



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة ديالى – كلية الزراعة

قسم علوم المحاصيل الحقلية

# الري والبزل

إعداد

أ.د. محمد علي عبود

للعام الدراسي (2021- 2022)

الفصل الدراسي الثاني

## المحاضرة الأولى : مفهوم الري ، مصادر مياه الري ونوعية مياه الري

**علم الري Irrigation science**: علم يبحث في مصادر مياه الري وطرق التحكم بها واستغلالها وايصالها للحقول الزراعية. ويشتمل على تخطيط وتصميم وتنفيذ منشآت الري ونقل وتوزيع مياه الري ودراسة طرق اضافتها واحتساب الاحتياجات المائية للنبات.

### مهام علم الري

1: تخزين المياه بانشاء السدود والخزانات على مجاري الانهار.

2: نقل وتوزيع المياه من مصادرها الطبيعية الى الحقول الزراعية.

3: اضافة المياه للحقول الزراعية بالطرق المناسبة.

4: استغلال الطاقة المائية في توليد الطاقة الكهربائية.

### الري Irrigation:

هو إضافة الماء الى التربة بقصد امدادها بالرطوبة اللازمة لنمو النبات. كما يعرف الري بأنه اضافة الماء للتربة لتحقيق الاغراض الآتية:

1: تجهيز التربة بالرطوبة اللازمة لنمو النبات.

2: تأمين المحصول ضد فترات الجفاف القصيرة المدى.

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

4: غسل أو تخفيف الاملاح في المنطقة الجذرية.

5: تقليل خطورة تصلب القشرة السطحية للتربة.

6: تسهيل العمليات الزراعية المختلفة لخدمة المحصول.

### مصادر مياه الري:

- مياه الامطار
- الثلوج
- مياه الانهار وروافدها
- مياه البحيرات والاهوار
- المياه الجوفية كالابار والينابيع

## نوعية مياه الري Irrigation Water Quality

ان المتطلبات الموضوعية لخواص الماء المستعمل للري تختلف من مكان الى آخر نظراً لتنوع الظروف المناخية وظروف التربة والنبات وطريقة الري.

لغرض الحكم على نوعية المياه يجب اخذ الخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للماء بنظر الاعتبار مضافاً الى شروط الاستعمال الموضوعية الآتية التي تلعب دوراً في الري وهي :

1: المناخ 2: التربة 3: النبات 4: طريقة الري وكمية الماء وموعد اضافة الماء وكفاءة البزل

### الخواص الفيزيائية لماء الري

من الخواص الفيزيائية المهمة للماء ، درجة الحرارة وحمولة الماء من المواد العالقة ذات المصدر العضوي والمعدني والتي تحدد نوعية الماء من حيث صلاحيته للري. في حين ان الخصائص الفيزيائية الاخرى مثل الكثافة والعسرة والشد السطحي وغيرها لا تؤخذ على الاغلب في الاعتبار.

### الخواص الكيميائية لماء الري

عند الحكم على نوعية مياه الري تعطى أهمية خاصة لمكوناته الذائبة وبخاصة الأملاح الذائبة في ماء الري. إذ أنها تحدد بشكل كبير صلاحية الماء لري المحاصيل الزراعية المختلفة.

أهم المكونات الأساسية هي الأيونات الموجبة cations ، الكالسيوم  $Ca^{+2}$  والمغنسيوم  $Mg^{+2}$  والصوديوم  $Na^{+}$  والبوتاسيوم  $K^{+}$ .

الأيونات السالبة Anions ، مثل الكربونات  $CO_3^{-2}$  والبيكاربونات  $HCO_3^{-}$  والكبريتات  $SO_4^{-2}$  والكلورايد  $Cl^{-}$  والنترات  $NO^{-}$ .

ان اغلب التحليلات الكيميائية للماء تسجل بال (ملغم/لتر) وهي مساوية لجزء لكل جزء بالمليون ppm.

1 غم ملح / لتر = 1000 ملغم / لتر = 1000 جزء بالمليون

1 جزء بالمليون = 1 ملغم / لتر = 0.001 غم / لتر

وان استعمال الايصالية الكهربائية EC (electrical conductivity) اصبح المقياس للدلالة على ملوحة التربة أو نوعية ماء الري.

ان قيمة EC لسائل ما تزداد مع زيادة كمية العناصر (الايونات) المذابة فيه. وهنا تقاس المقاومة التي يبديها المحلول لسريان التيار الكهربائي من خلاله. وتعطى نتيجة القياس كقيمة مقلوبة للمقاومة المقاسة بالأوم/سم (ohm/cm). ويرمز الوحدة الـ EC برمز هو (mho) والوحدات الحديثة يستعمل سيمنز Siemens بدلاً من الـ mho .

1 مو = 1/أوم = 1 سيمنز

1 ملي موز / سم = ديسي سمنز / م

### Criteria for irrigation water quality معايير نوعية مياه الري الري

ان المعايير المختارة لتقييم نوعية مياه الري ينبغي ان تظهر قابليته على احداث تغييرات ضارة في خواص التربة او تأثير ضار على نمو المحصول او الحيوان او الانسان الذي يستهلك ذلك المحصول.

وتستعمل عادة ثلاث خصائص لتقييم ماء الري وهي :

1- الملوحة Salinity

2- الصودية Sodicity

3- السمية Toxicity

**الملوحة:** ان تأثير الاملاح يعود بصورة رئيسة الى الجهد التنافذي وتأثيره في نمو المحصول. والملوحة ترتبط بتركيز الاملاح الكلية الذائبة (total soluble salts) اكثر من ارتباطها بالمكونات الخاصة لهذه الاملاح.

جدول (1) تصنيف ماء الري نسبة الى محتواه من الاملاح الكلية الذائبة والايصالية الكهربائية (مختبر الملوحة الأمريكي)

الصنف و الضرر الناتج عن الكمية الكلية للاملاح	كمية الاملاح المعادلة (ملغم / لتر)	الايصالية الكهربائية ديسي سمنز / م (ds/m)
صنف C1 قليل الماء ملائم لأغلب النباتات والترب مع احتمال قليل لنشوء خطر التملح ، الغسل الناتج عن الري كافي لتخلص من الاملاح	0 – 160	0 – 0.25
صنف C2 متوسط الماء ملائم للنباتات جيدة التحمل للاملاح في حالة الغسل الكاف للتربة	160 – 480	0.25 – 0.75
صنف C3 شديد الماء ملائم للنباتات جيدة التحمل للاملاح في تربة جيدة البزل ، يلزم اضافة كمية ماء اضافية لغرض الغسل	480 – 1440	0.75 – 2.25
صنف C4 شديد جداً الماء ملائم للنباتات المتحملة جداً للملوحة في تربة نفاذة جيدة البزل ، يلزم الغسل الشديد للاملاح	1440 - 2200	2.25 – 5.0

جدول (2) يستعمل تصنيف اخر في روسيا (الاتحاد السوفيتي سابقاً) لنوعية مياه الري

صنف الجودة	المحتوى الملحي (ملغم/لتر)
ماء افضل نوعية	200 – 500
ماء يمكن ان يسبب اضراراً ملحية وقلوية	1000 – 2000
ماء يمكن ان يستخدم فقط عند البزل والغسل الجيدين	3000 - 7000

الصودية : من بين الايونات الموجبة يكون الصوديوم ذا أهمية خاصة بسبب تاثيره الشديد في التربة. اذ ان الترب الحاوية على Na تميل الى التثنت وتكون قشرة متماسكة عند الجفاف تقلل من نمو المحاصيل واختراق البادرات لسطح الأرض.

يمكن التعرف على حالة الصوديوم في ماء الري من خلال:

1- نسبة امتزاز الصوديوم (Sodium Adsorption Ratio , SAR):

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \text{ meq/l}$$

جدول (3) تصنيف ماء الري حسب ال SAR (مختبر الملوحة الأمريكي)

الايصالية الكهربائية دي سي سمنز / م عند درجة 25° سيليزية				الصنف والضرر الناتج عن الصوديوم
2.250	0.750	0.250	0.100	
نسبة امتزاز الصوديوم SAR				
0 - 4	0 - 6	0 - 8	0 - 10	S 1 قليل
4 - 9	6 - 12	8 - 15	10 - 18	S 2 متوسط
9 - 14	12 - 18	15 - 22	18 - 26	S 3 شديد
14 <	18 <	22 <	26 <	S 4 شديد جداً

### السمية Toxicity Hazard

بالنسبة لنوعية ماء الري تختلف مشكلة السمية عن مشكلة الملوحة والصودية . وهذا بسبب الطبيعة الخاصة جداً للأيونات السامة سواء بالنسبة للموقع الجغرافي او للمحاصيل المتأثرة.

تحصل السمية للمحصول نتيجة لامتناس وتراكم عناصر معينة ضمن النسيج النباتي. والسمية قد تصاحب او لا تصاحب مشكلتي ملوحة التربة او نفاذية التربة.

والعناصر التي ربما تسبب قلقاً تحت ظروف معينة هي البورون والكلورايد بالدرجة الأولى.

البورون: يعد البورون من العناصر الغذائية الأساسية الصغرى التي لا يستغنى عنه لنمو النبات ولكن وجوده بكميات كبيرة يعد ساماً للنبات.

#### جدول (4) حساسية بعض المحاصيل الزراعية للبورون

الصف	تركيز البورون (جزء بالمليون)	خطر السمية
1	أقل من 0.5	امين للمحاصيل الحساسة
2	0.5 – 1.0	ظهور اضرار خفيفة الى متوسطة للمحاصيل الحساسة
3	1.0 – 2.0	ظهور اضرار خفيفة الى متوسطة للمحاصيل نصف المتحملة
4	2.0 – 4.0	ظهور اضرار خفيفة الى متوسطة للمحاصيل المتحملة
5	4.0	خطر لجميع المحاصيل

#### خطر الكلورايد Chloride Hazard

يوجد ايون الكلور في مياه الري والتربة بتركيز مختلفة ان عنصر الكلور لا يؤثر تأثيراً ضاراً في خواص التربة ولهذا تهمل نوعية التربة عند تصنيف مياه الري بالنسبة لمحتوى الكلور.

#### العناصر الضارة الأخرى في ماء الري

يمكن ان تحتوي المياه إضافة الى العناصر الغذائية على مواد مضرّة ومثبطة للنمو. بعض المواد الموجودة بكميات ضئيلة تعد عناصر غذائية صغرى ضرورية لنمو النبات ولكن وجودها بتركيز عالية يجب ان ينظر اليه كمادة ضارة.

ان جزءاً كبيراً من هذه المواد تصل مع مياه المجاري الى الأنهار والبحيرات وتبلغ في بعض الأحيان حداً تجعل هذه المصادر المائية غير صالحة لاستعمالها للزراعة الاروائية.

من هذه العناصر الالمنيوم والباريوم والحديد والرصاص والزنك والكاديوم والكوبالت والليثيوم والمولبدنيوم والنحاس والنيكل.

