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:

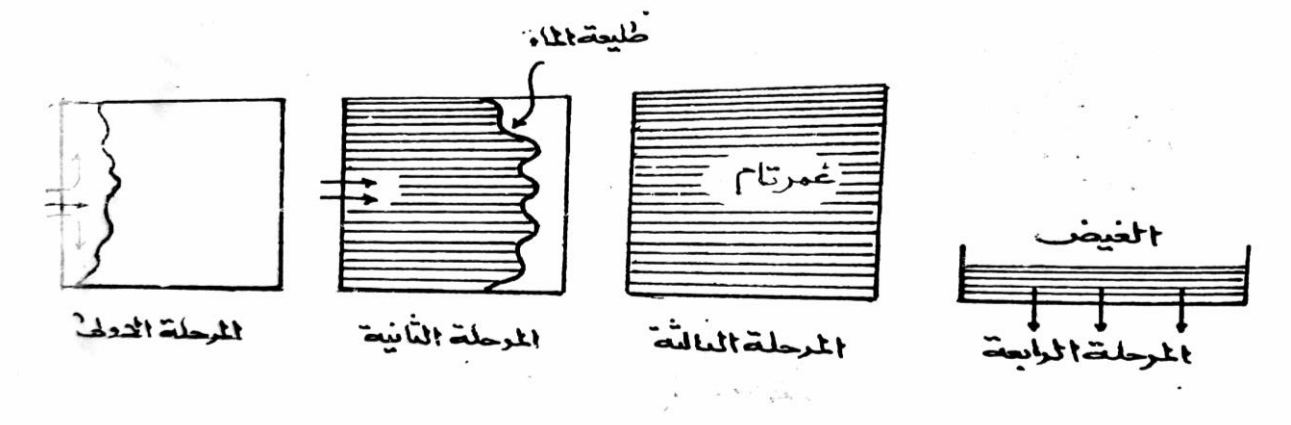
1- يصعب تحقيق تناسق توزيع مياه الري خاصةً في الترب عالية النفوذية.

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

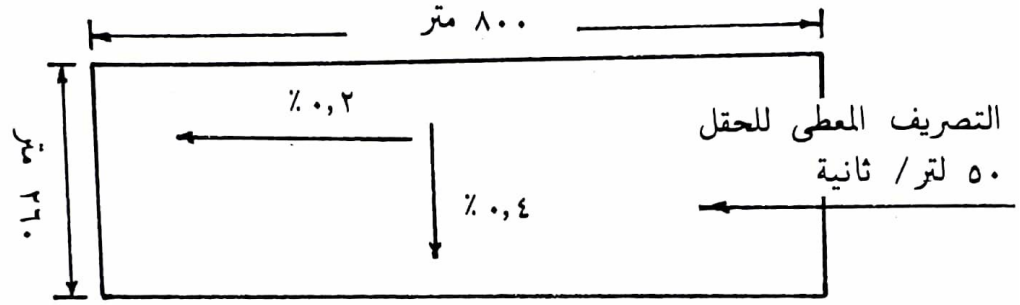
$$V = \frac{17.5}{100} \times 12 \times 12 = 25.2 \text{ m}^3 = 25200 \text{ L}$$

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

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

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

نبذة تاريخية عن الري في العراق:

ان من يدرس تاريخ الري في العراق لا بد وان يدرك ان من يقوم باعمال الري المتقدمة الا قوم اخذوا بسبيل وافر من الحضارة ليستطيعوا تنفيذ مشاريع الري الضخمة، ارتبط ظهور الحضارات القديمة ارتباطا وثيقا بتقدم الري كما ان معظمها نشأت وازدهرت حول مجاري الانهار الكبيرة.
مارس العراقيون القدماء الري منذ6000 سنة مضت والمصريون منذ اكثر من5000 سنة وكانت اولى المحاولات الناجحة للسيطرة على مجاري المياه قد بدأت في وادي دجلة والفرات، يشير المؤرخون الى ان «طرق الري التي اتبعت في جنوب العراق كانت افضل من تلك التي اتبعت في حوض النيل».
اتخذ البابليون من منخفض الحبانية وابي دبس خزانين لاتقاء اخطار الفيضانات وللاستفادة من المياه المخزونة لاغراض الري، وكانت من روائع منجزاتهم السد الذي اقاموه بين دجلة والفرات محاذيا لمنخفض عقرقوف ويبلغ طوله حوالي60 كم.
اما على دجلة فقد انشأوا سدا ترابياً عظيماً على شاطئ النهر جنوبي سامراء سمي بسد النمرود لحفظ مجرى النهر في ارض صلبة ومنعه من التحول الى مجرى هش وفي العصر البابلي امكن زراعة جميع الاراضي في وادي الرافدين وذكر (Buringh,1960) ان نظام الري في العراق ادى الى ظهور الاملاح في التربة منذ وقت طويل.
لم تقتصر مشاريع الري على مدينة بغداد بل شملت مساحات واسعة من الاراضي تسمى «سواد بغداد او ريف بغداد» وهي المنطقة المحصورة بين مدينة تكريت على دجلة الى مدينة هيت على الفرات شمالاً ومدينة الكوت على دجلة الى مدينة الكوفة على الفرات جنوباً.
وعند مجيء المغول دمرت معظم مشاريع الري وسدت الجداول وعانت الزراعة من تدهور كبير، ويمكن القول ان اعمال الري الحديثة في العراق قد بدأت سنة 1908 وذلك عندما انتدبت الحكومة العثمانية خبيرا بريطانيا هو وليم ويلكوكس لدراسة اوضاع الري واعداد تقرير عن امكانيات الزراعة في العراق وعن مشروعات الري التي يقترحها لتحقيق استغلال تلك الامكانيات (سوسة، احمد 1946) لقد اخذت اعمال الري تتوسع تدريجيا وبوشر بأحياء مشاريع عديدة للري وانشاء اخرى جديدة.

اهمية الري:

تشكل المواد المائية اهم الثروات الطبيعية التي يعتمد عليها مستقبل وتطور الحضارة الانسانية ورقي ورفاه البشر، ان زيادة الطلب على المياه بفعل النشاط البشري المتعدد الجوانب اضافة الى توزيعها غير المتجانس على الكرة الارضية يحتمان اعادة النظر في استغلالها وتوزيعها بصورة امثل واكفأ، تعد المحافظة على الموارد المائية ضرورة ملحة لمستقبل الانسان.
لقد كان للري دورا مهما في تطور الزراعة في المناطق الجافة والشبة الجافة على وجه الخصوص، ان اهمية الري كما اشار لها احد العلماء «الري في بعض الاقطار فن قديم، قديم قدم الحضارة ولكن لكل العالم فان الري علم حديث ـ انه علم البقاء». وتمتاز الزراعة الاروائية بامكانية التحكم

بعوامل الانتاج بدرجة اكبر واكفأ مما هو عليه بالزراعة الجافة وفي الغالب لا يمكن الاعتماد على المطر كمصدر وحيد للري اذا ماريد تحقيق استغلال امثل للاراضي الزراعية، فالاعتماد على الامطار كمصدر وحيد لامداد النبات باحتياجاته المائية يترك الانتاج الزراعي عرضة للعوامل البيئية التي يصعب التحكم بها من قبل الانسان.

تركزت الزراعة الاروائية في المناطق الجافة وشبه جافة والتي تشكل نسبه كبيرة من مساحة العالم والعراق جزء منها، وهذه المناطق اضافه الى انها تستلم كميات محدودة من الامطار فان توزيعها يتميز بعدم الانتظام وقد تمر بفترات جفاف خلال السنة وهذا يتطلب بالنتيجة التركيز على الزراعة الاروائية بهدف تحقيق انتاجية عالية وتنويع في الانتاج الزراعي، كذلك لا تنحصر اهمية الري على المناطق الجافة وشبه الجافة بل تتعداها الى المناطق الرطبة وشبه الرطبة حيث تبرز الحاجة الى الري التكميلي عندما تكون فترات سقوط الامطار غير منتظمة على مدار موسم نمو النبات.

تبلغ نسبة الاراضي المروية 16% من الاراضي المزروعة في العالم ومن المتوقع زيادتها مستقبلا، اذ يعتبر معدل المطر البالغ حوالي 500 ملم سنويا ادنى حد ضروري لزراعة كثيفة غير مروية، ان المناطق الجافة وشبه الجافة تمثل 55% من مساحة العالم التي يتطلب استغلالها اتباع نظام الزراعة الاروائية، والجدول التالي يوضح التصنيف المناخي للمناطق من حيث معدلات سقوط الامطار السنوية.

التصنيف المناخي	معدل سقوط الامطار السنوي ملم	النسبة المئوية
مناطق جافة	اقل من 250	25
مناطق شبه جافة	250 – 500	30
مناطق شبه رطبة	500 – 1000	20
مناطق رطبة	1000 – 1500	11
مناطق اكثر رطوبة	1500 – 2000	9
مناطق رطبة جدا	اكثر من 2000	5

ولامكانية الاستفادة من الامطار يجب ان تتوفر فيها الخصائص التالية:

1ـ كفايتها لتعويض النقص الحاصل في المحتوى الرطوبي للتربة في منطقة الجذور.

2ـ تقارب فترات سقوطها قبل ظهور اعراض الذبول على النبات.

3ـ ان لا تزيد معدلات سقوطها عن معدلات غيض الماء في التربة.

مفهوم الري:

يمكن اعطاء تعريف عام للري بانة اضافة الماء للتربة بقصد امدادها بالرطوبة اللازمة لنمو النبات، ولقد عرف الري من قبل «Israelsen and Hansen » بانة اضافة الماء للتربة لتحقيق اي من الاغراض التالية:

1ـ تجهيز التربة بالرطوبة اللازمة لنمو النبات.

2ـ تامين المحصول ضد فترات الجفاف قصيرة المدى.

3ـ ترطيب التربة والجو المحيط بها وتهيئة ظروف مناخية اكثر ملائمة لنمو النبات.

4ـ غسل او تخفيف تركيز الاملاح في المنطقة الجذرية.
5ـ تقليل خطورة تصلب القشرة السطحية للتربة.
6ـ تسهيل العمليات الزراعية المختلفة لخدمة المحصول.
اما علم الري فهو علم يبحث في مصادر مياه الري وطرق التحكم بها واستغلالها وايصالها للحقول الزراعية ومن الممكن تحديد المهمات التي يتطلع بها علم الري بالآتي:
1ـ تخزين المياه بأنشاء السدود والخزانات على مجاري الانهار.
2ـ نقل وتوزيع المياه من مصادرها الطبيعية الى الحقول الزراعية.
3ـ اضافة المياه للحقول الزراعية بالطرق المناسبة.
4ـ استغلال الطاقة المائية في توليد الطاقة الكهربائية.

مصادر مياه الري في العراق:

ان مصادر الثروة المائية التي يعتمد عليها العراق تماثل بقية اقطار العالم ويمكن ايجازها كم ياتي:
1ـ مياه الامطار.
2ـ الثلوج.
3ـ مياه دجلة والفرات وروافدها.
4ـ مياه البحيرات والاهوار.
5ـ المياه الارضية كالآبار والينابيع.
تتراوح كميات الامطار في العراق من 1200 ملم سنويا في بعض مناطق الجبال الشمالية والشمالية الشرقية الى اقل من 100 ملم في الصحراء الجنوبية والغربية.
وتعد الامطار المصدر الاساسي للري في اقصى شمال العراق ويعتمد عليها في الزراعة الشتوية لان موسم سقوطها ينحصر في الشتاء فقط بينما يعتبر ما تبقى من المنطقة الشمالية ذات مناخ شبه جاف (المنطقة الواقعة دون 400 ملم من المطر السنوي) لذلك فهي تعتمد على المياه الجوفية ومياه نهر دجلة وروافده بالنسبة للمناطق الغربية من حوض هذا النهر صيفاً وشتاءً.
وتعتمد المناطق الصحراوية على المياه الجوفية وعلى مدار السنة وتمثل مناطق وسط وجنوب العراق (السهل الرسوبي) غالبية المساحة المروية في العراق والتي لا تجد مناصاً من اتباع نظام الزراعة الاروائية صيفاً وشتاءً بالاعتماد على مياه نهري دجلة والفرات وفروعهما.
ان الموازنة المائية يمكن توضيحها بالمعادلة الاتية:

$$P + I = ET + R + \Delta W + Dp + In$$

حيث:

السقيط	P=Precipitation
ماء الري	I=Irrigation
التبخر ـ نتح السيح	ET-Eva-transpiration
السطحي الماء	R=Runoff
المخزون في التربة	ΔW= water storage in soil
التخلل العميق	DP= Deep percolation

الماء المعترض In=Inter Ception

تغطي المياه حوالي 71 % من مساحة الكرة الارضية، ويقدر الحجم الاجمالي لهذه المياه بحوالي 1360 مليون كيلومتر مكعب، وبالطبع فان معظم هذه الكميات الهائلة ليست في متناول الانسان لان ما يقارب 97.2% منها مياه مالحة موجودة في المحيطات والبحار، اما الباقي فهو عبارة عن مياه عذبة 2.14% أي 29 مليون كيلومتر مكعب على شكل كتل جليدية وهذه يتعذر الاستفادة منها، لذا لا يبقى من المياه سوى0.66% أي 9 ملايين كيلومتر مكعب من المياه العذبة وهذه عبارة عن مياه البحيرات والانهار والمياه الجوفية.

خصائص التربة الفيزيائية المرتبطة بالري:

نسجة التربة Soil Texture:

تعريف نسجة التربة بانها التوزيع النسبي للاحجام المختلفة لمفصولات التربة وهي الرمل والغرين والطين وتشير نسجة التربة الى مدى نعومة او خشونة التربة وسهولة او صعوبة خدمتها. ان معرفة نسب المكونات الاساسية للتربة ذات دلالة كبيرة، فالترب التي يسود فيها الطين تكتسب قواما ناعما وتكون خدمتها صعبة، ان زيادة نسبة الطين يعني زيادة المساحة السطحية النوعية لدقائق التربة مما يزيد من قدرتها على الاحتفاظ بالماء وزيادة فعاليتها الكيميائية ومحتواها من العناصر الغذائية. بينما تكتسب التربة التي يسود فيها الرمل قواما خشنا وتسهل خدمتها، وتؤثر نسبة الدقائق الخشنة تأثيراً مباشراً على الخصائص المائية وتهوية التربة.

عموما فانة التربة التي تحتوي على نسبة متساوية او متقاربة من الرمل والغرين والطين سوف تجمع بلا شك احسن الخصائص التي يفترض توفرها والتي تسهل عمليات الري وترفع كفاءة نظام الزراعة الاروائية، وتعتبر نسجة التربة عاملا مهما الى درجة كبيرة في تحديد عمق الماء الذي يمكن تخزينه في عمق معين من التربة.

تقسم مفصولات التربة حسب احجامها وبالنظامين الامريكي والعالمي وكما يوضح الجدول التالي:

مفصولات التربة	القطر الفعال للدقائق، ملم النظام الامريكي	القطر الفعال للدقائق، ملم النظام العالمي
رمل خشن	2.00 - 0.25	2.00 - 0.20
رمل ناعم	0.25 - 0.05	0.20 - 0.02
غرين	0.05 - 0.002	0.02 - 0.002
طين	اقل من 0.002	اقل من 0.002

تركيب التربة (بناء التربة) Soil Structure :

يقصد بتركيب التربة بانة انتظام دقائق التربة الاولية (Primary particles) ومجاميعها (aggregates) في نظام معين. يؤدي الاختلاف في انتظام هذه الدقائق والمجاميع بين تربة واخرى الى اختلاف في احجامها واشكالها وانتظام المسافات البينية (Pore spaces)، والذي يؤثر بدوره على حركة الماء وقابلية التربة على مسك الماء وتهوية التربة وحرارتها وكثافتها الظاهرية وخصوبتها وفعالية الاحياء الدقيقة ومقاومة التربة لنمو الجذور وتحملها لحركة الآلات الزراعية.

ان جميع الفعاليات التي يقوم بها الفلاح من الحراثة والعزق والبزل والتسميد واضافة المحسنات ما هي الا محاولات لتغير تركيب التربة، يمكن تقدير تركيب التربة بمعرفة حجم وشكل ووضوح مجاميع التربة بالدرجة الاساسية وكذلك ثباتيتها وصلابتها وطبيعة توزيع مسامها، ويعتبر تركيب التربة عاملا مهما في تحديد الكثير من خصائص التربة خاصةً طبيعة التوزيع الحجمي للمسام وما لذلك من تأثير على حركة الماء ومن انواع التركيب الشائعة (الحبيبي ، الفتاتي ، الصفائحي ، الكتلي ، المنشوري والعمودي) علما ان افضل انواع التراكيب « الحبيبي والفتاتي».

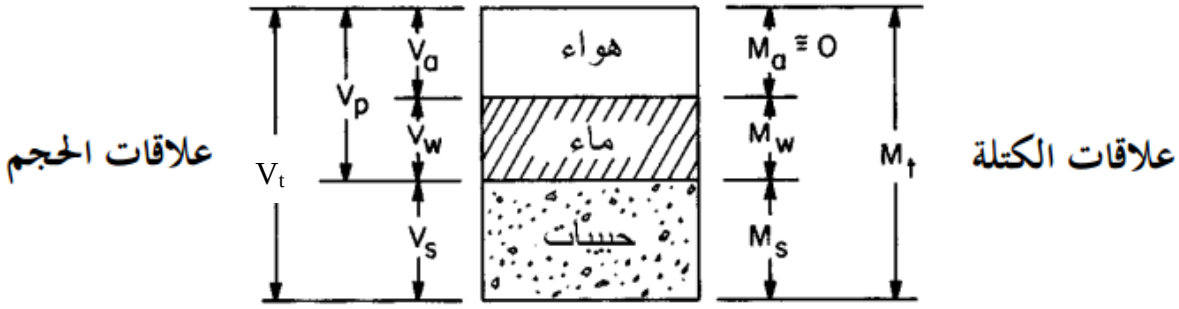
كثافة التربة Soil density:

تعرف الكثافة الحقيقية للتربة (Particle density) بانها كتلة وحدة الحجوم لدقائق التربة الصلبة (يشمل الحجم هنا فقط المادة الصلبة) وتتراوح عادةً لمعظم الترب المعدنية بين 2.55 – 2.75 غم/سم^{3}ويعود السبب في ذلك الى تقارب كثافات معادن الكوارتز وتقل عن ذلك بكثير في الترب العضوية نظراً لانخفاض كثافة الدقائق العضوية (كثافة الدبال بحدود 1.27 غم/ سم^3).

اما الكثافة الظاهرية للتربة (Bulk density) فتعرف بانها كتلة وحدة الحجوم للتربة الجافة (ويشمل الحجم هنا المادة الصلبة والمسامات) ترتبط الكثافة الظاهرية اساساً بنسجه وتركيب التربة وعمليات خدمة التربة والمادة العضوية، وتعكس لنا الكثافة الظاهرية مسامية التربة وسهولة حركة الماء فيها وتهويتها وانتشار الجذور فيها،

وتكتسب الكثافة الظاهرية للتربة اهمية خاصة للعاملين في الري لحساب كميات المياه الواجب اضافتها للتربة لايصال محتواها الرطوبي الى حد معين.

ويعبر رياضيا عن الكثافة الحقيقية والظاهرية بالاستعانة بالشكل الاتي:



مخطط توضيحي لنظام تربة ثلاثي الاطوار

$$\rho_s = \frac{m_s}{v_s}$$

حيث ان : ρ_s الكثافة الحقيقية. m_s كتلة الدقائق الصلبة. V_s حجم الدقائق الصلبة

$$\rho_b = \frac{m_s}{v_t}$$

حيث ان : ρ_b الكثافة الظاهرية. V_t الحجم الكلي

مسامية التربة ولتوزيع الحجمي للمسامات: Total porosity and pore size distribution

يقصد بالمسامات البينية: ذلك الجزء من حجم التربة المملوء بالماء والهواء والتي ترتبط ارتباطا وثيقا بتركيب ونسجة التربة. اما المسامية الكلية للتربة فهي النسبة المئوية للمسامات في حجم معين من التربة (الحجم الكلي) وهذه المسامات تكون مشغولة بالماء والهواء او كليهما.

$$P = \frac{v_f}{v_t} \times 100 = (1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}) \times 100$$

حيث ان : P المسامية

ان المهم التوزيع الحجمي للمسامات وليس المسامية الكلية وتمتاز الترب الرملية بان المسامية الكلية لها اقل من الترب الطينية والعضوية، وتختلف نسبة ماتحتوية الترب من مسامات حسب نسجتها فالترب الطينية تحتوي على نسب كبيرة للمسامات الصغيرة بينما تحتوي الترب الرملية على نسب كبيرة للمسامات كبيرة. ان ما تهدف اليه عمليات خدمة التربة من الناحية الفيزيائية هو الحصول على توزيع متجانس لمسامات التربة بحيث تتوازن نسب مساماتها الكبيرة والصغيرة وبالتالي الحصول على انسب الظروف لتهوية التربة وحركة الماء فيها وقابليتها على الاحتفاظ بالماء.

تصنيف ماء التربة:

يمتاز الماء بامكانية وجوده في الحالة الصلبة والسائلة والغازية، وتعتبر الحالة السائلة اكثرها اهمية لاغراض الري ويمكن تصنيف ماء الترب كالاتي:

1ـ ماء الجذب (الماء الجذبي) Gravitational water :

ويمثل الجزء الممسوك في المسامات الكبيرة للتربة ويسمى احيانا بالماء الحر او ماء البزل، ويتحرك هذا الماء بحرية تحت تأثير الجذب الارضي ويمكن التخلص منه بدون صعوبة عند توفر ظروف البزل المناسب.

2ـ الماء الشعري Capillary water :

وهو الماء الممسوك بواسطة قوى الشد السطحي على شكل اغشية مائية حول دقائق التربة وفي المسامات الشعرية للتربة، وتزداد كميته بزيادة نسبة دقائق التربة ذات السطوح النوعية الكبيرة، يتراوح الشد الذي يمسك به الماء الشعري ما بين السعة الحقلية ومعامل التقييد ولايكون جميعه متيسراً للامتصاص من قبل النبات.

3ـ الماء المقيد Hygroscopic water :

وهو الماء الممسوك بشد عالي الى سطوح الدقائق وخصوصا الغروية منها بواسطة قوة التجاذب، ويلتصق تماما بدقائق التربة بقوة تجعله غير قابل للحركة بتأثير الجاذبية الارضية او قوى الخاصية الشعرية ويبلغ الشد الذي يمسك به هذا الماء 3100 كيلو باسكال او اكثر ويتحرك على شكل بخار ويعتبر غير متيسر للنبات.

وقد يصنف ماء التربة على اساس مدى جاهزيته للنبات وكالاتي:

1ـ ماء الجذب Gravitational water

2ـ الماء المتيسر Available water :

وهو الماء الممسوك بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم وهو المصدر الرئيسي للماء المستهلك من قبل النبات ويعتبر توفير هذا الماء احد اهم الاهداف التي ترمي لها عملية الري.

3ـ الماء غير المتيسرUnavailable water :

يشمل جمع الماء الممسوك بشد اعلى من نقطة الذبول الدائم وهو غير متيسر للامتصاص من قبل النبات.

بعض الاصطلاحات المعبرة عن المحتوى الرطوبي للتربة:

1ـ نسبة الاشباع Saturation percentage:

عندما تمتلئ جميع مسامات التربة بالماء تكون قد وصلت الى سعتها التشبعية او الى قابليتها العظمى على مسك الماء «Maximum water holding capacity » ويكون الشد الرطوبي عند هذا الحد تقريبا مساويا الى الصفر.

2ـ السعة الحلقية(F.C) Field capacity :

يطلق هذا المصطلح على المحتوى الرطوبي الذي تحتفظ به التربة بعد ازالة ماء الجذب الارضي وهذا يحصل بعد مرور 2 ـ 3 من الايام من الري، عندئذ تكون معظم المسامات الدقيقة في التربة مملوءة بالماء بينما تكون المسامات الكبيرة مملوءة بالهواء. ترجع اهمية السعة الحلقية الى انها تمثل الحد الاعلى للماء المتيسر للنبات، ويكون الشد الرطوبي عند هذه النقطة بين 1/10- 1/3 ضغط جوي (10 كيلو باسكال 33 كيلو باسكال) وحسب نسجة التربة.

3ـ نقطة الذبول الدائم (P.W.P) Permanent wilting point :

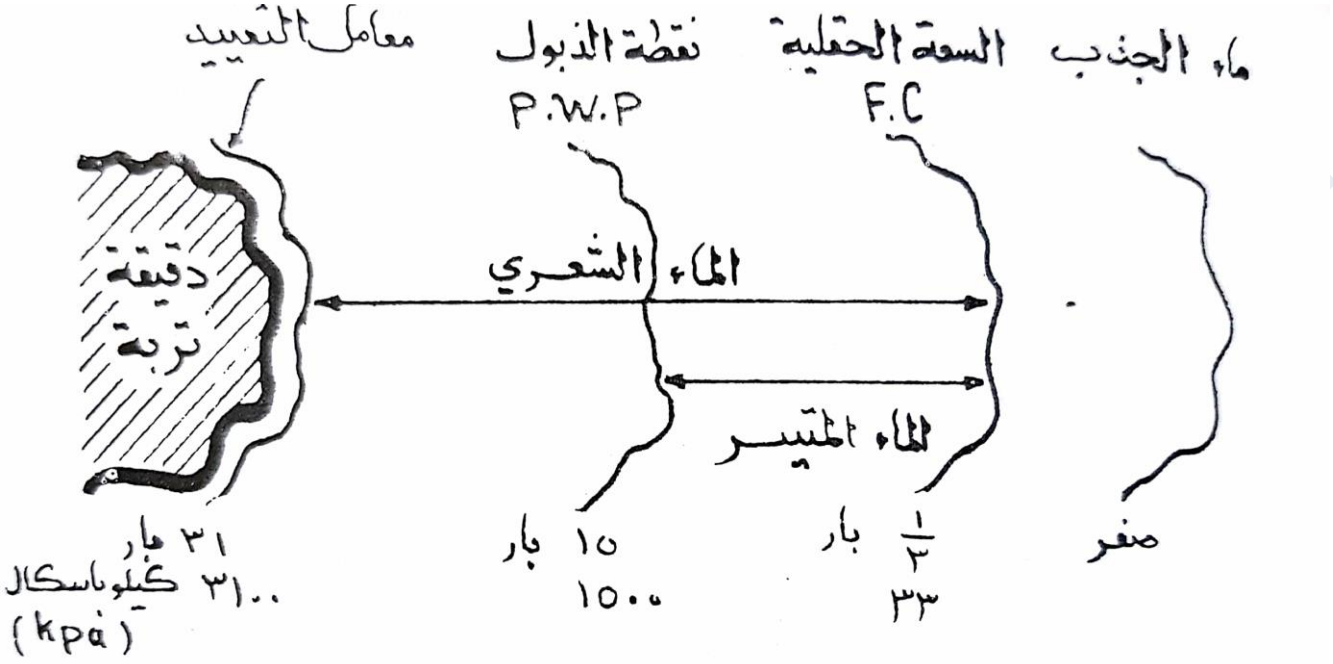
يطلق على المحتوى الرطوبي للتربة عندما تذبل النباتات ذبولا دائما (نقطة الذبول الدائم) او معامل الذبول (Wilting coefficient) حيث لا يستعيد النبات نموه حتى بعد وضعة في جو مشبع بالماء وتمثل نقطة الذبول الدائم الحد الادنى من رطوبة التربة المتيسرة. ان انخفاض الرطوبة عن هذا الحد يجعل النبات غير قادر على الحصول على كمية من الماء تكفي لاستمرار نموه، وعموما تقدر طاقة الشد الرطوبي للتربة عند نقطة الذبول الدائم بحوالي 15 ضغط جوي (1500 كيلو باسكال).

4ـ الماء المتيسر Available water:

وهو الماء الممسوك بين السعة الحلقية ونقطة الذبول الدائم ويكون متيسرا للامتصاص من قبل النبات، وبصورة عامة فان الترب ذات النسجات الناعمة تحتفظ بمديات واسعة من رطوبة التربة بين حدي السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم وهذا يرجع الى انها تحتوي على نسب كبيرة للمسامات الصغيرة الشعرية وبعكس ذلك للتربة الرملية، ان قابلية التربة على مسك الماء ومعدل استهلاك الماء سيحدد كمية الماء التي ينبغي اضافتها وفترات الاضافة.

5ـ معامل التقييد Hygroscopic coefficient :

يطلق على نسبة الرطوبة المتبقية في التربة بعد ان يفقد منها الماء الممسوك في المسامات الكبيرة والصغيرة ويبقى فقط بعض الماء المحيط بالدقائق الصغيرة والغروية، ويمسك هذا الماء في التربة بشد عالي وتكون حركته على شكل بخار ماء فقط.



شكل يبين طبيعة ارتباط الماء بدقيقة التربة

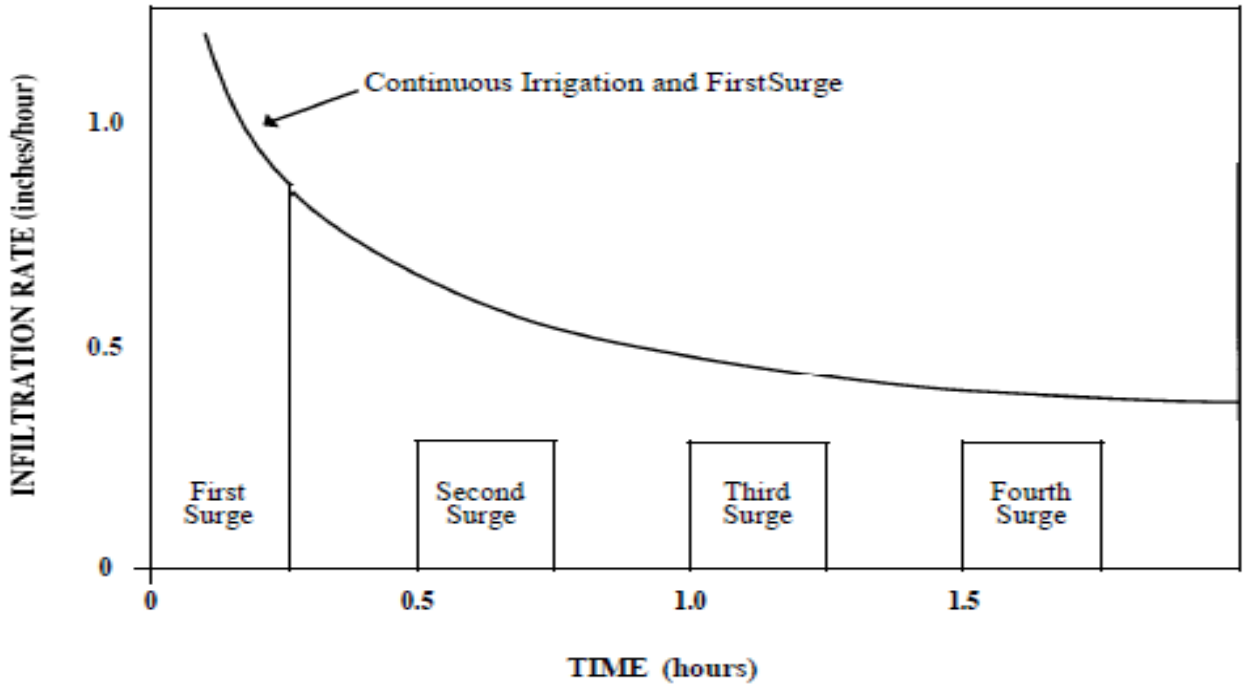
المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة التاسعة **القسم: التربة والموارد المائية**

الري السيحي الموجي(النبضي) Surge or Pulse Irrigation
يعرف على انه اضافة الماء الى سطح التربة سيحاً بشكل متقطع عبر سلسلة من الفتح والغلق بفواصل زمنية متساوية او مختلفة.
المفاهيم المرتبطة بهذا الاسلوب:
1- زمن الدورة cycle time :هو مجموع الزمن اللازم الاتمام دورة الفتح والغلق وقد يكون هذا الزمن ثابتا او تصاعديا
2-نسبة الدورة cycle ratio :زمن الفتح مقسوماًعلى زمن الدورة وقيمتها ترتبط بنسجة التربة الإتمام عملية الانسحار.
3- النسبة الحجمية Volume ratio : هي حاصل قسمة كمية مياه الري المضافة باسلوب الري الموجي على كمية مياه الري المضافة باسلوب الري المستمر.
4- زمن- نسـبة الدورة Cycle ratio time, CRT : وهو تعبير عن علاقة زمن الدورة بنسبتها، وهو مفهوم يستعمل كدالة للغيض.
5-طور التقدم Advance phase : مجموع ازمان مراحل تقدم الموجات المتتالية حتى يصل الماء الى نهاية الحقل.
6-طور التراجع cutback phase :الطور الذي يلي طور التقدم اذ ينخفض فيه معدل الجريان الى مايقرب من معدل الغيض.

