطي فقط في شكل وطبيعة الابتلال (الترطيب)، اذ ان الماء في المروز ياخذ اتجاهين اثناء تشربه في التربة، اتجاه عمودي وافقي (جانبي) لذلك تاخذ طليعة الترطيب شكلاً بيضوياً او مستديراً يتحدد بطبيعة نسجة التربة، ومن اهم المتغيرات التي تؤثر على معدل الجريان في المروز هي التصريف، معدل التشرب، انحدار

المرز، حجم وشكل مقطع الترطيب ، المقاومة الهيدروليكية للجريان التي ترتبط بخشونة السطح ومقاومة المحصول للجريان.

شكل يبين طبيعة الابتلال في ري المروز لترب ذات نسجات مختلفة

تصميم نظام ري المروز

لعل من ابرز العوامل التي تدخل في تصميم نظام ري المروز:

1- طول المرز 2- المسافة بين المروز 3- تصريف المرز 4- مدة الري 5- عمق الري 6- انحدار المرز 7- معدل التشرب

الجزء العملي

تمرين1: اعطي لاحد الاحواض (12 × 12) تصريفاً قدره 30 لتر ثا$^{-1}$ فاذا كانت سعة التربة على مسك الماء 25 % ورطوبة التربة قبل الري 15 % ماهو زمن الري اللازم لايصال رطوبة التربة في المنطقة الجذرية الى السعة الحقلية بافتراض عدم وجود ضائعات بالتخلل العميق وان عمق المنطقة الجذرية 1.25 م والكثافة الظاهرية 1.4 غم سم$^{-3}$.

الحـــــــــل:

احتياجات الري تساوي الفرق بين رطوبة التربة عند السعة الحقلية والرطوبة المتيسرة قبل الري وتساوي:

$25 - 15 = 10\%$

عمق الماء الواجب اضافته

$$d = \frac{Pv}{100} \times D \rightarrow d = \frac{10 \times 1.4}{100} \times 1.25 = 17.5 \text{ cm}$$

حجم الماء الواجب اضافته= عمق الماء الواجب اضافته × مساحة الحوض

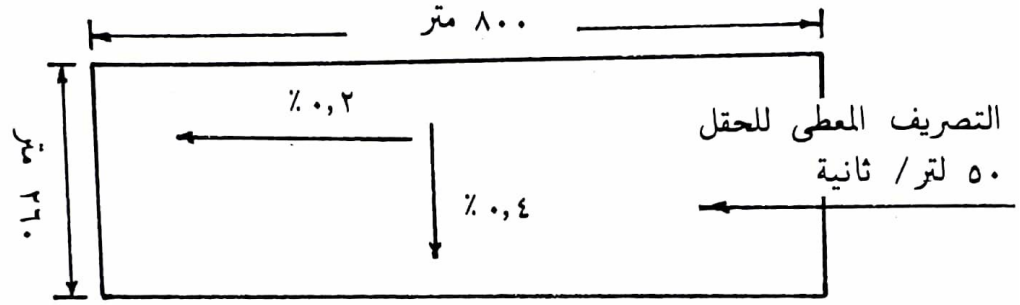
$$V = \frac{17.5}{100} \times 12 \times 12 = 25.2 \text{ m}^3 = 25200 \text{ L}$$

اذن الزمن اللازم للري يساوي حجم الماء مقسوماً على التصريف المعطى

$$t = \frac{25200}{30} = 840 \text{ S} = 14 \text{ mint}$$

تمرين2:

لغرض تصميم نظام لري المروز للحقل المبين ادناه وبالاستعانة بالمعطيات التالية:



دالة التشرب التراكمي $d_{cm} = 0.67\ t_{min}^{0.42}$

المحصول المزروع القطن، عمق المنطقة الجذرية 100 سم

يجري الري عند استنفاد 50 % من الرطوبة المتيسرة، المسافات بين المروز 45 سم

الماء المتيسر 14 سم م$^{-1}$ عمق، الفترة بين الريات 7 ايام

معدل استنفاد رطوبة التربة 1 سم يوم$^{-1}$.

التصميم:

1- نحسب صافي عمق، d_n

أ-

$$d_n = (A.W)(A.D)(D)$$

$$d_n = 14 \times \frac{50}{100} \times \frac{100}{100} = 7 \text{ cm}$$

ب -

$$d_n = I_{in} \times P_r \rightarrow d_n = 7 \times 1 = 7 \text{cm}$$

2- المدة اللازمة لتشرب العمق 7 سم حسب دالة التشرب

$$d_{cm} = 0.67\ t^{0.42} \rightarrow 7 = 0.67\ (t)^{0.42} \rightarrow t = 266 \text{ mint}$$

3- يفضل ان تتجه المروز باتجاه الانحدار الاكبر لذلك فان طول المرز يصبح حوالي 240 م اما عرض الحقل الصافي فيساوي 790 م (ترك 10 م كطرق حقلية).

عدد المروز في الحقل $= \frac{790}{0.45} = 1755$ مرز

4- اقصى تصريف مسموح به يساوي (يستعان بجداول خاصة)

$$q_{max} = eS^{h} \rightarrow q_{max} = 0.893 \times 0.4^{-0.937} = 2.1\ L\ S^{-1}\ FU^{-1}$$

يمكن كمحاولة اولى ان تستعمل $q = 1$ لتر ثا$^{-1}$ مرز$^{-1}$

5- عدد المروز التي يمكن اروائها في الرية الواحدة يساوي

$$\frac{50}{1} = 50\ Furrow$$

عدد مجاميع المروز يساوي

$$\frac{1755}{50} = 35$$