## المحاضرة الثانية : بعض الاساسيات المتعلقة بالتربة والماء

### خصائص التربة الفيزيائية المرتبطة بالري :

للخواص الفيزيائية للتربة اهمية كبيرة في استعمالاتها الزراعية والهندسية. ان ادخال اراضي جديدة تحت نظام الزراعة الإروائية يتطلب من المشتغلين بالري والزراعة الالمام بعوامل وخصائص عديدة يتعلق قسم منها بدراسة خصائص التربة الفيزيائية ذات العلاقة بالري، لذا يكون من الضروري الاحاطة ببعض خواص التربة المرتبطة ارتباطاً مباشراً بالري وكما يلي:

### نسجة التربة Soil Texture :

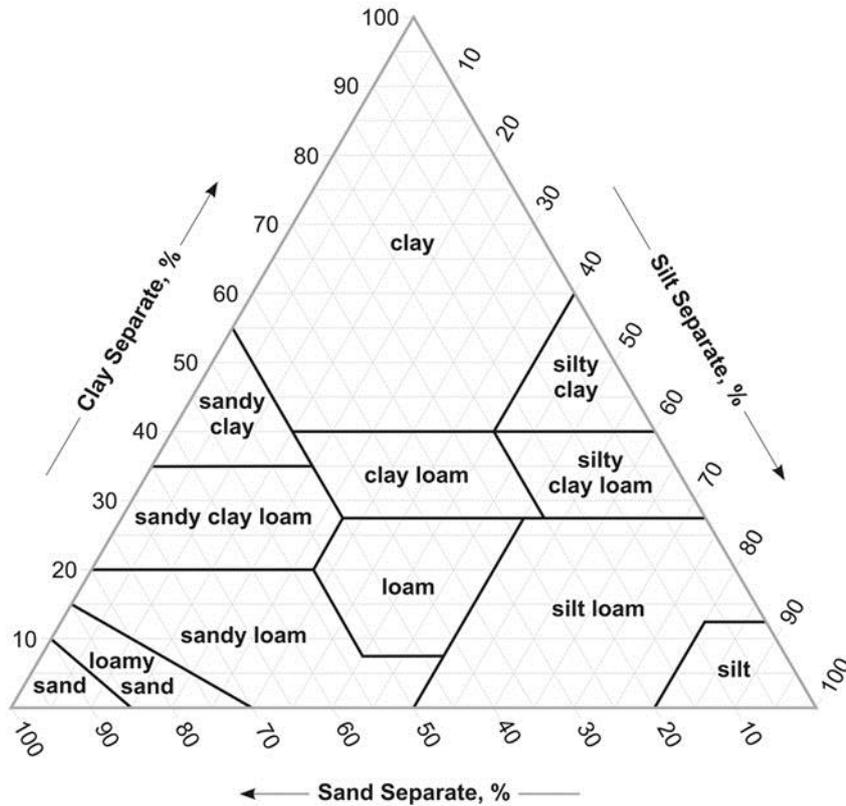
تعرف نسجة التربة بانها التوزيع النسبي للأحجام المختلفة لمفصولات التربة وهي الرمل والغرين والطين. وتشير نسجة التربة الى مدى خشونة ونعومة التربة وسهولة او صعوبة خدمتها. ان معرفة نسب المكونات الاساسية للتربة ذات دلالة كبيرة ، فالتربة التي يسود فيها الطين تكتسب قواماً ناعماً وتكون خدمتها صعبة. ان زيادة نسبة 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 قواماً خشناً وتسهل خدمتها، وتؤثر نسبة الدقائق الخشنة تأثيراً مباشراً على الخصائص المائية وتهوية التربة. عموماً فإن التربة التي تحتوي على نسب متساوية او متقاربة من الرمل والغرين والطين سوف تجمع بلا شك احسن الخصائص التي يفترض توفرها والتي تسهل عمليات الري وترفع من كفاءة نظام الزراعة الاروائية. وتعتبر نسجة التربة عاملاً مهماً الى درجة كبيرة في تحديد عمق الماء الذي يمكن تخزينه في عمق معين من التربة.

تقسم مفصولات التربة حسب احجامها وبالنظامين الامريكي والعالمي كما موضح في الجدول الآتي:

جدول ( 1 ) تصنيف مفصولات التربة حسب احجامها

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

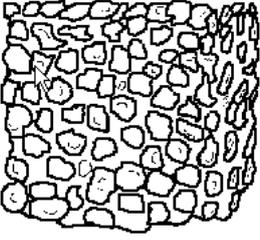
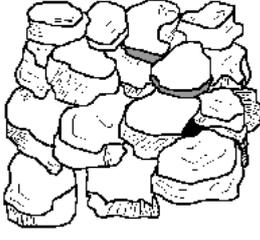
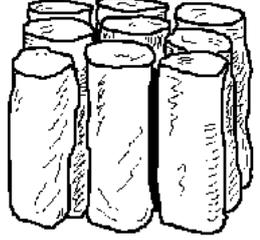
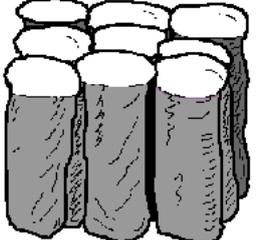
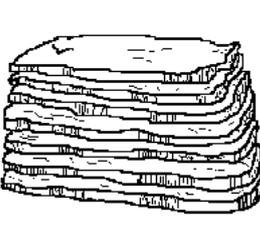
يتضح مما سبق بان التربة تتكون من مجموعة من المفصولات تختلف كثيراً في نسبها واشكالها وتتحدد بموجبها اصناف النسجة ، شكل (1)



شكل (1) مثلث تحديد نسجة التربة

### تركيب التربة (بناء التربة) Soil structure

يقصد بتركيب التربة بأنه انتظام دقائق التربة الأولية (Primary particles) ومجاميعها (aggregates) في نظام معين. يؤدي الاختلاف في انتظام هذه الدقائق والمجاميع بين تربة وأخرى الى اختلاف في احجام واشكال وانتظام المسامات البينية (pore spaces)، والذي يؤثر بدوره في حركة الماء وقابلية التربة على مسك الماء وتهوية التربة وحرارتها وكثافتها الظاهرية وخصوبتها وفعاليتها الاحياء الدقيقة ومقاومة التربة لنمو الجذور وتحمله لحركة الآلات الزراعية، ان جميع الفعليات التي يقوم بها الفلاح من الحراثة والعزق والبزل والتسميد وازضافة المحسنات ماهي الا محاولات لتغيير تركيب التربة. يمكن تقدير تركيب التربة بمعرفة حجم وشكل ووضوح مجاميع التربة بالدرجة الاساسية وكذلك ثباتيتها وصلابتها وطبيعة توزيع مساماتها. يعتبر تركيب التربة عاملاً مهماً في تحديد الكثير من خصائص التربة خاصة طبيعة التوزيع الحجمي للمسام وما لذلك من تأثير على حركة الماء. والشكل (2) يوضح بعض انواع التركيب الشائعة ومنها اشكال تمثل التركيب الجيد مثل الحبيبي (granular) والرديء مثل التركيب الصفائحي (platy) ويوضح الشكل(3) علاقة نوع تركيب التربة بنمو النبات وحركة الماء والبزل واختراق الجذور للتربة.

		
<b>Granular:</b> Resembles cookie crumbs and is usually less than 0.5 cm in diameter. Commonly found in surface horizons where roots have been growing.	<b>Blocky:</b> Irregular blocks that are usually 1.5 - 5.0 cm in diameter.	<b>Prismatic:</b> Vertical columns of soil that might be a number of cm long. Usually found in lower horizons.
		
<b>Columnar:</b> Vertical columns of soil that have a salt "cap" at the top. Found in soils of arid climates.	<b>Platy:</b> Thin, flat plates of soil that lie horizontally. Usually found in compacted soil.	<b>Single Grained:</b> Soil is broken into individual particles that do not stick together. Always accompanies a loose consistence. Commonly found in sandy soils.

شكل (2) بعض اشكال البناء الشائعة

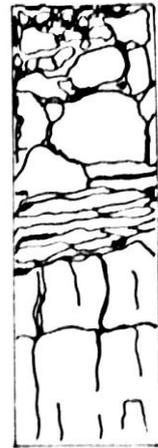
تربة ذات تركيب ردي محدود في الاستخدام الزراعية تركيب جيد ، مفيد للاغراض الزراعية



تركيب قاني ، جيد لانيات  
البذور

تربة ذات بناء جيد يسمح  
باختراق الجذور

بناء عمودي جيد للاغراض  
البزل



بناء كتلي ، يجعل نمو النبات  
صعباً .

تركيب صفائحي ، يحدد نمو  
النبات وحركة الماء .

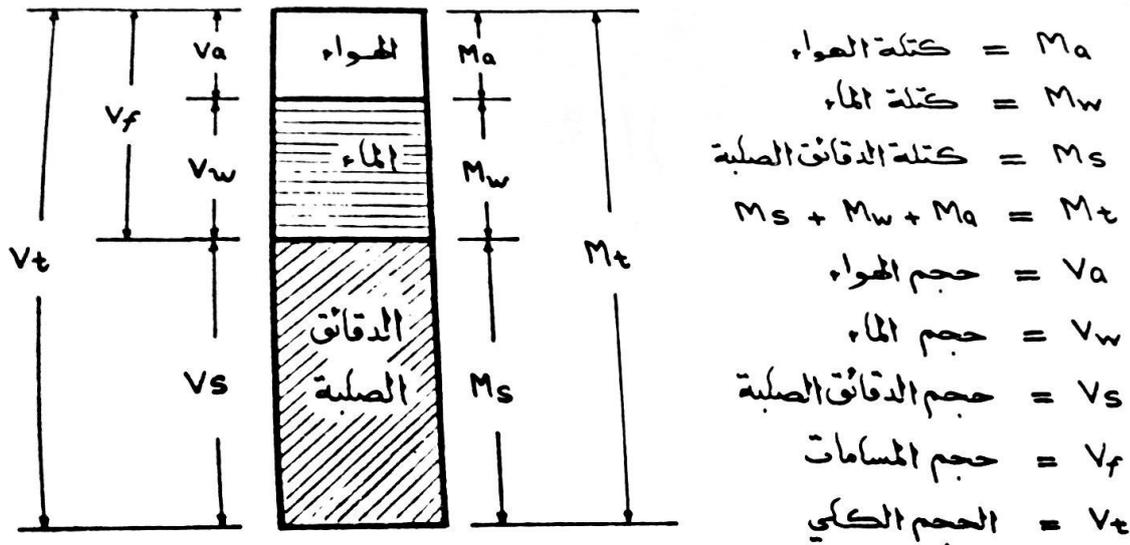
تربة عينية رديئة البزل

شكل (3) علاقة بناء التربة بنمو النبات وحركة الماء والبزل واختراق الجذور للتربة

## كثافة التربة Soil density

تعرف الكثافة الحقيقية للتربة (Particle density) بأنها كتلة وحدة الحجم لدقائق التربة الصلبة (يشمل الحجم هنا المادة الصلبة فقط) وتتراوح عادة لمعظم الترب المعدنية بين 2.55 - 2.75 غم.سم<sup>-3</sup> (يعود ذلك الى تقارب كثافات معادن الكوارتز والفلدسبار والسيليكات التي تكون الجزء الاكبر من الترب المعدنية) وتقل عن ذلك بكثير في الترب العضوية نظراً لانخفاض كثافة الدقائق العضوية نظراً لانخفاض كثافة الدقائق العضوية (كثافة الديال بحدود 1.27 غم. سم<sup>-3</sup> اما الكثافة الظاهرية للتربة (Bulk density) فتعرف بانها كتلة وحدة الحجم للتربة الجافة (ويشمل الحجم هنا المادة الصلبة والمسامات).