وقد اوجز Evans(2003) محاسن الري الموجي بما يلي:
1 - يتقدم الماء المتدفق الى نهاية الحقل بزمن اقل مقارنة بالري المسـتمر ولنفس التصـريف مع حجم اقل من الماء.
2- خفض الخسائر من خلال تحسين كفاءة التطبيق والادارة الالية الصحيحة.
3- متطلبات العمل منخفضة وبالتاي تقليل الكلفة الاقتصادية.
الغيض الموجي Surge Infiltration :

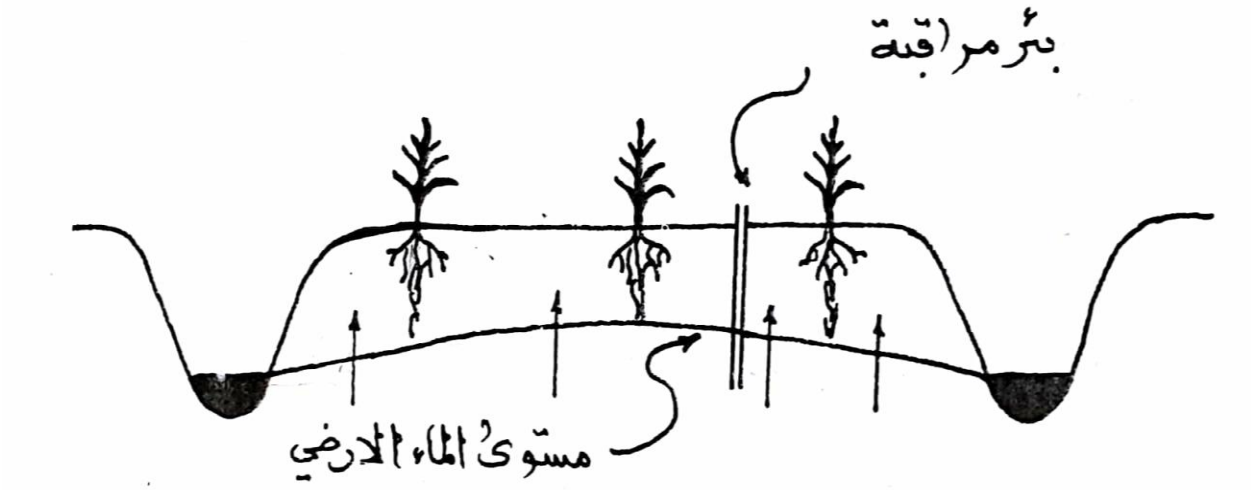
هو تعبير عن تغلغل الماء عبر سـطح التربة في حالة الري الموجي، ويشـبه الغيض الاعتيادي في حالة الري المستمر خلال الموجة الاولى، ويصل الى معدل الغيض الاساس تقريباً عند بداية الموجة الثانية وباقي الموجات.

شكل يوضح العلاقة بين معدل الغيض مع الزمن في حالة الري الموجي والمستمر



الري تحت السطحي:

وهو عبارة عن طريقة الري التي بواسطتها تجهز النباتات بالماء من الاسفل عن طريق حركة الماء الى الاعلى من سطح مائي حر، وتشمل هذه الطريقة على تنظيم لمستوى الماء الارضي بشكل دقيق لذلك فهي تجمع بين نظام الري ونظام البزل اذ ان تنظيم مستوى الماء الارضي يجب ان يوفر الرطوبة الملائمة للنبات وفي نفس الوقت يسمح بوجود ظروف مناسبة للتهوية وانتشار الجذور ونموها نمواً طبيعياً، وقد يصعب تحقيق ذلك بدرجة كافية وتحت كل الظروف وتستعمل هذه الطريق بصورة واسعة في المناطق الرطبة، ان استعمال هذه الطريقة من الري محدودة جداً في المناطق الجافة وشبه الجافة بسبب الخوف من ان تسبب حركة الماء الى الاعلى تجمع الاملاح في المنطقة السطحية من التربة.



مخطط يوضح الري تحت السطحي

مميزات الري تحت السطحي

1- مناسب للترب العميقة والمتناسقة.
2- يقلل من عمليات تحضير التربة وبذلك يقلل من تدهور خصائص التربة وخاصةً تركيب التربة.
3- تنخفض معدلات فقد المياه بالتبخر.
4- استجابة النباتات للري تحت السطحي جيدة بصورة عامة.
5- يقلل من انتشار بذور الادغال مما يخفض من كلفة مكافحتها.
6- متطلبات العمل واطئة.

اما محددات هذا النظام فهي:

1- يحتاج الري تحت السطحي الى ظروف محددة جداً قد لا تتوفر كثيراً.
2- ضرورة السيطرة على عمليات البزل وغسل التربة لمنع تراكم الاملاح في السطح.
3- النباتات التي تروى بهذه الطريقة محددة بمدى ضيق جداً من صفات جذورها.
4- ان عدم التحكم بمستوى ثابت للماء الارضي قد يؤثر على نسبة الانبات وعدم انتظامة (تجانس النمو).
5- قد تبرز الحاجة الى استعمال طرق اخرى للري خاصة في المراحل الاولى للنمو(الانبات).
6- يجب ان تكون نوعية المياه صالحة لاغراض الري ولاتسبب مشاكل التملح.

الري بالتنقيط Drip Irrigation

يعتبر الري بالتنقيط من احدث طرق الري التي استعملت وانتشرت في مناطق عديدة من العالم خاصة تلك التي تعاني من شحة المياه ومن مشاكل التملح، وتنخفض في هذه الطريقة نسب الفقد بالتبخر والتخلل العميق والسيح الى اقل حد ممكن لذلك فان كفاءة الري بالتنقيط تكون عالية مقارنةً بالطرق الاخرى.

تتكون طريقة الري بالتنقيط من شبكة من الانابيب الرئيسية واخرى فرعية ترتبط بها منقطات (Drippers or emitters) لا تتجاوز تصاريفها بضع التار في الساعة وتتحدد ابعادها بالمسافات بين النباتات، وتنتشر المياه الخارجة من المنقطات عرضياً ورأسياً بفعل قوى الخاصية

الشعرية والجذب الارضي فتتخذ شكلاً مستديراً وتتوقف المساحة التي تترطب بفعل المنقط على معدل التصريف ونوع التربة ورطوبتها ونفوذيتها الرأسية والافقية، وباستعمال هذه الطريقة فان كميات المياه المضافة اقل بكثير مما في الطرق الاخرى بسبب ان نسبة ما يترطب من التربة محدد بمواقع المنقطات (أي انه لا يتم ترطيب كل الحقل) ، وقد يتطلب الامر زيادة معدل اضافة الماء تبعاً لمرحلة نمو النبات ومعدل استنفاد الرطوبة من التربة وتسهم هذه الطريقة في تخفيف تركيز الاملاح في المنطقة الجذرية ويمكن استعمالها عندما تكون المياه المستعملة لأغراض الري رديئة النوعية، كما يمكن استغلال نظام الري بالتنقيط لإضافة الاسمدة مع المياه.

مزايا وفوائد الري بالتنقيط

1- الاقتصاد في استعمال المياه.
2- الحاجة الى ايدي عاملة قليلة.
3- كنتيجة لتقليل سطح الارض المبتل فان المشكلات الناتجة عن نمو الادغال وانتشار الامراض الفطرية والحشرية تقل.
4- امكانية زيادة الحاصل وتحسين نوعيته من خلال السيطرة على رطوبة التربة في المنطقة الجذرية.
5- امكانية اضافة الاسمدة والمبيدات مع مياه الري وضمان توزيعها بصورة متناسقة.
6- يمكن استعمال الري بالتنقيط في الاراضي ذات الانحدارات غير المنتظمة دون الحاجة الى عمليات التسوية والتعديل.
7- يصلح هذا النظام لري الترب ذات النفوذية العالية حيث يتعذر استخدام الري السطحي بكفاءة عالية.
8- لا تظهر مشاكل ارتفاع مناسيب الماء الارضي كما يحصل في الري السطحي كما لا تحصل مشاكل التغدق.
9- يمكن السيطرة بسهولة على عمليات الري وتجهيز المياه.
10- عدم اعاقة العمليات الزراعية في الحقل.
11- تقليص حجم المنشئات في الحقل مثل قنوات الري والبزل مما يقلل الكلفة ويرفع من كفاءة استغلال الارض.
12- يمكن استعمال مياه ذات ملوحة عالية نسبياً.
13- يسهم الري بالتنقيط في الحد من ظاهرة التصلب السطحي.
14- الضائعات المائية بالتخلل العميق والسيح والتبخر قليلة جداً.

محددات ومشاكل الري بالتنقيط

1- الكلفة الابتدائية عالية نسبياً.
2- الحاجة الى اعمال التشغيل والصيانة والادامة المستمرة مما يتطلب قدراً كبيراً من الخبرة.
3- الحاجة الى توفر مصادر الطاقة.
4- انسداد المنقطات بسبب حبيبات الرمل والطين والرواسب والشوائب المختلفة مما يسبب انخفاض معدل التصريف وضعف توزيع المياه على الخطوط الفرعية.

5- في المناطق التي تشتد فيها هبوب الرياح قد تتسبب حركة الحبيبات على سطح التربة الجافة الواقعة بين المنقطات ضرراً للمحاصيل النامية.
6- تميل الاملاح المتراكمة على مسافة قريبة من المنقطات (عند حدود جبهة الترطيب) الى الانتقال الى المنطقة الجذرية بفعل الامطار مما يتطلب غسل الاملاح بين فترة واخرى.
7- غالباً ما يتحدد نمو المجموعة الجذرية وتزداد كثافتها في منطقة الابتلال مما يجعلها صغيرة وقد يؤدي الى ضعف نمو النبات ومشاكل تهوية بعض المحاصيل.

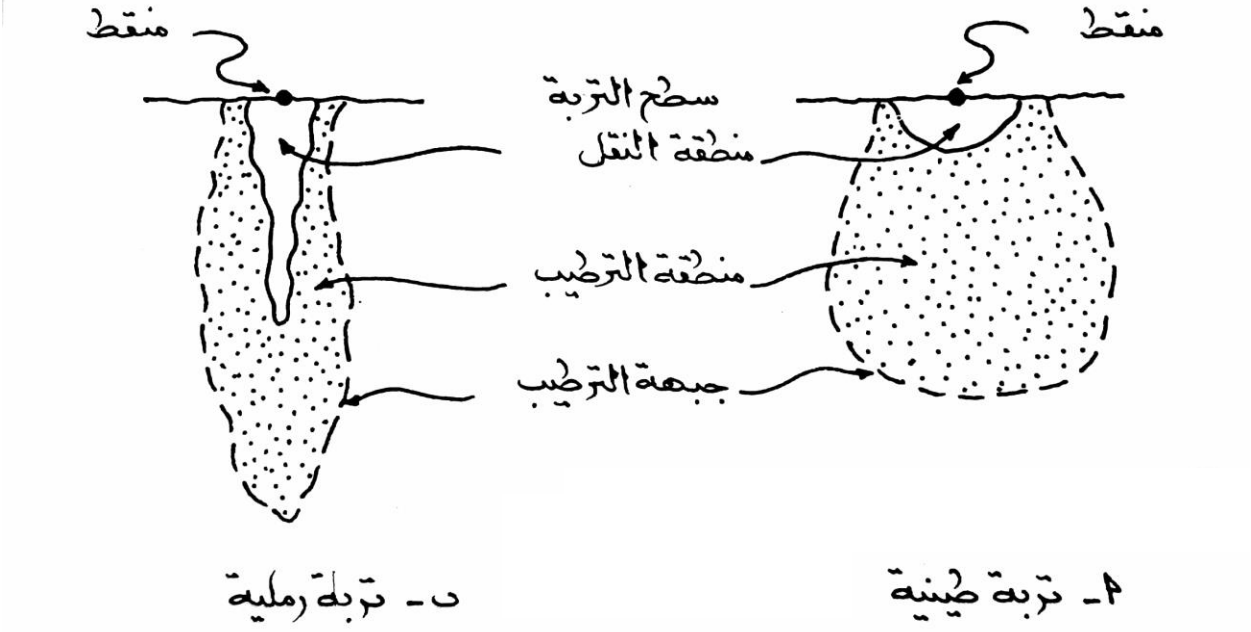
مكونات منظومة الري بالتنقيط

يتكون نظام الري بالتنقيط من الاجزاء التالية
أ- الوحدة الرئيسية وتتكون من:
1- خزان للماء (مصدر التجهيز) 2 – المضخة 3 – المرشح 4 – مقاييس التصريف 5- حاقن الاسمدة 6 – منظم الضغط.
ب – شبكة التوزيع وتتكون من:
1- الانابيب الرئيسية 2- الانابيب المساعدة 3- الانابيب الفرعية 4- الوصلات بين الانابيب 5- المنقطات.

نمط توزيع الرطوبة في التربة

يعتمد نظام الري بالتنقيط على مبدأ اساسي هو اضافة الماء بكميات كافية لتتوزع افقياً وعمودياً في منطقة نمو الجذور الفعالة لذلك فان معرفة طبيعة الرطوبة ضرورة لابد منها لتحديد كمية ومعدل اضافة الماء للتربة، مواصفات شبكة التوزيع، نوع المنقطات، المسافات بينها وبرنامج التشغيل والارواء، ويمكن تمييز ثلاث مناطق خلال توزيع الرطوبة في المنطقة الجذرية من منقط واحد هي:
1- منطقة النقل Transmission Zone
2- منطقة الترطيب او الابتلال Wetting zone
3- جبهة الترطيب Wetting front

وعلى العموم فانه لا توجد حدود واضحة بين المناطق الثلاث المشار اليها لان توزيع الرطوبة فيها حالة متدرجة وغير مستقرة.



شكل يبين طبيعة توزيع الرطوبة في الري بالتنقيط

ان الباحثين حاولوا ومازالوا وضع صيغ خاصة في الري بالتنقيط وسنتطرق هنا الى احدى هذه الصيغ وهي صيغة نظرية لتحديد كمية الماء التي يجب اضافتها وعدد المنقاطات والمسافات بينها:

أ- ماهي كمية الماء الواجب اضافتها؟

للاجابة على هذا السؤال نتبع الصيغ التالية:

التصريف (لتر نبات$^{-1}$ يوم$^{-1}$) =عامل المناخ × عامل المحصول × المسافة بين النباتات (متر × متر) ×1.0

او

$$\text{التصريف (متر مكعب /نبات/يوم)} = \frac{\text{عامل المناخ} \times \text{عامل المحصول} \times \text{المسافة بين النباتات (متر} \times \text{متر)}}{0.001}$$

ونستخرج قيم عامل المحصول من الجداول، اما عامل المناخ فيستخرج بالمعادلة التالية:

عامل الغيوم × عامل الموقع الجغرافي × عامل الرياح × عامل الرطوبة النسبية × عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر × عامل الحرارة + 0.3 = عامل المناخ.

وتستخرج قيمة كل عامل من العوامل المناخية التي تضمنتها المعادلة اعلاه من البيانات المناخية.

ب – كم منقط لكل نبات؟

ان الجواب يعتمد اصلاً على المساحة التي يمكن للمنقط ان يرطبها والتي تعتمد على الصفات الهيدروليكية للتربة، عملياً يمكن معرفة تلك المساحة وذلك بتقدير مساحة المقطع العرضي الافقي للترب والتي تكون مرطبة بحوالي 30 سم تحت سطح التربة، كما ذكرنا سابقاً بان هذه الدراسات غير شائعة ومحدودة وعليه يمكن استخدام الصيغة التالية لتقدير عدد المنقطات لكل نبات:

$$\text{عدد المنقطات للنبات} = \frac{\text{المسافة بين النباتات}(\text{متر} \times \text{متر}) \times 0.35}{(\text{عامل التربة و معدل التصريف})^2 \times 1.2}$$

ويتحدد عامل التربة ومعدل التصريف بنسجة التربة والتصريف المعطى من الجداول.
جـ ما المسافة التي ينبغي ان تكون بين المنقطات؟
تقدر المسافة بين المنقطات من خلال الصيغة التالية:
المسافة بين المنقطات(متر)= عامل التربة ومعدل التصريف × 1.0

هيدروليكية المنقطات Hydraulics of Emitter
تعتمد الخصائص الهيدروليكية للجريان داخل المنقط على طبيعة الجريان بالدرجة الاساس، واهم الخصائص لهيدروليكية للمنقط في التصميم هي العلاقة بين تصريف المنقط والضغط التشغيلي (الضغط داخل انبوب التنقيط)، ويتم غالباً التعبير عن هذه العلاقة بالصيغة الاتية (دالة جريان المنقط):

$$q = KH^X$$

حيث ان:
q: تصريف المنقط، لتر ساعة$^{-1}$
K: معامل تناسب يعكس ابعاد وسعة المنقط
H: شحنة الضغط التشغيلي، م
x: اس دالة جريان المنقط ويميز ويحدد طبيعة الجريان داخل المنقط.

مساحة الابتلال Wetted Area
تعتمد مساحة التربة المبتلة بالدرجة الاساس على ترتيب المنقطات، تصريفها، نوع التربة، وعمق الابتلال المطلوب ويعتمد ترتيب المنقطات على الفواصل بين انابيب التنقيط والفواصل بين المنقطات على امتداد الانابيب، ان المهم في تحديد المساحة المبتلة ليس تصريف المنقط الكلي بل تصريف نقاط الانبعاث وترتيبها حول المنقط فضلاً عن الفاصلة بين المنقطات على امتداد انبوب التنقيط، لذا فان المنقط بمخرج واحد يعد نقطة انبعاث واحدة.
تعرف نسبة المساحة المبتلة ضمن المساحة الكلية المخصصة للنبتة الواحدة في الحقل بنسبة مساحة الابتلال او نسبة المساحة المبتلة P_w ويعبر عنها كما يلي:

$$P_w = \frac{S_w \times S_p}{S_r \times S_p} \times 100\% \rightarrow P_w = \frac{S_w}{S_r} \times 100\%$$

S_p : الفاصلة بين الاشجار في الخط الواحد.
S_r : الفاصلة بين خطوط الاشجار.
S_w : عرض الشريط المبتل.
تتراوح قيمة P_w عادةً من 30% الى 60% وذلك حسب نوع المحصول وعمره وتزداد قيمة P_w مع زيادة عمر الشجرة وفي حالة المحاصيل الخطية row crops ذات الفواصل المتقاربة بين

الخطوط، وهناك عامل اخر يؤثر في اختيار قيمة P_w عند التصميم وهو كمية الامطار في المنطقة خلال موسم الري.

الاحتياج المائي التصميمي للري بالتنقيط Design Water requirements

ان جزءاً محدوداً من مساحة الحقل تبتل بالماء تحت الري بالتنقيط وان الماء يجهز مباشرةً الى المنطقة الجذرية بدون رش او تغطية سطحية واسعة للحقل بالماء فان فواقد التبخر من سطح التربة او اسطح النباتات تكون قليلة، لهذا فان العامل الرئيس الذي يستهلك ماء التربة تحت الري بالتنقيط هو عملية نتح النبات transpiration، وهذا يتطلب اجراء شيء من التعديل على الاستهلاك المائي او التبخر– نتح التقليدية المعتمدة في تصاميم انظمة الري بالرش والري السطحي كما هو مبين في المعادلة الاتية:

$$T = (CU)\{P_s + 0.15(1 - P_s)\}$$

حيث ان:

CU: الاستهلاك المائي التصميمي التقليدي، ملم يوم$^{-1}$.

P_S : المساحة المظللة بواسطة المحصول كنسبة مئوية للمساحة الكلية.

T: النتح اليومي التصميمي، ملم يوم$^{-1}$.

عمق الارواء وفاصلة الارواء Application Depth and Irrigation Interval

يمكن حساب اقصى صافي عمق ارواء (للرية الواحدة) من المعادلة الاتية:

$$(NDI)_m = RZD \times WHC \times P_d \times P_w$$

حيث ان:

RZD: عمق المنطقة الجذرية، سم. WHC: سعة خزن التربة للماء (ملم ماء/سم عمق تربة).

P_d: النسبة المسموحة لاستنزاف الماء من المنطقة الجذرية. P_w: نسبة المساحة المبتلة.

$(NDI)_m$: اقصى صافي عمق الرية الواحدة، ملم.

ويمكن حساب اقصى فاصلة ارواء من المعادلة الاتية:

$$(II)_m = \frac{(NDI)_m}{T}$$

حيث ان:

$(II)_m$: اقصى فاصلة ارواء، يوم.

يتم غالباً اختيار فاصلة ارواء اقل مما تعطيه المعادلة اعلاه وذلك حسب متطلبات تشغيل وصيانة الشبكة وعدد الوحدات الاساس في الشبكة التي تشتغل سوية والعدد الكلي للوحدات الاساس في الشبكة، وعليه فان صافي عمق الرية الفعلي يحسب من المعادلة الاتية:

$$NDI = T \times II$$

حيث ان II: فاصلة الارواء الفعلية وتكون غالباً يوماً واحداً واحياناً تكون يومين او ثلاثة حداً اقصى.

الجزء العملي

تمرين1:

احسب معدل التصريف (لتر نبات$^{-1}$ يوم$^{-1}$) الذي يجب اعطاءه لنبات العنب المزروع في المنطقة الجبلية من العراق بالاستعانة بالمعلومات التالية.

المسافة بين اشجار العنب 2 م × 3 م، درجة الحرارة 24 ْم

الارتفاع عن مستوى سطح البحر 2000 م، الرطوبة النسبية 40% خط العرض 30 ْ سرعة الرياح 2 م ثا$^{-1}$ الجو صحو تماماً

التصريف (لتر نبات$^{-1}$ يوم$^{-1}$) = عامل المناخ × عامل المحصول × المسافة بين الاشجار×1.0

عامل المناخ ={ عامل الغيوم × عامل الموقع الجغرافي × عامل الرياح × عامل الرطوبة النسبية × عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر × عامل الحرارة }+ 0.3

={ 0.67 × 16.7 × 1.08 × 1.0 × 1.05 × 0.73 }+ 0.3 = 9.63

التصريف = 9.63 × 0.7 × 3 × 2 × 1.0 = 40.5 لتر نبات$^{-1}$ يوم$^{-1}$

تمرين2:

تربة ناعمة النسجة فاذا كان تصريف المنقطات 1 غالون ساعة$^{-1}$ (3.79 لتر ساعة$^{-1}$) والمسافة بين الاشجار5.5 م × 6 م، ما هو عدد المنقطات لكل نبات؟

$$\text{عدد المنقطات للنبات} = \frac{\text{المسافة بين النباتات(متر} \times \text{متر)} \times 0.35}{(\text{عامل التربة ومعدل التصريف})^2 \times 1.2}$$

$$\text{عدد المنقطات للنبات} = \frac{6 \times 5.5 \times 0.35}{{}^2 1.3 \times 1.2} = 5.69 = 6$$

تمرين3:

تربة ناعمة النسجة فاذا كان لكل شجرة 4 منقطات ومعدل التصريف 2 غالون ساعة$^{-1}$ (7.57 لتر ساعة$^{-1}$) احسب المسافة بين المنقطات؟

المسافة بين المنقطات (م)= عامل التربة ومعدل التصريف × 1.0

المسافة بين المنقطات (م) = 1.7 × 1.0 = 1.7 م

جدول (٨ ، ٨) قيم العوامل المناخية المختلفة*

الغيوم		خط العرض		سرعة الرياح		الرطوبة النسبية		الارتفاع		درجة الحرارة	
صحو	العامل	الدرجة	العامل	م/ثا	العامل	٪	العامل	م	العامل	م°	العامل
١	٠,٦٧٥	٥٠	١٥,٧	٢	١,٠٨	٣٠	١,١	صفر	١,٠٠	٢٠	٠,٦٨
٢	٠,٦٧	٤٥	١٦,١	٤	١,١٨	٤٠	١,٠	٥٠٠	١,٠١	٢٤	٠,٧٣
٣	٠,٦٢٥	٤٠	١٦,٤	٦	١,٣٤	٥٠	٠,٩	١٠٠٠	١.٠٣	٢٨	٠,٧٧
		٣٥	١٦,٥	٨	١,٥٢	٦٠	٠,٨	٢٠٠٠	١,٠٥	٣٢	٠,٨٠
غائم		٣٠	١٦,٧	١٠	١,٦٨	٧٠	٠,٧	٨٠٠٠	١,٠٧	٣٦	٠,٨٣
جزئي	—	٢٥	١٦,٦								
٤	٠,٥٧٥	٢٠	١٦,٥								
٥	٠,٥٢٥	١٥	١٦,٢								
٦	٠,٥٠٠	١٠	١٥,٠								
غائم		٥	١٥,٤								
		صفر	١٤,٩								
٧	٠,٤٥										
٨	٠,٤٠										
٩	٠,٣٢٥										
ملبدة بالغيوم											
١٠	٠,٢٥										

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة الثالثة **القسم: التربة والموارد المائية**

قياسات مياه الري

وحدات قياس مياه الري:

قد نحتاج الى قياسات المياه من وضع السكون او الحركة، فقد نحتاج الى قياس المياه في الخزانات والبحيرات ويعبر عنها بوحدات الحجم كاللتر والمتر المكعب والهكتار سم والهكتار م ، اما قياسات المياه في حالة الحركة فنحتاج اليها للتعبير عن جريان الماء في الانهار والقنوات والانابيب ويعبر عنها بوحدات اللتر ثانية$^{-1}$ او اللتر ساعة$^{-1}$ او المتر المكعب ثانية$^{-1}$ او المتر المكعب دقيقة$^{-1}$ او الهكتار سم ساعة$^{-1}$ او الهكتار م يوم$^{-1}$.

طرق قياس الماء:

هناك عدة طرق واجهزة تستعمل لقياس ماء الري ويمكن تجميعها بثلاث مجاميع عامة:

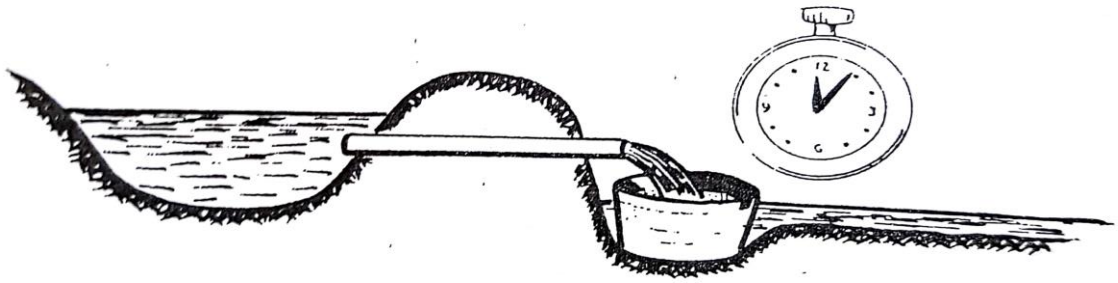
1- القياسات الحجمية Volumetric measurements

2- طرق قياس السرعة-المساحة Velocity – area methods

3- منشئات القياس Measuring structures

اولاً: الطريقة الحجمية Volumetric method

وهي طريقة مباشرة وبسيطة لقياس التصاريف الصغيرة نسبياً كما هو الحال في ري المروز وعند استعمال السحارات، وتتضمن جمع الماء المتدفق في حاوية بحجم معلوم ولفترة زمنية مقاسة.



شكل الطريقة الحجمية في قياس التصريف

مثال:

اذا كان لدينا حاوية سعتها 24 لتر امتلئت بالماء المتدفق من مضخة صغيرة خلال 12 ثانية، احسب التصريف.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{24}{12} = 2\ L\ S^{-1}$$

حيث ان:

Q: التصريف لتر ثانية$^{-1}$

V: حجم الحاوية، لتر

t: الزمن ، ثانية

ثانياً: طرق قياس السرعة – المساحة:

يحدد معدل الجريان المار من نقطة في انبوب او قناة مفتوحة بضرب مساحة المقطع العرضي للجريان في متوسط سرعة جريان الماء.

التصريف= المساحة × السرعة $Q = A \times V$

حيث ان:

Q: التصريف ($م^3$ $ثا^{-1}$).

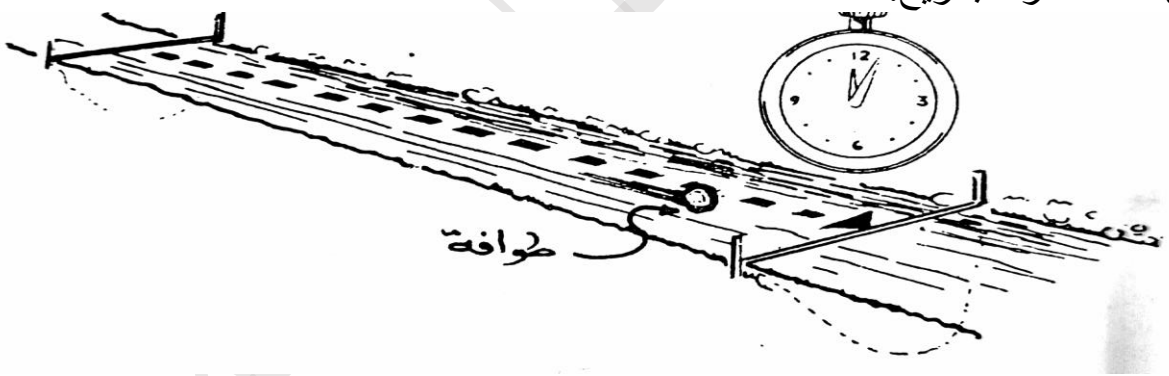
A: مساحة المقطع العرضي للجريان في الانبوب او القناة ($م^2$).

V: سرعة الجريان ($م$ $ثا^{-1}$).

مساحة المقطع العرضي تقدر بوساطة القياس المباشر اما السرعة فتقاس بعدة طرق منها:

1- طريقة الطوافة Float method

وهي من اسهل الطرق المستخدمة في قياس تصاريف المياه، اذ يرمى جسم عائم (الطوافة) على سطح المجرى المائي ويحتسب الزمن اللازم لقطع مسافة معينة، وتحتسب سرعة الجريان بقسمة المسافة على الزمن. تتميز هذه الطريقة بانها غير دقيقة وتتأثر بالمواد العائمة على السطح وبسرعة واتجاه الريح، وللطوافة مواصفات معينة من حيث كثافتها بالنسبة لكثافة الماء وبواسطة هذه الطريقة يتم قياس السرعة السطحية لجريان الماء وحيث ان سرعة الجريان في القناة او المجرى على السطح تزيد عن معدل سرعة الجريان فان معدل سرعة الجريان يستخرج بضرب السرعة السطحية في عامل التصحيح (يرتبط بدرجة الخشونة وشكل القناة وعمق الجريان) والذي قيمته 0.85، وتستعمل الطوافة الانبوبية لانها تعطي نتائج ادق بكثير من الطوافة العائمة فضلاً عن ضآلة تأثرها بالريح.



شكل استعمال الطوافة في قياس سرعة الجريان

مثال: وضعت قطعة خشبية في مجرى مائي معدل مساحة مقطعه العرضي 1.2 م ^{2} فقطعت مسافة مقدارها 60 م في فترة زمنية مقدارها2 دقيقة، معامل التصحيح 0.85 احسب التصريف:

$$\text{السرعة السطحية للجريان(المقاسة)} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$= \frac{60}{2 \times 60} = 0.5 \text{ م/ثا}$$

معدل سرعة الجريان = معامل التصحيح × السرعة السطحية المقاسة

$= 0.85 \times 0.5 = 0.425$ م ثانية$^{-1}$

التصريف = معدل سرعة الجريان × مساحة المقطع العرضي للجريان

= 0.425 × 1.2 = 0.51 م^3 ثانية$^{-1}$

2- طريقة الدلائل Tracers method

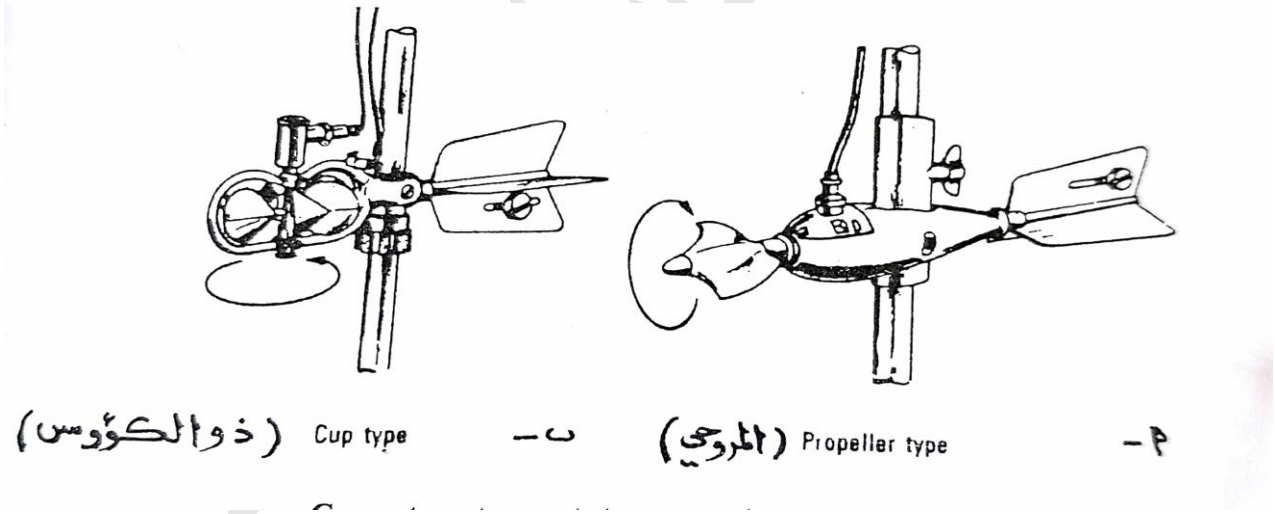
وهي طريقة مشابهة للطريقة السابقة عدى ان سرعة الماء تقاس بالدلائل بدلاً من الطوافة، وتستخدم عادةً صبغة الفلورسين او برمنكنات البوتاسيوم او الحبر الاعتيادي او المثلين الازرق او الاملاح ، وتمتاز الصبغات عن الاملاح بعدم احتياجها لاجهزة خاصة لتقديرها، ولتقدير السرعة المتوسطة لتيار الماء تضاف الصبغة عند بدء مسافة الاختبار فيؤدي تحرك الماء الى خلطها وتحركها في اتجاه جريانه، ويعين الزمن اللازم لظهور الصبغة واختفائها عند نهاية مسافة الاختبار ويؤخذ متوسط هذا الزمن لحساب متوسط سرعة جريان الماء دون الحاجة الى استخدام معامل خاص كما في الطريقة السابقة، ويحسب معدل التصريف بضرب متوسط مساحة المقطع العرضي في متوسط السرعة.

3- مقياس التيار Current meter

وهي طريقة مباشرة لقياس سرعة جريان الماء في القنوات او الانهار، يتميز جهاز قياس التيار بدقته وصغر حجمه نسبياً وعادة يحتسب التصريف بضرب معدل سرعة الجريان في معدل مساحة المقطع العرضي للجريان، هنالك عدة انواع ولكن الشائع منها نوعان:

أ- عداد التيار المروحي Propeller – type current meter

ب – عداد التيار ذو الكؤوس Cup – type current meter



شكل مقاييس التيار

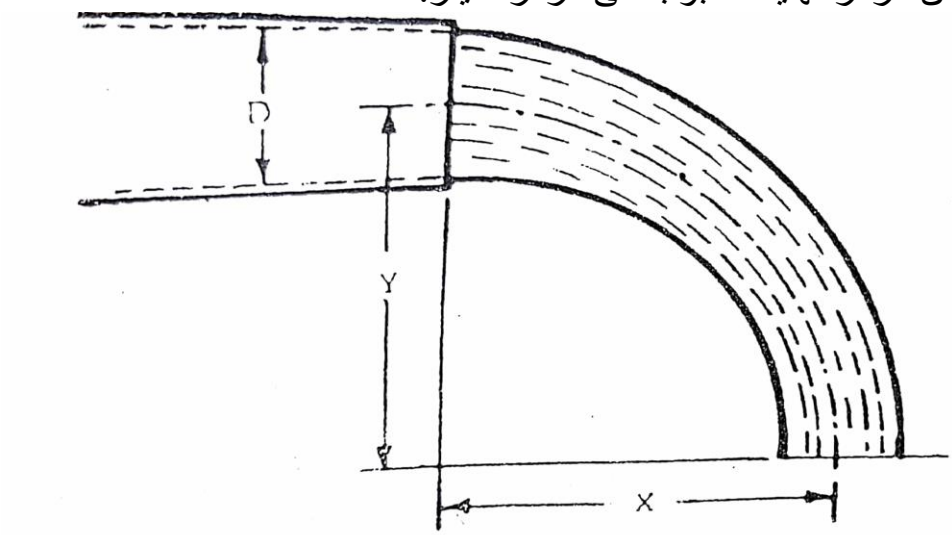
وبدلالة عدد دورات الجهاز في وحدة الزمن (عدد الدورات تتناسب مع سرعة جريان الماء) وباستعمال جداول او منحنيات قياسية خاصة بكل جهاز تحتسب سرعة جريان الماء، علماً ان التقنيات الحديثة في تصنيع الاجهزة اصبحت تعطي السرعة المقاسة مباشرةً، يفضل ان تجرى القياسات في جزء مستقيم من القناة او المجرى المائي وعند مقطع عرضي منتظم نسبياً.

4- مقاييس المياه Water meter

وهي انواع ميكانيكية وتعتمد على نفس مبدأ عمل مقياس التيار، ويجرى لها تعيير في المصنع وفي الغالب تستعمل لاحتساب التصاريف المقاسة في الانابيب ومنها مقاييس المياه التي تستعمل في المنازل لقياس مجموع وحدات المياه المستهلكة تراكمياً.

5- طريقة الاحداثيات

تستعمل طرق الاحداثيات لتقدير التصريف من ابار تصرف ماءها بصورة عمودية او من اجهزة ضخ صغيرة تصرف الماء بصورة افقية، دقة هذه الطرق تكون محدودة وذلك لصعوبة اجراء قياسات دقيقة لاحداثيات التيار ولكنها طريقة سهلة ومريحة وغير مكلفة تستعمل عندما لاتتوفر المعدات الضرورية لعمل قياسات اكثر دقة، بما ان تقديرات التصريف من الانابيب العمودية لها تطبيقات عملية محدودة جداً في الحقل فسوف نقتصر على الانابيب الافقية، وفيها تؤخذ القياسات على الاحداثيين X ، Y حيث يقاس X بصورة موازية للانبوب ويقاس Y بصورة عمودية عليه، يبدأ القياس عادةً من مركز نهاية الانبوب الى مركز التيار.



شكل قياس التصريف من انبوب بوضع افقي

الصيغة المستعملة للقياس:

$$Q = 0.022CA\frac{X}{Y}$$

حيث ان:

Q : التصريف لتر ثانية$^{-1}$.

C : معامل التصريف نستحصل من الجداول.

A : مساحة المقطع العرضي للماء عند نهاية الانبوب سم^2 .

X : الاحداثي الافقي سم من مركز الانبوب.

Y : الاحداثي العمودي سم.

6- الفتحات Orifices

يمكن قياس التصريف باستعمال فتحات في حواجز تعترض المجرى المائي وهي في الغالب ذات شكل دائري او مستطيل، ان سرعة تدفق الماء الخارج من فتحة في حاجز تتحدد بارتفاع الماء فوق مركز تلك الفتحة أي (الضغط المسلط على تلك الفتحة).

يمكن التعبير عن سرعة تدفق الماء من فتحة معينة بسرعة سقوط الاجسام الحرة في الجو مع اهمال الاحتكاك بالهواء وبالصيغة التالية:

$$V = \sqrt{2gh}$$

حيث ان:
V : السرعة، g : التعجيل الارضي، h : ارتفاع الماء فوق مركز الفتحة
وتتناسب كمية الماء المتدفقة مع مساحة المقطع العرضي للماء المتدفق وسرعة تدفقه وكما يلي:

$$Q = av \rightarrow Q = a\sqrt{2gh}$$

ولما كانت السرعة الفعلية هي اقل من السرعة النظرية الممثلة بالمعادلة اعلاه بسبب تاثير الشد السطحي وتغير الطاقة فان التصريف الحقيقي يمكن تمثيله بالصيغة التالية:

$$Q = ca\sqrt{2gh}$$

حيث ان:
C : معامل التصريف، يتراوح بين 0.6 – 0.8 حسب موقع الفتحة من قاعدة وجوانب القناة، ولذلك تصبح معادلة حساب التصريف في الفتحات كما يلي:

$$Q = 0.61a\sqrt{2gh}$$

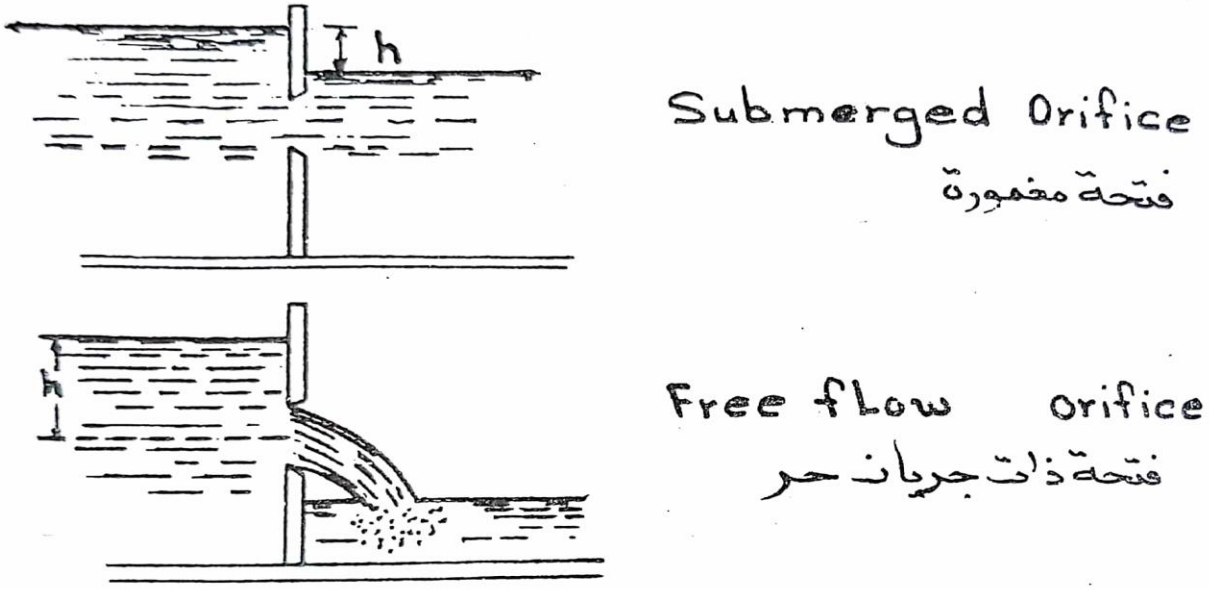
حيث ان:
Q : التصريف، متر مكعب ثانية$^{-1}$ او قدم مكعب ثانية$^{-1}$.
a : مساحة المقطع العرضي للماء المتدفق، م^2 او قدم مربع.
g: التعجيل الارضي، م ثا$^{-2}$ او قدم ثا$^{-2}$.
h: طاقة الضغط (ارتفاع الماء فوق مركز الفتحة في حالة الجريان الحر او فرق منسوب الماء بين مقدم ومؤخر الفتحة للفتحات المغمورة) ، متر او قدم.
ويمكن كتابة المعادلة اعلاه عندما تكون وحدات التصريف(Q) لتر ثا$^{-1}$ بالصيغة التالية:

$$Q = 0.61 \times 10^{-3} a \sqrt{2gh}$$

كذلك يمكن كتابتها ايضا بالصيغة التالية:

$$Q = 0.027a\sqrt{h}$$

تطبق الصيغ التي ذكرت اعلاه في حالة الفتحات ذات الجريان الانسيابي الحر وفي حالة الفتحات المغمورة الا ان الضغط المسلط في الحالة الاولى يتمثل بارتفاع الماء فوق مركز الفتحة بينما في الحالة الثانية فان الضغط المسلط المسبب لتدفق الماء من الفتحة يمثل الفرق في ارتفاع الماء بين مقدم الفتحة ومؤخرها.



شكل قياس التصريف باستعمال الفتحات المغمورة وغير المغمورة

انواع الفتحات المغمورة المستعملة:

1- فتحات مغمورة ذات ابعاد ثابتة.

2- فتحات مغمورة متحركة قابلة للضبط. 3- بوابات مدرجة.

ان دقة القياس خلال أي من هذه الفتحات يعتمد على:

1- النسبة بين الشحنة الى ارتفاع الفتحة، ففي فتحات الجريان الحر ينبغي الا يكون ارتفاع الفتحة اكبر من الشحنة للحصول على نتائج دقيقة، وكلما كانت الشحنة اكبر كلما كان القياس ادق.

2- الدقة في تنظيم ارتفاع الشحنة.

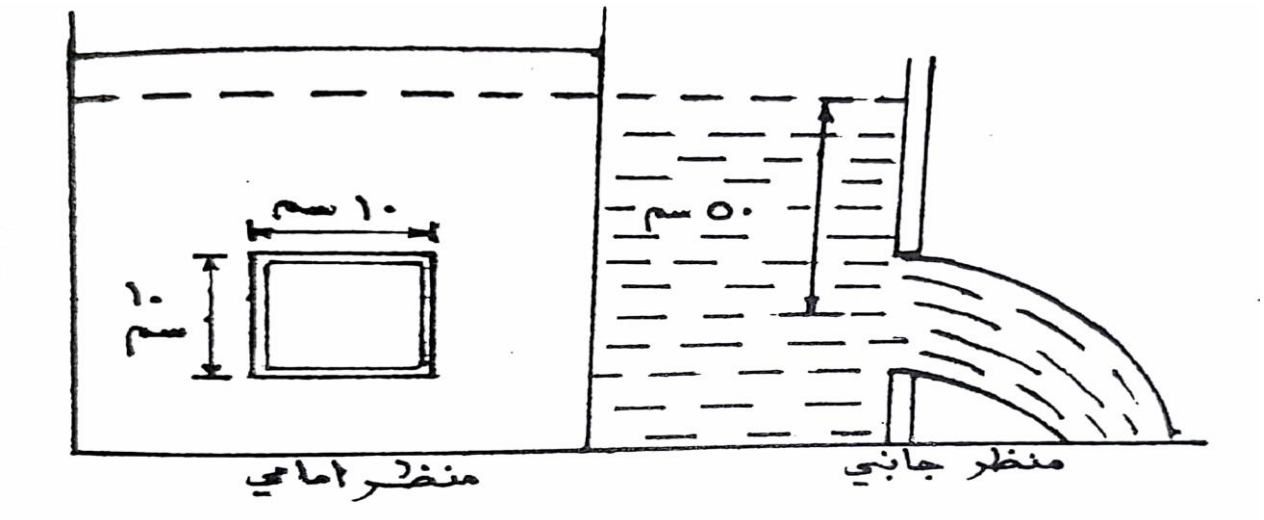
3- الدقة في حساب مساحة الفتحة.

4- سرعة وصول الماء الى الفتحة.

ان الميزة الرئيسة لاستعمال الفتحات المغمورة هي انها لاتحتاج الى فرق كبير في الشحنة على جهتي الفتحة وهذه الميزة تجعلها ممكنة الاستعمال في القنوات والسواقي ذات الانحدار القليل جداً والتي من الصعب الحصول فيها على مسقط كاف لاستعمال السدود الغاطسة(الهدارات). اما مساوئ استعمال الفتحات تجمع المواد الطافية مثل اوراق او اغصان الاشجار مما يؤثر في دقة القياس.

مثال:

احسب تصريف الفتحة الموضحة بالشكل التالي:



التصريف بالمتر المكعب / ثانية

$$Q = 0.61a\sqrt{2gh}$$

$$Q = 0.61 \times \frac{10 \times 10}{10000} \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.5}$$

$$Q = 00191\ m^3\ s^{-1} \quad \rightarrow Q\ = 19.1\ m^3\ s^{-1}$$

او التصريف باللتر ثانية$^{-1}$

$$Q = 0.61 \times 10^{-3} a\ \sqrt{2gh}$$

$$Q = 0.61 \times 10^{-3} \times 10 \times 10\sqrt{2 \times 980 \times 50} = 19.1\ L\ S^{-1}$$

كما يمكن اتباع المعادلة

$$Q = 0.027a\sqrt{h}$$

$$Q = 0.027 \times 10 \times 10 \times \sqrt{50} = 19.1\ L\ S^{-1}$$

ويمكن حل السؤال بالوحدات الانكليزية وكما يلي:

$$Q = 0.61a\sqrt{2gh}$$

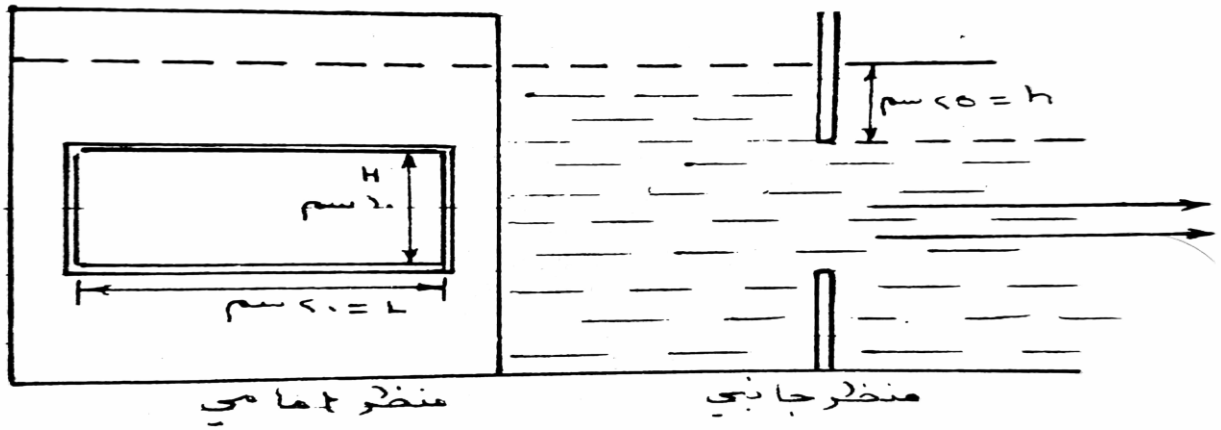
a=0.1076 قدم^2 ، g= 32.2 قدم ثا$^{-2}$ ، h= 1.64 قدم

التصريف بالقدم المكعب ثا$^{-1}$

$$0.61 \times 0.1076 \times \sqrt{2 \times 32.2 \times 1.64} = 06745\ F^3\ S^{-1}$$

مثال:

احسب تصريف الفتحة الموضحة بالشكل التالي:



$$Q = 0.61a\sqrt{2gh}$$

$$Q = 0.61 \times \frac{10 \times 20}{10000} \times \sqrt{2 \times 9.8 \times \frac{25}{100}} = 0.027 m^3\ s^{-1} = 27 L\ S^{-1}$$

او

$$Q = 0.61 \times 10^{-3} a\ \sqrt{2gh}$$

$$Q = 0.61 \times 10^{-3} \times 10 \times 20 \times \sqrt{2 \times 980 \times 25} = 27 L\ S^{-1}$$

او

$$Q = 0.027a\sqrt{h}$$

$$Q = 0.027 \times 10 \times 20 \times \sqrt{25} = 27\ L\ S^{-1}$$

7- قياس التصريف من السحارات Discharge from siphone tubes

يتحدد تصريف السحارة بقيمة شحنة الضغط او الضاغط الفعال وقطر الانبوب وهنا لايختلف عمل السحارة عن عمل الفتحة، حيث تعتمد قيمة معامل التصريف على طول الانبوبة وشكل مدخل ومخرج التصريف، وعندما يكون مخرج الانبوب غير مغمور فان قيمة شحنة الضغط يمثلها ارتفاع الماء فوق محور الانبوب حتى مستوى الماء في المدخل، وعندما يكون المخرج مغموراً فان شحنة الضغط التي تسبب حركة الماء عبر الانبوب يحددها الفرق في ارتفاع الماء في القناة عنه في الحقل.

ثالثاً: منشآت القياس Measuring structures ومنها:

1- الهدارات (السدود الغاطسة) Weirs

تستخدم الهدارات لقياس تصريف الماء في القنوات وهي عبارة عن حواجز تعترض عمودياً مجرى الماء وبها فتحات منتظمة الشكل، تقسم الهدارات تبعاً لاشكال فتحاتها الى:

أ- الهدار المستطيل Rectangular weir

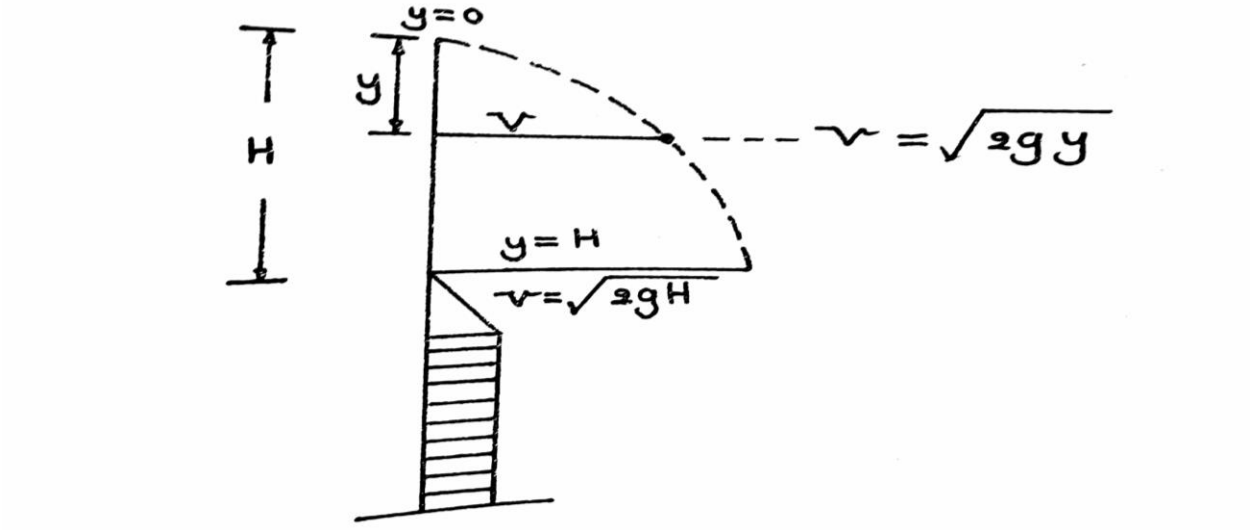
ب- الهدار شبه المنحرف Trapezoidal weir

ج- الهدار المثلث Triangular weir

ان توزيع السرعة في الهدار يتبع منحنياً بشكل قطع مكافئ وليس خطاً مستقيماً وكما يلي:

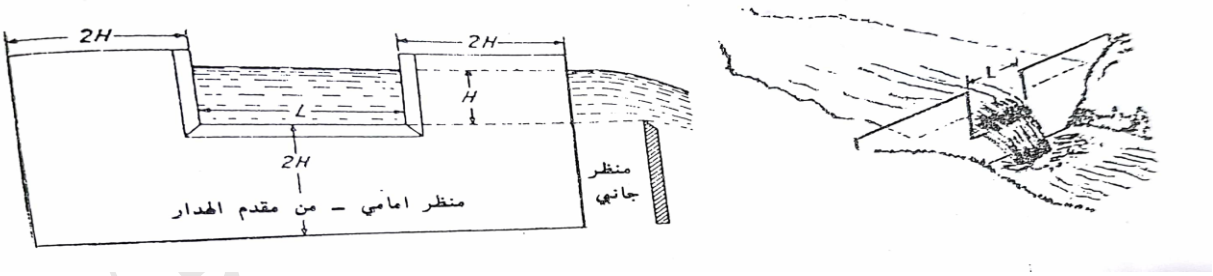
ان تغير السرعة يتبع المعادلة $v = \sqrt{2gy}$ ولذلك فان التصريف بالمتر عرض يساوي مساحة المنحني وهي في حالة المنحى ذو القطع المكافئ تساوي $\frac{2}{3}$ القاعدة × الارتفاع.اي ان التصريف الكلي Q

$$Q = (\frac{2}{3} c\sqrt{2g})\ L\ H^{3/2}$$



والمعامل C هو معامل التصريف وتتراوح قيمته بين 0.59 – 0.65 ويمكن استعمال القيم الاتية للهدارات حادة الحافة.

أ- الهدار المستطيل = 0.622



شكل الهدار المستطيل

ولذا تصبح المعادلة بالوحدات المترية $Q = 1.84L\ H^{3/2}$

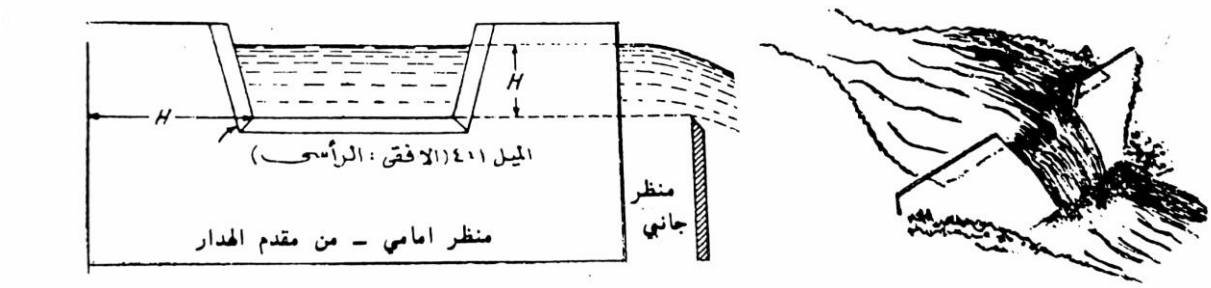
حيث ان:

Q = تصريف الهدار م^3 ثا$^{-1}$ ، L : طول حافة الهدار م، H :ارتفاع الماء فوق حافة الهدار م.

ب- الهدار شبه المنحرف(سيبوليتي) = 0.630

وبذا تصبح المعادلة بالوحدات المترية $Q = 1.86LH^{3/2}$

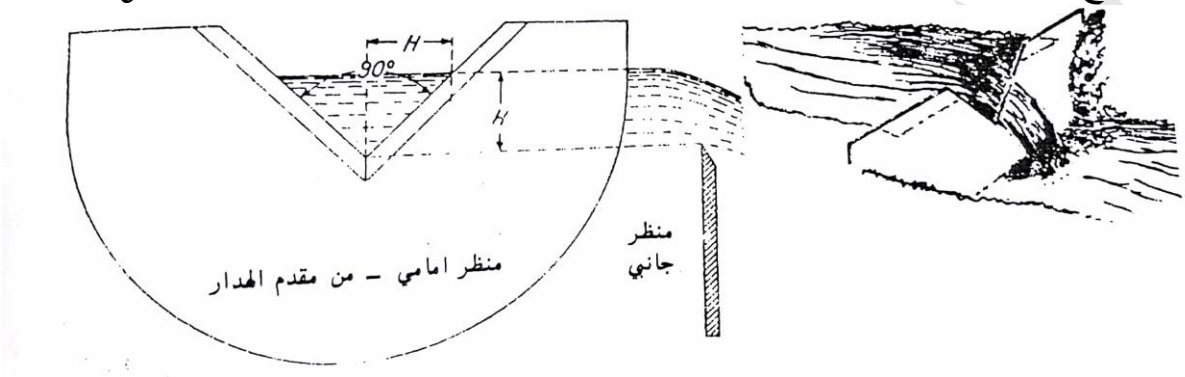
حيث تقاس (Q) بالمتر المكعب/ ثانية، (L,H) بالمتر.



شكل هدار سيبوليتي، على شكل شبه منحرف حاد الحافة

جـ - الهدار المثلثي بزاوية 90° = 0.593

وبذلك تصبح المعادلة بالوحدات المترية $Q = 1.40H^{5/2}$



شكل الهدار المثلث

مزايا الهدارات (السدود الغاطسة):

1- الدقة في القياس اذ لايتجاوز الخطا تحت الظروف النموذجية بتصنيع وتركيب وتشغيل السدود2-3%. اما تحت الظروف الحقلية غير الجيدة فقد يصل الخطأ الى حدود5-15%.

2- البساطة والسهولة في النصب والتركيب.

3- لاتتأثر بالطحالب والمواد الطافية الاخرى، اذ ان هذه المواد لاتعيق القياس.

4- ديمومتها اذ ان الاجهزة لاتتلف بسرعة وتكون دائمة الاستعمال.

اما عيوبها:

1- الحاجة الى انحدار معتبر لسطح الماء لان استعمالها في الاراضي المستوية غير عملي.

2- ترسب الغرين والطين خلف السدود يقلل الدقة في القياس.

مثال: هدار مستطيل عرض فتحته 100 سم وارتفاع الماء فيها 50 سم ماهو تصريفه؟

$$Q = 1.84LH^{3/2} = 1.84 \times 1 \times 0.5^{3/2} = 0.65 m^3\ s^{-1}$$

مثال: هدار مثلث ارتفاع الماء فيه 30 سم ماهو تصريفه؟

$$Q = 1.40H^{5/2} = 1.40 \times 0.3^{5/2} = 0.069\ m^3\ s^{-1}$$

مثال: هدار سيبوليتي تصريفه 100 لتر ثا$^{-1}$ وعرض فتحته 100 سم ماهو ارتفاع الماء فيه؟

$$Q = 1.86LH^{3/2}$$

$$Q = 0.1\ m^3\ s^{-1} \qquad L = 1m$$

$$0.1 = 1.86 \times 1 \times H^{\frac{3}{2}} = \ H^{\frac{3}{2}} = 0.0537 \rightarrow LogH^{\frac{3}{2}} = Log0.0537$$

$$\frac{3}{2}\text{LogH} = -1.27 \rightarrow \text{LogH} = -0.846 \rightarrow \text{H} = 0.142\text{m} \rightarrow 14.2\text{cm}$$

2- مقياس بارشال Parshall flume

وهي طريقة لقياس التصريف تعتمد على امرار الماء في جهاز ذو مقطع قياسي منتظم ومتضيق ويقاس ارتفاع الماء في مقدم الجهاز (H_a)، ويتميز هذا الجهاز بالدقة في قياساته مقارنة بالهدارات والفتحات ولاتتأثر دقته حتى في الحالات التي تكون فيها قيمته H_a صغيرة وليست هنالك رواسب من الرمل والغرين تؤثر على دقة القياس لان سرعة الماء خلاله اعلى منها في المجرى المائي. يتكون الجهاز من الاجزاء التالية:

1- المقطع الامامي upstream section :وتكون قاعدته مستوية وجدرانه مفتوحة من الامام وتبدأ بالتضيق بالاتجاه نحو عنق الجهاز.

2- العنق throat section : يحصل للجهاز تضيق عند هذا المقطع وتكون جدران العنق متوازية وارضيته تنحدر باتجاه المقطع الخلفي.

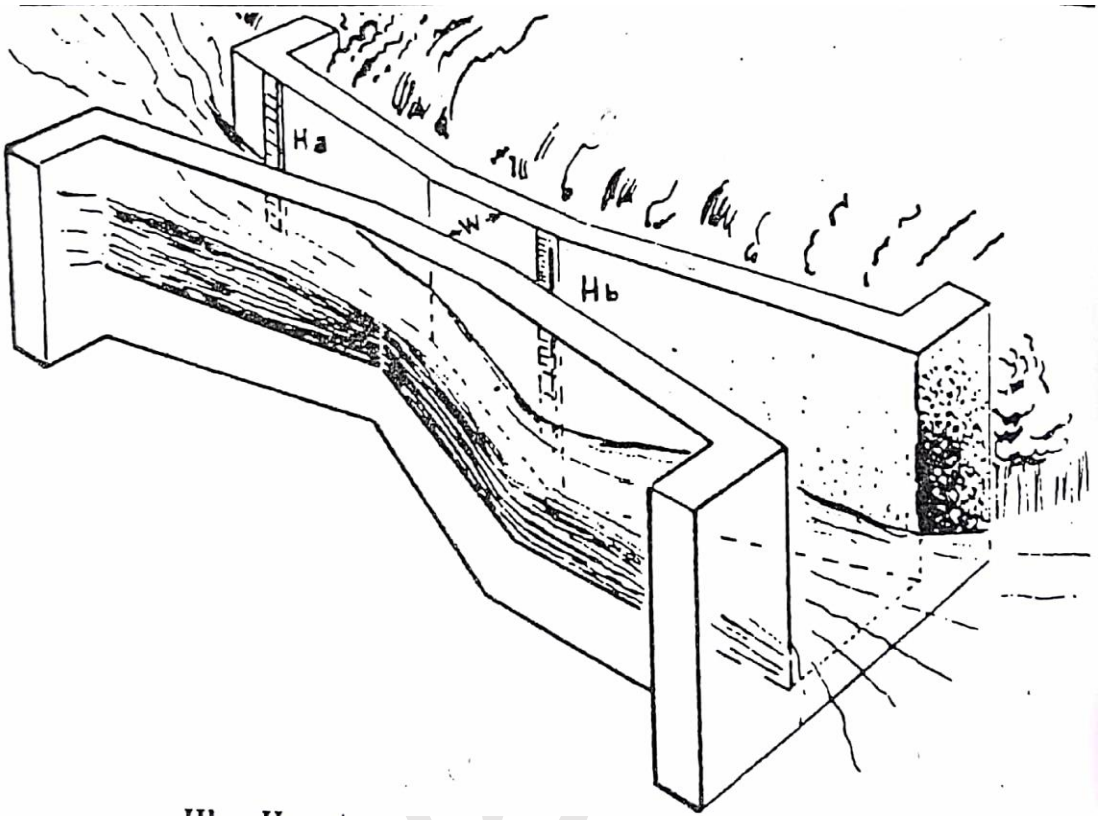
3- المقطع الخلفي downstream section : تنفرج جدران الجهاز عند هذا المقطع باتجاه الخلف وترتفع ارضية الجهاز بنفس الاتجاه أي باتجاه المخرج (outlet).

يتضمن القياس معرفة:

1- ارتفاع الماء عند دخوله الجهاز H_a .

2 – ارتفاع الماء عند خروجه من الجهاز H_b .

يكتفي باحتساب قيمة H_a عندما يكون الجريان حراً، اما في حالة الجريان المغمور فتحسب قيمة H_b اضاقة الى H_a لتحديد التصريف، قد تستعمل مقاييس بارشال في الحقول الصغيرة او الكبيرة وهذا يرتبط بحجم الجهاز الذي يعبر عنه بعرض العنق الذي يتراوح بين 2.5-300 سم، أي ان التصاريف الممكن قياسها بمقياس بارشال تكون بين 0.3 لتر ثا$^{-1}$ – 5.5 م^3 ثا$^{-1}$ او اكثر. يؤثر الجريان المغمور على قياسات المياه مما يوجب تصحيح القراءات، ويتحدد الجريان المغمور عندما تكون نسبة H_b/H_a اكبر من 0.7 ، اما اذا كانت اقل 0.7 فالجريان يكون حراً.



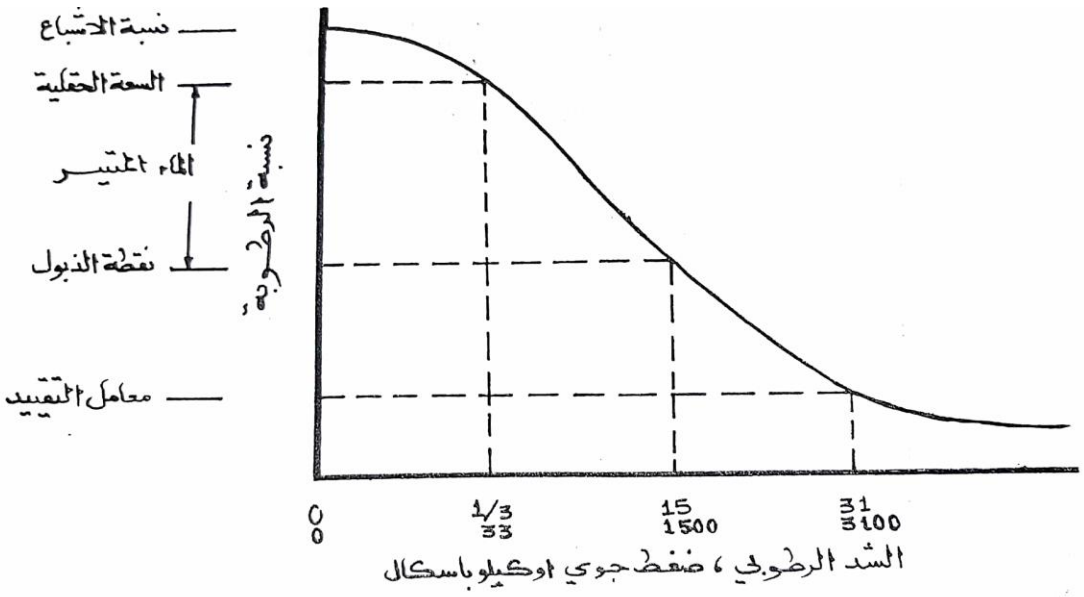
شكل مقياس بارشال يبين مواقع قياس H_b, H_a

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة الثانية **القسم: التربة والموارد المائية**

العلاقة بين رطوبة التربة والشد الرطوبي:
يعرف الشد الرطوبي للتربة بانة القوة المسلطة على وحده المساحة لازالة الماء من التربة، ويمكن قياس الشد الرطوبي في التربة بعدد من الوحدات الضغط الجوي والبار حيث ان:

الضغط الجـوي	البـار
1 ضغط جوي= 1036 سم ماء	1 بار=10^6 داين/سم^2
=76.39 سـم زئبق	= 1023سـم ماء
= 1.013 ×10^6 داين/سـم^2	= 1000 مليبار
	= 100 كيلو باسكال

ان معرفة علاقات الشد الرطوبي تساعد في معرفة المحتوى الرطوبي للتربة ، اذ ان الشد الرطوبي ينخفض كلما ابتعدنا عن سطح دقيقة التربة الى ان يصل بحدود الصفر عند التشبع وهذا يعني ان الشد الرطوبي للتربة ينخفض مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة، وعند تمثيل الشد الرطوبي لنسب مختلفة من رطوبة التربة نحصل على منحنى يسمى منحنى خصائص الرطوبة، تختلف اشكال منحنيات خصائص الرطوبة تبعا لاختلاف الترب من حيث تراكيبها ونسجاتها، اذ تمسك التربة ناعمة النسجة نسب اعلى من الرطوبة عند مديات معينة من الشد الرطوبي مقارنة بالترب خشنة النسجة وهذا يرجع الى زيادة نسب مساماتها البينية ومساحتها السطحية النوعية واحتوائها على نسب اعلى من الدقائق صغيرة الحجم مما يزيد من قابليتها على مسك الماء، ويمكن استخدام منحنيات خصائص الرطوبة لتقدير كميات مياه الري الواجب اضافتها ومعرفة مدى الحاجة الى تقارب فترات الري.