ترتبط الكثافة الظاهرية اساساً بنسجة وتركيب التربة وعمليات خدمة التربة والمادة العضوية، وتعكس لنا الكثافة الظاهرية مسامية التربة وسهولة حركة الماء فيها وتهويتها وانتشار الجذور فيها. تكتسب الكثافة الظاهرية للتربة اهمية خاصة للمشتغلين في الري في حساب كميات المياه الواجب اضافتها للتربة لايعصال محتواها الرطوبي لحد معين، ويعبر عن الكثافة الحقيقية والظاهرية بالاستعانة بالشكل (4).



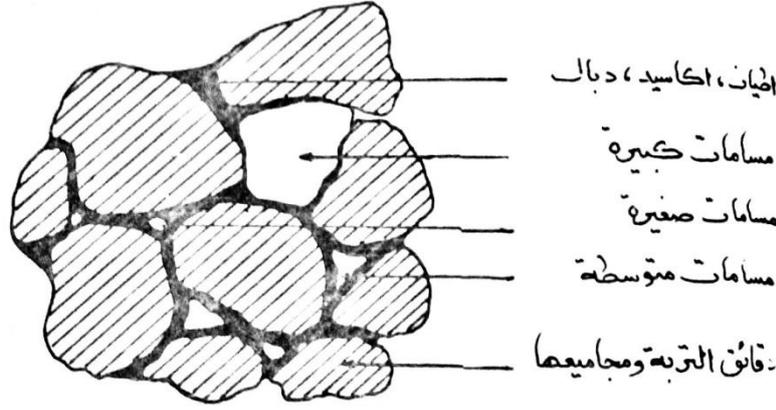
شكل (4) مخطط توضيحي لنظام تربة ثلاثي الاطوار

$$\frac{M_s}{V_s} = (P_s) \text{ حيث ان الكثافة الحقيقية}$$

$$\frac{M_s}{V_s + V_w + V_a} = \frac{M_s}{V_t} = (P_b) \text{ الكثافة الظاهرية}$$

## مسامية التربة والتوزيع الحجمي للمسامات Total porosity and pore size distribution

يقصد بالمسامات البينية ذلك الجزء من حجم التربة المملوء بالماء والهواء (الشكل 5) ، ترتبط مسامية التربة ارتباطاً وثيقاً ببناء ونسجة التربة، وتعرف المسامية الكلية للتربة بانها النسبة المئوية للمسامات في حجم معين من التربة (الحجم الكلي) وهذه المسامات تكون مشغولة بالماء او الهواء او كليهما ويعبر عنها :



شكل (5) المسامات البينية في التربة

$$p = \frac{V_f}{V_t} * 100 = 1 - \frac{P_b}{P_s} * 100$$

ان لمسامية التربة استعمالات مختلفة في المجالات الزراعية والهندسية ولكن من الناحية العلمية فان المهم هو التوزيع الحجمي للمسامات وليس المسامية الكلية. وتمتاز الترب الرملية بان المسامية الكلية لها اقل من الترب الطينية والعضوية ، وتختلف نسبة ما تحتويه الترب من مسامات حسب نسجتها فالترب الطينية تحتوي على نسب كبيرة للمسامات الصغيرة بينما تحتوي الترب الرملية على نسب كبيرة للمسامات الكبيرة. ان ما تهدف اليه عمليات خدمة التربة من الناحية الفيزيائية هو الحصول على توزيع متجانس لمسامات التربة بحيث تتوازن نسب مساماتها الصغيرة والكبيرة مما يؤدي الى حصول حركة مناسبة للماء والهواء وقابلية افضل للتربة للاحتفاظ بالماء.

## المحاضرة الثالثة : ماء التربة

### تصنيف ماء التربة :

يمتاز الماء بإمكانية وجوده في الحالة الصلبة والسائلة والغازية ، وتعتبر الحالة السائلة اكثرها اهمية لأغراض الري ، يصنف ماء التربة كالاتي :

### 1 : ماء الجذب (الماء الجذبي) Gravitational water

ويمثل الجزء الممسوك في المسامات الكبيرة للتربة ويسمى احياناً بالماء الحر او ماء البزل. ويتحرك هذا الماء بحرية تحت تأثير الجذب الارضي ويمكن التخلص منه بدون صعوبة عند توفر ظروف البزل المناسب. يعتبر هذا الماء ذو صلاحية محدودة لاستعمال النبات بالرغم من وجوده بوفرة في التربة.

### 2 : الماء الشعري Capillary water

وهو الماء الممسوك بواسطة قوى الشد السطحي على شكل اغشية مائية حول دقائق التربة ذات السطوح النوعية الكبيرة. يتراوح الشد الذي يمسك به الماء الشعري ما بين السعة الحقلية و معامل التقييد .ولا يكون جميعه متيسراً للامتصاص من قبل النبات وهو محتجز ضد قوة الجذب الارضي.

### 3 : الماء المقيد Hygroscopic water

وهو الماء الممسوك بشد عالي الى سطوح الدقائق وخصوصاً الغروية منها بواسطة قوى التجاذب. ويلتصق تماماً بدقائق التربة بقوة تجعله غير قابل للحركة بتأثير الجاذبية الارضية او قوى الخاصية الشعرية . يبلغ 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 او تيسره للنبات وكالاتي:

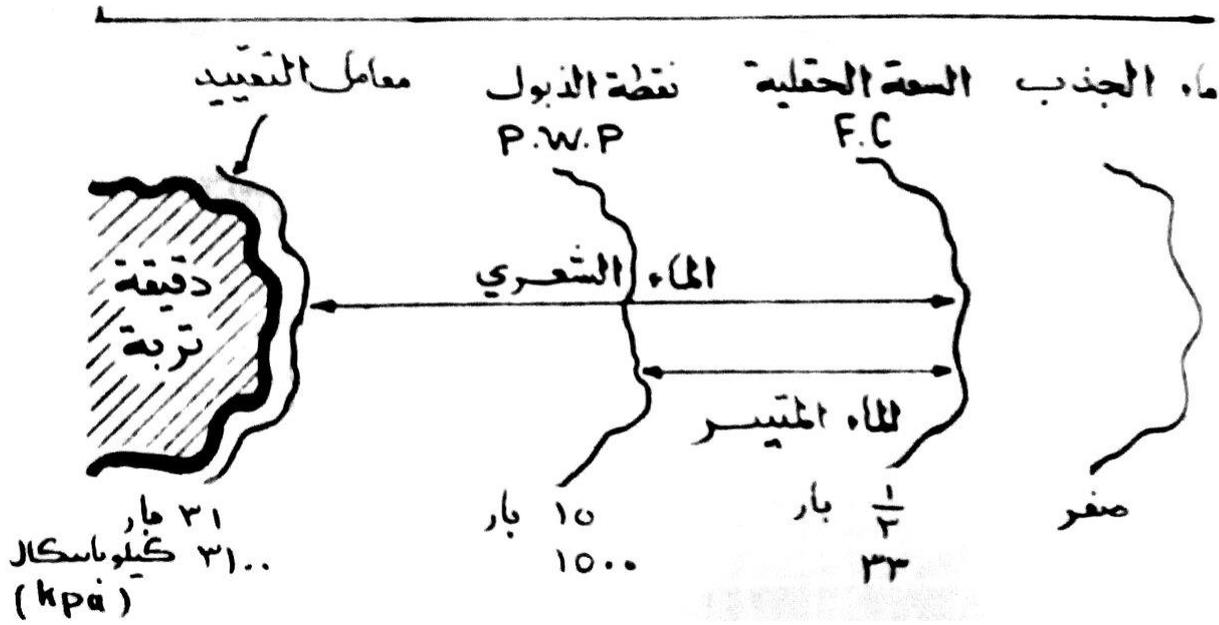
### 1 : ماء الجذب Gravitational water

### 2 : الماء المتيسر Available water

وهو الماء الممسوك بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم وهو المصدر الرئيس للماء المستهلك من قبل النبات، ويعتبر توفير هذا الماء احد اهم اهداف عملية الري.

### 3 : الماء الغير متيسر Unavailable water

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



شكل (6) طبيعة ارتباط الماء بدقيقة التربة

بعض المصطلحات المعبرة عن المحتوى الرطوبي للتربة

### 1: نسبة الاشباع Saturation percentage

عند تمتلئ جميع مسامات التربة بالماء تكون قد وصلت الى سعتها التشبعية او الى قابليتها العظمى على مسك الماء (maximum water holding capacity) ويكون الشد عن هذا الحد تقريباً مساوياً الى الصفر.

### 2: السعة الحقلية (F.C) Field capacity

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

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

يطلق على محتوى التربة الرطوبي عندما تذبل النباتات ذبولاً دائماً (( نقطة الذبول الدائم )) حيث لا يستعيد النبات نموه بعد وضعه 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. وعموماً تقدر طاقة الشد الرطوبي للتربة عند نقطة الذبول الدائم بحوالي 15 ضغط جوي (1500 كيلو باسكال)

### Water movement under saturated condition

### حركة الماء في الظروف المشبعة

يحدث الجريان المشبع في التربة عندما لا يكون الماء تحت تأثير شد. اي في حالة تكون اغلب او جميع مساماتها مملوءة بالماء. وتكون هذه الحالة مهمة في قياس كمية المياه الداخلة الى الابار وكذلك قياس كفاءة منشآت البزل.

ان نظرية حركة الماء في التربة تستند الى قانون دارسي 1856 Darcy :

$$V = K i$$

حيث ان :

$$V = \text{سرعة الجريان (سم/ثا)}$$

$$K = \text{الايصالية المائية (سم/ثا)}$$

$$i = \text{Hydraulic gradient الانحدار المائي}$$

او الفرق بين مستويين مائيين

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

حيث ان :

$$h = \text{شحنة الضغط hydraulic head (سم)}$$

$$L = \text{المسافة بين } h_1 \text{ و } h_2 \text{ (سم)}$$

وينص قانون دارسي على ان كمية الماء التي تمر خلال مقطع عرضي في التربة تتناسب مع انحدار شحنة الضغط المائي

gradient of hydraulic head:

$$Q = K i A$$

حيث ان :

$$V = \text{حجم الماء الجاري لوحددة الزمن (سم}^3\text{/ثا)}$$

$$K = \text{مساحة المقطع العرضي للجريان (سم}^2\text{)}$$

اذا عوضنا عن شحنة الضغط في المعادلة (قيمة i) :

$$v = -k \frac{\Delta\psi t}{I}$$

حيث  $I$  هي مسافة الطريق الاكثر تغيراً في الجهد. وتنص هذه المعادلة على ان سرعة الحركة تتناسب مع انحدار الجهد :

$$\text{potential gradient } \frac{\Delta\psi t}{\Delta I}$$

العلاقة السالبة الموجودة في المعادلة تدل على ان الحركة تكون في اتجاه نقصان الجهد، كما تعد هذه المعادلة التعبير العام لحركة الرطوبة في التربة.

ان طبيعة الجهد الكلي  $\psi t$  والايصالية المائية  $K$  يعتمدان على مدى رطوبة التربة التي تحدث الحركة.

في اغلب الترب لا تكون قيمة الايصالية المائية ثابتة ولكنها متغيرة مع الزمن وادارة التربة. وبما ان توزيع المسامات البينية يحدد خصائص النفاذية فان اي عامل يؤثر في المسامات البينية وبالأخص درجة تمدد الغرويات سوف يؤثر في الايصالية المائية ، وكذلك تؤثر فيها الغازات المحصورة في التربة وبالدرجة الاساس في تقليل مساحة المقطع العرضي المتاح للجريان

#### حركة الماء الى داخل التربة Movement of water into soil

يطلق على حركة الماء من سطح التربة الى داخلها الغيظ **infiltration** ، وتسمى الكمية الكلية للماء التي تدخل للتربة في زمن معين بالغيظ التراكمي او الكلي ويمثل بوحدات طول .

اما معدل الغيظ **infiltration rate** فيمثل حجم الماء المار خلال سطح التربة لوحدة المساحة وفي وحدة الزمن ووحداته وحدات (حجم / مساحة / زمن).

ينخفض معدل الغيظ مع استمرار الري الى ان يصل الى قيمة ثابتة وحينها يسمى معدل الغيظ الاساس **Basic infiltration rate**

- يعتبر تتبع حركة الماء من السطح الى التربة ذو اهمية كبيرة لعلاقته بالزمن اللازم للري ويتحدد كمية الماء الواجب اضافته للتربة . يكون معدل الغيظ اعلى ما يمكن في بداية اضافة الماء للتربة بسبب الفرق بين جهد الماء الحر وجهده في التربة وارتفاع قيمة الميل الهيدروليكي ، وتبطأ الحركة تدريجياً نتيجة انخفاض قيمة الانحدار الهيدروليكي مع الزمن.
- يعد غيظ الماء في التربة عاملاً مهماً في تقييم كفاءات الري ، كما يستخدم مع قياسات اخرى كالنفاذية والاحتياجات المائية للنبات والمعلومات المناخية في تحديد افضل طريقة للري ، فضلاً عن ان الغيظ يحدد معدل اضافة الماء وطول المروز والالواح في الري الشريطي كما يدخل ايضاً ضمن حسابات السيح (Runoff)

ان العلاقة بين معدل الغييض مع الزمن يعبر عنها بالمعادلة التجريبية الاتية :

$$I = a T^n + b$$

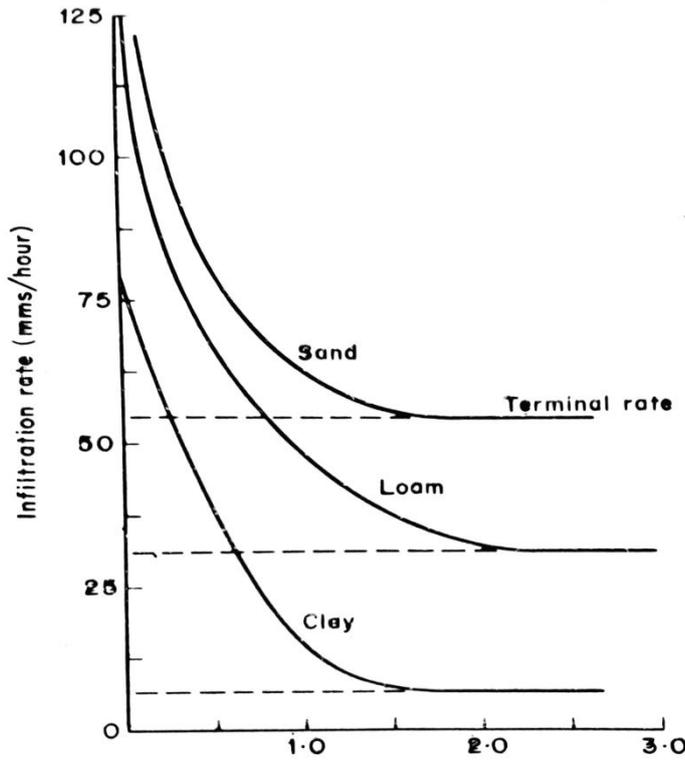
I = معدل الغييض (ملم /ساعة)

T = الزمن الذي مضى بعد الترطيب

a , b , n = ثوابت تتراوح بين الصفر الى الواحد

من العوامل التي تؤثر في غييض الماء في التربة :

- 1- المحتوى الرطوبي البدائي
- 2- عمق الماء فوق سطح التربة و معدل اضافة الماء الى التربة
- 3- خصائص التربة ( خصائص السطح بما فيها الانحدار ، التوصيل الهيدروليكي ، نسجة التربة ، تركيب التربة ، المسامية ، محتوى التربة من المادة العضوية )
- 4- طبيعة الغطاء النباتي
- 5- فترات الري وسقوط الامطار
- 6- درجة حرارة الماء ولزوجته
- 7- اضافة الى عمليات خدمة التربة من حراثة وعزق واستزراع... وغيرها



معدلات غييض نموذجية لانواع ترب مختلفة

### المحاضرة الرابعة : قياسات مياه الري

ان الهدف من قياسات المياه :

1 : امكانية الاستخدام العقلاني لمصادر الثروة المائية 2 : امكانية حساب كفاءة استعمال مياه الري

3 : تقدير نسب الضائعات المائية.

ولا تقتصر اهمية قياسات المياه على الحاجة لها في مجالات الري فقط ، بل تكتسب اهمية ايضاً في حساب كميات المياه الميزولة من نظام بزل معين.

وحدات قياس مياه الري:

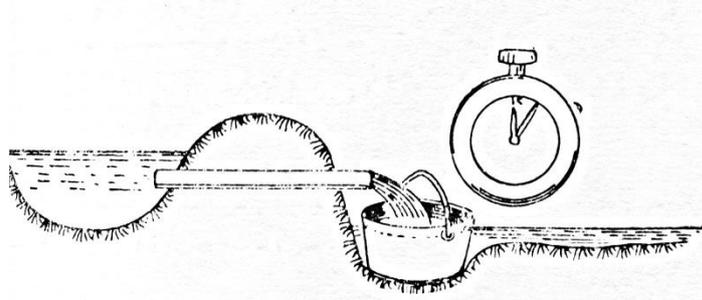
يعبر عن قياسات مياه الري في وضع السكون (في الخزانات والاحواض) بوحدات الحجم كاللتر والمتر المكعب و الهكتار.سم .

اما قياسات مياه الري في حالة الحركة ( الماء الجاري في الانهار والقنوات والانايب) يعبر عنها بوحدات اللتر/ثانية او اللتر /ساعة او المتر مكعب /ثانية او المتر مكعب /دقيقة او الهكتار.سم / ساعة او الهكتار .م /يوم.

طرق قياس مياه الري:

1: الطريقة الحجمية Volumetric method

وهي طريقة مباشرة وبسيطة اقياس التصريف الصغيرة نسبياً كما هو الحال في ري المروز وعند استعمال السحارات (Siphon tubes) وتتضمن جمع الماء المتدفق في حاوية بحجم معلوم ولفترة زمنية مقاسة (شكل 1). ان الزمن اللازم لمليء اناء ذو حجم معين يعطي معدل التصريف.



شكل 1 الطريقة الحجمية في قياس التصريف

مثال :

لو افترضنا حاوية سعتها 20 لتر امتلئت بالماء المتدفق من مضخة صغيرة خلال 20 ثانية فان تصريف المضخة يحسب كالآتي:

التصريف = حجم الحاوية (لتر) / الزمن اللازم لملئها (ثانية)

$$= 20 / 20 = 1 \text{ لتر /ثانية}$$

**2: طريقة الطوافة Float method**

وهي من اسهل الطرق المستخدمة في قياس تصاريف المياه ونعتمد على سرعة الجريان ومساحة المقطع العرضي للجريان (شكل 2) . 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.

وبواسطة هذه الطريقة يتم قياس السرعة السطحية لجريان الماء ، ولان سرعة الجريان على السطح تزيد عن معدل سرعة الجريان في القناة لذا يستخرج معدل سرعة الجريان من خلال حاصل ضرب السرعة السطحية المقاسة بواسطة الطوافة في معامل التصحيح والذي ترتبط قيمته بدرجة الخشونة وشكل القناة وعمق الجريان وتتراوح قيمته بين (0.8-0.9) بمعدل (0.85) ويمكن حساب التصريف من خلال هذه الطريقة كما يأتي:

$$\text{التصريف} = \text{السرعة السطحية} \times \text{معامل التصحيح (0.85)} \times \text{مساحة المقطع العرضي للجريان}$$

تستعمل الطوافة الانبوبية لانها تعطي نتائج ادق بكثير من الطوافة العائمة فضلاً عن تأثرها بالرياح ، وقد تستعمل بعض الصبغات كالفلورسين والبرمكانات البوتاسيوم بنفس الطريقة ولنفس الغرض اعلاه.

مثال :

وضعت قطعة خشبية في مجرى مائي معدل مساحته العرضية 1.2 م<sup>2</sup> فقطعت مسافة مقدارها 60 م في فترة زمنية مقدارها 2 دقيقة . احسب تصريف القناة ؟

السرعة السطحية لجريان (المقاسة) = المسافة / الزمن

$$60 \times 2 / 60 =$$

$$0.5 \text{ م/ ثانية} =$$

معدل سرعة الجريان = معامل التصحيح  $\times$  السرعة السطحية المقاسة

$$0.5 \times 0.85 =$$

$$0.425 \text{ م/ثانية} =$$

التصريف = معدل سرعة الجريان  $\times$  مساحة المقطع العرضي للجريان

$$1.2 \times 0.425 =$$

$$0.51 \text{ م}^3/\text{ثانية} =$$

**3: عداد التيار Current meter**

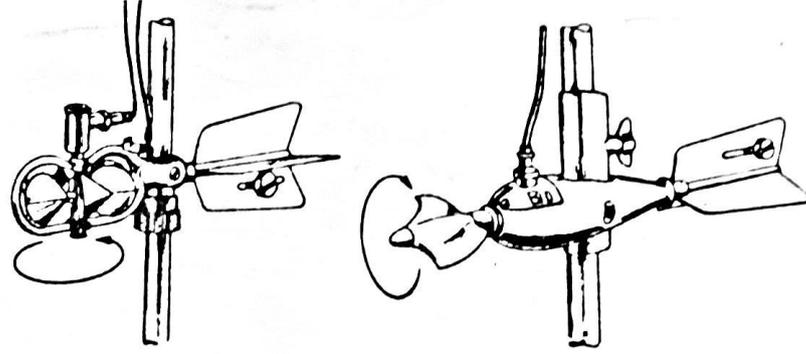
وهي طريقة مباشرة لقياس سرعة الجريان في القنوات والانهار، يتميز جهاز قياس التيار بدقته وصغر حجمه نسبياً ، ويحتسب التصريف عادة بضرب معدل سرعة الجريان في معدل مساحة المقطع العرضي للجريان . هناك انواع عديدة من هذه الاجهزة لكل منها مواصفاتها وظروف استعمالها شكل 3، ولكن الشائع منها نوعان هما :

أ : عداد التيار المروحي Propeller – type Current meter

ب : عداد التيار ذو الكؤوس Cup – type Current meter

وبدلالة عدد دورات الجهاز في وحدة الزمن ( عدد الدورات تتناسب مع سرعة جريان الماء) وباستعمال جداول او منحنيات قياسية خاصة بكل جهاز تحتسب سرعة الجريان ، علماً ان التقنيات الحديثة في تصنيع هذه الاجهزة اصبحت تعطي السرعة المقاسة مباشرة .

يرتبط الجهاز بذراع مدرجة تستند على قاعدة توضع في المجرى المائي ويثبت الجهاز على الذراع وعلى العمق المطلوب، يرتبط الجهاز بسلك يتصل بالعداد الذي تسمع منه الدوران او يسجل عدد الدورات في وحدة الزمن او يعطي سرعة الجريان مباشرة وحسب نوع الجهاز.