شكل يبين منحنى خصائص الرطوبة

القوى التي تمسك الماء في التربة:

هناك نوعان من القوى المؤثرة على مسك الماء في التربة:

1- قوى التلاصق adhesion forces: وهي القوى الناتجة عن تجاذب جزيئات الماء مع دقائق التربة، وهذا يحصل بسب وجود شحنات سالبة على سطوح دقائق التربة تجذب اليها جزيئات الماء المستقطبة بقوة تسمى قوة التلاصق.

2- قوى التماسك cohesion forces :يحصل التماسك بين جزيئات الماء بعضها مع البعض الاخر بفعل الاواصر الهيدروجينية, ان قوة التجاذب بين جزيئات الماء تسمى بقوة التماسك وتؤثر قوتا التماسك والتلاصق على كل من قابلية التربة على مسك الماء وحركة الماء في التربة.

تتحدد الطاقة التي يمسك بها ماء التربة بموقع جزيئات الماء من سطوح الدقائق الصلبة فكلما بعدت قلة قوة التجاذب وقل مقدار الطاقة التي يمسك بها ماء التربة.

جهد ماء التربة:

يعرف الجهد بانه كمية الشغل المنجز على وحدة الكتلة, لذلك عند قسمة كمية الطاقة في ماء التربة عند نقطة معينة على كتلة الماء نحصل على جهد الماء Ψw في تلك النقطة ولتسهيل دراسة جهد الماء يمكن تجزئته الى مكونات:

$$\Psi\omega = \Psi_p + \Psi_m + \Psi_o$$

حيث ان:

Ψw = جهد الماء Water potential

Ψp = جهد الضغط Pressure potential

Ψm = جهد المادة او الهيكل Matric potential

Ψo = جهد تركيز الاملاح (التنافذ) Osmatic potential

اما الجهد الكلي فيعبر عنه

$$\Psi t = \Psi p + \Psi m + \Psi g + \Psi o$$

حيث ان :

Ψ_t = الجهد الكلي total potential

Ψ_g = جهد الجاذبية Gravity potential

1- جهد الجذب الارضي(Ψg): ينشا هذا الجهد من تاثير قوة الجذب الارضي على الماء باتجاه مركز الارض، ويقاس بفرق الارتفاع بين نقطة معينة عن مستوى ثابت (مستوى المقارنة), فاذا كانت النقطة التي يراد قياس الجهد عندها تقع فوق مستوى المقارنة فان قيمة جهد الجذب الارضي تكون موجبة لان تأثير الجاذبية يكون نحو الاسفل, من هذا يتضح ان جهد الجذب الارضي يتحدد فقط بفرق الارتفاع عن مستوى المقارنة ولاعلاقة له بصفات التربة والماء.

2- جهد الضغط(Ψp): ينشا هذا الجهد عن القوى التي يسببها ضغط عمود الماء فوق التربة, ويكون عند اي نقطة مساويا للمسافة العمودية بين تلك النقطة ومستوى الماء الحر المرتبط بالتربة، ان قيمة جهد الضغط عند مستوى الماء الارضي تكون صفراً وتأخذ قيما سالبة فوق مستو الماء الارضي.

3- جهد المادة(Ψm): ينشا جهد المادة عن ارتباط جزيئات الماء بسطوح دقائق التربة، يمسك الماء في التربة بقوة تزداد بالقرب من سطوح الدقائق, والملاحظ ان جذب الماء بهذه القوة يقلل من جهد الماء الحر ولذلك يأخذ هذا الجهد قيمة سالبة وتكون قيمته في الترب المشبعة مساويا للصفر.

4- جهد التنافذ(تركيز الاملاح) Ψo : تسلط الاملاح الذائبة الموجودة في التربة قوة جذب على جزيئات الماء مما يقلل من قابلية الماء على الحركة , لذا فان الجهد الكلي للماء تنخفض قيمته تبعا لزيادة جهد التنافذ والذي يأخذ قيمة سالبة.

حركة الماء في التربة:

ان القوى المسؤولة عن حركة الماء في التربة هي قوى الضغط والجذب الارضي والمادة والتنافذ, الا ان القوى تختلف في درجة تأثيرها على حركة الماء في الظروف المشبعة عنها في الظروف غير المشبعة، وعادة يحتسب معدل حركة الماء في التربة او كمية الماء المار خلال جسم التربة (لوحدة المساحة ولزمن معين) بتطبيق قانون دارسي في الظروف المشبعة وغير المشبعة وكالاتي:

$$q = - k \frac{\Delta H}{\square}$$

حيث يتناسب معدل حركة الماء خلال التربة (q) طرديا مع معامل التوصيل المائي k والفرق في مجموع الضغوط بين نقطتين (ΔH) وعكسيا مع مسافة الجريان(L).

رطوبة التربة Soil moisture:

يعتبر تقدير المحتوى الرطوبي في التربة من الفعاليات الاساسية التي نحتاج اليها في عمليات الري, وقد اتضح لنا ان من بين ما تهدف اليه ممارسة الري في الحقل هو توفير الكميات المناسبة من المياه في التربة بقصد تزويد النبات باحتياجاته المائية وبيسر, يشمل الماء المتيسر للنبات على الماء الموجود في التربة بين حدود السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم لذلك تهدف عمليات الري الى ايصال المحتوى الرطوبي في التربة الى حدود السعة الحقلية ليصبح في متناول النبات.

الا ان الاجابة على سؤال ((ماهي كمية الماء الواجب اضافتها وما هو موعد الاضافة المناسب)) يستدعي معرفة رطوبة التربة وتوزيعها, كذلك فان اختيار تناسق توزيع مياه الري (Uniformity) وكفاءة الري (efficiency) يتطلبان التعرف على توزيع الرطوبة

في مقد التربة، ان اضافة كميات قليلة من المياه عند الري لاتكفي لايصال رطوبة التربة الى حدود السعة الحقلية قد يجعل استفادة النبات من المياه المضافة محدودة، كما ان الاستخدام المفرط لمياه الري قد يزيد عن قابلية التربة وحاجة النبات ويكون سببا في ارتفاع منسوب الماء الارضي وتملح الترب، وبتقدير المحتوى الرطوبي للتربة تضمن تحقيق كفاءة عالية في ادارة عمليات الري واستثمار الموارد المائية وزيادة انتاجية التربة.

الغيض Infiltration

يطلق على حركة الماء من السطح الى التربة الغيض. وتسمى الكمية الكلية للماء التي تدخل للتربة في زمن معين بالغيض التراكمي او الكلي cummulative infiltration ويمثل بوحدات طول، اما معدل الغيض Infiltration rate فيمثل حجم الماء المار خلال سطح التربة لوحدة المساحة وفي وحدة الزمن ووحداته عبارة عن (حجم/ مساحة/ زمن) اي وحدات سرعة. ينخفض معدل الغيض مع استمرار الري بمعدل متناقص الى ان يصل قيمة ثابتة وحينها يسمى معدل الغيض الاساسBasic infiltration rate ، وهناك عدة تعبيرات عن معدل الغيض حيث يطلق على معدل غيض الماء في التربة عند زمن معين بمعدل الغيض الاني Instantaneous infiltration اما كمية الماء المار خلال سطح التربة (سم) لفترة زمنية معينة مقسوما على ذلك الزمن فيعزى الى معدل الغيض المتوسط Average infiltration rate. يعتبر تتبع حركة الماء من السطح الى التربة ذو اهمية كبيرة لعلاقته بالزمن اللازم للري وبتحديد كمية الماء الواجب اضافتها للتربة، يكون معدل الغيض اعلى مايمكن في بداية اضافة الماء للتربة بسبب الفرق بين جهد الماء الحر وجهده في التربة وارتفاع قيمة الميل الهيدروليكي، وتبطا الحركة تدريجيا نتيجة انخفاض قيمة الانحدار الهيدروليكي مع الزمن وانخفاض قيمة التدرج بالجهد او انعدامها فتتحرك طليعة الابتلال الى اسفل بمعدل متناقص. يعد فهم عملية دخول الماء للتربة تحت الظروف الحقلية ذو اهمية كبيرة في دراسة طرق الري.

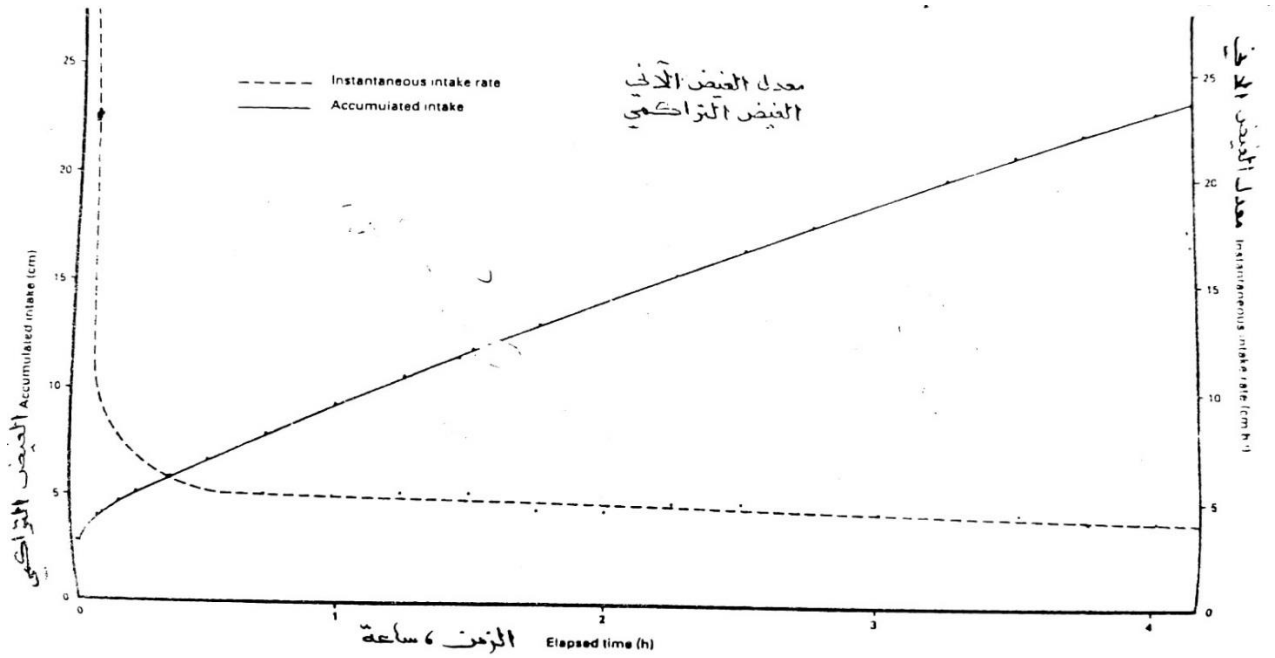
يجب ان ترتبط طريقة تقدير غيض الماء في التربة بطبيعة اضافة الماء للتربة. يعتبر غيض الماء في التربة عاملا مهما في تقدير في تقييم كفاءات الري ويستعمل الغيض مع قياسات اخرى كالنفوذية والاحتياجات المائية للنبات والمعلومات المناخية في تحديد افضل طريقة للارواء، كذلك يتحدد بموجب الغيض معدل اضافة الماء واطوال المروز والواح الري الشريطي كما يدخل في حسابات السيح(Runoff)، في طرق الري السطحي يمكن تمييز ثلاث متغيرات مشتركة احدها معدل الغيض، فلضمان تحقيق التناسق في توزيع مياه الري يجب تعديل التصريف والمساحة المروية في ضوء معدل الغيض.

العوامل المؤثرة على الغيض

1-المحتوى الرطوبي للتربة 2- عمق الماء فوق سطح التربة 3- خصائص السطح بما فيها الانحدار والتوصيل الهيدروليكي لمقد التربة 4- خصائص المقد ونسجة وتركيب التربة ومساميتها

5-محتوى التربة من المادة العضوية والدقائق الغروية 6- طبيعة الغطاء النباتي

7- فترات الري وسقوط المطر 8- درجة حرارة الماء ولزوجته 9- طبيعة عمليات خدمة التربة من حراثة وعزق واستزراع وغيرها.



شكل يبين العلاقة بين الغيض التراكمي ومعدل الغيض والزمن

يصنف غيض الماء في التربة على اساس قيمة معدل الغيض الاساس، لقد اعتبرت القيم المثالية لمعدل الغيض الاساس للري السطحي من 0.7 - 3.5 سم ساعة$^{-1}$ بالرغم من ان القيم التي تتراوح من 0.3 - 6.5 سم ساعة$^{-1}$ تعتبر مقبولة وقد اقترح التصنيف التالي لغيض الماء في التربة.

التصنيف	الغيض الاساس سم/ ساعة
بطئ جدا	اقل من 0.10
بطئ	0.50-0.10
متوسط البطيء	2.00-0.50
متوسط	6.30-2.00
متوسط السرعة	12.70-6.30
سريع	24.50-12.70
سريع جدا	اكثر من24.50

طرق قياس غيض الماء في التربة:

1- طريقة الاحواض المغمورة Flooded basin infiltration

2- طريقة المرشات Sprinkler infiltration

3- طريقة الاسطوانات او الحلقات المزدوجة Cylinders infiltrometers or double ring infi

تعد طريقة الاسطوانات المزدوجة من ابسط الطرق واكثرها شيوعا في التطبيق، يمكن استعمال اسطوانة واحدة او اسطوانتين الا ان استعمال اسطوانة واحدة يسبب تغيرات كبيرة في قياسات الغيض بسبب عدم السيطرة على الحركة الجانبية للماء بعد ان تصل جبهة الرطوبة الى اسفل الاسطوانة، لذلك يفضل الخيار باستعمال اسطوانتين احدهما داخلية لاغراض القياس والاخرى خارجية الهدف منه تشبع المنطقة المحيطة بالاسطوانة الداخلية لمنع حصول حركة جانبية للماء تؤثر على طبيعة القياس.

تمتاز الاسطوانات بانها مصنوعة من المعدن بسمك 2 ملم وبارتفاع 25 سم وبقطر 30 ،60 سم للاسطوانتين الداخلية والخارجية على التوالي، ترطب التربة التي يراد قياس غيض الماء فيها ثم تغرس الاسطوانتين بعمق 10 سم في التربة. يحفظ مستوى الماء ثابتا في كلا الاسطوانتين باستعمال طوافات ترتبط بخزانات للمياه ويجب ان يكون قطر الخزان المرتبط بالاسطوانة الداخلية مساويا لقطر هذه الاسطوانة، يفضل ان يتصل الخزان من الجانب بانبوب زجاجي مدرج لبيان ارتفاع الماء في الخزان وتغيره مع الزمن، وقد يستغنى بوضع مقياس لارتفاع الماء في الاسطوانة الداخلية مباشرةً، يوضع الماء في الاسطوانات بما يقارب 3/4 من ارتفاع الاسطوانات نفسها. ومن محدداتها انها تجري على مساحة صغيرة من الارض وهذا يتطلب اجراء عدد كبير من الاختبارات واستخراج معدلاتها، كما ان الماء يبقى ثابتا خلال اجراء الاختبارات وهذا قد لايمثل حالة وظروف الري السطحي تماما. تبدا القياسات باخذ قراءات لعمق الماء الغائض مع الزمن اذ يلاحظ ان هذا العمق (الغيض التراكمي) يزداد مع الزمن حتى تصل الى حالة الثبوت.

4- طريقة المروز Furrow infiltration

من المعروف ان خصائص غيض الماء في التربة تتغير تبعا لطريقة الري، ففي الري الشريطي والري الحوضي فان سطح التربة يغمر بكامله بالماء وان حركة الماء تكون عمودية في حين انه في ري المروز فقط جزء معين من سطح التربة يكون مغمورا ويتحرك الماء الى الاسفل والجانب تبعا لطبيعة سطح التربة. ان الغيض في المروز يتاثر بنفس العوامل المؤثرة على الغيض في الطرق التي ذكرت سابقا يضاف لها شكل المروز واحجامها وطريقة اضافة الماء فيها، وفي الواقع فان التعبير عن معدل الغيض بمعدل التشرب (Intake rate) بدلا من (Infiltration rate) يشير الى حدوث الغيض من سطح غير مستوي كما هو الحال في ري المروز. يعتبر غيض الماء في التربة اهم متغير مؤثر على خصائص الجريان في ري المروز وتعد طريقة الجريان الداخل والخارج (Inflow-outflow method) من اكثر الطرق ملائمة وشيوعا لتقدير الغيض بالمروز، بمعرفة طول المرز ومساحة المقطع المبتل وقياس الجريان الداخل والخارج من المرز. وينبغي ان تجري القياسات في المروز الواقعة وسط المساحة التي يراد تقدير الغيض فيها كما يستحسن استعمال ثلاث مروز لهذا الغرض حيث يستخدم الاثنين الخارجيين منها لمنع الرشح الجانبي وتنظيم حركة الماء للاسفل ويستعمل المرز الوسطي لاجراء الاختبارات والقياسات. يعبر عن معدل التشرب للمروز بالمتر المكعب/ دقيقة لكل 10 متر طولاً او باللتر/ دقيقة لكل 100 متر من المرز وقد تستعمل ايضا 25 ،30 ،50 متر. بالرغم من ان هذه الطريقة تحتاج الى كميات كبيرة من المياه الا انها تعبر تعبيرا حقيقيا عن واقع عمليات الري ويستفاد منها في تخطيط مشاريع، باستعمال هذه الطريقة يقسم المرز الى عدد من المقاطع وثبت مقياس بارشال او اية مقاييس اخرى مناسبة للماء عند كل محطة لقياس معدل الجريان.

5- تعيين غيض الماء من بيانات تقدم الماء على سطح التربة.

معادلات الغيض:

1- معادلة كوستاكوف Kostiakov Equations

تعد معادلة كوستاكوف1932 من اولى واقدم المعادلات لوصف غيض الماء في التربة:

$$D = ct^{m}$$

D = عمق الغيض التراكمي (سم).

t=زمن الغيض التراكمي (دقيقة).
m, c=ثوابت
وللحصول على معادلة لوصف معدل غيض الماء في التربة، نشتق المعادلة اعلاه بالنسبة للزمن كالاتي:

$$I = \frac{dD}{dt} = cmt^{m-1} = kt^{n}$$

حيث ان:
I=معدل غيض الماء في التربة (سم/ دقيقة).
n, k= ثوابت دالة معدل الغيض، حيث ان k يساوي cm و n يساوي(m-1).
2-معادلة فلب Phillip Equations
لقد اقترح1957 Phillip صيغة لاحتساب معدل الغيض تستند على تفسير فيزيائي من خلال معادلة الاستمرارية وبطريقة التحليل العددي وقد اعطت نتائج قريبة للنتائج التجريبية علما ان اشتقاقها على اساس نظري:

$$I = St^{0.5} + At$$

حيث ان:
S= دليل يعتمد على قابلية التربة على امتصاص الماء (Sorptivity).
A=دليل يعتمد على قابلية التربة على نقل الماء (Transmission).

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة الحادية عشر **القسم: التربة والموارد المائية**

ضخ المياه وحساب القدرة للمضخات

عندما لا يكون مستوى الماء من المصدر اعلى من مستوى الارض المراد ريها لابد من القيام بعملية الضخ Irrigation pumping وهي طريقة متبعة في المناطق الجافة خاصةً لطرائق الري الحديثة وكذلك تستخدم المضخات لأغراض البزل.

لقد استعملت قديماً وسائل بدائية لرفع المياه الى الاراضي المرتفعة، اذ اعتمد الانسان على طاقته وطاقة حيواناته كوسائل لتوفير القدرة اللازمة لرفع المياه وسقي المزارع وذلك باستخدام الاخشاب في صنع هذه الآلات البسيطة، حيث استعملت النواعير على نطاق واسع وهي عبارة عن دواليب خشبية، كما استعملت وسائل بسيطة اهمها الدلاء (الكرود) والة اخرى تشبه الشادوف المصري، كما رفعت المياه من الابار باستعمال عجلة خشبية دوارة في اعلى البئر تتصل بالدلاء التي تتحرك صعوداً ونزولاً، اذ تدار هذه الدواليب بقدرة الانسان او الحيوان.

متطلبات القدرة وكفاءة الضخ

يعرف الشغل بانه حاصل ضرب القوة في المسافة.

وتعرف القدرة الميكانيكية بانها الشغل المنجز في وحدة الزمن ويعبر عنها رياضياً بالآتي:

الشغل= القوة × المسافة

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

ووحدات القدرة هي: قدم باوند ثا$^{-1}$.

او: م كغم ثا$^{-1}$.

او: القدرة الحصانية.

القدرة الحصانية Horse power : وهي القدرة على انجاز شغل مقداره 550 قدم باوند ثا$^{-1}$ او 33000 قدم باوند دقيقة$^{-1}$ او 76 م كغم ثا$^{-1}$.

وتعرف قدرة الحصان الواحد بانها القدرة على رفع 1 قدم^3 ثا$^{-1}$ من الماء مسافة عمودية مقدارها 8.8 قدم بكفاءة مقدارها 100 % او القدرة على رفع 1 لتر ثا$^{-1}$ مسافة عمودية مقدارها 76 م بكفاءة مقدارها 100 % أي ان:

$$\text{القدرة الحصانية} = \frac{8.8 \times 62.5 \times 1}{550} = 1 \text{ حصان}$$

او

$$\text{القدرة الحصانية} = \frac{76 \times 1 \times 1}{76} = 1 \text{ حصان}$$

لكن ليس من السهل الحصول على كفاءة مقدارها 100 % لذلك فهي نظرية وتسمى ايضاً القدرة الحصانية المائية Water horse power .

$$WHP = \frac{Qh}{76}$$

حيث ان:
WHP : القدرة الحصانية المائية، حصان.
Q: التصريف، لتر ثا$^{-1}$.
h : ارتفاع الضخ العمودي، م.
ان هذه المعادلة تكون صحيحة عندما تكون الكفاءة 100 %، ولما كان ذلك غير ممكن عملياً بسبب الفقد بالاحتكاك فان لكل مضخة كفاءة ميكانيكية معينة تختلف باختلاف ظروف تشغيلها.
وتعرف الكفاءة الميكانيكية للمضخة Pump efficiency بانها النسبة بين القدرة الخارجة (المستغلة) من المضخة الى القدرة الداخلة (المبذولة) ويطلق على القدرة الداخلة للمضخة بالقدرة الحصانية الكابحة Brake horse power والقدرة الخارجة منها بالقدرة الحصانية المائية:

$$E_P = \frac{WHP}{BHP}$$

اذ ان:
E_P : الكفاءة الميكانيكية للمضخة، %.
WHP : القدرة الحصانية المائية.
BHP : القدرة الحصانية الكابحة.
أي:

$$BHP = \frac{WHP}{E_P} = \frac{Qh}{76\ E_P}$$

اذ ان:
Q: التصريف لتر ثا$^{-1}$.
h: ارتفاع الضخ العمودي، م.

اختيار المضخة

ان اهم عاملين محددين في اختيار المضخة هما:
1- تصريف المضخة، Q.
2- ارتفاع الضخ الكلي ويشمل:
أ- ارتفاع السحب.
ب- ارتفاع الدفع.
جـ - اختلاف منسوب الماء عن مستوى الارض المروية.
حـ - ارتفاع حامل المرشة بالنسبة للري بالرش.
خـ - ضغط التشغيل (الضغط الساكن)
د- ضائعات الاحتكاك.

كما ان هنالك عوامل اخرى مؤثرة في اختيار المضخة هي:
1- التكاليف الابتدائية.
2- نوع الطاقة المتوفرة (كهرباء، ديزل، بنزين، النفط)
3- كمية الطاقة اللازمة وكلفتها.
4- خصائص المضخة ومدى توفرها.
5- الاستعمال الموسمي.
6- فترة وتكرار الري.
7- الاحتياجات المائية المطلوبة.
8- نوع المصادر المائية وتوفرها.
ان معدل الضخ (التصريف) تحدده المساحة المروية ونوع المحصول والاحتياجات المائية ومدد الري ومدة اشتغال المضخة اليومي ويمكن حسابه كالاتي:

$$q = 27.78 \frac{Ad}{RT}$$

اذ ان:
q : معدل الضخ (التصريف)، لتر ثا$^{-1}$.
A : المساحة المروية، هكتار.
d : عمق الري، سم.
R : فترة المناوبة (الفترة بين ريتين) ، يوم.
T : مدة الاشتغال. ساعة يوم$^{-1}$.

ضائعات الاحتكاك

ان ضائعات الاحتكاك في المضخة والصمامات والانابيب تستهلك طاقة كبيرة، وبسبب هذه الضائعات فان كفاءة الضخ تتراوح عند 75 % في الظروف الجيدة، وقد تنخفض الى 20 % في الظروف الرديئة.
ان تآكل المضخة يؤدي الى خفض كفاءتها، لذلك يجب اختبار هذه الكفاءة بين الحين والاخر ويمكن حساب هذه الطاقة الضائعة والتي يجب اضافتها الى قدرة المضخة عبر جداول معدة لذلك وهي متوفرة في مصادر الري.

الجزء العملي

تمرين1:

مضخة تصريفها 100 لتر ثا$^{-1}$ ترفع الماء 20 م، اذا كانت كفاءة المضخة 70 % وكفاءة المحرك 80 %، احسب كلفة الطاقة الكهربائية لفترة 30 يوم اذا كانت المضخة تشتغل 10 ساعات يوم$^{-1}$، علماً ان كلفة الوحدة الكهربائية الواحدة 20 دينار وما يلزم لتشغيل 1 حصان من الطاقة الكهربائية 0.746 كيلوواط.

الحـــل:

القدرة الحصانية المائية:

$$\text{WHP} = \frac{\text{Qh}}{76} = \frac{100 \times 20}{76} = 26.32 \text{ horse}$$

القدرة الحصانية الكابحة:

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\text{E}_\text{P}} = \frac{26.32}{0.70} = 37.6 \text{ horse}$$

واذا كانت كفاءة المحرك 100 % فان الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل المضخة تساوي:

$= 37.6 \times 0.746 = 28$ kw

ولما كانت كفاءة المحرك 80 %

$$= \frac{28}{0.80} = 35 \text{ kw (لكل ساعة)}$$

الطاقة الكهربائية لمدة شهر وبمعدل 10 ساعات:

$$35 \times 10 \times 30 = 10500 \text{ kw}$$

كلفة تشغيل المضخة لمدة شهر بواقع 10 ساعات يومياً:

$= 20 \times 10500 = 210000$ Dinar

تمرين2:

ماهي قابلية الرفع العمودي لمضخة قدرتها الحصانية 8 حصان وتعطي تصريفاً مقداره 30 لتر ثا$^{-1}$ بافتراض انها تشتغل بكفاءة مقدارها 60 %.

الحل:

$$\text{BHP} = \frac{\text{Qh}}{76\ \text{E}_\text{P}}$$

$$8 = \frac{\text{h} \times 30}{76 \times 0.60}$$

$$\text{h} = 12.12 \text{ m}$$

تمرين3:

ماهي اقل قدرة حصانية مطلوبة لمحرك يدير مضخة بواسطة حزام ناقل ذو كفاءة مقدارها 95 % وبكفاءة ضخ مقدارها 75 % حيث ترفع المضخة الماء من مصدر مائي لارتفاع قدره

1م ليصب في قناة مبطنة بالكونكريت (معامل الخشونة n= 0.014) وذات مقطع عرضي مستطيل مساحته 4 م^2 وبانحدار قدره 0.003 م م$^{-1}$، علماً ان المحيط المبتل للقناة 5.64 م.

د. سعد عناد الأبيض

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة الخامسة **القسم: التربة والموارد المائية**

كفاءات الـــــري

يتطلب تقييم نظام الري الاخذ بنظر الاعتبار مدى ملائمته او كفايته adequacy وكفائته efficiency، وتعتبر عملية الري كافية عندما نحافظ على بقاء الماء متيسراً ضمن حدود المنطقة الجذرية، واذا ماتحددت الكمية الواجب اضافتها فان تحقيق كفاءة الري تصبح ممكنة بتلافي الضائعات المائية.

تشير كفاءة الري الى درجة وكفاءة استعمال المياه المضافة من قبل النبات تحت احسن الظروف وبسبب اختلاف تضاريس التربة ونفوذيتها والظروف الجوية فليس من الممكن تخزين كل مياه الري المضافة في المنطقة الجذرية وتحقيق استفادة مقدارها 100% ولكن يمكن تقليل الضائعات المائية ورفع كفاءة الري بالادارة الجيدة لعمليات الري وتتأثر كفاءة الري بعدة عوامل منها:

1- تصميم نظام الري 2- درجة تحضير التربة وتسويتها 3- تكاليف العمل 4- توفر المياه 5- نوع المحصول 6- خصائص التربة.

ان الهدف من تقدير كفاءات الري هو ايضاح اين يمكن عمل تحسينات تؤدي الى زيادة فاعلية نظام الري وكفائته، وتحت ظروف العراق تقدر الضائعات المائية الحقلية (داخل الحقل) للمزروعات الشتوية والصيفية بما نسبته 33%، 40% من الاستهلاك المائي على التوالي، كما تقدر ضائعات النقل بما نسبته 25%، 30% من المقنن الحقلي الاروائي (الاستهلاك المائي زائداً الضائعات الحقلية) للمزروعات الشتوية والصيفية على التوالي. ان من مظاهر السيطرة على ادارة مياه الري هو وجود تقييم لتلك المياه من وقت تركها المصدر حتى استخدامها من قبل النبات وهذا مانطلق عليه كفاءات الري ومن اهمها:

1- كفاءة الارواء (كفاءة اضافة الماء) Water application efficiency

تستعمل كفاءة الارواء لتقييم تطبيق نظام الري وقياس كفاءة مايمسك من الماء المضاف للحقل في المنطقة الجذرية والذي يستعمل من قبل النبات، وتشير الى مدى ملائمة طريقة الري المستعملة ، لقد عرفت كفاءة الارواء على انها نسبة الماء المخزون في المنطقة الجذرية الى الماء المضاف للحقل.

$$E_a = \frac{W_s}{W_f} \times 100$$

E_a : كفاءة الارواء، نسبة مئوية.

W_s : كمية الماء المخزون في المنطقة الجذرية.

W_f : كمية الماء المضافة الى الحقل.

وفي الغالب تضاف كميات من المياه اكبر من قابلية التربة على الاحتفاظ بها مما يسبب في حصول ضائعات مائية بالتخلل العميق (deep percolation) والسيح (Runoff)، واذا ما احتسبت مصادر الفقد الطبيعي للماء فان كفاءة الارواء تصبح:

$$E_a = \frac{W_f - (D_f + R_{f)}}{W_f} \times 100$$

حيث ان:
D_f: كمية الماء المفقود بالتخلل العميق.
R_f: كمية الماء المفقود بالسيح.
وتتاثر كفاءة الارواء بنوع التربة، طريقة الري المتبعة، حجم الماء المضاف، نفوذية التربة وزمن الري، ومن العوامل التي تؤدي الى انخفاض هذه الكفاءة هي:
1- التربة غير المنتظمة (التسوية والتحضير الرديء للارض).
2- الترب الضحلة ذات النفوذية العالية. 3- عند استعمال تصاريف عالية.
4- عدم السيطرة على فعاليات الري. 5- الحقول الكبيرة (الجريان الطويل للماء على سطح التربة). 6- طريقة الري الرديئة. 7- وجود طبقات غير منفذة للماء.
8- الانحدارات العالية.
وعلى العموم يمكن القول ان اهم العوامل التي تحدد كفاءة الارواء هي:
1- مهارة المزارع وكفاءة ادارة عمليات الري. 2- نوع التربة. 3- طريقة الري المتبعة.
4- درجة تحضير التربة وتسويتها.

2 - كفاءة نقل الماء Water conveyance efficiency

تقييم كفاءة نقل الماء تعبر عن كفاءة نظام نقل الماء من مصادره الطبيعية الى الحقول الزراعية، وتعكس كفاءة نقل الماء مقدار الضائعات المائية اثناء النقل والتي تكون على شكل رشح جانبي من الجدول او تخلل عميق او بالتبخر ويعبر عنها رياضياً:

$$E_c = \frac{w_f}{w_d} \times 100$$

حيث ان:
E_C : كفاءة نقل الماء، نسبة مئوية.
W_f : كمية الماء الواصل الى الحقل، يعبر عنها بالحجم او بالعمق المكافئ.
W_d : كمية الماء المستلم من المصدر.