شكل 3 : عدادات التيار

يقسم مقطع الجريان الى عدة مقاطع تقاس فيها سرعة الجريان لاستخراج معدل السرعة في القناة او المجرى المائي . يرتبط عدد هذه المقاطع بمدى انتظام المقطع العرضي للجريان وبدرجة الدقة المطلوبة ولضمان تحقيق دقة عالية في قياس معدل السرعة تحتسب سرعة الجريان على ارتفاع 0.2 من عمق القناة وعند نقطة اخرى على ارتفاع 0.8 من عمق القناة ويحسب معدل السرعتين .

#### 4 : مقاييس المياه water meters

وهي انواع ميكانيكية وتعتمد على نفس مبدأ عمل عداد التيار ، وتستعمل لحساب التصريف المقاسة في الأنابيب ومنها مقاييس المياه التي تستعمل في المنازل لقياس مجموع وحدات المياه المستهلكة تراكمياً.

#### 5 : الهدارات ( السدود الغاطسة ) weirs

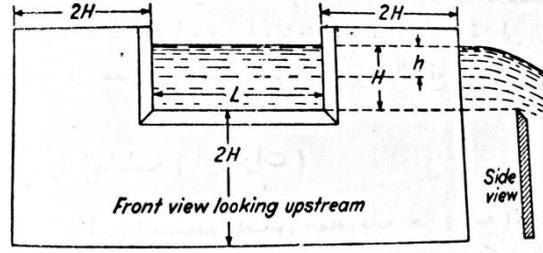
تستخدم الهدارات لقياس تصريف المياه في القنوات وهي عبارة عن حواجز تعترض مجرى الماء عمودياً وبها فتحات منتظمة الشكل . تقسم الهدارات تبعاً لأشكال فتحاتها ولنوع حافاتهما ولعرضها نسبة الى عرض المجرى المائي .

ان من محاسن الهدارات دقتها وبساطتها وسهولة بناؤها ودائميتها كما ان قياساتها لا تتأثر بوجود الاشنات او المواد العائمة الاخرى على الماء

ومن محدداتها احتياجها الى كميات من الماء ويعمق معين يمكن قياسه ، وكذلك تراكم الغرين والرمل امام الهدار مما يؤثر في قياساته.

تقسم الهدارات تبعاً الى اشكالها الى :

a : الهدار المستطيل Rectangular weirs



شكل 4 : الهدار المستطيل

ويحتسب تصريف الماء المار من خلاله من المعادلة الآتية :

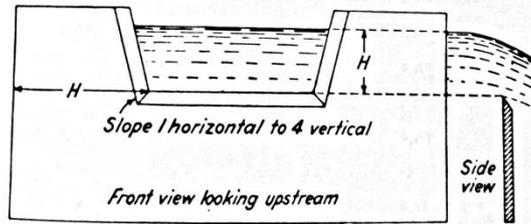
$$Q = 1.84 L H^{3/2}$$

حيث ان : Q = تصريف الهدار ، متر مكعب / ثانية

L = طول حافة الهدار ، متر

H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر

b : الهدار شبه المنحرف ( سيبوليتي ) Trapezoidal weirs



شكل 5 : الهدار شبه المنحرف

ويحتسب تصريف الماء المار من خلال ه من المعادلة الآتية :

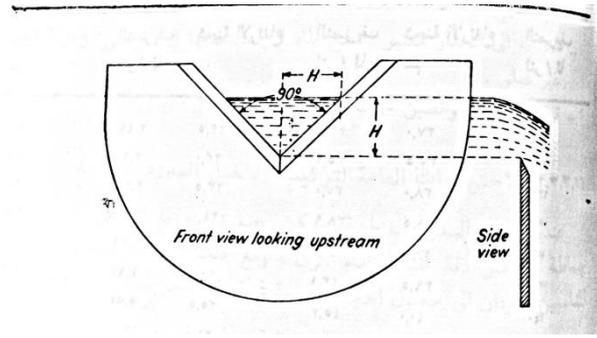
$$Q = 1.86 L H^{3/2}$$

حيث ان : Q = تصريف الهدار ، متر مكعب / ثانية

L = طول حافة الهدار ، متر

H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر

c : الهدار المثلث Triangular weirs



شكل 6 : الهدار المثلث

ويحتسب تصريف الماء المار من خلاله من المعادلة الآتية :

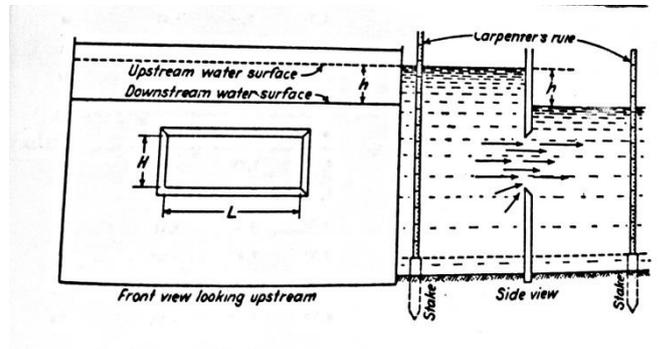
$$Q = 1.40 H^{5/2}$$

حيث ان : Q = تصريف الهدار ، متر مكعب / ثانية

H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر

5 : الفتحات Orifices

يمكن قياس التصريف باستعمال الفتحات وهي 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 اي (الضغط المسلط على تلك النقطة)



شكل 7 : مقطع امامي وجانبي للفتحة

ويحتسب تصريف الماء المار من خلال الفتحة من المعادلة الآتية :

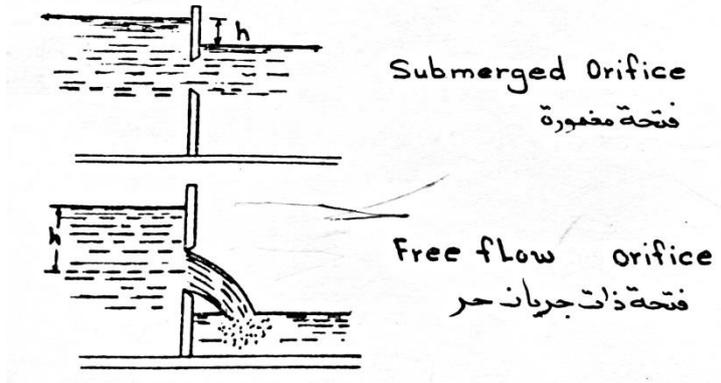
$$Q = 0.61 a \sqrt{2 g h}$$

حيث ان : Q = التصريف ، م<sup>3</sup> / ثانية

a = مساحة المقطع العرضي للماء المتدفق ، م<sup>2</sup>

g = التعجيل الارضي ، م / ثا<sup>2</sup>

$h$  = ارتفاع الماء فوق مركز الفتحة في حالة الجريان الحر او فرق منسوب الماء بين مقدم ومؤخر الفتحة للفتحات المغمورة ، م (شكل 8)



شكل 8 : كيفية حساب  $h$  في الجريان الحر والمغمور

#### 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 ( $H_a$ ) يتميز هذا الجهاز بدقته في القياس مقارنة بالهدارات والفتحات ولا تتأثر دقته حتى في المجالات التي تكون فيها قيمة ( $H_a$ ) صغيرة وليست هنالك رواسب من الرمل والغرين تؤثر على دقة القياس لان سرعة الماء خلاله اعلى منها في المجرى المائي ، ويتكون جهاز بارشال من الاجزاء الموضحة في الشكل 9 :

**a :** المقطع الامامي (Upstream section) : وتكون قاعدته مستوية وجدرانه مفتوحة من الامام وتبدأ بالتضيق بالاتجاه نحو عنق الجهاز.

**b :** العنق (Throat section) يحصل تضيق للجهاز عند هذا المقطع وتكون جدران العنق متوازية وارضيته تنحدر باتجاه المقطع الخلفي.

**c :** المقطع الخلفي (Dawn stream section) تنفرج جدران الجهاز عند هذا المقطع باتجاه الخلف وترتفع ارضية الجهاز بنفس الاتجاه اي باتجاه المخرج (out let):

لأجل القياس في مقياس بارشال يجب معرفة :

- ارتفاع الماء عند دخوله الى الجهاز  $H_a$
- ارتفاع الماء عند خروجه من الجهاز  $H_b$

تثبت مقاييس لارتفاع الماء  $H_a$  و  $H_b$  . ويكتفي باحتساب قيمة  $H_a$  عندما يكون الجريان حراً اما في حالة الجريان المغمور فتحتسب قيمة  $H_b$  بالإضافة الى قيمة  $H_a$  لتحديد التصريف جدول 1.

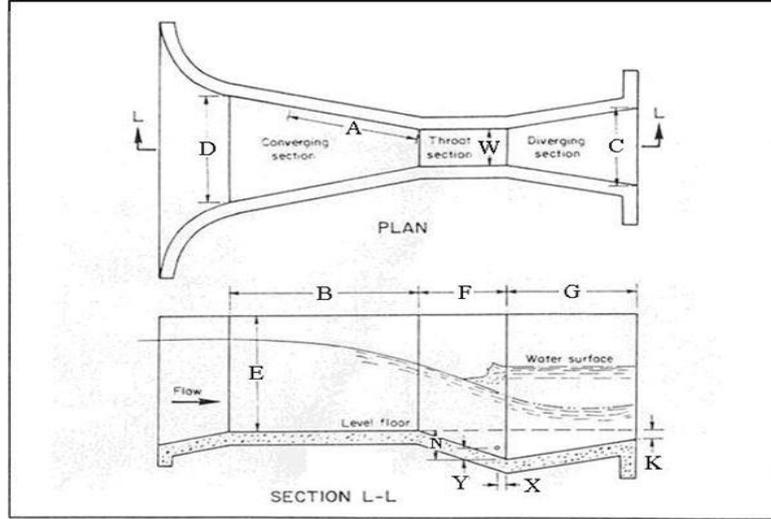
تستعمل مقاييس بارشال للحقول الصغيرة او الكبيرة ، ويرتبط هذا بحجم الجهاز الذي يعبر عنه بعرض العنق الذي يتراوح بين 2.5 سم الى 300 سم . اي ان التصاريح التي يمكن قياسها بمقياس بارشال تكون بين 0.3 لتر/ثا الى 5.5 لتر/ثا او اكثر. يؤثر الجريان المغمور على قياسات المياه مما يوجب تصحيح القراءات . ويتحدد الجريان المغمور عندما تكون قيمة  $H_b/H_a$  اكبر من 0.7

بافتراض مقياس بارشال ، عرض عنقه 15 سم وكانت قراءة  $H_a$  تساوي 20 سم وقراءة  $H_b$  تساوي 11 سم فان تصريف الجهاز يحتسب كمايلي:

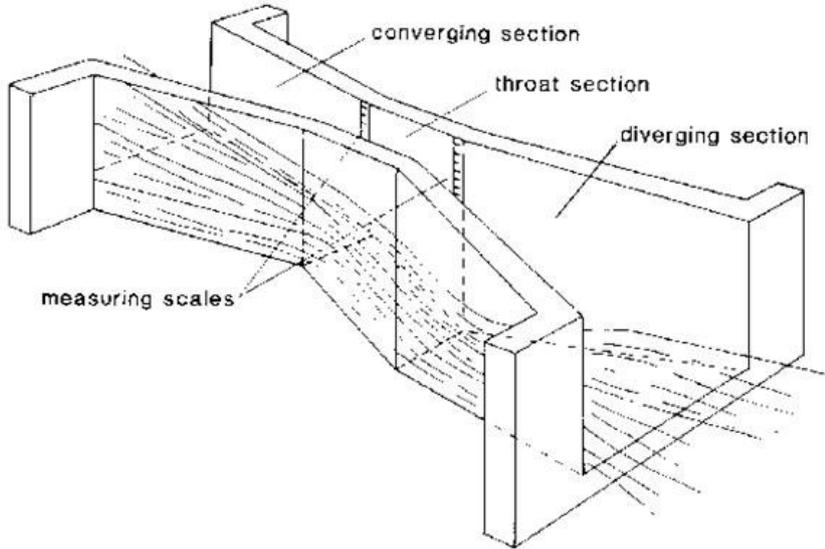
$$H_b / H_a = 11 / 20 = 0.55$$

وهذه القيمة اقل من 0.7 لذلك فان الجريان من الحر. نكتفي اذن بقيمة الـ  $Ha$  في حساب التصريف ومن خلال الجدول 1، نجد ان التصريف لجهاز عرض عنقه 15 سم وقيمة  $Ha$  تساوي 20 سم يساوي 29 لتر/ثانية.