3- كفاءة استعمال الماء Water – use efficiency

يعبر عن مدى انتفاع النبات بالماء المضاف بكفاءة استعمال الماء وهي:
أ- كفاءة استعمال الماء من قبل المحصول Crop water- use efficiency
وهي النسبة بين انتاج المحصول (Y) الى كمية الماء المستعملة من قبل المحصول بصورة النتح والتبخر (ET):

$$\text{Crop water} - \text{use efficiency} = \frac{Y}{ET}$$

ب – كفاءة استعمال المياه الحقلية Field water- use efficiency
وهي النسبة بين انتاج المحصول (Y) الى الكمية الكلية للماء المستعمل في الحقل (W_t)

$$\text{Field water} - \text{use efficiency} = \frac{Y}{W_t}$$

ويعبر عن كفاءة استعمال الماء بالكيلوغرام/ هكتار. سم ويعبر عادة عن الانتاج، اما بالانتاج الكلي او صافي الانتاج او انتاج المادة الجافة وهذا يرتبط بنوع المحصول، وتستعمل غالباً الصيغة الاولى بدرجة اكبر من الصيغة الثانية.

4- كفاءة خزن الماء Water storage efficiency

غالباً تكون كميات المياه المضافة اكبر مما يمكن ان يخزن في المنطقة الجذرية ولكن في بعض الحالات يجري امداد التربة بجزء بسيط من احتياجاتها المائية مما يعطي كفاءات ارواء عالية ولكن عمليات الري وممارساته تكون رديئة وغير كفوءة، لذا يجب تقييم كفاءة خزن الماء والتي تكون مؤشراً هاماً نحو ممارسة افضل لعمليات الري خاصةً عندما يكون تجهيز الماء محدوداً وفي الظروف الملحية التي تتطلب ممارسات الري فيها رفع كفاءة خزن الماء للحفاظ على توازن ملحي مناسب، وتشير كفاءة الخزن الى كفاءة خزن الماء في المنطقة الجذرية نسبة الى الماء الذي تحتاجه هذه المنطقة ويعبر عنها رياضياً كالاتي:

$$E_S = \frac{W_S}{W_n} \times 100$$

حيث ان:

E_s : كفاءة خزن الماء، نسبة مئوية.

W_n : كمية الماء التي تحتاجها المنطقة الجذرية خلال الرية الواحدة.

W_S : كمية الماء المخزون في المنطقة الجذرية.

5- كفاءة توزيع الماء Water distribution efficiency

لايكفي ان نضيف كميات كافية ومناسبة من الماء للحقل لنقول ان عمليات الري تجري بصورة كفوءة وجيدة بل ان توزيع المياه المتناسق والمنتظم على امتداد الحقل يعتبر نقطة مهمة اخرى، واذا ماامكن تحقيق توزيع متناسق لماء الري على امتداد الجريان فيصبح من الممكن زيادة طول الحقل او مساحته تحت ظروف الادارة الجيدة، وتشير كفاءة توزيع الماء الى مدى انتظام وتناسق توزيع الماء على امتداد الجريان، ويمكن استعمال كفاءة توزيع الماء في مقارنة انظمة الري المختلفة وتستعمل ايضاً لتقييم نظام الري الواحد من خلال دراسة تناسق توزيع المياه، ويعبر عن كفاءة التوزيع رياضياً كما يلي:

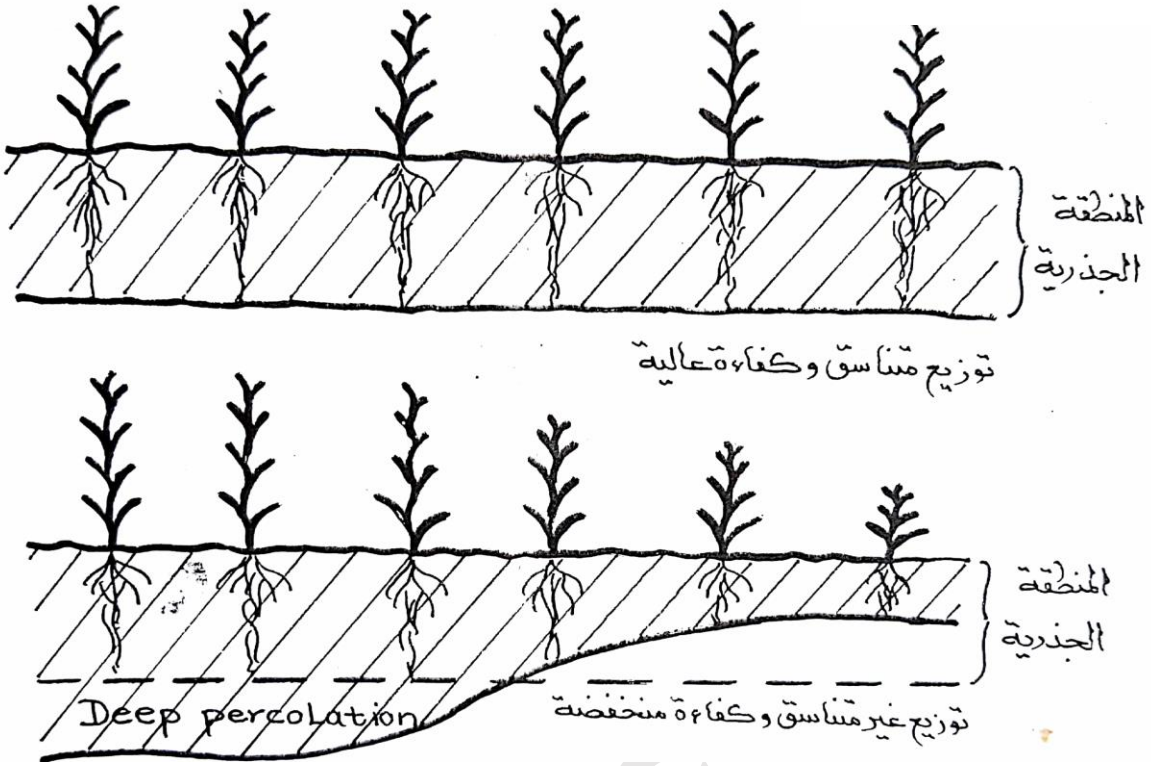
$$E_d = 100\left(1 - \frac{y}{d}\right)$$

حيث ان:

E_d : كفاءة توزيع الماء، نسبة مئوية.

d : معدل عمق الماء المخزون في التربة.

y : متوسط الانحراف (المعدل العددي للانحراف) عن معدل عمق الماء المخزون في التربة.



شكل يوضح التوزيع المتناسق وغير المتناسق لمياه الري

ومن معرفة كفاءة توزيع الماء يمكن حساب عمق الماء المضاف الى التربة:

$$\text{عمق الماء المضاف} = \frac{\text{العمق المقدر}}{\text{كفاءة توزيع الماء}}$$

لقد عبر (Christiansen,1942) عن كفاءة التوزيع بمعامل التناسق uniformity coefficient والذي يستعمل كمقياس لدرجة التناسق المستحصل عليها لنظام الري بالرش على وجه الخصوص وكما يلي:

$$Cu = 100\left\{1 - \frac{\sum x}{mn}\right\}$$

حيث ان:

Cu : معامل التناسق.

m : معدل قيم جميع المشاهدات (متوسط معدل الاضافة).

n : عدد المشاهدات.

X : انحراف قيم المشاهدات المفردة عن متوسط معدل الاضافة.

وعندما يكون هذا المعامل بحدود 85 % فان قيمته تبدو مقنعة، ويتأثر هذا المعامل بحجم المرشة ، الضغط ، المسافات بين المرشات والظروف المناخية ويحتسب من المشاهدات الحقلية لعمق الماء المتجمع في علب مفتوحة موضوعة في مواقع معينة وعلى مسافات منتظمة ضمن حدود المساحة المغطاة بالرش، ويمكن ان نعبر عن تناسق توزيع مياه الري ايضاً بمعامل التناسق بدلاً

من كفاء توزيع الماء، وتفيد قيم معامل التناسق في تحديد المسافات في نظام الري بالرش، التصريف، حجم فتحات المرشات وتحديد الضغط المناسب للنظام للحصول على كفاءة ري عالية تحت ظروف الادارة الجيدة.

د. سعد عناد الزبيدي

الجزء العملي

تمرين1:

ضخت كمية ماء بتصريف مقداره 120 لتر ثا$^{-1}$ من قناة رئيسية، استلم منها في احد الحقول الزراعية 100 لتر ثا$^{-1}$ فاذا كانت مساحة الحقل المذكور 2 هكتار وزمن الري 10 ساعات وعمق المنطقة الجذرية 2 م وان الضائعات بالجريان السطحي (السيح) كان 500 م^3 وعمق الماء الغائض في بداية الحقل 2 م وفي نهاية الحقل 1.4 م وان سعة مسك التربة للماء هي 18 سم ماء لكل 1 م تربة، وبافتراض ان الري يجري عند استنفاد 50 % من الماء المتيسر احسب:

1- كفاءة نقل الماء 2- كفاءة الارواء 3- كفاءة خزن الماء 4- كفاءة توزيع الماء

الحـــــــل:

$$E_c = \frac{w_f}{w_d} \times 100 = \frac{100}{120} \times 100 = 83.33\%$$

$$E_a = \frac{w_s}{w_f} \times 100$$

$$w_f = \frac{100 \times 60 \times 60 \times 10}{1000} = 3600 m^3$$

$W_s = 3600 - 500 = 3100\ m^3$

$$E_a = \frac{3100}{3600} \times 100 = 86.11\%$$

$$E_S = \frac{w_s}{w_n} \times 100$$

سعة مسك التربة للماء ولعمق 2 م تساوي

$18 \times 2 = 36\ cm$

عمق الماء الواجب اضافته

$$d = \frac{36 \times 50}{100} = 18\ cm$$

$$w_n = \frac{18}{100} \times 2 \times 10000 = 3600 m^3$$

$$E_S = \frac{3100}{3600} \times 100 = 86.11\%$$

الموقع	عمق الماء الغائض d	الانحراف y
بداية الحقل	2	0.3 = 1.7 – 2
نهاية الحقل	1.4	0.3 = 1.7 – 1.4
المجموع	3.4	0.6
المعدل	1.7 = d	0.3 = y

نطبق المعادلة التالية

$$E_d = 100\left(1 - \frac{y}{d}\right) \rightarrow E_d = 100\left(1 - \frac{0.3}{1.7}\right) = 82.35\%$$

تمرين2:

حقل مساحته 10 هكتار يروى من مضخة تشتغل 12 ساعة في اليوم، الماء المتيسر في التربة يساوي 16 سم/ 1م تربة وعمق منطقة الجذور 1م وكفاءة الارواء 70 %، متوسط ذروة الاستهلاك المائي 8 مم يوم$^{-1}$، الري يجري عند استنفاد 50 % من الماء المتيسر، ضائعات الماء بوساطة التبخر تهمل اوجد:

1- صافي عمق الماء المضاف 2 – فترة تردد الارواء 3- عمق الماء المطلوب لكل رية (عمق الماء الذي يضخ لكل رية) 4- التصريف المطلوب لتر ثا$^{-1}$.

الحـــــــل:

1- صافي عمق الماء المضاف

$$d = 16 \times \frac{50}{100} = 8 \text{ cm}$$

2- تردد الارواء

$$IF = \frac{8}{0.8} = 10 \text{ day}$$

3- عمق الماء المطلوب لكل اضافة

$$d = \frac{8}{0.7} = 11.4 \text{ cm}$$

4- التصريف المطلوب لنظام الري

$$Q = \frac{11.4 \times 100000 \times 1000}{100 \times 12 \times 60 \times 60} = 264 \text{ L } S^{-1}$$

تمرين3:

تم قياس رطوبة التربة في احد الحقول الزراعية وكالاتي:

_____

_____

_____

المحتوى الرطوبي لعمق 50 سم (pw %)

الموقع

_____

_____

_____

قبل الري بيوم واحد بعد الري بيومين

بداية الحقل	%18	%28
منتصف الحقل	%17	%26
نهاية الحقل	%17	%25

احسب معامل التناسق بافتراض ان عمق المنطقة الجذرية يساوي 50 سم وان كثافة التربة الظاهرية 1.4 غم سم$^{-3}$.

الحل:

الموقع	عمق الماء المخزون في المنطقة الجذرية (d)، سم	y
بداية الحقل	7	0.7
منتصف الحقل	6.3	0
نهاية الحقل	5.6	0.7
المجموع	18.9	1.4
المعدل	d=6.3	y= 0.466

$$Cu = 100\left(1 - \frac{y}{d}\right) \quad \rightarrow Cu = \left(1 - \frac{0.466}{6.3}\right) = 0.92$$

تمرين 4: احسب معامل التناسق من البيانات التالية المستحصلة من اختبار حقلي للوح مربع محدد باربع مرشات:

المسافة بين مرشة واخرى 22×22 م

فتحة المرشة 4.36 × 2.28 ملم وبضغط 2.7 كغم سم$^{-2}$، الرطوبة النسبية 38%، الرياح 3 كم ساعة$^{-1}$ (من الشمال الغربي)، مدة الاختبار 1 ساعة.

•	5.5	6.5	7.8	•
7.2	9.1	8.8	6.5	7.0
7.8	8.3	8.0	8.0	7.8
8.0	7.5	8.0	6.8	8.3
•	5.7	5.5	6.8	•

•: تمثل مواقع المرشات، القراءات تمثل معدلات الاضافة.

الحـــــــــل:

ينظم جدول كالاتي:

المشاهدات	التكرار	معدل الاضافة ×التكرار	الانحراف العددي	التكرار × الانحراف
9.1	1	9.1	1.72	1.72
8.8	1	8.8	1.42	1.42
8.3	2	16.6	0.92	1.84
8.0	4	32.0	0.62	2.48
7.8	3	23.4	0.42	1.26
7.5	1	7.5	0.12	0.12
7.2	1	7.2	0.18	0.18
7.0	1	7.0	0.38	0.38
6.8	2	13.6	0.58	1.16
6.5	2	13.0	0.88	1.76
5.7	1	5.7	1.68	1.68
5.5	2	11.0	1.88	3.76
المجموع	21	154.9 m= 7.38		$\sum X = 17.76$

نطبق المعادلة التالية

$$Cu = 100\left\{1 - \frac{\sum x}{mn}\right\}$$

$$Cu = 100\left\{1 - \frac{17.76}{7.37 \times 21}\right\}$$

$$= 88.5\%$$

د. سعد عناد الأيمي

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة الرابعة **القسم: التربة والموارد المائية**

نقل وتوزيع مياه الري
تنقل مياه الري من مصادرها الى مواقع استعمالها بواسطة القنوات المفتوحة او الانابيب، وتعتبر الطريقتان متشابهتان من حيث الاساس الهيدروليكي تقريباً مع بعض الاختلافات، ان تصميم وتنفيذ نظم توزيع المياه بصورة صحيحة وسليمة يجعل عمليات الري سهلة وكفؤة.

انواع الجريان
هنالك عدة انواع للجريان في القنوات والانابيب لكل منها قوانينها ومعادلاتها الخاصة وهي:
1- الجريان الثابت Steady flow : يشير الى الحالة التي يكون فيها الجريان عند اي نقطة ثابت لايتغير مع الزمن (لايحصل تغير لسرعة الجريان او لعمق الجريان مع الزمن).
2- الجريان غير الثابت unsteady flow : وفيه يتغير الجريان عند اية نقطة (مقطع عرض) مع الزمن.
3- الجريان المنتظم uniform flow : وفيه يكون الجريان ثابت ومعدل السرعة ثابتة عند اي مقطع للجريان.
4- الجريان غير المنتظم Non uniform flow : وفيه تتغير سرعة الجريان من مقطع لاخر.
5- الجريان الطباقي (الانسيابي) Laminar flow : يحدث عندما يتحرك الماء على شكل طبقات متوازية وموازية لسطح الماء وبدون تغير في السرعة او اختلاط في الطبقات.
6- الجريان الاضطرابي Turbulent flow : وفيه تختلط اجزاء الماء وتتداخل مع بعضها كما تتذبذب السرعة تذبذباً جزئياً.
ويستعمل رقم رينولد Reynolds number : وهو النسبة بين قوى القصور الذاتي ولزوجة السائل، للتمييز بين الجريان الطباقي والاضطرابي. فاذا كان رقم رينولد اقل من 2000 يكون الجريان طباقياً واذا كان رقم رينولد اكبر من 4000 يكون الجريان اضطرابياً ومابين 2000-4000 يكون الجريان انتقالياً.

جريان الماء في القنوات المفتوحة:
يقصد بالقنوات المفتوحة جميع مجار المياه التي لها سطح حر معرض للضغط الجوي وتشمل المجاري الطبيعية كالانهار والقنوات الصناعية والانابيب التي لاتكون مملوءة تماماً بالماء، ان الفرق الرئيسي في جريان الماء في القنوات والانابيب هو ان الماء يسير في الانابيب بتأثير كل من شحنة الضغط والارتفاع، بينما يتحرك الماء في القنوات المفتوحة بسبب الاختلاف في شحنة الارتفاع (بسبب انحدار القناة) نظراً لان شحنة الضغط متساوية عند جميع النقاط على مسار حركة الماء (الضغط الجوي).
الشروط الواجب توفرها عند تصميم قنوات الري المفتوحة:
1- يجب ان لاتكون سرعة جريان الماء في القناة عالية بحيث تسبب تعرية القناة او واطئة بحيث تؤدي الى ترسيب الطمي مما يقلل من سعة القناة ويزيد من كلفة الصيانة والكري.
2- ذات سعة كافية لنقل كميات المياه المطلوبة.

3- يجب ان يكون انحدارها مناسباً ومنتظماً على امتداد المجرى المائي.
4- يجب ان تكون ذات وضع هيدروليكي جيد يجعلها مسيطرة على الحقول الزراعية.
5- يجب ان تكون الانحدارات الجانبية للقناة ملائمة لبناء قناة ثابتة ومتينة.
6- ان تكون الضائعات المائية اقل مايمكن.

تصميم القنوات المفتوحة:

المحيط المبتل (wetted perimeter): مجموع اطوال الاجزاء التي تمثل جوانب وقعر القناة والتي تكون بتماس مع الماء.

$$p= b + c + c$$

مساحة المقطع العرضي (Cross- sectionl area) : تشير الى مساحة المقطع المبتل للقناة.

$$A = \frac{(b + t)d}{2}$$

نصف القطر الهيدروليكي (Hydraulic radius) : النسبة بين مساحة المقطع العرضي للجريان والمحيط المبتل.

ويعتبر نصف القطر الهيدروليكي متغير مهم ويستعمل لحساب سرعة الجريان في القناة حيث ان السرعة تتناسب طردياً مع جذر نصف القطر الهيدروليكي التربيعي.

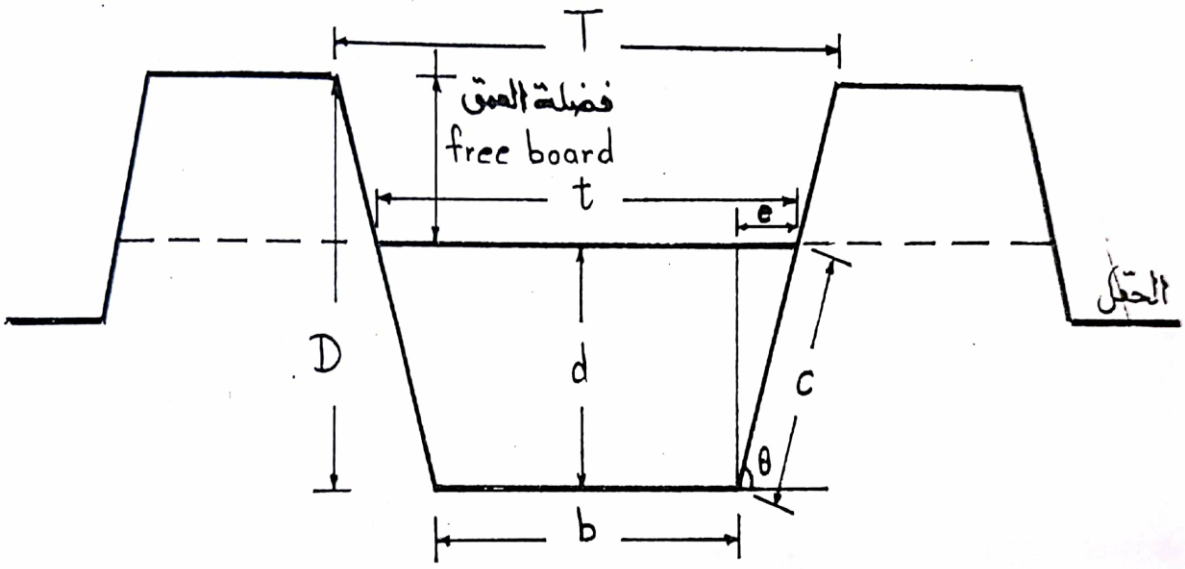
$$v\alpha\sqrt{R}$$

الانحدار (Slope) : النسبة بين التغير العمودي الى التغير الافقي (طول القناة) لسطح الماء، حيث ان السرعة تتناسب طردياً مع جذر الانحدار التربيعي.

$$v\alpha\sqrt{s}$$

فضلة العمق (Free board) : المسافة العمودية بين مستوى ارتفاع الماء في القناة الى العمق الكلي للقناة، وتستعمل لمنع حصول تاثيرات على جانبي القناة نتيجة طفح المياه بفعل تاثيرات الامواج او اية اسباب اخرى.

زاوية الميل θ:وهي الزاوية التي ميل جوانب القناة وترتبط قيمتها بنوع التربة وعادة تكون كبيرة في حالة الترب الطينية (انحدار جوانب القناة شديد) وقليلة في الترب الرملية (انحدار جوانب القناة قليل). ويكون تأثير نصف القطر الهيدروليكي وانحدار القناة على سرعة الجريان كالاتي:



T = العرض الكلي للقناة (اعلى القناة).
t = عرض السطح عندما يكون الماء في القناة بعمق d.
D = العمق الكلي للقناة (بضمنه Free board).
d = عمق الماء في القناة.
c = الجانب المبتل للقناة.
b = عرض قعر القناة.
θ = الزاوية بين جانب القناة المنحدر والافق (زاوية الميل).

شكل يوضح مخطط لمقطع عرضي لقناة ري مفتوحة

العوامل المؤثرة على سرعة الجريان في القنوات:

1- الانحدار Slope : حيث تزداد سرعة الجريان بزيادة انحدار القناة ويحتسب انحدار القناة من معرفة انحدار سطح الماء في القناة، لانه يكون موازياً لخط الطاقة الذي هو بدوره الممثل الصحيح للعامل S في كافة احوال الجريان في القنوات المفتوحة والانابيب ولايصح اعتماد انحدار قعر القناة الا اذا كان موازياً لسطح الماء.

2- الخشونة Roughness : تنشأ المقاومة لجريان الماء عن مقدار نعومة او خشونة سطح القناة، وعادةً تكون مقاومة القنوات المبطنة بالكونكريت للجريان اقل مما في القنوات الترابية. تزداد قيمة معامل الخشونة في القنوات الترابية بزيادة نمو الحشائش التي تؤدي خفض سعة القناة ولذلك يجب اختيار اعلى قيمة متوقعة لمعامل الخشونة عند التصميم، ولايكون معامل الخشونة ثابتاً في القنوات المفتوحة بسب التغيرات الموجودة في طبيعة المجرى المائي ومرور الماء خلال انواع مختلفة من الترب وانواع مختلفة من القنوات.

3- الشكل Shape : قد يكون للقنوات نفس المقطع العرضي والانحدار ومعامل الخشونة ولكل منها سرعة مختلفة اعتماداً على اشكالها، ولذلك فان القناة التي يتصل فيها الماء مع قعر وجوانب القناة باقل مايمكن تكون المقاومة للجريان اقل مايمكن لذلك تزداد سرعة الجريان، ان المتغير الذي يحدد مقدار التماس هو نصف القطر الهيدروليكي (R) فاذا افترضنا قناتين لهما نفس

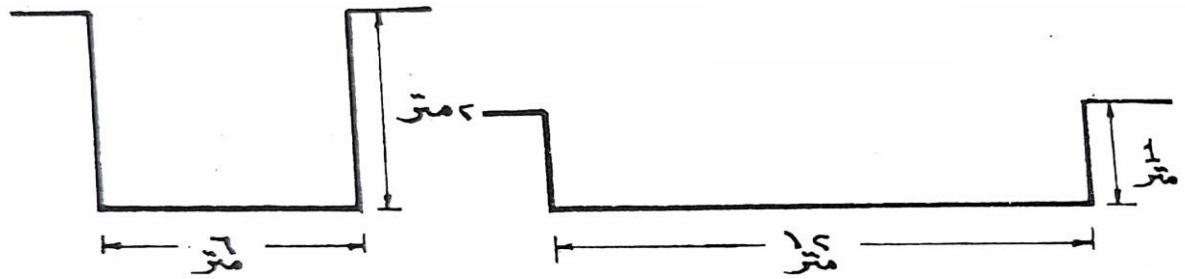
الظروف (المتغيرات ثابتة) ولكن قيمة R تختلف فان القناة التي تكون فيها R قليلة تمتلك سرعة قليلة.

$A = 12m^2$ $\quad R = \frac{A}{P} = \frac{12}{14} = 0.85m$

سرعة اقل

$A = 12\ m^2$ $\quad R = 1.2\ m$

سرعة اعلى



وتصنف قنوات الري المفتوحة حسب اشكالها الى:

1- القنوات التي مقطعها شبه منحرف.

2- القنوات التي مقطعها بشكل مثلث.

3- القنوات التي مقطعها بشكل قطع مكافئ(هلالي).

ان المقطع شبه المنحرف هو اكثر المقاطع شيوعاً واستعمالاً وقد يتحول بعد فترة الى مقطع هلالي نتيجة الترسبات الا انه سهل التنفيذ، اما المقاطع الهلالية (ذات القطع المكافئ) فانها تنشأ على نطاق ضيق بسبب صعوبة تنفيذها وتصميمها، بينما تمتاز القنوات ذات الشكل المثلث بان الترسبات فيها قليلة ولكن سرعة الجريان العالية قد تسبب تحطم قعر الممر المائي.

تقسم القنوات المفتوحة الى:

1- القنوات المنتظمة.

2- القنوات غير المنتظمة.

حساب التصريف في القنوات المفتوحة المنتظمة

يحتسب التصريف بتطبيق معادلة الاستمرارية:

$$Q = A.\ V$$

Q : التصريف $م^3$ $ثا^{-1}$.

A : مساحة المقطع العرضي $م^2$. V : معدل سرعة الجريان م $ثا^{-1}$.

وتحتسب مساحة المقطع العرضي للجريان حسب شكل القناة، بينما تحتسب سرعة الجريان بتطبيق معادلة تشيزي او مانينك غالباً او اية صيغة اخرى مناسبة، اذ ان معادلة مانينك هي الاكثر استعمالاً في حساب معدل سرعة الجريان في القنوات المفتوحة في منطقة الشرق الاوسط ومنها العراق.

حساب التصريف في القنوات المفتوحة غير المنتظمة

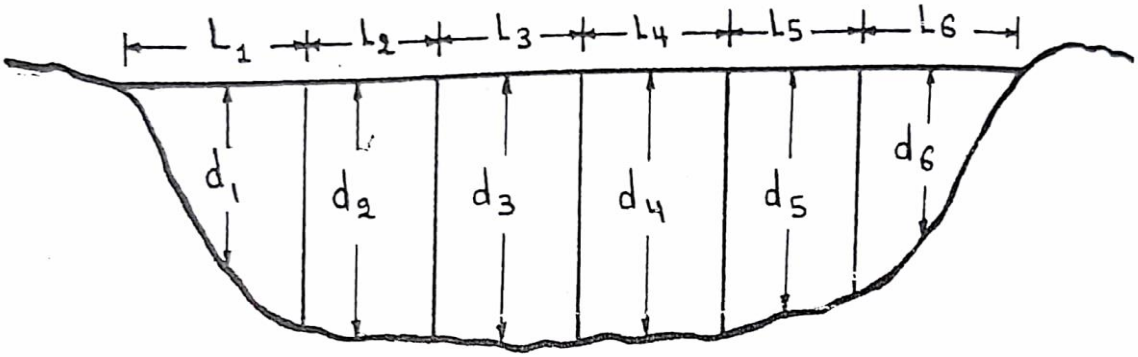
يتطلب قياس التصريف في القنوات غير المنتظمة(المقطع العرضي غير المنتظم) حساب مايلي

1- مساحة المقطع العرضي للجريان.

2- السرعة المعدلة

هناك عدة طرق لحساب مساحة المقطع العرضي للجريان واهمها:

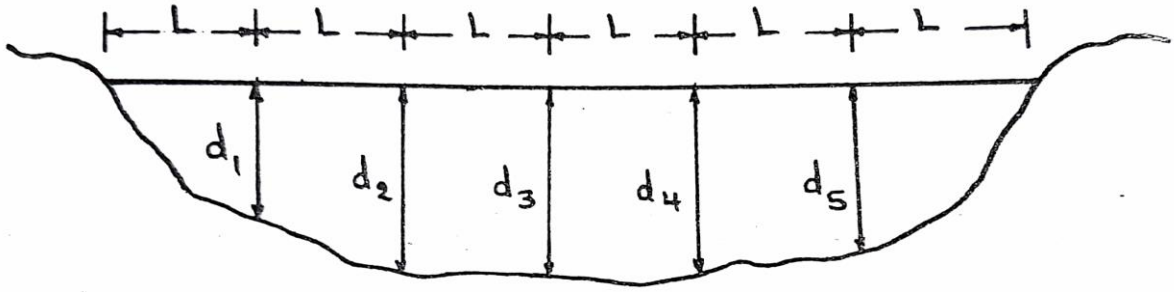
1- طريقة المقاطع البسيطة.
وفي هذه الطريقة يقسم النهر او القناة الى عدد من المقاطع كما في الشكل التالي:



نفرض اطوال المقاطع $L_1 , L_2 , L3 \ldots\ldots Ln$
نفرض اعماق المقاطع $d_1 , d_2 , d_3 \ldots\ldots d_n$
مساحة المقطع العرضي للجريان= مساحة المقطع الاول + مساحة المقطع الثاني + ... مساحة المقطع الاخير

$$A= A_1+A_2+A_3+\ldots A_n$$
$$= L_1d_1 + L_2d_2 + L_3d_3 + \ldots L_nd_n$$

وتزداد دقة القياس بزيادة عدد المقاطع
2- طريقة سمبسون: يقسم النهر او القناة الى عدد متساو من المقاطع وتؤخذ الاعماق في نهاية كل مقطع وكما يلي:



اطوال المقاطع متساوية= L
اعماق المقاطع في نهاية كل مقطع $d_1 , d_2 \ldots\ldots d_n$

$$A = \frac{L}{3}\{(d_1 + dlast) + 2(d_1 + d_3 + d_5 + \cdots) + 4(d_2 + d_4 + d_6 + \cdots)\}$$

تستعمل طريقة سمبسون في اعمال البحث العلمي فقط والطرق القياسية التي تسجل في دوائر الري تستعمل قاعدة شبه المنحرف لانها ابسط وتعطي نتائج مقبولة للاغراض القياسية.

القنوات الترابية Earth channels :

تستعمل القنوات الترابية غالباً لنقل الماء في الحقل والتي تحفر في التربة الطبيعية على طول الخط الذي يمر منه الماء، ان من محاسن القنوات الترابية انها بسيطة التنفيذ ومقبولة من قبل الفلاحين فهي لاتحتاج الى مهارة في تنفيذها، كما انها لاتحتاج الى الات خاصة يضاف الى ذلك كلفتها الابتدائية القليلة والتي تعتبر من اهم محاسنها. يجب ان تنشأ القنوات الترابية بجوانب

واكتاف ثابتة تلزم لنقل المياه بأمان، كما ان السرع التي تستعمل فيها يجب ان لاتكون عالية بحيث تسبب حصول تعرية ولا منخفضة بحيث تسبب ترسيب للمواد العالقة في الماء.

محددات استعمال القنوات الترابية:

1- زيادة نسب الضائعات بالرشح الجانبي والغيض.
2- سرعة جريان الماء تكون واطئة.
3- سهولة انهيار وانكسار اكتاف القنوات بفعل التعرية والانجراف والحيوانات القارضة.
4- نمو الادغال والحشائش مما يقلل من سرعة الجريان ويقلل من سعة القناة ويزيد من كلفة ونفقات تنظيف وصيانة قنوات الري.

اما القنوات المبطنة فهي القنوات التي يبطن قعرها وجوانبها باحدى مواد التبطين ومن مزاياها:

1- تقلل الفقد بالرشح الجانبي والغيض.
2- تعطي اماناً اكبر ضد الانكسارات.
3- لاتنمو فيها الحشائش والادغال.
4- تقلل من الحاجة للبزل.

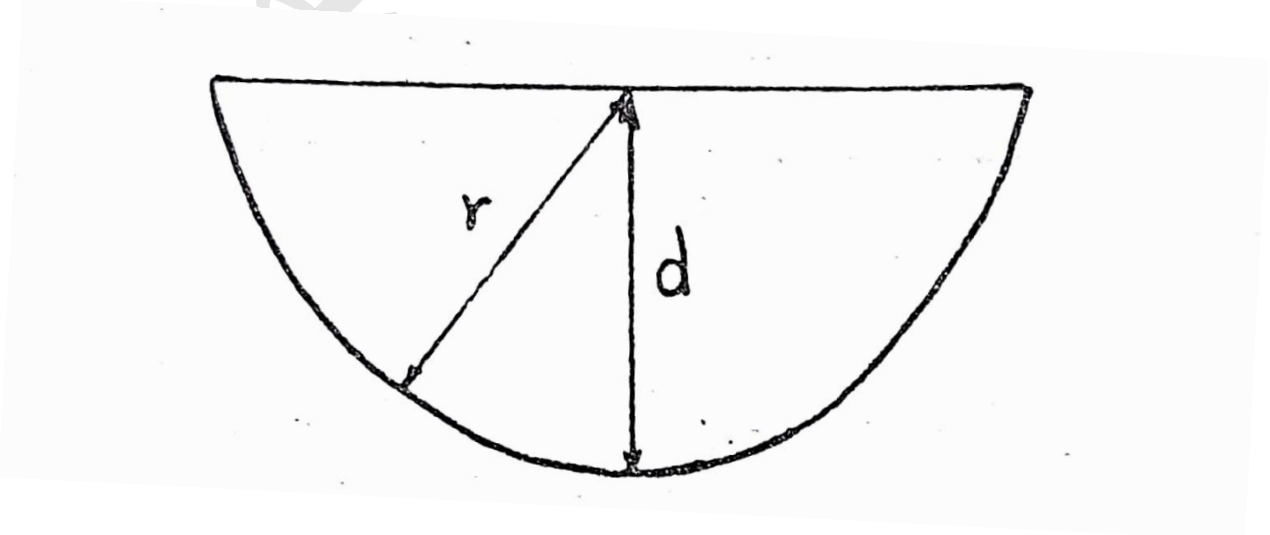
ولتصميم قناة ري مفتوحة يجب ان ناخذ في الاعتبار مايلي:

1- انحدار جوانب القناة.
2- سرعة جريان الماء في القناة.
3- عرض قاع القناة.
4- الانحدر المسموح به للقنوات الترابية.