قد يصنع مقياس بارشال من المعدن او الخشب او الكونكريت ، ومن مساوي الجهاز ان الماء الذي يخرج من الجهاز يكون بسرعة عالية تؤدي الى تعرية القناة او الجدول لذا يجب حماية قعر القناة عن طريق تبطينها.



Plan and Sectional Views of a Parshall Flume



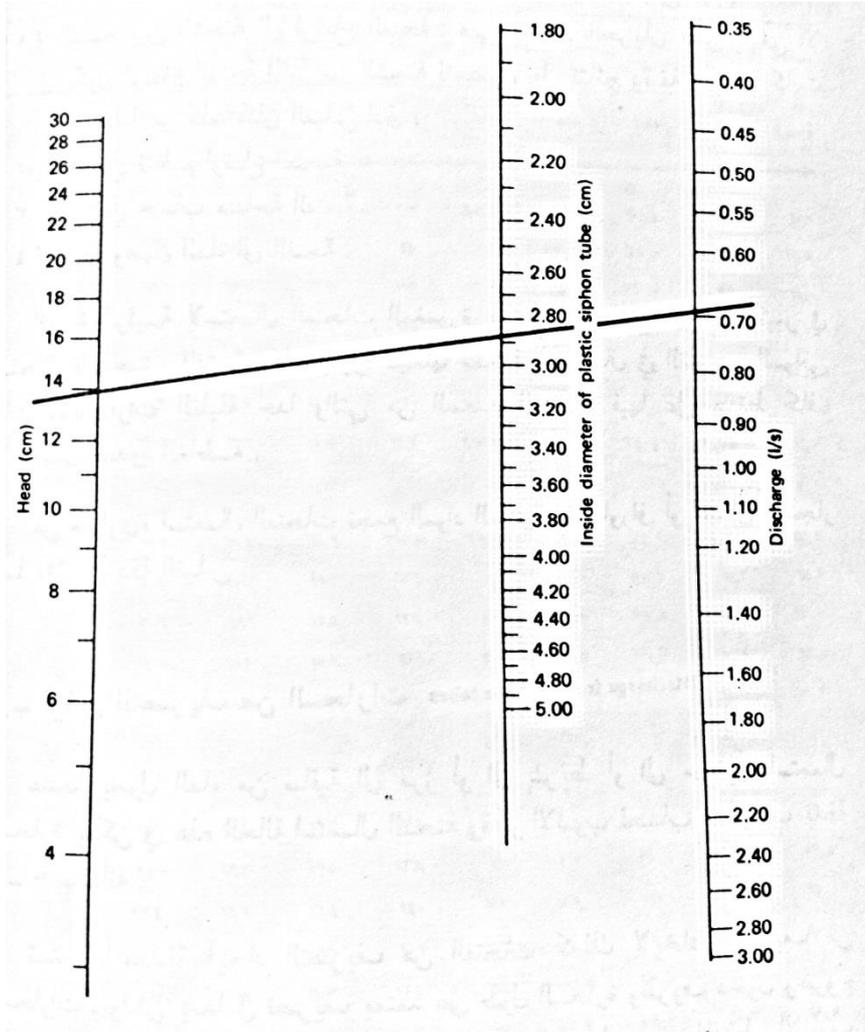
شكل 9 : مقياس بارشال

جدول 1 : الانسياب الحر خلال مقياس بارشال

عرض المنق بالسنتمرات										الشحنة	
										العليا	
٢٤٤	١٨٣	١٥٢	١٣٢	٩١	٦١	٣٠	٢٣	١٥	٧.٥	( سم )	
الانسياب ( لتر / ثا )											
								٢.٥	١.٤	٠.٧٨	٣
								٤.٥	٢.٣	١.٢	٤
								٤.٥	٣.١	١.٦	٥
			٣٥	٢٧	١٨	٩.٨	٧.٣	٤.٥	٢.٣	١.٦	٦
			٤٥	٣٤	٢٢	١٢	٩.٥	٥.٧	٢.٩	١.٦	٧
		٧٩	٦٧	٥٤	٤١	٢٨	١٥	١١.٥	٧.١	٣.٥	٨
١٣٠	٩٩	٨٣	٦٧	٥١	٣٥	١٨	١٣.٥	٨.٦	٤.٣	٣.٥	٩
١٥٢	١١٦	٩٧	٧٩	٦٠	٤١	٢١	١٥.٥	١٠.٥	٥.١	٤.٣	١٠
٢٠٠	١٥٢	١٢٧	١٠٣	٧٨	٥٢	٢٧	٢١.٥	١٣.٥	٦.٥	٥.١	١٢
٢٦٠	١٩٠	١٦٥	١٣٣	١٠١	٦٨	٣٥	٢٧.٥	١٧.٥	٨.٥	٦.٥	١٤
٣١٦	٢٤٠	٢٠١	١٦٢	١٢٢	٨٢	٤٢	٣٢	٢١	١٠.٣	٨.٥	١٦
٣٨٨	٢٩٥	٢٤٦	١٩٧	١٤٩	١٠٠	٥١	٣٨	٢٥	١٢.٥	١٠.٣	١٨
٤٥٤	٣٤٢	٢٨٦	٢٣٠	١٧٣	١١٧	٥٩	٤٥	٢٩	١٤.٥	١٢.٥	٢٠
٥٢١	٤٠٤	٣٣٦	٢٧٠	٢٠٤	١٣٦	٦٩	٥٢	٣٥	١٧.٥	١٤.٥	٢٢
٦١٥	٤٦٤	٣٨٣	٣١٠	٢٣٤	١٥٥	٧٨	٦٠	٤٠	١٩.٥	١٧.٥	٢٤
٦٩٨	٥٢٥	٤٤٠	٣٥٠	٢٦٤	١٧٦	٨٩	٦٨	٤٥	٢٢.٥	١٩.٥	٢٦
٧٨٠	٥٩٥	٤٩٦	٣٩٨	٢٩٨	١٩٩	١٠٠	٧٦	٥١	٢٥.٥	٢٢.٥	٢٨
٨٨٠	٦٦٠	٥٥٠	٤٤٠	٣٣٠	٢٢٠	١١٠	٨٤	٥٧	٢٧.٥	٢٥.٥	٣٠
٩٨٠	٧٣٤	٦١٢	٤٨٨	٣٦٨	٢٤٤	١٢٢	٩٣	٦٣	٣٠.٥	٢٧.٥	٣٢
١٠٦٠	٨١٠	٦٨٠	٥٤٠	٤٠٠	٢٧٠	١٣٤	١٠٣	٧٠	٣٠.٥	٣٠.٥	٣٤
١١٨٠	٨٨٠	٧٤٠	٥٩٠	٤٤٠	٢٩٠	١٤٦	١١٠	٧٦	٣٠.٥	٣٠.٥	٣٦
١٣٠٠	٩٧٠	٨١٠	٦٤٠	٤٨٠	٣٢٠	١٥٧	١٢١	٨٣	٣٠.٥	٣٠.٥	٣٨
١٤٠٠	١٠٥٠	٨٨٠	٦٩٠	٥٢٠	٣٥٠	١٧٠	١٣١		٣٠.٥	٣٠.٥	٤٠
٢٠٠٠	١٤٩٠	١٢٤٠	٩٩٠	٧٤٠	٤٩٠	٢٤٠					٥٠
٢٦٩٠	٢٠٠٠	١٦٦٠	١٣٢٠	٩٨٠	٦٤٠	٣٢٠					٦٠
٣٤٤٠	٢٥٦٠	٢١٠٠	١٦٧٠	١٢٥٠	٨٢٠	٤٠٠					٧٠
٣٥٨٠	٢٦٨٠	٢١٨٠	١٧٤٠	١٢٩٠	٨٥٠	٤٢٠					٧٢
٣٧٦٠	٢٧٨٠	٢٣٠٠	١٨٢٠	١٣٥٠	٨٩٠	٤٤٠					٧٤
٣٩٤٠	٢٩٢٠	٢٤٢٠	١٩٢٠	١٤٢٠	٩٤٠	٤٦٠					٧٦

قياس التصريف من السحارات Discharge from siphon tube

عندما يحول الماء من ساقية الى مرز او الى شريط او الى حوض باستعمال السحارة يمكن في هذه الحالة استعمال الشحنة وقطر الانبوب لحساب التصريف ، يبين الشكل 10 كيفية ايجاد التصريف من خلال معرفة قطر الانبوب والشحنة . الضاغظ الفعال الذي يسبب الجريان خلال السحارة هو الفرق بين مستوى الماء في الساقية ومستواه في المرز اذا كان مخرج الانبوب غير غاطس فان الضاغظ الفعال هو ارتفاع الماء في الساقية فوق مركز نهاية السحارة.



شكل 10 تحديد التصريف بدلالة شحنة الضغط وقطر الانبوب في السحارات البلاستيكية

#### طريقة الاحداثيات

تستعمل طريقة الاحداثيات لتقدير التصريف من ابار متدفقة تصريف ماءها بصورة عمودية او من اجهزة ضخ صغيرة تصريف الماء بصورة افقية. دقة هذه الطريقة تكون محدودة وذلك لصعوبة اجراء قياسات دقيقة لاحداثيات التيار. لكنها طريقة سهلة ومريحة وغير مكلفة تستعمل عندما لا تتوفر المعدات الضرورية لعمل قياسات اكثر دقة بالطرق الاخرى.

بما ان تقديرات التصريف من الانابيب العمودية لها تطبيقات عملية محدودة جداً في الحقل فان الشرح هنا يركز على قياس التصريف المتدفق من الانابيب الافقية.

في الانابيب التي تصريف الماء افقياً تؤخذ القياسات على الاحداثيين X و Y حيث يقاس X بصورة موازية للانبوب ويقاس Y بصورة عمودية عليه. ويبدأ القياس عادة من مركز نهاية الانبوب الى مركز التيار كما مبين في الشكل 11 .

ويحتسب تصريف الماء المار من خلال الفتحة من المعادلة الاتية :

$$Q = 0.022 Ca \frac{X}{\sqrt{Y}}$$

حيث ان : Q = التصريف ، م<sup>3</sup> / ثانية

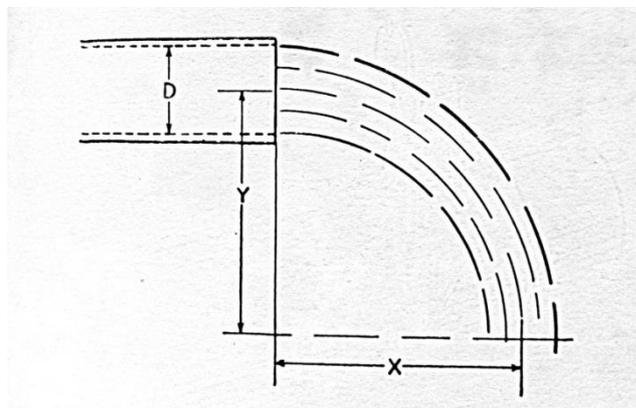
C = معامل التصريف ، وتتوقف قيمته على نسبة ابعاد كل من X و Y وقطر الانبوب وفيما اذا كان مملوء كلياً او جزئياً.

جدول 2 ( عمق الجريان نهاية الانبوب d وقطر الانبوب الداخلي D )

a = مساحة المقطع العرضي المائي عند نهاية الانبوب ، سم<sup>2</sup>

X = الاحداثي الأفقي ، سم

Y = الاحداثي العمودي ، سم



شكل 11 تحديد الاحداثيات في الانابيب

أ) الجريان من انبوب مملوء جزئياً عند النهاية								
X / D								
8,00	5,00	4,00	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00	Y/D
					1,00	1,01	1,02	1,2
		1,00	1,01	1,02	1,03	1,06	1,11	1,3
	1,00	1,01	1,02	1,03	1,06	1,10	1,17	1,4
1,00	1,01	1,01	1,03	1,04	1,07	1,13	1,22	1,5
1,00	1,01	1,02	1,03	1,05	1,09	1,15	1,26	1,6
1,00	1,01	1,02	1,04	1,06	1,10	1,17	1,30	1,7
1,00	1,01	1,02	1,04	1,07	1,11	1,18	1,33	1,8

ب - الانبوب مملوء كلياً عند النهاية								
X/D								
8,0	5,0	4,0	3,0	2,50	2,00	1,0	1,00	Y/D
								0,0
								1,0
								2,0
								3,0
								4,0
					0,99	0,97		5,0

جدول 2 : قيمة معامل التصريف C في حالة كون الانبوب مملوء بشكل كلي او جزئي

## المحاضرة الخامسة : نقل وتوزيع مياه الري

### 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 ولا يتغير مع الزمن ( لا يحصل تغير لسرعة الجريان او لعمق الجريان مع الزمن )

2 : الجريان غير الثابت **Unsteady flow** : يكون الجريان متغير عند اي نقطة 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 الطبقي (الانسبابي) **Laminar flow**

يحدث عندما يتحرك الماء على شكل طبقات متوازية وموازية لسطح الماء وبدون تغير في السرعة او اختلاط لطبقات الماء.

5 : الجريان الاضطرابي **Turbulent flow**

يحدث عندما تختلط اجزاء الماء وتتداخل مع بعضها كما تتذبذب السرعة تذبذباً جزئياً عن معدلاتها في كافة الاتجاهات.

ويستعمل رقم رينولد **Reynolds number** ( وهو النسبة بين قوى القصور الذاتي و لزوجة السائل)

للتمييز بين الجريان الطبقي والاضطرابي من خلال رقم رينولد:

الجريان الطبقي  $R . N < 2000$

الجريان اضطرابي  $R . N > 4000$

الجريان الانتقالي  $R . N = 2000 - 4000$

### اساسيات الجريان :

يحصل جريان الماء في الانابيب او في القنوات وفقاً لقانون حفظ الطاقة ، وتكون هذه الطاقة بثلاث صور هي :

1 : طاقة الجذب الارضي او الارتفاع

2 : طاقة الضغط.

3 : طاقة الحركة. ان هذه الانواع من الطاقة يمكن ان تتحول من نوع الى اخر ولكن مجموعها يبقى ثابتاً ويعبر عنها رياضياً:

الطاقة الكلية = الطاقة الحركية + طاقة الضغط + طاقة الارتفاع

$$E_T = V^2/2g + P/W + Y$$

### معادلة برنولي :

اوجد برنولي اول قانون للجريان استناداً الى قانون حفظ الطاقة ويتص القانون على ان (( اذا تحرك سائل في مجرى ما فان الطاقة الكلية عند اي قطاع في ذلك المجرى تبقى ثابتة باهمال فواقد الاحتكاك )) اي ان

$$V^2/2g + P/W + Y_1 = V^2/2g + P/W + Y_2 = V^2/2g + P/W + Y_3 = \text{Constant}$$

ويُعبّر عن الطاقة بوحدات الطول ، يُعبّر عنها بشحنة الارتفاع (Y) وشحنة الضغط (P/W) وشحنة السرعة ( $V^2/2g$ ) إذ يتحرك الماء في القنوات والأنابيب بتأثير مجموعة هذه الطاقات الثلاث.

معادلة الاستمرارية :

يحتسب التصريف في القناة أو الأنبوب باستخراج معدل سرعة الجريان ومساحة المقطع العرضي للجريان ، وإن كمية الماء الداخلة إلى قناة أو أنبوب تخرج بنفس الكمية ولو تم تغيير المقطع العرضي للأنبوب فإن التصريف لا يتغير وإنما تتغير السرعة لذلك فإن :

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_n$$

$$Q = AV$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 = A_3 V_3 = A_n V_n$$

تسمى هذه المعادلة بمعادلة الاستمرارية وتطبق على جريان الماء في الأنابيب والقنوات عندما يكون الجريان ثابتاً.

جريان الماء في القنوات المفتوحة.

جريان الماء في القنوات المفتوحة:

القناة المفتوحة هي أي مجرى مائي لديه سطح حر معرض للضغط الجوي وتشمل الأنهار والقنوات الصناعية والأنابيب التي لا تكون مملوءة تماماً بالماء. ويختلف الجريان في القنوات والأنابيب هو أن الماء يسير في الأنابيب بتأثير شحنة الضغط والارتفاع ، بينما يتحرك الماء في القنوات المفتوحة بسبب الاختلاف في شحنة الارتفاع ( بسبب انحدار القناة ) لأن الضغط متساوي عند جميع النقاط على مسار حركة الماء ( الضغط الجوي ).

شروط تصميم قنوات الري المفتوحة:

1 : يجب أن لا تكون سرعة الجريان في القناة عالية بحيث تسبب تعرية القناة أو إاطنة تؤدي إلى ترسيب الطمي مما يقلل من سعة القناة.

2 : ذات سعة كافية لنقل كمية المياه المطلوبة.

3 : يجب أن يكون انحدارها مناسباً ومنتظماً على امتداد المجرى المائي.

4 : يجب أن تكون ذات وضع هيدروليكي جيد يجعلها مسيطرة على الحقول الزراعية.

5 : يجب أن تكون الانحدارات الجانبية للقناة ملائمة لبناء قناة ثابتة ومتينة.

6 : يجب أن تكون الضائعات المائية أقل ما يمكن.

المعادلة العامة للجريان في القنوات هي معادلة تشيزي (Chezy)

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

حيث أن :

V = معدل سرعة الجريان في القناة

R = نصف القطر الهيدروليكي

S = انحدار القناة

C = معامل يعتمد على أبعاد المقطع وخشونة القعر والجواب

تصميم القنوات المفتوحة :

1 : المحيط المبتل : يمثل مجموع اطوال الاجزاء التي تمثل جوانب القناة وقعر القناة والتي تكون بتماس مع الماء:

$$P = b + c + c$$

2 : مساحة المقطع العرضي : مساحة المقطع المبتل للقناة:

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

3 : نصف القطر الهيدروليكي : النسبة بين مساحة المقطع العرضي للجريان والمحيط المبتل:

$$R = A / P$$

يعتبر نصف القطر الهيدروليكي متغير مهم ويستعمل لحساب سرعة الجريان في القناة ، حيث ان السرعة تتناسب طردياً مع جذر نصف القطر الهيدروليكي التربيعي:

$$V \propto \sqrt{R}$$

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

$$V \propto \sqrt{s}$$

5 : فضلة العمق (free board) : المسافة العمودية بين مستوى ارتفاع الماء في القناة الى العمق الكلي للقناة وتستعمل لمنع حصول تأثيرات على جانبي القناة نتيجة ضخ المياه بفعل تأثيرات الامواج او اي اسباب اخرى.

6 : زاوية الميل  $\theta$  : هي الزاوية التي تحدد ميل جوانب القناة وترتبط قيمتها بنوع التربة وعادة تكون كبيرة في التربة الطينية (انحدار شديد) وقليلة في التربة الرملية (انحدار قليل)

يكون تأثير نصف القطر الهيدروليكي وانحدار القناة على سرعة الجريان كالآتي:

$$V \propto \sqrt{R}$$

$$V \propto \sqrt{s}$$

$$V \propto \sqrt{R S}$$

$$V = C \sqrt{R S} \text{ (معادلة تشيزي)}$$

اما المعامل (C) فيتم حسابه بواسطة معادلة ماننك التالية :

$$C = 1/n R^{1/6}$$

حيث ان :

n : معامل خشونة ماننك وله قيمة تتناسب مع طبيعة التربة .

عند تعويض قيمة ثابت ماننك في معادلة تشيزي نحصل على معادلة ماننك لحساب الجريان في القنوات وكالاتي :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

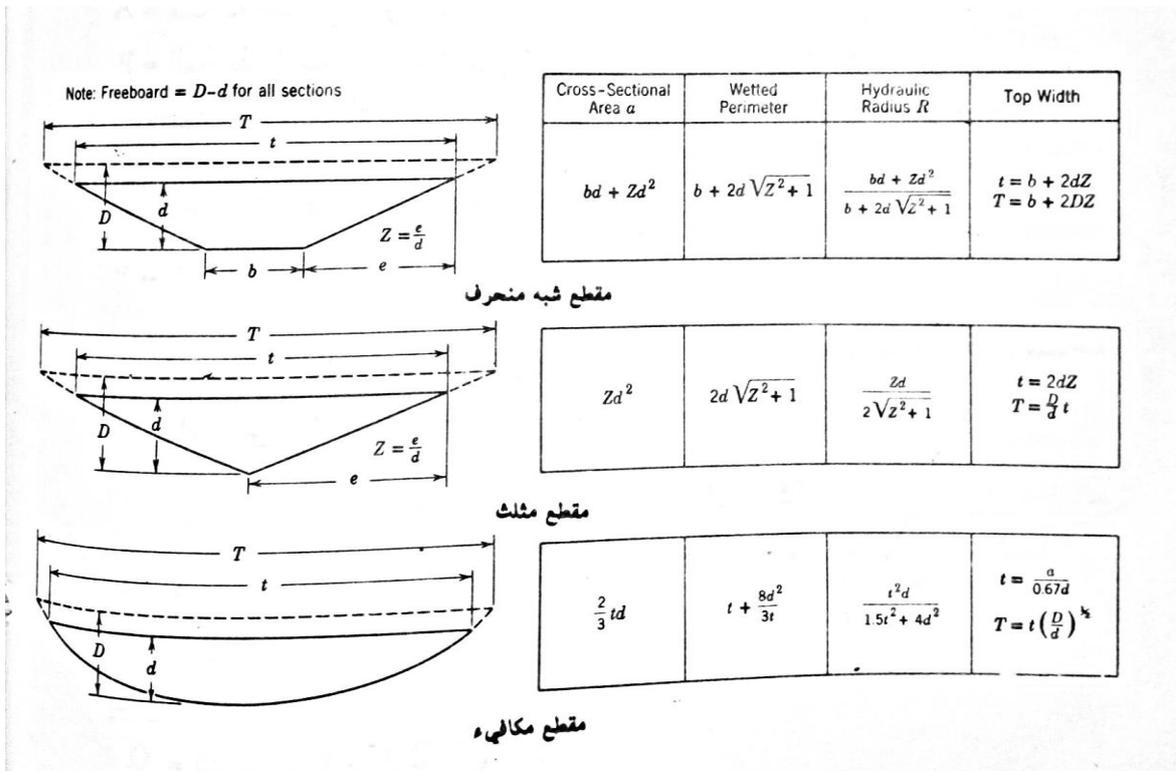
حيث ان :