المقطع الهيدروليكي الامثل:

ان انسب واكفأ مقطع عرضي لقناة مفتوحة هو النصف دائري (semi circular) حيث ان المحيط المبتل اقل مايمكن لمساحة ثابتة، لذلك فان

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi D^2/4}{\pi D} = \frac{D}{4} = \frac{r}{2}$$



حيث ان r , D هما القطر ونصف القطر على التوالي
يعطي المقطع الهيدروليكي الامثل اعلى تصريف عند ثبوت المتغيرات الاخرى، ويعتبر المقطع نصف الدائري صعب التصميم كما ان حافته العليا تكون قائمة مما يسبب انهيار المقطع ولذلك استبدل بمقطع اخر هو شبه المنحرف ولكي يكون المقطع الاخير مثالياً يجب ان يتحقق شرطان:
اولاً

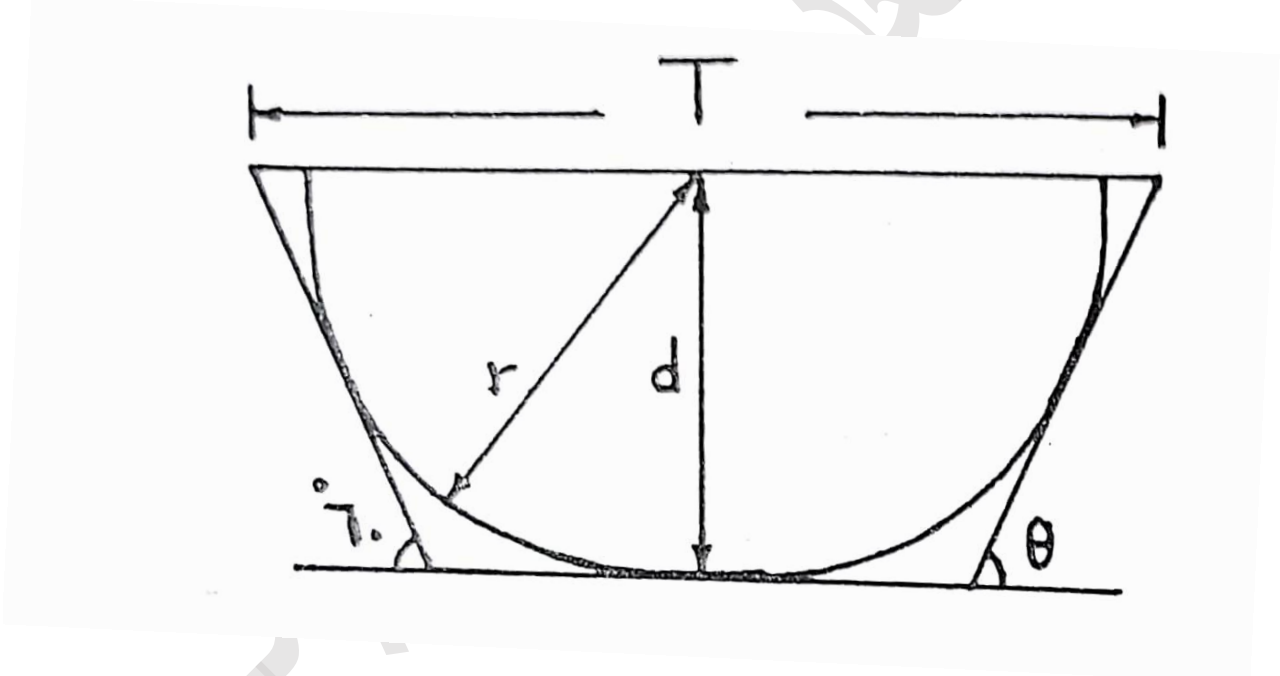
$$R = \frac{d}{2}$$

ثانياً

$$T = 2d\sqrt{z^2 + 1}$$

حيث ان:

$$z = \text{النسبة بين} \frac{e}{d}$$



الجريان في الانابيب:
تستعمل الانابيب في كثير من اعمال الري والبزل وفي اغراض اخرى لنقل الماء، والانبوب عبارة عن قناة مغلقة ذات مقطع دائري يمر خلاله الماء بعد ان يملئ المقطع الدائري كلياً، ويتحرك الماء في الانبوب بسبب الاختلاف في شحنة الضغط والارتفاع ويمكن تطبيق معادلة الاستمرارية عندما يبقى معدل جريان الماء خلال الانبوب ثابتاً.

$$Q = A \times V$$

ضائعات الاحتكاك في الانابيب:
عندما يجري الماء في انابيب مملؤة وتحت ضغط فان العلاقة تصبح معقدة بسبب الاحتكاك، وتعتمد ضائعات الاحتكاك على عدة عوامل هي:

1- سرعة الجريان: الاحتكاك يتناسب مع مربع السرعة لذلك تقل المقاومة عند السرع المنخفضة.
2- حجم الانبوب: يؤثر عادة نصف القطر الهيدروليكي على سرعة جريان الماء وفي الانبوب المملوء بالماء فان مساحة المقطع العرضي للجريان تكون كالاتي:

$$A = \frac{1}{4}\pi D^2$$

ان قيمة R تتناسب مع قطر الانبوب D فاذا افترض ثبوت بقية العوامل فان الانبوب ذو الحجم الكبير تكون فيه قيمة R كبيرة وبالتالي فان السرعة تكون عالية.
3- الخشونة: يزداد الفقد بالاحتكاك بسبب خشونة السطح الداخلي للانبوب، وقد ترتبط الخشونة مع عمر الانبوب وطبيعة استعماله، لذلك فان خشونة انابيب الحديد المغلون والالمنيوم تزداد مع القدم وتؤثر على انخفاض سرعة الجريان.
4- طول الانبوب: تتناسب ضائعات الاحتكاك بشكل مباشر مع طول الانبوب، ولقد امكن تقدير ضائعات الاحتكاك بالمعادلة المقترحة من قبل (Darcy- wesibach) وكالاتي:

$$h_f = \frac{fL}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

حيث ان:
h_f: ضائعات الاحتكاك بين نقطتين، بوحدات طول.
F : معامل الفقد بالاحتكاك، لا بعدي.
L : المسافة بين النقطتين (طول الانبوب) ، سم.
V : معدل السرعة، سم ثا$^{-1}$.
D : قطر الانبوب، سم.
g : التعجيل الارضي، سم ثا$^{-1}$.

معادلات الجريان:

هناك معادلات عديدة لحل مشاكل الجريان في الانبوب منها:
1- معادلة تشيزي Chezy, s formula
وتستعمل لاحتساب سرعة الجريان في القنوات المفتوحة والانابيب على حد سواء $V = C\sqrt{RS}$
وقد امكن صياغة معادلة لايجاد قيمة C اذ كان اخر واحدث اشكالها باسم روبرت مانينك:
n : معامل خشونة مانينك وله قيم تتناسب مع طبيعة التربة. $C = \frac{1}{n}R^{1/6}$
وعند تعويض قيمة ثابت مانينك في معادلة تشيزي نحصل على معادلة مانينك لحساب سرعة الجريان في القنوات كالاتي: $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
2- معادلة مانينك Manning,s formula
وتستعمل على نطاق واسع في حساب سرعة الجريان في القنوات المفتوحة ويمكن استعمالها للانابيب الخرسانية بالصيغة التالية: (بالنظام المتري)

$$v = \frac{0.397}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

حيث ان:

V : معدل سرعة الجريان م ثا$^{-1}$ ، D : قطر الانبوب م ، S : الانحدار م م$^{-1}$ ،
n : معامل مانننك للخشونة.
وتستعمل بالوحدات الانكليزية وكالاتي:

$$v = \frac{0.59}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

V : قدم ثا$^{-1}$ ، D : قدم ، S : قدم قدم$^{-1}$.
3- معادلة هازن – ويليامز Hazen and Williams

$$V = 0.354 C_1 D^{0.63} S^{0.54}$$

ويحتسب التصريف من تطبيق المعادلة بالصيغة التالية:

$$Q = 0.278 C_1 D^{2.63} S^{0.54}$$

V: معدل سرعة الجريان م ثا$^{-1}$ ، Q : التصريف م^3 ثا$^{-1}$ ، D : قطر الانبوب م ، S
: الانحدار ، C_1 : معامل هازن – ويليامز.
4- معادلة سكوبي Scoby
وتستعمل بصورة واسعة للانابيب الكونكريتية:

$$V = C_s H^{0.5} D^{0.625}$$

V : معدل سرعة الجريان قدم ثا$^{-1}$، H : الانحدار قدم/ 1000 قدم ، D : قطر الانبوب انج،
C_S : معامل سكوبي (تتراوح قيمته بين 0.31 – 0.35).
5- معادلة دارسي – فيسباخ Darcy- weisbach
وتستعمل ايضاً للجريان في القنوات المفتوحة والانابيب على حد سواء، فلو افترضنا ان الماء يتحرك في انبوب مملوء قطره D فان

$$V = C\sqrt{RS}$$

الاحتياجات المائية Water requirements الجزء الثاني

متى نروي وكيف نضيف الماء:

تنطوي الاجابة على هذا السؤال على اهمية تطبيقية كبيرة تسهم في رفع كفاءة ادارة عمليات الري، اذ يعتبر تقدير الاحتياجات المائية للنبات احدى اهم الخطوات التي يجب القيام بها عند التخطيط لتنفيذ انظمة الري المختلفة، وتشمل احتياجات الحقل الاروائية (Field irrigation requirement) والاستهلاك المائي للمحصول (Cu او ET) والضائعات المائية المختلفة وكميات المياه الاخرى التي تضاف لاغراض محددة (كمتطلبات الغسل، LR).

احتياجات الري (IR):

وهي كمية مياه الري اللازمة لايصال رطوبة التربة في المنطقة الجذرية الى حدود السعة الحقلية، أي انها تمثل الفرق بين رطوبة التربة عند السعة الحقلية (اقصى حد للرطوبة المتيسرة في التربة) وبين رطوبة التربة عند الري.

$$d = \frac{M_{F.C} - M_i}{100} \times \rho b \times D$$

حيث ان:

d : احتياجات الري او عمق الماء الواجب اضافته، سم.

$M_{F.C}$: المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية، نسبة مئوية.

M_i : المحتوى الرطوبي للتربة عند الري، نسبة مئوية.

ρb : الكثافة الظاهرية للتربة، غم سم$^{-3}$.

D : عمق التربة (المنطقة الجذرية الواجب اروائها)، سم.

احتياجات الحقل الاروائية او الكلية Field Irrigation requirements, FIR :

كمية الماء التي تعطى فعلاً في الرية الواحدة

$$FIR_{total} = \frac{IR}{E_i}$$

وقد تدخل ضمن احتياجات الحقل الاروائية احتياجات الغسل ولذلك يمكن التعبير عنها كالاتي:

$$FIR_{total} = \frac{IR + LR}{E_i}$$

او

$$FIR_{total} = \frac{IR}{(1 - LR)E_i}$$

حيث ان:

FIR : احتياجات الحقل الاروائية (الكلية) بضمنها احتياجات الغسل والضائعات المائية المختلفة.

IR : احتياجات الري(الفرق بين رطوبة التربة عند السعة الحقلية وعند الري).

E_i,LR : متطلبات الغسل وكفاءة الري على التوالي.

كم يحتاج النبات من الماء:

تبدأ عمليات الري الكفوءة بتقدير مايحتاجه النبات من الماء ثم محاولة تجهيز وايصال هذه الكمية الى النبات، ان مقدار الحاجة من الماء (كمية الماء التي يجب اضافتها عند الري) تتحدد بطريقتين هما:

1- تقدير الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول.

2- تقدير الرطوبة المستنفدة من التربة ومحاولة تعويضها.

وهنالك ثلاث عناصر او عوامل اساسية تؤثر على فترات الري ومقدار الكمية المضافة من الماء هي:

1- حاجة النبات للماء.

2- تيسر مياه الري.

3- قابلية التربة على مسك الماء في المنطقة الجذرية.

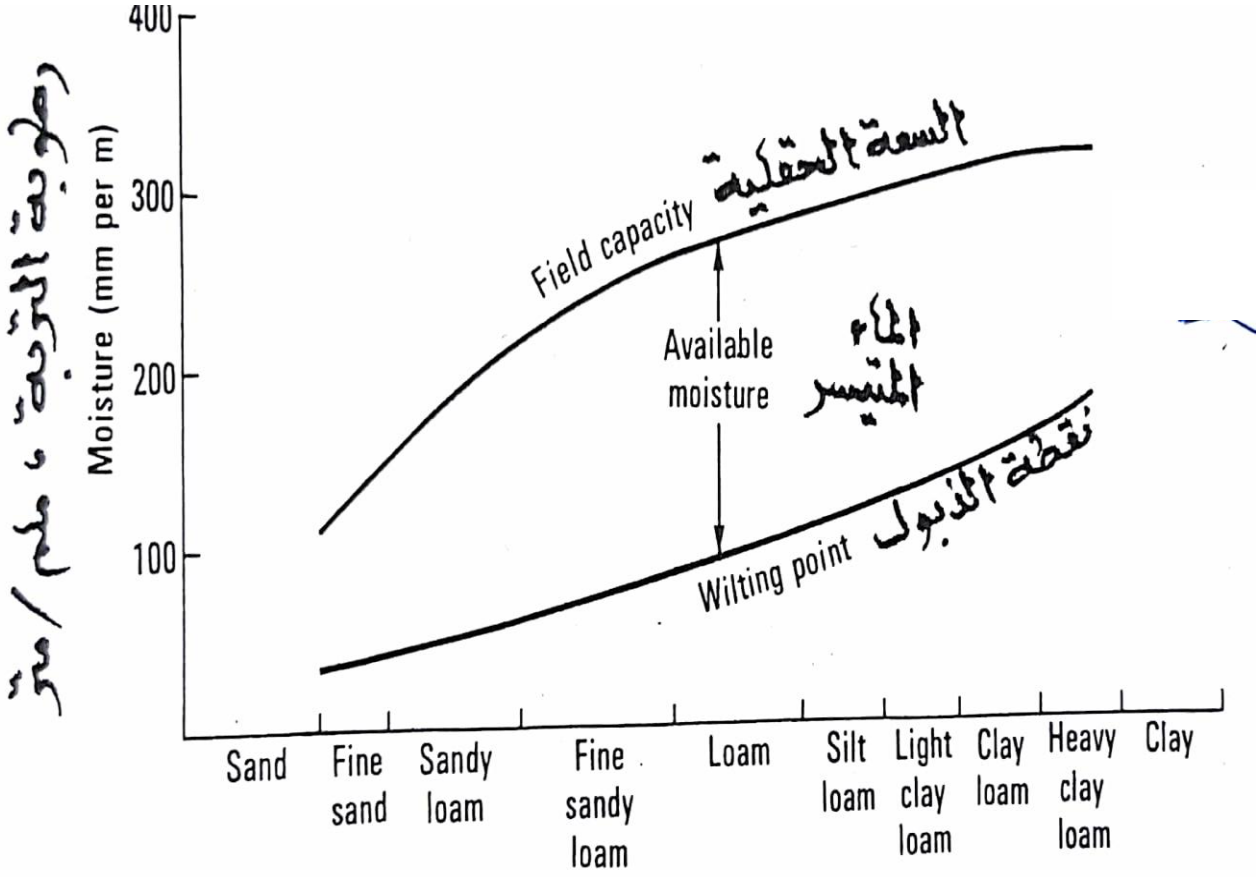
ومن الطبيعي ان تستنفد المياه المضافة من التربة بمعدلات تختلف تبعاً للعوامل التالية (العوامل التي تؤثر على الاستنفاد):

1- نوع المحصول ومرحلة نموه وطبيعة جذوره.

2- ظروف التربة (خاصة النسجة).

3- الظروف المناخية المختلفة.

من المعروف ان مديات الرطوبة المتيسرة بين حدي السعة الحقلية ونقطة الذبول تختلف من تربة لاخرى تبعاً لخصائصها.



شكل يوضح رطوبة التربة المتيسرة لتربة ذات نسجات مختلفة

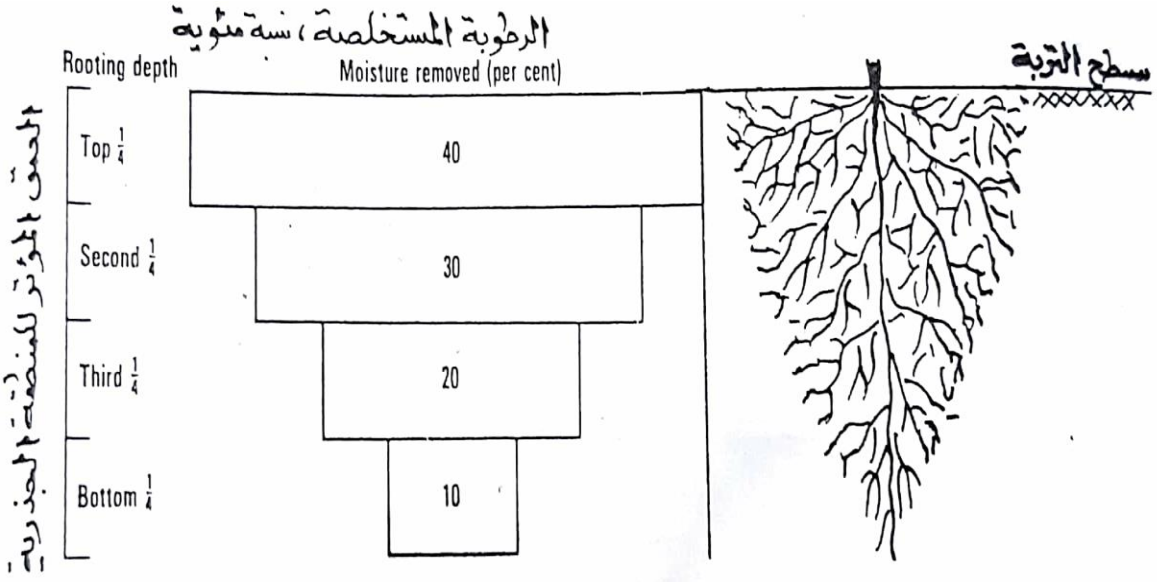
ان الاجابة على السؤال الذي سبق طرحه (كم يحتاج النبات من الماء) يرتبط بمعرفة:

1- سعة مسك التربة للماء ومحتواها الرطوبي.

2- عمق المنطقة الجذرية.

3- الاستهلاك المائي للمحصول مع موسم النمو.

ان معدل ما يستنفد من رطوبة التربة يرتبط بطبيعة توزيع الجذور في التربة ويمكن توضيح العلاقة بين نسبة الرطوبة المستنفدة وعمق المنطقة الجذرية.

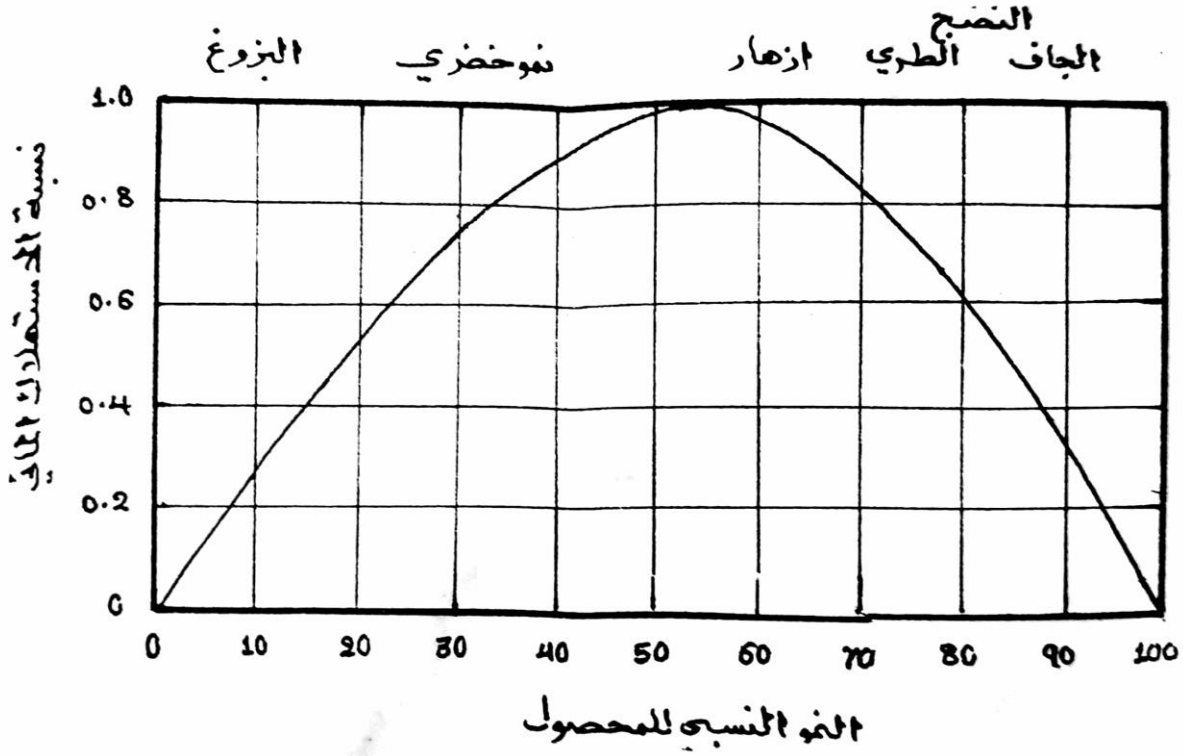


شكل يبين العلاقة نسبة الرطوبة المستنفدة وعمق المنطقة الجذرية

الهدف من عملية الري:

تهدف عملية الري الى المحافظة على اعلى مستويات لنمو المحصول من خلال توفير رطوبة التربة بالمستويات المناسبة والمتيسرة، لذا يجب ان تجري عمليات الري عندما يقترب المحتوى الرطوبي للتربة من نقطة الذبول. ان الممارسة السليمة للري تحصل عندما يستنفد بحدود 50 % من الماء المتيسر، وترتبط معدلات الاستنفاد بالدرجة الاساسية بنسجة التربة ففي الترب خشنة النسجة حيث يكون الاستنفاد سريعاً تصبح الحاجة ماسة لتقريب فترات الري وبالعكس للترب ناعمة النسجة. ان تقدير متى يجب ان نروي ترتبط بمرحلة نمو النبات اضافةً لنوع التربة ومحتواها الرطوبي، فمن المرغوب اضافة الماء على فترات متقاربة في المراحل الاولى لنمو النبات وتقليل معدلات اضافة الماء في المراحل الاخيرة (مرحلة النضج)، يختلف الاستهلاك المائي من محصول لاخر تبعاً لمرحلة نمو النبات ويبين الشكل ادناه ان الاستهلاك المائي يستمر بالزيادة في مرحلة النمو الخضري حتى يصل الى اقصى مايمكن في مرحلة الازهار ثم يبدأ بالانخفاض بعد مرحلة النضج، ويمكن القول ان الزيادة في الاستهلاك المائي تقابل دائماً بزيادة في عمق الجذور لذلك فان نسبة الاستهلاك المائي الى عمق الجذور تبقى ثابتة وعليه فانه عند زيادة اعماق الجذور فان تكرار الري لغالبية المحاصيل يبقى ثابتاً خلال مرحلة النمو الخضري والازهار، ويتحقق اعلى

انتاج عند تحقق كفاية الري في هاتين المرحلتين. اما مرحلة النضج فان المجموع الجذري للنبات يكون عند اكبر عمق بينما يصبح الاستهلاك المائي منخفضاً حيث يقلل من الاحتياجات المائية للمحصول ومن تكرار الري وينتهي الري تماماً في مرحلة النضج الجاف (dry- fruit) حيث يعتمد النبات على الرطوبة المخزونة، وقد وجد ان اعلى انتاج يحصل ولغالبية المحاصيل عندما لايستنفد اكثر من 50 % من الماء المتيسر في المنطقة الجذرية خلال مراحل النمو الخضري والازهار والنضج الطري (wet- fruit).



العلاقة بين النمو النسبي للنبات ونسبة الاستهلاك المائي

فترات الري:

وتشير فترة الري الى عدد الايام بين ريتين، وتعتمد على معدل الاستهلاك المائي وعلى الرطوبة المتيسرة في المنطقة الجذرية، وعند تصميم انظمة الري فان فترة الري يجب ان تصمم على اساس عدد الايام بين ريتين في المرحلة التي يكون فيها معدل الاستهلاك المائي للمحصول اعلى مايمكن، اذ تعتمد فترة الري على مقدار سرعة استنفاد رطوبة التربة من قبل المحصول ويعبر عن فترة الري كالاتي:

$$\text{فترة الري بالايام} = \frac{\text{رطوبة التربة عند السعة الحقلية – رطوبة التربة عند الري}}{\text{اعلى معدل لاستنفاد رطوبة التربة من قبل المحصول}}$$

زمن الري:

وهو الزمن اللازم لاضافة كمية محددة من الماء خلال الرية الواحدة ويتحدد بعد من العوامل وهي:

1- كمية الماء الواجب اضافتها (كعمق مكافئ).

2- المساحة التي يراد اروائها.

3- التصريف المعطى من قنوات الري او المضخات او انظمة الري بالرش والتنقيط.

وبتطبيق المعادلة التالية يحتسب زمن الري: $Qt=ad$

او يحتسب زمن الري بمعرفة احتياجات الحقل الاروائية(لكل رية) كحجم وقسمتها على التصريف.

د. سعد عناد الأيمي

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة السادسة **القسم: التربة والموارد المائية**

الاحتياجات المائية Water requirements الجزء الاول

ان تحديد كمية الماء التي يحتاجها حقل معين مهمة جداً لتصميم أي مشروع للري وللإجابة على سؤال« متى نروي وكم من الماء يجب ان نضيف للتربة» وكذلك تصميم القنوات التي تنقل هذه المياه للحقول الزراعية، ان تعيين الاستهلاك المائي(Consumption use) للمحاصيل الحقلية هو المرحلة الاولى والمهمة لتخطيط الادارة المثلى للمياه المتوفرة، اما القيم القصوى للاستهلاك المائي فتحدد بموجبها سعة قنوات الري واساليب السيطرة عليها وتعتبر قيم الاستهلاك المائي المحتسبة نظرياً الدليل لقيم الاستهلاك المائي المحتملة تحت ظروف مناخية معينة، ان الري الناجح يجب ان يبدأ بتحديد كمية الماء التي يحتاجها النبات ثم تجهيز هذه الكمية.

العوامل التي تؤثر على الاحتياجات المائية للنبات هي:

1- الظروف المناخية وتشمل:

درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، كمية الامطار او السقيط بأنواعه، ضغط بخار الماء، شدة الاشعاع الشمسي وفترة سطوع الشمس.

2- نوع النبات وطول موسم النمو.

3- نسبة سطح التربة المغطى بالنبات.

4- خصائص التربة.

5- العوامل الطبيعية (خطوط العرض، الارتفاع عن مستوى سطح البحر، خصائص تضاريس الارض).

6- طريقة الري المستعملة وانظمة تجهيز المياه المتبعة.

7- كفاءة الري.

بعض المصطلحات المعبرة والمرتبطة بالاحتياجات المائية

1- نظام الري Plant system : ويشمل النبات والتربة والبيئة المحيطة بالنبات.

2- الاستهلاك المائي Consumption use , Cu :

ويعرف بانه كمية الماء التي يستهلكها نظام النبات وتشمل كمية الماء المستهلكة بالنتح transpiration بواسطة النبات وكمية الماء المفقود بالتبخر evaporation من سطح التربة وكمية الماء المستعملة في بناء انسجة النبات نفسه. واذا عرفنا ان كمية الماء الموجود في النبات في نهاية الموسم الزراعي لاتتعدى في الواقع 1 % من مجموع الفقد بالتبخر والنتح معاً على مدار الموسم نستطيع القول ان الاستهلاك المائي (Cu) يساوي مايسمى التبخر- نتح (evapotranspiration, ET).

3- قدرة التبخر والنتح Potential evapotranspiration, ETP :

ويعبر عن الاستهلاك المائي ولكن تحت ظروف معينة ويستعمل لمقارنة الاستهلاك المائي المقاس في المناطق المختلفة او القيم المختلفة للاستهلاك المائي في نفس المنطقة، ولقد عرفت قدرة عرفت قدرة التبخر والنتح (ETP) من قبل (Penman, 1974) بانها كمية الماء المفقودة بالتبخر والنتح في وحدة الزمن بواسطة نباتات قصيرة خضراء تغطي سطح التربة كلياً ولها طول منتظم

ولاتعاني من نقص الماء (اي ان التربة عند حدود السعة الحقلية ولايبذل النبات طاقة كبيرة في الحصول عليه). ان هنالك علاقة بين قدرة التبخر والنتح والاستهلاك المائي الفعلي والذي يحدث في الطبيعة في وجود النبات باطوار نمو مختلفة، ويطلق على النسبة بين قدرة التبخر والنتح (ETP) والاستهلاك المائي الفعلي (ET) بمعامل النبات (Crop factor, kc) اي ان.

$$k_c = \frac{ET}{ETP}$$

ويأخذ معامل النبات (kc) قيماً مختلفة وهو معامل تجريبي تتغير قيمته من محصول لاخر ومن منطقة لاخرى، ومن وقت لوقت خلال موسم زراعة النبات.

4- التبخر evaporation :

هو العملية التي يعود بها السقيط او مياه الري التي تصل سطح الارض الى الجو على شكل بخار ويمثل كافة الضائعات المائية الى الجو من السطوح المائية ومن سطح التربة.

5- النتح transpiration :

هو العملية التي ينتقل بها بخار الماء من النباتات الحية الى الجو.

6- احتياجات الحقل الاروائية Field irrigation requirements, FIR

يقصد بها كمية المياه التي تعطى فعلاً لكل دونم من الحقل في الرية الواحدة وذلك من واقع التجارب العلمية التي تحدد مقدار الضائعات الفعلية في الحقل، ولاتعتمد احتياجات الري على الاستهلاك المائي فقط وانما على كفاءة الري وكمية وفترة سقوط الامطار وكمية الماء المخزونة في المنطقة الجذرية، أي ان احتياجات الحقل الاروائية:

$$FIR = \frac{ET + LR}{Ei} - w_s - R_e$$

حيث ان:

FIR : احتياجات الحقل الاروائية. ET : الاستهلاك المائي.

LR : متطلبات الغسل. Ei : كفاءة الري.

W_s : كمية الماء المخزون في التربة. R_e : كمية الامطار الفعالة.

ويمكن حساب احتياجات الحقل الاروائية تبعاً لطول موسم نمو المحصول وللمساحة المزروعة الكلية.

7- المقنن الحقلي الاروائي Field discharge :

وهو عبارة عن كمية الماء التي تعطى فعلاً لكل دونم من الحقل محسوبة كتصريف في اليوم الواحد ويساوي الاستهلاك المائي زائداً الضائعات المائية الحقلية والتي تقدر للمحاصيل الشتوية بما نسبته 33% وللمحاصيل الصيفية 40% من الاستهلاك المائي، ويعتمد المقنن الحقلي الاروائي بالدرجة الاساسية على الدورات الزراعية المتبعة وانظمة تجهيز المياه.

8- مقنن القنوات والسواقي Channel discharge :

وهي كمية المقنن الحقلي الاروائي زائداً ضائعات النقل (الضائعات التي تحصل اثناء نقل المياه من المصدر الى الحقل)، وتقدر ضائعات النقل في ظروف العراق 40 – 50% من المقنن الحقلي الاروائي في الجداول الترابية.

طرق التعبير عن الاستهلاك المائي:

يعبر عن الاستهلاك المائي بعدد من الوحدات المختلفة تبعاً للغرض منه:

1- وحدات تصريف (Discharge): وهي في الغالب بالمتر المكعب/ دونم /الموسم.

2- وحدات طول او عمق (Length): وهي في الغالب سم/ موسم وتستخرج بقسمة وحدات التصريف على المساحة.

3- وحدات معدل (Rate): مثل سم/ يوم وتستخرج بقسمة وحدات الطول على موسم النمو.

فلو افترضنا ان الاستهلاك المائي (ET) لحقل بوحدات التصريف يساوي (1000 متر مكعب/ دونم/ موسم) فان بوحدات الطول يساوي:

$$\frac{1000}{2500} \times 100 = 40 \text{ cm se}^{-1} = 400 \text{ mm se}^{-1}$$

ويمكن التعبير عنه بوحدات(معدل) وكما يلي (بافتراض ان موسم النمو 100 يوم)

$$\frac{40}{100} = 0.4 \text{ cm day}^{-1} = 4\text{mm day}^{-1}$$

4- وحدات الطاقة الحراية (Heat energy): واساسها ان الطاقة الحرارية الشمسية هي مصدر فقد الماء، وهذه الوحدات ماهي الا وحدات استهلاك مائي مضروبة في قيمة الحرارة الكامنة للتبخر(Latent heat of vaporization, Hv) والتي تعرف بانها كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل غرام واحد من الماء من حالته السائلة الى الحالة الغازية عند درجة حرارة معينة ووحداتها هي سعرة حرارية/ غم وعليه فان:

$$\text{ET} \times \text{Hv} = \frac{\text{cm}}{\text{day}} \times \frac{\text{Cal}}{\text{gm}} = \frac{\text{cm}}{\text{day}} \times \frac{\text{Cal}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{Cal}}{\text{cm}^2 \times \text{day}}$$

ان قيمة Hv في درجة حرارة 20°م تساوي 585 سعرة غم$^{-1}$ وعليه يمكن التعبير عن مثالنا السابق بوحدات الطاقة الحرارية كالاتي:

$0.4 \times 585 = 234 \text{ Cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$

قياس الاستهلاك المائي Measurement of consumptive use

تقسم طرق قياس الاستهلاك المائي الى:

1- **الطرق المباشرة** Direct Methods : وهي الطرق التي تتضمن قياس مقدار الفقد للمياه من نظام النبات في زمن محدد وبصورة مباشرة.

2- **الطرق غير المباشرة او التقليدية** Indirect or estimation methods

وهي الطرق التي تتضمن قياسات عوامل المناخ التي لها علاقة او تسبب التبخر والنتح (ET)، ومن هذه العوامل الاشعاع الشمسي، الحرارة، طول النهار، الرطوبة، وسرعة الرياح وعوامل اخرى.

الطرق المباشرة ومنها:

1- **اللايسيمترات (المساريب)** Tanks or Lysimeters :

وهي عبارة عن اجهزة لتقدير التبخر والنتح للمحاصيل المختلفة وفيها تعزل كتلة من التربة التي تمثل تربة الحقل وتوضع في وعاء يسمى لايسيميتر، ويزرع هذا الاخير بمحصول معين بقصد تقدير الاستهلاك المائي له عن طريق دراسة التغير في رطوبة التربة واحتساب كميات المياه المضافة وكميات المياه المبزولة، ويعتمد تقارب قيم الاستهلاك المائي المقدرة بهذه الطريقة مع الاستهلاك المائي الفعلي على تقارب ظروف اللايسيميترات مع الظروف الطبيعية للحقل.
تتوقف الدقة في تصميم اللايسيميترات على طبيعة الغرض من النتائج المراد الحصول عليها وهالك مواصفات قياسية لهذه الاجهزة، ومن الشروط الواجب توفرها في اللايسيميترات هي:
1- توفر العمق الملائم لنمو الجذور وتغلغلها.
2- توفر الرطوبة والتهوية المناسبتين.
3- ان تتلائم مساحة اللايسيميترات مع طبيعة النمو الخضري للمحصول المزروع.
4- ان تكون جدران اللايسيميترات رقيقة ومصنوعة من مادة لاتتاثر كثيراً بالحرارة.
5- يجب توفر امكانية بزل المياه الزائد.
6- ضرورة تماثل التربة الموجود في اللايسيميترات مع التربة المحيطة به من حيث نظام ترتيب طبقاتها وتعاقبها.
7- يراعى ان يكون ارتفاع اللايسيميترات مساوياً لارتفاع الحقل المجاور وان لاتكون هنالك موانع او عوائق كالابنية او مصدات الرياح.
8- يجب ان تخضع معاملات المحصول باللايسيميترات لنفس العمليات الزراعية التي تجري للمحصول المزروع في اللايسيميترات من حيث التسميد والري خاصة.
بينما يمكن تلخيص الاهداف الاساسية للايسيميترات بما يلي:
1- دراسة الاستهلاك المائي للمحاصيل المختلفة.
2- قياس معدلات غيض الماء في الترب المختلفة وتوزيع الرطوبة في مقدات تلك الترب.
3- تحديد معدلات الري وكميات المياه التي يجب اضافتها بدلالة العمق.
4- تحديد الفقد من المغذيات والاملاح من التربة جراء الري وسقوط المطر او عند اجراء عمليات الغسل في حالة استصلاح الاراضي المتاثرة بالملوحة.

اهم انواع اللايسيميترات:

أ- اللايسيميترات الغير وزنية Non weighing Lysimeters :

عبارة عن وعاء كبير مثبت في التربة لعمق معين يسمح بنمو الجذور بحرية وفي قاعها فتحة للتخلص من الماء الزائد، ولحساب الاستهلاك المائي لهذا النوع من اللايسيميترت تضاف كمية مقاسة من الماء اكثر من سعة التربة للاحتفاظ بالماء وبعد ان يترشح الماء الزائد يترك اللايسيميتر لفترة مناسبة لغرض استهلاك النبات للماء وبعد فترة تضاف كمية مقاسة اخرى من الماء وبعد ان يتم بزل الماء الزائد تسجل كمية الماء المبزولة وتطرح من الكمية الكلية للماء المضاف في المرة الثانية، وهذا الفرق يمثل التبخر والنتح (ET) خلال الفترة بين انتهاء وبزل الماء الزائد في المرتين الاولى والثانية، وبجمع الكميات المتحصل عليها يمكن الحصول على الاستهلاك المائي للنباتات للموسم الزراعي. ان هذا النوع من اللايسيميترات تعتمد على

ايجاد الفرق بين كمية الماء المضافة بالري او الامطار (D_i) ومايجمع من مياه البزل (D_d) والتغير في المحتوى الرطوبي للتربة (D_s) أي ان الاستهلاك المائي الفعلي (Cu) يساوي

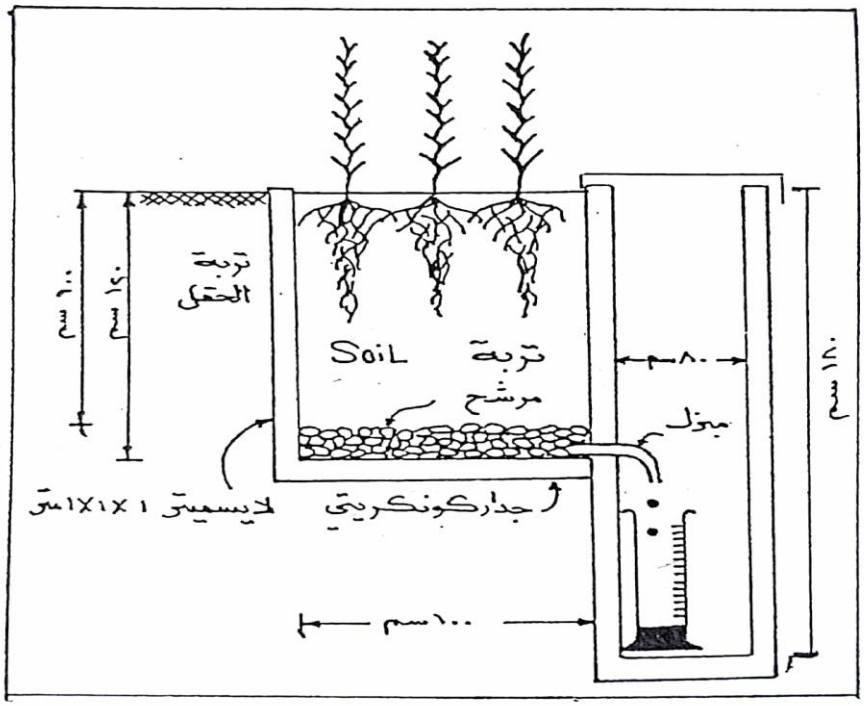
$$CU = D_i - (D_d + D_s)$$

ب ـــــ اللايسيميترات الوزنية weighing Lysimeters :

وتعتبر اكثر دقة من سابقتها وهي عبارة عن اوعية كبيرة مركبة على موازين ضخمة ذات حساسية عالية، ولتقدير الاستهلاك المائي بهذا النوع من اللايسيميترات يحتسب الوزن الكلي للايسيميتر (وزن الوعاء+ وزن التربة الجافة + وزن الماء) ثم يحتسب الفقدان بالتبخر والنتح، ويجمع مقدار الفقد بالوزن للفترات المقاسة وبذلك نحصل على الاستهلاك المائي الفعلي للنبات خلال الموسم الزراعي.

جـ ـــــ اللايسيميتر الطواف Floating Lysimeter :

هذا النوع من اللايسيميترات يوضع عادة في سائل وعند حصول فقد بالتبخر ستتغير كمية الماء بفعل التغير في الوزن، ان التغير في كمية السائل تسجل على مقياس مدرج وتعزى الى التبخر والنتح. والشكل التالي مخطط لاحد اللايسيميترات الحقلية



2- **دراسات رطوبة التربة** Soil moisture studies :

في هذه الطريقة يحدد الاستهلاك المائي للمحاصيل المختلفة وذلك باجراء دراسات مفصلة لرطوبة التربة وهي طريقة تعطي نتائج واقعية حينما تكون التربة متجانسة مع العمق وعندما تكون المياه الارضية عميقة بحيث لاتسهم في امداد التربة في المنطقة الجذرية باي جزء من الرطوبة، تقدر رطوبة التربة في المنطقة الجذرية قبل وبعد كل رية ومن خلال هذه القياسات تحتسب اعماق الماء المستهلك يومياً ومنها يمكن احتساب الاستهلاك المائي الشهري او السنوي، تتحدد الاعماق التي تقدر فيها رطوبة التربة بنوع المحصول وعادة يضاف الى

الفرق المقاس في المحتوى الرطوبي بين كل قياسين كمية المطر الفعال الذي سقط خلا هذه الفترة.

3- **طريقة الالواح التجريبية (التجارب الحقلية)** Field experimental plots :

هذه الطريقة معتمدة اكثر من طريقة اللايسيميترات، وفي هذه الطريقة تضاف مياه الري لالواح تجريبية محددة الابعاد وعلى مدار موسم النمو ومن ثم ترسم العلاقة بين انتاج المحصول لحقول مختلفة مع الكمية الكلية المستعملة من الماء، ويلاحظ من هذه العلاقات بان الانتاج يتزايد مع زيادة كمية الماء المستعملة حتى يصل الى نقطة الذروة التي يحصل بعدها انكسار لمنحنى الانتاج مع استمرار زيادة اضافة مياه الري، ان كمية الماء المستهلكة منذ بداية مرحلة النمو وحتى نقطة الذروة يمثل الاستهلاك المائي للمحصول، وقد تكون النتائج المتحصل عليها بهذه الطريقة عالية نسبياً بسبب اهمال الضائعات المائية بالتخلل العميق deep percolation.

4- **طريقة التكامل** Integration method :

تستعمل هذه الطريقة للمساحات الكبيرة وهي تمثل مجموع وحدات الاستهلاك المائي للمساحات المعينة، اذ تستخرج بواسطة حاصل ضرب الاستهلاك المائي لكل محصول × مساحته زائداً الاستهلاك المائي للنباتات الطبيعية × مساحتها زائداً التبخر من السطوح المائية × مساحاتها زائداً التبخر من الاراضي البور× مساحتها. ان نجاح هذه الطريقة مرتبط بدقة تقدير وحدات الاستهلاك المائي للمساحات المختلفة.

5- **طريقة التوازن المائي** Water balance method (inflow – outflow) :

تستعمل هذه الطريقة ايضاً للمساحات الكبيرة كوديان الانهار ويحتسب الاستهلاك المائي(CU) لمساحة معينة حسب المعادلة التالية:

$$Cu = (I + P) + (G_S - G_e) - R$$

حيث ان:

Cu : الاستهلاك المائي لمساحة معينة. I : كمية الماء الداخلة لتلك المساحة في السنة.

P : كمية السقيط في السنة. G_S : كمية المياه المخزونة في التربة عند بداية السنة.

G_e : كمية المياه المخزونة في التربة عند نهاية السنة. R : كمية المياه الخارجة في السنة.

الطرق غير المباشرة او التقليدية:

1- تقدير التبخر- نتح من بيانات التبخر (احواض التبخر)

يلاحظ ان هنالك علاقة بين معدل الاستهلاك المائي للمحاصيل ومعدل التبخر من احواض التبخر ويمكن حساب التبخر بهذه الطريقة متأثراً بمقدار الاشعاع والرياح ودرجة الحرارة من سطح مائي متمثل بحوض التبخر، ويعتبر حوض التبخر صنف A المستعمل من قبل مكتب الانواء الجوية في الولايات المتحدة الامريكية هو الاكثر شيوعاً ويتكون من وعاء من الحديد المغلون مستدير الشكل قطره 120 سم وعمقه 25 سم يوضع على مشبك للسماح للهواء بالحركة ويملأ الى عمق 20 سم ويقاس مستوى الماء فيه بواسطة مقياس موضوع في بئر تهدئة (بئر المراقبة) مرتبط به ويحسب التبخر من فرق المناسيب بعد اخذ كمية الامطار الساقطة بنظر الاعتبار، ان القراءة الناتجة لتبخر الماء من الحوض لاتمثل القيمة الحقيقية لمقدار قدرة التبخر والنتح وعليه

يجب وضع معاملات تحويل مقدار التبخر المقاس من الحوض وعلاقته مع التبخر الحاصل من النبات.

$$ETP = K_P \times E_{Pan}$$
$$Cu = ETP \times K_c$$

حيث ان:

E_{pan} : التبخر من الحوض، ملم يوم$^{-1}$

K_p : معامل خاص بحوض التبخر ويختلف تبعاً لنوع الحوض والغطاء النباتي المحيط بالحوض وطبيعة سطح التربة.

K_c : معامل النبات (المحصول) الذي تعتمد قيمته على طبيعة النمو الخضري وخصائصه ومرحلة النمو وبيئة النبات والموقع. Cu : الاستهلاك المائي.

ان من محاسن استعمال احواض التبخر هو سهولة استعمالها وصيانتها ورخص ثمنها.

2- تقدير التبخر – نتح من البيانات المناخية

أ- معادلة بليني ـــــ كريدل Blany – Criddle formula :

لقد اشتقت هذه المعادلة في ظروف المناطق الجافة للولايات المتحدة الأمريكية مما شجع على انتشارها في انحاء كثيرة من العالم خاصة الجافة وشبه الجافة منها، وتكتب معادلة بليني – كريدل بالوحدات المترية كما في الصيغة التالية:

$$ETP = P(0.46T_c + 8.13)$$

حيث ان:

ETP : قدرة التبخر والنتح، ملم.

T_c : معدل درجة الحرارة الشهري، درجة مئوية.

P : النسبة المئوية لعد ساعات النهار في الشهر نسبةً الى عددها في السنة.

وتعطي نتائج جيدة بحدود معدل درجات حرارة 15 $^{\circ}$م ، ولكن عند انخفاض درجات الحرارة عن هذا الرقم فان معادلة بليني – كريدل تعطي قيماً منخفضة لقدرة التبخر والنتح (ETP) ويحصل العكس عند درجات الحرارة العالية، لذلك اقترح مكتب الاستصلاح الامريكي (U.S.B.R) معاملاً للتصحيح(Ќ) لمعالجة هذا الخلل فاصبحت صيغت المعادلة كما يلي:

$$ETP = Ќp(0.46T_c + 8.13)$$
$$ETP = P(0.0311T_c + 0.24)(0.46T_c + 8.13)$$

حيث ان:

$$Ќ = (0.0311T_c + 0.24)$$

وتفادياً لاستعمال معامل التصحيح في معادلة بليني- كريدل وتبسيطاً للشكل المتري للمعادلة فقد قام (خروفة، نجيب 1985) بأجراء ترابط بين درجات الحرارة بالمقياس وطول النهار من جهة ومقدار قدرة التبخر والنتح المتوقع، وبافتراض تغاير خطي لطول النهار (P) وتغاير غير خطي لدرجة الحرارة فقد توصل الى المعادلة التالية:

$$ETP = CPT_c^{1.30}$$

C: معامل محلي يحسب لكل موقع من معدلات البيانات المناخية المتوفرة للاشهر حزيران وتموز واب ويساوي 0.34 لموقع وسط العراق (بغداد وما يقاربها).

ويحسب الاستهلاك المائي بدلالة معامل النبات وكالاتي:

$$Cu = k_c \times ETP$$

ب – معادلة جانسن ـــــ هيس Jensen – Haise formula :
وتعتمد على مبدأ توازن الطاقة ويعبر عنها رياضياً كالاتي:

$$ETP = R_s(0.025T_c + 0.08)$$
$$ETP = R_s(0.014T_f + 0.37)$$

حيث ان:
ETP : قدرة التبخر والنتح بوحدات R_S .
T_f, T_c : معدل درجة الحرارة السائدة للهواء في المنطقة بالمئوي والفهرنهايت على التوالي.
R_S : الاشعة الشمسية الساقطة، سعرة حرارية سم$^{-2}$ يوم$^{-1}$.

جـ ـــــ معادلة ثورن وايت Thornthwaite formula :
لم تعطي هذه المعادلة نتائج مقبولة في العراق لانها مشتقة تحت ظروف رطبة.
د- معادلة بنمان Penmen's formula :
اقترح بنمان 1948 معادلة لتقدير التبخر من سطح مائي مفتوح وتعتمد على مبدأ توازن الطاقة، اذ ان المصدر الرئيسي للطاقة الحرارية على سطح الارض هي الطاقة الشمسية التي يتحدد بموجبها مقدار التبخر من أي سطح مائي مفتوح، لقد استثمر بنمان وهو فيزيائي انكليزي هذا المبدأ واضعاً تحليلاً متكاملاً لحساب قدرة التبخر والنتح (ETP) بالمعادلة التالية:

$$E = \frac{\Delta H + YE_a}{\Delta + Y}$$

حيث ان :
E : التبخر من سطح مائي مفتوح، ملم يوم$^{-1}$.
Δ : انحدار المنحنى الذي يربط العلاقة بين ضغط البخار عند التشبع ودرجة حرارة الهواء ووحداته ملم زئبق م$^{-1}$.
H : صافي الطاقة الحرارية (طاقة الاشعاع) الموجودة عند السطح، ملم ماء يوم$^{-1}$.
Y : ثابت يساوي 0.27 لدرجة الحرارة بالفهرنهايت وضغط البخار بالملم زئبق ويساوي 0.49 لدرجة الحرارة بالمئوي وضغط البخار بالملم زئبق.
E_a : التبخر او معامل الديناميكيا الهوائية، ملم ماء يوم$^{-1}$.
وقد تم تعديل هذه المعادلة (معادلة بنمان الاصلية) لتشمل طرفين ونعني طرف الطاقة (الاشعاع) وطرف دينمية الهواء aerodynamic (الرياح والرطوبة النسبية للهواء). ان الاهمية النسبية لهذين الطرفين يختلفان حسب الظروف المناخية، ففي ظروف الطقس الهادئ يكون طرف دينمية الهواء اصغر بكثير من طرف الطاقة.

$$ET = W.R_n + (1 - w).\ f(u).(E - e)$$
طرف دينمية الهواء طرف الاشعاع

حيث ان:

ET : القيمة الاساس للاستهلاك المائي ملم يوم$^{-1}$.
W : عامل يعتمد على درجة الحرارة والارتفاع عن سطح البحر.
R_n : صافي الاشعاع يحسب بالتبخر المكافئ ملم يوم$^{-1}$.
f(u) : عامل يعتمد على الريح.
E-e : الفرق بين الضغط البخاري المشبع (E) عند درجة حرارة الهواء المتوسط ومتوسط الضغط البخاري الحقيقي للهواء(مقاس) (e) (ملليبار).

ان مايؤخذ على معادلة بنمان انها تحتاج الى قياسات عوامل مناخية متعددة قد لاتتوفر في كثير من محطات الانواء الجوية وعليه فان هنالك تحديات تطبيقية لاستعمال هذه المعادلة، كما ان هذه المعادلة استنبطت في ظروف المناطق الرطبة المحاطة بالنباتات النامية وعليه فان العوامل الثابتة في المعادلة تصلح فقط لظروف المناطق الرطبة اكثر من المناطق الجافة وخاصة تلك التي تكون محاطة بنطاقات واسعة من الصحاري والتي تتوفر فيها كمية اكبر من الطاقة الشمسية، ان النتيجة المتحصل عليها بتطبيق معادلة بنمان والتي تمثل (ETP) يجب ان تضرب بمعامل النبات(K_c) لاحتساب الاستهلاك المائي الفعلي.

الجزء العملي

تمرين1:
احسب الاستهلاك المائي للحنطة من واقع البيانات التالية:

Month	T_C	% P	K_C
January	16.3	9.7	0.7 5
February	17.5	9.8	0.80
March	17.2	9.8	0.80
April	20	9.7	0.80

Solution: $ETP = P(0.46T_C + 8.13)$

$ETP = 9.7(0.46 \times 16.3 + 8.13) \rightarrow ETP = 151.59 \text{ mm/ month}$

$ET = 151.59 \times 0.75 \rightarrow ET = 113.70\ mm/\ month$
$ETP = 9.8(0.46 \times 17.5 + 8.13) \rightarrow ETP = 158.56\ mm/\ month$
$ET = 158.56 \times 0.80 \rightarrow ET = 126.85\ mm/\ month$
$ETP = 9.8(0.46 \times 17.2 + 8.13) \rightarrow ETP = 157.21\ mm/\ month$
$ET = 157.21 \times 0.80 \rightarrow ET = 125.77\ mm/\ month$
$ETP = 9.7(0.46 \times 20 + 8.13) \rightarrow ETP = 168.10\ mm/\ month$
$ET = 168.10 \times 0.80 \rightarrow ET = 134.48\ mm/\ month$
$ET = 113.7 + 126.85 + 125.77 + 134.48$
$ET = 497.80 \cong 500\ mm/season \rightarrow ET = 50cm/\ season$

تمرين2:

احسب الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء من البيانات التالية لظروف العراق:

Month	T_C	% P	K_C
July	33.7	9.88	0.65
August	31.7	9.33	1.10
September	30.0	8.36	0.60

الحـــل: $ETP = CPT_C^{1.30}$

$ETP = 0.34 \times 9.88 \times 33.7^{1.30} \rightarrow ETP = 325.20\ mm/\ month$
$ET = ETP \times K_C \rightarrow 325.20 \times 0.65 \rightarrow ET = 211.38mm/month$
$ETP = 0.34 \times 9.33 \times 31.7^{1.30} \rightarrow ETP = 283.62\ mm/\ month$
$ET = ETP \times K_C \rightarrow 283.62 \times 1.10 \rightarrow ET = 312.00mm/month$
$ETP = 0.34 \times 8.36 \times 30.0^{1.30} \rightarrow ETP = 236.56\ mm/\ month$
$ET = ETP \times K_C \rightarrow 236.56 \times 0.60 \rightarrow ET = 141.94mm/month$
$ET_{total} = 211.38 + 312.00 + 141.94 = 641.66 \cong 642mm/season$

تمرين3:

توفرت لدي البيانات التالية لمحصول البطاطا المزروع تحت نظام الري بالتنقيط:

Stage	E_{pan}mm/day	K_P	K_C	K_r	stag interval day
Vegetative	7.0	0.8	0.75	0.50	15
Tuber Iniation	9.0	0.8	1.00	0.51	20
Tuber Bulking	12.0	0.8	1.15	0.53	45
Maturity	6	0.8	0.75	0.50	10

احسب الاستهلاك المائي لمحصول البطاطا وفق المعطيات اعلاه.

الحـــل: For vegetative stage

$ETP = K_P \times E_{pan} \rightarrow ETP = 0.8 \times 7.0 = 5.60\ mm/day$
$ET = K_C \times ETP \rightarrow ET = 5.60 \times 0.75 = 4.20\ mm/day$
$ET_{Crop\ Localized} = ET \times K_r = 4.20 \times 0.5 = 2.10\ mm/day$
$= 2.10 \times 15 = 31.5\ mm/15day$

For tuber iniation stage :

$$ETP = K_P \times E_{pan} \rightarrow ETP = 0.8 \times 9.0 = 7.2\ mm/day$$
$$ET = K_C \times ETP \rightarrow ET = 7.2 \times 1.0 = 7.2\ mm/day$$
$$ET_{Crop\ Localized} = ET \times K_r = 7.2 \times 0.51 = 3.67\ mm/day$$
$$= 3.67 \times 20 = 73.4\ mm/20day$$

وبنفس الطريقة يتم حساب الاستهلاك المائي لبقية المراحل والحصول على الاستهلاك المائي الكلي:

$$ET_{total} = 31.5 + 73.40 + 263.30 + 18.00$$

$$ET_{total} = 386.20 \cong 390.00\ mm/season = 39cm/season$$

د. سعد عناد الأبيض

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة العاشرة **القسم: التربة والموارد المائية**

الري بالرش Sprinkler Irrigation
تعرف طريقة الري بالرش بانها اضافة الماء الى سطح التربة على شكل رذاذ يشبه الى حد ما سقوط المطر، حيث يجري ضخ المياه في شبكة من الانابيب الى ان يصل الى فوهة المرشة الضيقة فينتشر على شكل رذاذ. يجب اختيار نظام مناسب للري بالرش بحيث يتماشى مع مجموعة من العوامل الطبيعية والبيئية والاقتصادية منها الظروف الجوية واحتياجات المحاصيل للمياه وخصائص التربة والمياه والتكلفة الاجمالية والعائد الاقتصادي المحتمل، ان الاثر المشترك للمعدلات العالية للتبخر وتشويه الرياح لأنماط توزيع المياه في نظام الري بالرش يقلل كثيراً من كفاءته وللتغلب على هذه المشاكل يلزم استخدام مرشات ذات ضغط واطئ. ان بعض الظروف الحقلية التي يفضل فيها استعمال الري بالرش على الطرق الاخرى او الحالات التي تلائم الري بالرش هي:

1- عندما تكون نسجة التربة خشنة بحيث لا يمكن الحصول على توزيع جيد لرطوبة التربة باستعمال الطرق الاخرى.
2- عندما تكون التربة ضحلة والماء الارض مرتفع.
3- عندما تكون الانحدارات شديدة والتربة سهلة التعرية.
4- عندما تكون التسوية مكلفة اقتصادياً والايدي العاملة غالية الثمن.
5- تناسب الاراضي التي لا تحتاج الى ري دائمي.
6 – لا يسبب استعمال الري بالرش ضياع في الاراضي اذ يمكن استغلال كافة المساحة للزراعة.
7- عندما تكون المياه المتوفرة قليلة.
8- عند زراعة المحاصيل التي تحتاج الى ريات خفيفة وعلى فترات متقاربة.
9- عند اختلاف طبيعة نسجة التربة في الحقل الواحد حيث يصعب اضافة اعماق مختلفة من الماء بالري السطحي.

محاسن انظمة الري بالرش
1- سهولة السيطرة على تجهيز المياه اضافةً الى سهولة القياسات المائية.
2- لا تعيق انظمة الري بالرش العمليات الزراعية بالقدر الذي يحصل في الري السطحي.
3- تستحصل عادةً كفاءات عالية للإرواء وتوزيع مياه الري.
4- تنتفي الحاجة لعمليات تسوية وتعديل الارض.
5- يمكن استعمال تصاريف قليلة.
6- ان مكونات منظومة الري بالرش قابلة للنقل مما يسهل استعمال الري التكميلي ان تطلب الامر.
7- يستعمل الري بالرش عندما تكون كلفة العمل عالية في طرق الري السطحي.
8- يمكن استعمال الري بالرش لاغراض اخرى عدى توفير الاحتياجات المائية للنبات ومن هذه الاغراض:
أ- اضافة الاسمدة والمبيدات ومصلحات التربة.

ب – الحماية من الصقيع.
جـ - تبريد المحصول من خلال المحافظة على درجة حرارة مناسبة.

اما اهم محددات استعمال الري بالرش:
1- تنخفض كفاءة نظام الري بالرش بفعل الرياح الشديدة والرطوبة المنخفضة.
2- الكلفة المرتفعة لمنظومات الري بالرش.
3- يحتاج الري بالرش الى تجهيز مائي منتظم.
4- كلفة التشغيل اعلى مما هو للري السيحي.
5- قد تشجع هذه الطريقة على انتشار مسببات الامراض الفطرية والبكتيرية وقد يلحق السقوط المباشر للماء على اوراق النباتات ضرراً بها خاصةً عند الري بمياه رديئة النوعية.

ان العوامل الهامة التي تحدد مدى نجاح نظم الري بالرش هي:
1- التصميم الصحيح لشبكة الري بالرش.
2- تشغيل نظام الري بالرش بكفاءة.

مكونات نظام الري بالرش

1- وحدة الضخ Pumping plant :ان مهمة وحدة الضخ هي رفع المياه من المصدر وضخها خلال شبكة التوزيع والمرشحات بضغط معين، لذلك تختلف نوعيات المضخات تبعاً لمعدل الجريان والضغط عند فوهة المرشة والمسافة العمودية الى المصدر المائي، ومن المضخات التي تستعمل في انظمة الري بالرش هي المضخات الانتباذية والمضخات العنفية للابار.

2- الانابيب الرئيسية Main pipes : قد تكون الانابيب الرئيسية ثابتة او متحركة، وتعتبر الانابيب المتحركة اكثر اقتصادية لامكانية استعمالها في اكثر من مكان.

3- انابيب التوزيع الفرعي Lateral pipes : تكون عادةً من النوع المتحرك ومصنوعة من الالمنيوم الخفيف وبأطوال تتراوح بين 5 – 12 م.

4- قبضة المرشة(الرافع)Riser : وهو الحامل الذي يرتبط بأنابيب التوزيع الفرعية ويحمل في الاعلى المرشات ويتحدد ارتفاعه عادةً بطول النبات الذي يراد اروائه.

5 المرشات Sprinkler : وتعتبر من اهم مكونات نظام الري بالرش لان انماط توزيع المياه على المساحة المخصصة ترتبط بنوعيتها، وبصورة عامة يمكن تمييز ثلاثة انواع من المرشات وهي:

1- المرشات الدوارة Rotating Sprinklers : هذه المرشات من اكثر الانواع استعمالاً في العالم بسبب ملائمتها لمختلف الظروف وقدرتها على اضافة الماء بمعدل منخفض عند استعمال فوهات كبيرة نسبياً، وتتكون من فتحة واحدة او فتحتين ولها القابلية على الدوران ذاتياً بفعل ضغط الماء، وهناك ثلاث انواع من المرشات الدوارة:
أ - مرشات تعمل بضغط منخفض.
ب - مرشات تعمل بضغط متوسط.
جـ - مرشات تعمل بضغط عالي.

2- المرشات الثابتة Fixed head sprinklers : وهي من اقدم انظمة الري بالرش وتتكون من انابيب متوازية تفصل بينها مسافات محددة وهذه الانابيب تحتوي على عدة مرشات موزعة على طول الانبوب بمسافات منتظمة، وتدور بزاوية 135° وتستعمل غالباً في ري الحدائق.

3- الانابيب المثقبة Perforated sprinkler Lines : يستعمل هذا النظام بكثرة في البساتين والمشاتل ويتكون من انابيب سهلة النقل تحتوي على ثقوب موزعة بطريقة تضمن توزيع المياه بشكل متساوي على جانبي الانبوب بعرض 7 – 14 م وعلى شكل مستطيل.

اهم خواص المرشات التي يجب اخذها في الاعتبار عند التصميم هي:

1- قطر التغطية
2- مقدار الضغط
3- تصريف المرشة
4- حجم فتحة الرش
5- زاوية قذف الماء
6- محيط الرش
7- نمط التوزيع

وتعتبر النقاط الاربعة الاولى مهمة جداً في اختيار المرشة والنقاط الثلاث الاخرى مكملة للمواصفات الاساسية للمرشة.

انماط توزيع الرطوبة

عندما نتكلم عن نمط التوزيع فأننا نعني به ما يلي:

أ- عمق الماء المضاف من المرشة الى ابعد نقطة من المرشة يجب ان يكون متجانساً ليعطي اعلى تناسق ممكن وهذا يتم بتوزيع المرشات بحيث تتداخل مناطق تاثيرها.

ب- تنظيم المرشات: ان الهدف الاساسي للري بالرش هو اضافة عمق الماء المحسوب بتناسق وانتظام بشكل شبيه لما يحصل في المطر الطبيعي وبمعدل محسوب ومتناسب مع غيض الماء في التربة وتعتمد كفاءة الري بالرش على درجة تناسق اضافة الماء، ففي الضغط المنخفض فان قطرات الماء تكون كبيرة وتسقط المياه من فوهة المرشة بشكل حلقة بعيدة عن موقع المرشة، اما في الضغط العالي فان الماء ينطلق من فوهة المرشة بشكل قطرات صغيرة جداً (رذاذ) وتسقط قريباً من موقع المرشة.

تصميم نظام الري بالرش

لغرض تصميم نظام الري بالرش يجب الاخذ بنظر الاعتبار كافة العوامل الاساسية التي تشمل:

1- التربة: وتشمل نسجة التربة السطحية وتحت السطحية وعمق التربة الفعال وسعة التربة للاحتفاظ بالماء ومعدل غيض الماء في التربة.

2- المحصول: ويشمل المساحة المزروعة والخطة الزراعية المتبعة وانواع المحاصيل الداخلة في الخطة واعماق مجاميعها الجذرية.

3-الماء: ويشمل دراسة مصادر المياه ونوعيات المياه وكمياتها المتوفرة وتغيراتها الموسمية.

4- معلومات اخرى وتشمل

أ- التضاريس الارضية
ب – برنامج ادارة الترب والمياه
جـ - الاستهلاك المائي
د- الايدي العاملة وتوفرها وكلفتها

هـ- المعدات وتوفرها وكلفتها و- تكاليف تشغيل النظام ومصادر القدرة

يتضمن تصميم الري بالرش الخطوات التالية

1- دراسة وتحديد ما يلي:

أ- اعداد خارطة كفافية للمساحة التي يراد اروائها.

ب- دراسة مصادر تجهيز المياه ومدى توفرها.

جـ- الظروف المناخية المختلفة والتي يعتمد عليها في تحديد الاستهلاك المائي.

د- تحديد عمق الري. هـ- معدل الارواء

ز- المسافات بين المرشات ر- مصدر القدرة والطاقة

2- انواع انظمة الري بالرش:

أ- النظام المتنقل ب - النظام شبه المتنقل

جـ - النظام المتحرك ميكانيكياً

ومن اهم انواعه:

1- النظام المتحرك بالعجلات 2- نظام الرش المحوري 3- نظام الرش المسير

د – النظام الثابت او المستديم

ه – النظام شبه الثابت

3- اختيار المرشات وتحديد المسافات بينها وارتفاعاتها

يعتمد اختيار المرشات على قطر التغطية المطلوبة (المساحة التي تقع تحت تاثير المرشة الواحدة) والضغط المتوفر وتصريف المرشة، ويعتبر التصريف دالة لمعدل الارواء (اضافة الماء) وللمسافة بين المرشات في الاتجاهين.

ويمكن حساب التصريف بالمعادلة التالية:

$$q = \frac{S_i \times S_m \times I}{360}$$

حيث ان:

q: التصريف المطلوب للمرشة الواحدة، لتر ثا $^{-1}$.

S_i: المسافة بين المرشات على امتداد الانابيب الفرعية، م.

S_m: المسافة بين الانابيب الفرعية على امتداد الانبوب الرئيسي، م.

I: اقصى معدل للارواء، سم ساعة $^{-1}$.

اما ارتفاع المرشة فيتحدد بارتفاع المحاصيل المزروعة وعادةً يعتمد اقصى ارتفاع محتمل للنبات لتحديد ارتفاع المرشة.

4- سعة نظام الري بالرش

تعتمد السعة المطلوبة لنظام الري بالرش على المساحة التي يراد اروائها، عمق الماء الواجب اضافته في كل رية والزمن اللازم لاضافة العمق المطلوب من الماء ويمكن حساب سعة النظام بالصيغة التالية:

$$Q = 2780 \frac{A \times d}{F \times H \times E_a}$$

q: سعة التصريف للمضخة، لتر ثا$^{-1}$.
A: المساحة التي يراد اروائها، هكتار.
d: عمق الماء الواجب اضافته، سم.
F: عدد الايام المسموح بها للرية الواحدة.
H: عدد ساعات التشغيل في اليوم.
E_a: كفاءة الارواء.

الاساسيات الهيدروليكية لأنظمة الري بالرش

ان من اهم الاساسيات الهيدروليكية التي يجب معرفتها في انظمة الري بالرش هي:

1- تصريف فوهة المرشة: يمكن حسابها من معادلة حساب التصريف من الفتحات(orifices)

$$q = ca\sqrt{2gh}$$

حيث ان:
q: تصريف المرشة، م^3 ثا$^{-1}$.
a: مساحة المقطع العرضي للفوهة، م^2 .
h: شحنة الضغط المسلط على الفتحة، م.
g: التعجيل بفعل الجاذبية، م ثا$^{-2}$.
C: معامل التصريف وهو دالة لضائعات الاحتكاك ويتراوح بين 0.95–0.96 للفتحات الجديدة.

2- مساحة انتشار الماء من المضخة: يمكن حساب المساحة التي تغطيها مرشة دوارة بالمعادلة المقترحة التالية:

$$R = 1.35\sqrt{dh}$$

حيث ان:
R: نصف قطر مساحة الترطيب بفعل المرشة الواحدة، م.
h: شحنة الضغط المسلط على فتحة المرشة، م.

وعادةً يستحصل على اقصى قطر للتغطية من المرشة اذا كانت بزاوية بين 30 – 32 درجة فوق المستوى الافقي.

3- معدل الارواء:متوسط معدل الارواء وغالباً يدعى كثافة السقيط لمرشة واحدة ويقدر بالمعادلة:

$$R_a = \frac{q}{A} \times 3600$$

R_a: معدل الارواء (ملم ساعة $^{-1}$).
q: معدل تصريف المرشة (لتر ثا$^{-1}$). A : المساحة المبتلة بالمرشة (م^2).

تصميم خطوط الرش الفرعية

يحتوي كل خط فرعي او عرضي على مجموعة مرشات بمسافات متساوية على امتداد الخط، في البداية فان الجريان يساوي مجموع تصاريف هذه المرشات ولكن هذا ينخفض على طول الخط حتى نهاية الخط، ومن الضروري حساب ضائعات الاحتكاك في الخطوط الفرعية.

الجزء العملي

تمرين1:

احسب السعة المطلوبة لنظام الري بالرش بخمسة خطوط فرعية اطوالها 500 م اذا اضيف الماء بمعدل 1.2 سم ساعة$^{-1}$ وكانت المسافة بين خط واخر 20 م وقد وضعت المرشات وعددها 9 مرشات للخط الواحد على مسافة 10 م بين مرشة واخرى.

الحـــل:

$$q = \frac{S_i \times S_m \times I}{360}$$

$$q = \frac{10 \times 20 \times 1.2}{360} = 0.666 \text{ L/S/sprinkler}$$

لذلك فان سعة النظام تساوي التصريف الكلي لجميع المرشات

$$= 0.666 \times 45 = 30 \text{ L/S}$$

تمرين2:

لو افترضنا نظاماً للري بالرش ذو خطين (طول الخط 150 م) تتحرك لمدة ساعة فما هو الزمن اللازم لاضافة 6 سم عمق ري لحقل مربع مساحته 9 هكتار اذا اضيف الماء بمعدل 1.5 سم ساعة$^{-1}$ وبافتراض ان الري يجري بمعدل 10 ساعات يوم$^{-1}$ وان المسافة بين الخطوط الفرعية 15 م.

الحـــل:

الزمن اللازم لاضافة 6 سم ماء بمعدل 1.5 سم ساعة$^{-1}$ يساوي

$$= \frac{6}{1.5} = 4h$$

الزمن الكلي= 4 + 1 = 5 ساعة

مساحة الحقل= 9 هكتار= 90000 م^2

طول الحقل=300 م

لكي نغطي طول الحقل (300 م) نحتاج الى خطين بطول 150 م

عدد المرات المطلوبة لحركة كل خط تساوي

$$= \frac{300}{15} = 20$$

اذن الزمن المطلوب للري يساوي

$$t = 5 \times 20 = 100 \text{ h} = \frac{100}{10} = 10 \text{ day}$$

تمرين3:

احسب سعة نظام الري بالرش اللازم لارواء حقل مساحته 20 هكتار مزروع بالقطن، صمم على اساس ان معدل استنفاد الماء من التربة 6 ملم يوم$^{-1}$ وان الماء المضاف للتربة بكل رية يساوي 5 سم بافتراض ان كفاءة الري 75 % وان فترة الري 8 ايام وان الفترة بين الريات 10 ايام والنظام يشتغل بمعدل يومي مقداره (15) ساعة.

الحـــل:

$$Q = 2780 \frac{A \times d}{F \times H \times E_a}$$

$$Q = 2780 \frac{20 \times 5}{8 \times 15 \times 75} = 30.88 \, L \, S^{-1}$$

د. سعد عناد الأبيض

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

الجزء العملي

طرق قياس المحتوى الرطوبي للتربة

1- الطريقة الوزنية Gravimetric method

وهي طريقة مباشرة لقياس رطوبة التربة وتتضمن تجفيف عينات التربة في الفرن على درجة 105 م° حتى ثبوت وزنها ثم تحسب النسبة المئوية للرطوبة , ويمكن تمثيل رطوبة التربة بعدة طرق منها:

أ- التمثيل على اساس وزن التربة الجاف:

$$P_w = \frac{Mw}{Ms} \times 100$$

حيث ان

M_w = كتلة الماء المفقود

M_s = وزن التربة الجاف

ب – التمثيل على اساس وزن التربة الرطب (Pww)

$$P_{ww} = \frac{Mw}{Mw + Ms} \times 100$$

ج- التمثيل على اساس الحجم (P_V)

$$P_V = \frac{Vw}{Vs + Vf} \times 100$$

حيث ان:

V_W = حجم الماء المفقود

V_S =حجم التربة

V_F = حجم المسامات

ويمكن التعبير عن نسبة الرطوبة الحجمية بدلالة نسبة الرطوبة الوزنية والكثافة الظاهرية للتربة.

$$P_V = P_w \times \frac{\rho b}{\rho \omega}$$

حيث ان:

ρb = الكثافة الظاهرية للتربة

$\rho \omega$ = كثافة الماء

د- التمثيل بدلالة العمق (d)

حيث يمكن حساب عمق الماء الواجب اضافته للتربة او الموجود في التربة بدلالة عمق معين من التربة (يتحدد بعمق المنطقة الجذرية للنبات).

$$d = \frac{Pv \times D}{100}$$

حيث ان:

D= عمق الجذور في التربة

2- طريقة الواح المقاومة الكهربائية Electrical resistance blocks method

3- جهاز مقياس الشد الرطوبي Tensiometer method

4- طريقة الاستطارة النيوترونية او المجس النيوتروني Neutron scattering or neutron prob method

مثال: عينة تربة تزن 100 غم , وضعت في فرن على درجة حرارة 105م° وعند ثبوت وزنها اصبحت 75 غم.

1- احسب النسبة المئوية للرطوبة على اساس الوزن الجاف والرطب؟

2- ماهي نسبة الرطوبة الحجمية بافتراض ان كثافتها الظاهرية 1.3 غم/ سم^3 ؟

3- ما هو عمق الماء الواجب اضافته بافتراض ان عمق المنطقة الجذرية 150 سم؟

كتلة الماء المفقود (Mw)= وزن التربة الرطبة- وزن التربة الجاف

= 100 -75 =25 غم

$$Pw = \frac{\text{كتلة الماء المفقود}}{\text{وزن التربة الرطبة}} \times 100 \quad \rightarrow \quad Pw = \frac{25}{75} \times 100$$

$$= 33.3\%$$

$$Pww = \frac{\text{كتلة الماء المفقود}}{\text{وزن التربة الرطبة}} \times 100 \quad \rightarrow \quad Pww = \frac{25}{100} \times 100$$

$$= 25\%$$

$$Pv = Pw \times \frac{\rho b}{\rho w} \quad \rightarrow \quad Pv = 33.3 \times \frac{1.3}{1} = 43.29\%$$

$$d = \frac{\text{نسبة الرطوبة الحجمية}}{100} \times \text{عمق التربة} \quad \rightarrow \quad d = \frac{43.29}{100} \times 150$$

$$= 64.93\text{cm}$$

العلاقة بين التصريف وزمن الري والمساحة المروية وعمق الماء المضاف (d, a, t, Q)

يعرف الفرق في المحتوى الرطوبي للتربة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم بالماء الجاهز المتيسر للامتصاص من قبل النبات، وعندما يربط بين رطوبة التربة واحتياجات النبات لها يصبح من الاجدى الاشارة الى كمية الرطوبة المتيسرة المتبقية في التربة او المستخلصة منها على اساس الوزن او الحجم او بدلالة العمق. بعد تعيين كمية الماء الواجب اضافتها للتربة فان المسؤول عن الري يحتاج لتحديد زمن الري اللازم لاطلاق تصريف معين من الماء خلال المجرى المائي، ومن المعروف ان التصريف المعطى مضروبا في زمن الري يساوي حجم الماء المضاف:

حجم الماء المضاف= التصريف (Q)× زمن الري(t)
كما ان حاصل ضرب المساحة المروية في عمق الماء المضاف يساوي حجم الماء المضاف
حجم الماء المضاف= المساحة المروية (a) × عمق الماء المضاف (d)

$$Q \times t = a \times d$$

مثال: حقل بطاطا يحتاج 50 سم عمق ماء ري خلال فصل النمو (120 يوم)، يروى بتصريف مقداره 1200 لتر/دقيقة فاذا كان الري يجري بمعدل 10 ساعات في اليوم، احسب المساحة التي يمكن اروائها.

$$Q \times t = a \times d$$

$$\frac{1200}{1000} \times (10 \times 120 \times 60) = a \times \frac{50}{100} = 172800\text{m}^2 = 69\text{D}$$

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**

المحاضرة الثانية **القسم: التربة والموارد المائية**

الجزء العملي

تمرين: 1

استحصلت البيانات التالية لمروز في تربة مزيجة رملية

التصريف لتر/دقيقة	المسافة متر	زمن التقدم دقيقة	المحيط المبتل سم	مساحة المقطع العرضي المبتل سم^2
92	20	1.75	25.39	60.00
92	40	5.75	25.82	93.00
92	60	10.91	26.39	103.00

لو اخذنا المسافة 40 متر مثلا

الجريان الداخل = التصريف × زمن التقدم

= 92 × 5.75 = 529 لتر

حجم الماء المخزون = مساحة المقطع العرضي للمرز× المسافة

= 93 × 4000 = 372000 سم^3

المساحة المترطبة = المحيط المبتل × المسافة

= 25.82 × 4000 = 103280 سم^2

الغيض التراكمي(حجم)= الجريان الداخل – الماء المخزون

= 529 – 372 =157 لتر = 157000 سم^3

$$\text{الغيض التراكمي(عمق)} = \frac{\text{الغيض التراكمي(حجم)}}{\text{المساحة المترطبة لمقطع الاختبار}}$$

$$= \frac{157000}{103280} = 1.52 \text{ سم}$$

وبنفس الطريقة نستخرج احجام واعماق الغيض التراكمي مع الزمن وعلى امتداد المروز.

تمرين: 2

احسب الاتي:

1- ثوابت دالة الغيض.

2- معدل الغيض الاني(I) عند زمن قدره (5) دقيقة.

من واقع البيانات التالية والتي تم الحصول عليها من حساب غيض الماء لحقل زراعي باستخدام الحلقات المزدوجة.

الزمن التراكمي،t دقيقة	1	5	10	30	60	120	180	240
الغيض التراكمي،D سم	1.40	3.40	4.50	6.50	8.40	10.50	14.50	16.20

بأخذ اللوغارتم لطرفي المعادلة $D = ct^m$

Log D= Log c + m Log t

Log 1.40= Log c + m Log 1……..……..(1)

Log 3.40= Log c + m Log 5……..……..(2)

Log 4.50= Log c + m Log 10..……..……..(3)

Log 6.50= Log c + m Log 30..……..……..(4)

Log 8.40= Log c + m Log 60..……..……..(5)

Log 10.50= Log c + m Log 120……..(6)

Log 14.50= Log c + m Log 180……..(7)

Log 16.20= Log c + m Log 240……..(8)

باستخراج قيم Log لكل معادلة نحصل على:

0.146 = Log c + m (0)……..……....(1)

0.531 = Log c + m (0.699) ……..……(2)

0.653 = Log c + m (1.0)..……..……..…(3)

0.813 = Log c + m (1.477)..……..……...(4)

0.924 = Log c + m (1.778)..……..……...(5)

1.021 = Log c + m (2.079) ……..(6)

1.161 = Log c + m (2.255) ……..(7)

1.209 = Log c + m (2.380) ……..(8)

بجمع المعادلات 1 -4 ، والمعادلات 5-8 نحصل على المعادلتين:

2.143 = 4 Log c + m (3.176) ……....(9)

بالطرح (10) ……..…. ± 4.315 = ± 4 Log c ± m (8.492)

2.172 = m (5.316)

m = 0.41

بالتعويض عن قيمة m في المعادلة (9) نحصل على:

2.143 = 4 Log c + (0.41) (3.176)

4 Log c = 2.143 – 1.302 = 0.841

Log c = 0.210 ---------- c = 1.62

ثانيا: باشتقاق المعادلة اعلاه:

$$I(mm/min) = \frac{Dd}{Dt} = 1.62 \times 0.41t^{0.41-1}$$

$$I = 0.6642t^{-0.59}$$

$$I = 0.6642(5)^{-0.59} = 0.257\ cm/min$$

I = 2.57 mm/min

تمرين: 3

البيانات التالية من الاختبار الحقلي لغيض الماء في التربة:

زمن الغيض التراكمي(دقيقة) 5 120

عمق الغيض التراكمي(سم) 13 52

جد: أ. دالة عمق الغيض،D ب. دالة معدل الغيض، I

الحل:

الشكل العام لدالة عمق الغيض هو:

$$D = ct^m$$

أ: بالتعويض عن قيم D ،t في المعادلة اعلاه نحصل على العادلتين الاتيتين:

$$13 = c(5)^m \dots\dots\dots\dots (1)$$

$$52 = c(120)^m \dots\dots\dots (2)$$

بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) نحصل على:

$$0.25 = 5^m/120^m$$

وبأخذ الـ Log لطرفي المعادلة نحصل على:

$$\text{Log } 0.25 = m \text{ Log } (5) - m \text{ Log}(120)$$

$$-0.602 = m\ (0.698) - m(2.079)$$

$$-0.602 = m(-1.381) \rightarrow m = 0.44$$

وبتعويض قيمة m في المعادلة رقم (1) نحصل على:

$$13 = c(5)^{0.44} \rightarrow 13 = c(2.0)$$

$$c = \frac{13}{2.0} \rightarrow c = 6.5$$

وبتعويض قيمتي c ، m في دالة الغيض نحصل على:

$$D = 6.5t^{0.44}$$

ب:

$$I(mm/min) = \frac{dD}{dt} = 6.5 \times 0.44t^{0.44-1}$$

$$I = 2.86t^{-0.56}$$

د. سعد عناد الأبيضي

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**

المحاضرة السابعة **القسم: التربة والموارد المائية**

الجزء العملي

تمرين 1:

احسب احتياجات الري واحتياجات الحقل الاروائية (الكلية) التي يجب اضافتها لحقل بالاستعانة بالبيانات والقياسات التالية:

عمق المنطقة الجذرية، سم	وزن التربة الرطبة، غم	وزن التربة الجاف، غم
0- 25	134.6	126.82
25-50	136.28	127.95
50-75	122.95	115.32
75-100	110.92	102.64

الكثافة الظاهرية = 1.5 غم سم$^{-3}$، سعة مسك اتربة للماء = 17.8 سم ماء متر تربة$^{-1}$.

كفاءة الري = 70 %.

الحـــــــــــل:

رطوبة التربة عند الاعماق المختلفة (Pw) تساوي

$$Pw_{0-25} = \frac{134.6 - 126.82}{126.82} \times 100 = 6.14\%$$

عمق الماء الموجود في التربة

$$d_{0-25} = \frac{Pw \times \rho b}{100} \times D(\text{عمق التربة}) = \frac{6.14 \times 1.5}{100} \times 25 = 2.30 \text{ cm}$$

وبنفس الطريقة لبقية الاعماق حيث ينتج:

عمق الماء الموجود في التربة للعمق 25 – 50 = 2.44 cm

عمق الماء الموجود في التربة للعمق 50 – 75 = 2.47 cm

عمق الماء الموجود في التربة للعمق 75 – 100 = 3.02 cm

اذن المحتوى الرطوبي للتربة في المنطقة الجذرية عند زمن الري يساوي

(كعمق) 2.30 + 2.44 + 2.47 + 3.02 = 10.23 cm

صافي احتياجات الري

IR= 17.80 – 10.23=7.57 cm (عمق الماء الواجب اضافته لسد احتياجات المحصول)

احتياجات الحقل الاروائية(الكلية)

$$FIR = \frac{7.57}{0.70} = 10.81 \text{ cm}$$

تمرين2:

حقل قطن مساحته 20 دونم يروى من نهر فرعي فاذا كانت المعلومات المناخية المتوفرة خلال شهر نيسان هي (Kc=0.65 ، p= 9.5% ، t=20) احسب:

أ- الاستهلاك المائي بالمتر المكعب/ دونم (مشارة).
ب-اذا كان التوصيل الكهربائي لماء النهر1 ديسي سيمنز م$^{-1}$ ولماء البزل 5 ديسي سيمنز م$^{-1}$ ، ماهي احتياجات الغسل.
جـ- اذا كانت كفاءة الري 70 % ماهي احتياجات الحقل الاروائية (الكلية).
الحـــــل:
أ-

$$Cu = k_C P(0.46T_C + 8.13)$$
$$Cu = 0.65 \times 9.5\,(0.46 \times 20 + 8.13) = 107 \text{ mm month}^{-1}$$
$$= 10.7 \text{ cm month}^{-1} = 267.5 \text{ m}^3 \text{ D}^{-1} \text{ month}^{-1}$$

ب –

$$LR = \frac{E_{ciw}}{Ec_{dw}} = \frac{1}{5} = 0.2$$

جـ -

$$FIR = \frac{IR}{(1 - LR)E_i}$$
$$FIR = \frac{267.5}{(1 - 0.2)(0.70)}$$

$$= 477.6 \text{ m}^3 \text{ D}^{-1} \text{ month}^{-1}$$
$$= 9552 \text{ m}^3 \text{ 20D}^{-1} \text{ month}^{-1}$$

تمرين3:
احسب مقنن الحقل لشهر اذار مستعملاً معادلة جانس ـــ هيس اذا علمت ان ($R_S = \frac{510 \text{ Cal}}{\text{cm}^2 \text{ day}}$ ، $T_C = 15$ °م) حيث ان الدورة الزراعية المتبعة تحتم ان يكون ثلث المساحة لزراعة القطن K_C= 0.65 والباقي للمزروعات الشتوية K_C=0.85 وان مناوبة الري المتبعة ثلاثية (5 ايام ري و 10 ايام توقف) وفي دور المناوبة الواحدة تروى جميع مساحة القطن ونصف المزروعات الشتوية وان الفترة بين الريات هي 15 يوم. افترض ان ملوحة ماء الري والبزل 0.8، 4 ديسي سيمنز م$^{-1}$ على التوالي وكفاءة الري 0.85.
الحـــــل:

$$ETP = R_S\,(0.025T_C + 0.08)$$
$$ETP = \frac{510}{590}\,(0.025 \times 15 + 0.08) = 0.39 \text{ cm day}^{-1}$$

حيث ان H_V في درجة حرارة 15 °م تساوي 590 سعرة تقريباً

$$ETP = 0.39 \times 31 \cong 12 \text{ cm month}^{-1}$$
$$ET_{cotton} = ETP \times K_c$$
$$ET_{cotton} = 12 \times 0.65$$

$= 7.8\ \text{cm month}^{-1} = 195\ \text{m}^3\ \text{D}^{-1}\ \text{month}^{-1}$

$$\text{LR} = \frac{\text{E}_{\text{ciw}}}{\text{Ec}_{\text{dw}}} = \frac{0.8}{4} = 0.2$$

$$\text{FIR}_{\text{total}} = \frac{\text{IR}}{(1-\text{LR})\text{E}_{\text{i}}}$$

$$\text{FIR} = \frac{195}{(1-0.2)(0.85)} = 287\text{m}^3\ \text{D}^{-1}\ \text{day}^{-1}$$

بالنسبة للمحاصيل الشتوية بنفس الطريقة:

$\text{ET} = \text{ETP} \times \text{K}_c = 0.39 \times 0.85$
$= 0.33\ \text{cm day}^{-1} = 10.3\ \text{cm month}^{-1}$
$= \frac{10.3}{100} \times 2500 = 257.5\ \text{m}^3\ \text{D}^{-1}\ \text{month}^{-1}$

$$\text{FIR} = \frac{257.5}{(1-0.2)(0.85)} = 378.7\text{m}^3\ \text{D}^{-1}\ \text{day}^{-1}$$

وحسب الدورة الزراعية المتبعة والفترة بين الريات يمكن حساب مقنن الحقل وكما يلي:

$$\text{Field discha} = \frac{1}{3}\left(\frac{287}{2 \times 5}\right) + \left(\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}\right)\left(\frac{378.7}{1 \times 5}\right) = 34.81\text{m}^3\ \text{D}^{-1}\ \text{day}^{-1}$$

تمرين4:

احسب التصريف المطلوب لري حقل مساحته 10 هكتار مزروع كالاتي:

المحصول	المساحة المزروعة، هكتار	الاستهلاك المائي، سم
الحنطة	5	45
البطاطا	2	50
الباقلاء	1	15
محاصيل اخرى	2	10

فاذا كان فصل النمو 4 شهر وان الري يجري بمعدل 8 ساعات يومياً، بافتراض ان كفاءة نقل الماء من المصدر حتى الحقل 80 % وكفاءة الارواء 70 %.

الحـــــــــــــل:

نحسب اولاً التصريف الذي يجب ان يعطى للحقل

حقل الحنطة

التصريف (Q) × الزمن (t) = المساحة المروية (a) × عمق الماء (d)

$$Q \times (4 \times 30 \times 8) = (5 \times 10000)\left(\frac{45}{100}\right) = 23.43\ m^3\ h^{-1}$$

وبنفس الطريقة للمحاصيل الاخرى حيث ينتج

$Q=10.41\ m^3\ h^{-1}$ (حقل البطاطا)

$Q=1.56\ m^3\ h^{-1}$ (حقل الباقلاء)

$Q=2.08\ m^3\ h^{-1}$ (محاصيل اخرى)

اذن التصريف الذي يجب ان يصل الى الحقل يساوي

$23.43 + 10.41 + 1.56 + 2.08 = 37.48\ m^3\ h^{-1} = 10.41\ L\ S^{-1}$

ولما كانت كفاءة الارواء 70 % هذا يعني ان الضائعات المائية في الحقل تساوي 30 % اذن التصريف الذي يجب ان يصل الحقل يساوي:

$$\frac{10.41}{0.70} = 14.87\ L\ S^{-1}$$

ولما كانت كفاءة النقل تساوي 80 % فان ضائعات النقل مقدارها 20 % اذن التصريف الذي يجب ان يعطى من المصدر يساوي:

$$\frac{14.87}{0.80} = 18.58\ L\ S^{-1}$$

التصريف الذي يجب ان نحصل عليه من المصدر لتعويض الضائعات المائية الحقلية وضائعات النقل من المصدر.

المادة: الري **المرحلة: الثالثة**

المحاضرة الرابعة **القسم: التربة والموارد المائية**

الجزء العملي

تمرين 1:

صمم قناة ري مفتوحة تنقل تصريف مقداره 4.2 م^3 ثا$^{-1}$ اذا كان انحدارها 0.09 % وعرض قعرها 1.21 م وانحدارها الجانبي 2 : 1 علماً ان معامل الخشونة يساوي 0.03 من الشائع في القنوات، ان العمق يكون غير معلوم وينبغي ان تكون هناك محاولات عدة لمعرفة العمق. ولكي نصمم مثل هذه القناة يجب ايجاد ابعاد القناة بحيث تكون قيمة (A×V) مقاربة او مساوية الى 4.2 م^3 ثا$^{-1}$ علماً فضلة العمق تمثل 10% من عمق الماء في القناة.

الحل:

بافتراض ان d = 1.2 م

$$R = \frac{bd + zd^2}{b + 2d\sqrt{z^2 + 1}}$$

$$R = \frac{1.21 \times 1.2 + 2 \times 1.2^2}{1.21 + 2 \times 1.2\sqrt{2^2} + 1} = 0.66m$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \rightarrow V = \frac{1}{0.03} \times 0.66^{2/3} \times 0.0009^{1/2} = 0.76m\ s^{-1}$$

$A=bd + zd^2 \longrightarrow A = 1.21\times1.2 + 2\times1.2^2 = 4.4\ m^2$

$Q= A\times V \longrightarrow Q = 4.4\times0.76 = 3.34\ m^3\ s^{-1}$

ان قيمة التصريف واطئة لذلك نزيد من قيمة d الى 1.34 م فنحصل على:

$R= 0.723\ m\ ,\ V=0.806\ m\ s^{-1}\ ,\ A= 5.212\ m^2$

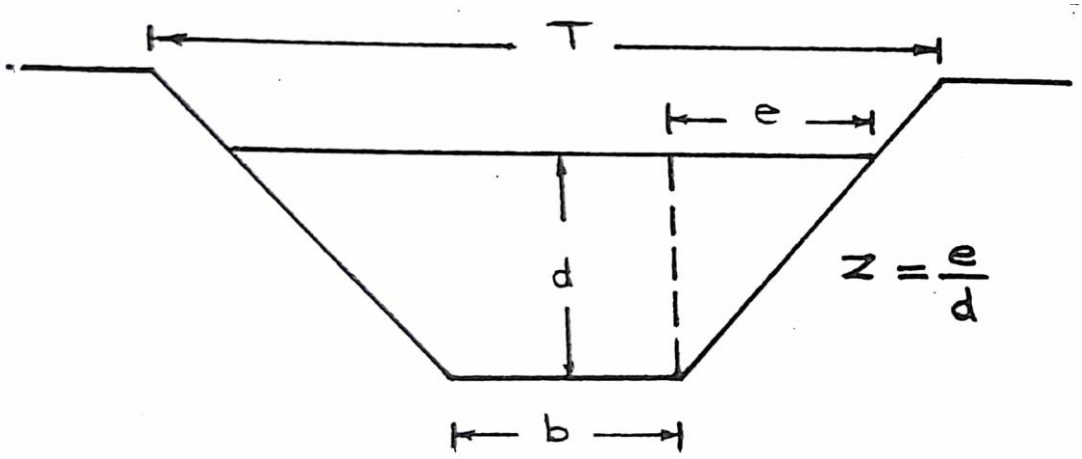
$Q= A\times V \longrightarrow Q = 5.212 \times 0.806=4.2\ m^3\ s^{-1}$

وهذه القيمة تساوي تصريف القناة المطلوب، وباكمال بقية الحسابات نحصل على:

t= 6.57 م ، T = 7.106 م ، D = 1.374 م

تمرين2:

قناة على شكل شبه منحرف انحدارها الجانبي 1 : 1 وتصريفها 21 م^3 في الثانية وانحدارها الطولي 1 : 2000 (50 سم/ كم)، صمم قناة بحيث تعطيك امثل مقطع هيدروليكي باستعمال معادلة مانينك وبافتراض ان قيمة n تساوي 0.01 .



$1 = Z$

$0.0005 = 1/2000 \quad = S$

لامثل مقطع هيدروليكي $T = 2d\sqrt{z^2 + 1}$

$b + 2zd = 2d\sqrt{z^2 + 1}$

$b + 2zd = 2d\sqrt{1^2 + 1} \quad \rightarrow \quad b = 0.828d$

لامثل مقطع هيدروليكي

$Q = A\ \frac{1}{n}\ R^{2/3}\ S^{1/2} \rightarrow A = d(\ b + zd) \rightarrow A = d(0.828d + d)$

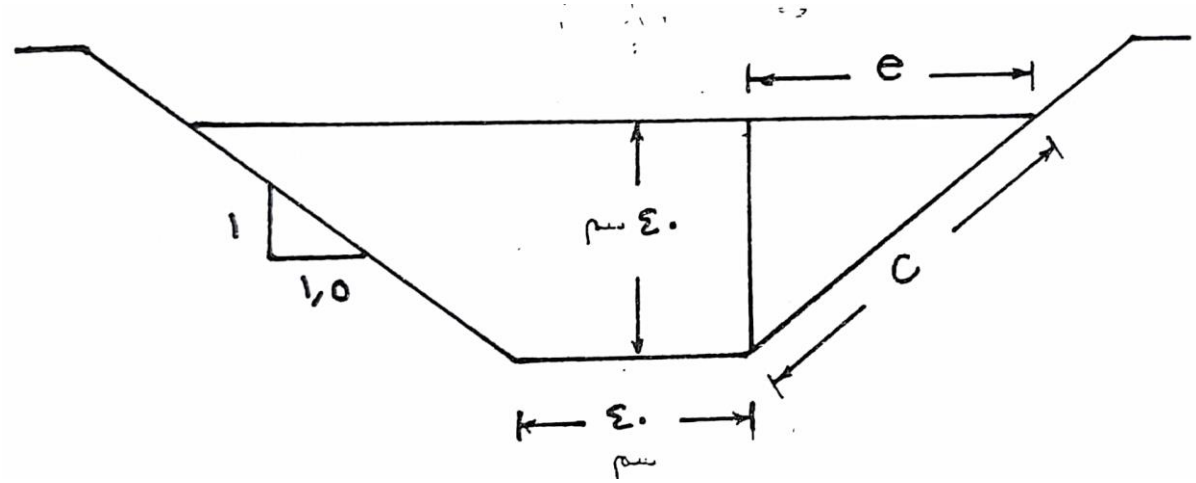
$A= 1.828d^2$

$21 = 1.828d^2\ \times \frac{1}{0.01} \times (\frac{d}{2})^{\frac{2}{3}}\ \times\ (0.0005)^{\frac{1}{2}} \quad \rightarrow d = 2.197\ m$

$b= 0.828\times\ 2.197 = 1.819\ m$

تمرين3:

قناة ترابية بانحدار 0.1 % وعمق الماء فيها 40 سم وعرض قعرها 40 سم وانحدارها الجانبي 1.5: 1، احسب التصريف بافتراض ان n = 0.025.



$$Z = \frac{e}{d} \quad \rightarrow e = 40 \times 1.5 = 60cm$$
$$t = 60 + 40 + 60 = 160cm = 1.6\ m$$
$$C = \sqrt{e^2 + d^2} \quad \rightarrow C = \sqrt{60^2 + 40^2} = 72cm = 7.2m$$
$$p = 72 + 40 + 72 = 184cm = 1.84m$$
$$A = \frac{40 + 160}{2} \times 40 = 4000cm^2 = 0.4m^2$$
$$S = \frac{0.1}{100} = 0.001m$$
$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.4}{1.84} = 0.217\ m$$
$$V = \frac{1}{n}\ R^{\frac{2}{3}}\ S^{\frac{1}{2}} \quad \rightarrow V = \frac{(0.217)^{\frac{2}{3}}\ (0.001)^{\frac{1}{2}}}{0.025} = 0.456m\ s^{-1}$$
$$Q = A \times V \quad \rightarrow Q = 0.4 \times 0.456 = 0.182\ m^3\ s^{-1} = 182L\ S^{-1}$$

تمرين4:
احسب مقدار الفقد بالطاقة بسبب الاحتكاك لانبوب طوله 300 م وقطره 15 سم اذا كان التصريف يساوي 2.73 م^3 دقيقة$^{-1}$ (معامل الاحتكاك f=0.01).

تمرين5 :
احسب معدل سرعة الجريان في انبوب خرساني باستعمال معادلة مانينك بالنظامين المتري والانكليزي اذا علمت ان: معامل مانينك n =0.015 ، انحدار القناة S = 0.001 م م$^{-1}$
قطر الانبوب الداخل D = 0.5 م =1.64 قدم.
النظام المتري

$$v = \frac{0.397}{n}\ D^{2/3}\ S^{1/2} \rightarrow V = \frac{0.397}{0.015} \times (0.5)^{\frac{2}{3}} \times (0.001)^{\frac{1}{2}} = 0.527m/s$$

ويمكن الحل بالنظام الانكليزي:

$$v = \frac{0.59}{n} D^{2/3} S^{1/2} \rightarrow V = \frac{0.59}{0.015} \times (1.64)^{\frac{2}{3}} \times (0.001)^{\frac{1}{2}} = 1.729 \text{ f/s}$$

Q =2.73 م^3 دقيقة$^{-1}$ = 0.0455 م^3 ثا$^{-1}$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0455}{\frac{\pi}{4} \times 0.15^2} = 0.64 \text{ m s}^{-1}$$

$$h_f = \frac{fL}{D} \times \frac{V^2}{2g} \rightarrow V = \frac{0.01 \times 300 \times 0.64^2}{0.15 \times 2 \times 9.8} = 0.65\text{m}$$

د. سعد عناد الأديمي