$V$  = معدل سرعة الجريان م / ثا

$n$  = معامل ماننك للخشونة (بدون وحدات)

$S$  = انحدار القناة ، م / م

$R$  = نصف القطر الهيدروليكي ، م



شكل (1) مقاطع عرضية ومعادلات القنوات المفتوحة المنتظمة

حساب التصريف في القنوات المنتظمة :

يحسب التصريف من خلال تطبيق معادلة الاستمرارية :

$$Q = AV$$

$Q$  = التصريف ، م<sup>3</sup> / ثا

$A$  = مساحة المقطع العرضي للجريان ، م<sup>2</sup>

$V$  = معدل سرعة الجريان ، م / ثا

حساب التصريف في القنوات المفتوحة غير المنتظمة:

يتطلب قياس التصريف ما يلي:

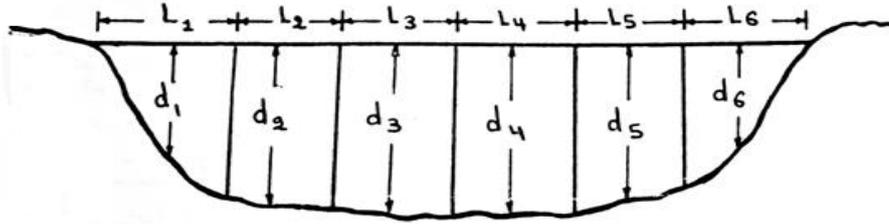
1 - مساحة المقطع العرضي للجريان

2 - السرعة المعدلة

يتم حساب مساحة المقطع العرضي بطريقة المقاطع البسيطة او باستخدام طريقة سمبسون (Simpson rule)

**a: طريقة المقاطع البسيطة:**

يتم تقسيم النهر او القناة الى عدة مقاطع



شكل (2) المقاطع البسيطة

نفترض اطوال المقاطع  $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$

نفترض اعماق المقاطع  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$

مساحة المقطع العرضي = مساحة المقطع الاول + مساحة المقطع الثاني + ..... مساحة المقطع الاخير

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$$

$$A = L_1 d_1 + L_2 d_2 + L_3 d_3 + \dots + L_n d_n$$

تزداد دقة القياس بزيادة عدد المقاطع.

**b: طريقة سمبسون:**

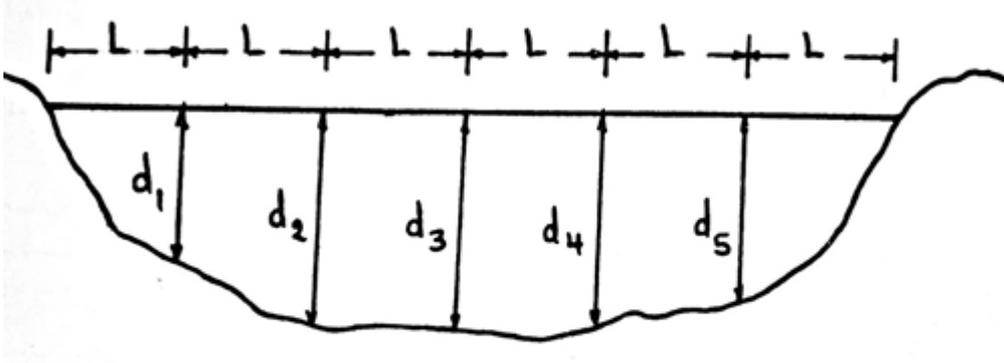
يقسم النهر او القناة الى مقاطع متساوية وتؤخذ الاعماق في نهاية كل مقطع.

• اطوال المقاطع المتساوية  $L$

• اعماق المقاطع في نهاية كل مقطع  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$

$$\text{مساحة المقطع العرضي للجريان} = \frac{\text{طول المقطع}}{3} [ (\text{العمق الاول} + \text{العمق الاخير}) + 2 (\text{مجموع الاعماق الفردية}) + 4 (\text{مجموع الاعماق الزوجية}) ]$$

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



شكل (3) مقاطع طريقة سمبسون

القنوات الترابية :

يفضل ان تكون الانحدارات الجانبية في القنوات الترابية من (1.5 - 1) الى (3 - 1) ولا يفضل استعمال (1 - 1) الا في الجداول الصغيرة.

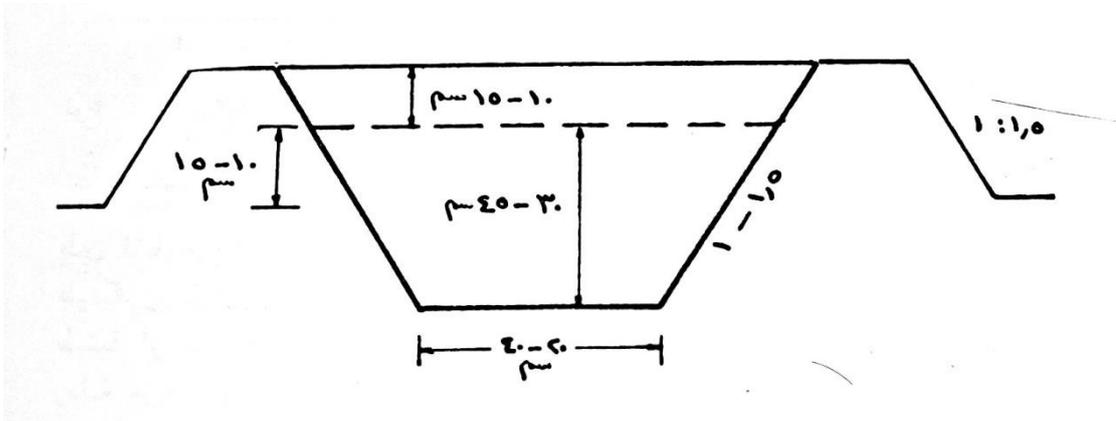
محددات القنوات الترابية:

1 : زيادة نسبة الضائعات

2 : سرعة الجريان تكون واطنة

3 : سهولة انهيارها وانكسار اكتاف القنوات بفعل التعرية والانجراف والحيوانات العارضة.

4 : نمو الادغال والحشائش يقلل من سرعة الجريان ويقلل من سعة القناة ويزيد من كلفة الصيانة



شكل (4) مقطع نموذجي لقناة ترابية (غير مبطنه)

القنوات المبطنة : تتميز بمميزات عكس محددات القنوات الترابية

الجريان في الانابيب

تستعمل بكثرة في اعمال الري والبزل وتعتبر اكفاً طريقة نقل للمياه ، والانبوب عبارة عن قناة مغلقة ذات مقطع دائري بعد ان يمتلئ الانبوب بالماء . ويتحرك الماء في الانبوب بتأثير الضغط والارتفاع ويحسب التصريف من خلال المعادلة:

$$Q = AV$$

ضائعات الاحتكاك في الانابيب:

تعتمد ضائعات الاحتكاك على العوامل التالية :

1 : سرعة الجريان : يرافق السرعة العالية للجريان مقاومة كبيرة بفعل الاحتكاك ، اي ان الاحتكاك يتناسب مع مربع السرعة لذلك تقل المقاومة عند السرعة المنخفضة.

2 : حجم الانبوب : يؤثر نصف القطر الهيدروليكي على سرعة الجريان في الانابيب المملوءة بالماء :

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

$$A = d^2 \pi$$

$$A = \frac{D^2}{4} \pi \quad (\text{المساحة})$$

$$P = \pi D \quad (\text{المحيط})$$

$$R = \frac{\pi D^2}{4\pi D} = \frac{1}{4} D \quad (\text{نصف القطر الهيدروليكي})$$

الانبوب ذو القطر الكبير تكون قيمة R كبيرة فتكون السرعة عالية

3 : الخشونة : تعتمد على المادة المصنوع منها الانبوب ، فالانبوب البلاستيكي ذو خشونة واطنة مقارنة بالانبوب الكونكريتي وتختلف عن الحديد المغلن والالمنيوم ومع عمر الانبوب ايضاً.

4 : طول الانبوب : تتناسب الضائعات طردياً مع طول الانبوب.

## المحاضرة السادسة : كفاءات الري

### 1 : كفاءة نقل المياه Water conveyance efficiency

تعبّر عن كفاءة نظام نقل المياه من الطبيعة الى الحقول الزراعية ، وتعكس هذه الكفاءة مقدار الضائعات المائية اثناء النقل والتي تكون على شكل رشح جانبي او تخلل عميق او التبخر ويعبر عنها رياضياً :

$$E_c = \left[ \frac{W_f}{W_a} \right] * 100$$

حيث أن :

$$E_c = \text{كفاءة نقل الماء (\%)}$$

$W_f$  = كمية المياه الواصلة للحقل ، ويعبر عنها كحجم او عمق مكافئ

$W_a$  = كمية المياه كمية المياه المستلمة من المصدر

### 2 : كفاءة الارواء Water application efficiency

تستعمل لتقييم نظام الري وقياس كفاءة مايمسك من الماء المضاف للحقل في المنطقة الجذرية ويعبر عنها رياضياً :

$$E_a = \left[ \frac{W_s}{W_f} \right] * 100$$

حيث أن :

$$E_a = \text{كفاءة الارواء (\%)}$$

$W_s$  = ، كمية المياه المخزونة في المنطقة الجذرية

$W_f$  = كمية المياه الواصلة للحقل

عندما تضاف كميات مياه اكبر من قابلية التربة للاحتفاظ بها ، يحصل جريان سطحي او تخلل عميق وهذه العمليتان تعمل على تقليل كفاءة الارواء. واذا ما اخذنا الفوائد بنظر الاعتبار تكون كفاءة الارواء كمايلي :

$$E_a = \left[ \frac{W_f - (Df + Rf)}{W_f} \right] * 100$$

حيث أن :

$D_f$  = كمية المياه المفقودة بالتخلل العميق

$R_f$  = كمية المياه المفقودة بالسيح السطحي

العوامل التي تؤثر في كفاءة الارواء

1: التحضير الجيد للتربة.

2: الترب الضحلة ذات النفاذية العالية

3: التصاريف العالية

4: عدم السيطرة على الري

5: الجريان الطويل في الحقول الكبيرة

6: رداءة طريقة الري

7: وجود طبقات غير نفاذة للماء

8: الانحدارات العالية للحقل

كفاءة أستعمال الماء الحقلية والمحصولية

يعبر عن مدى انتفاع النبات بالماء المضاف بكفاءة استعمال الماء ويعبر عنها :

أ: كفاءة استعمال الماء من قبل المحصول (Crop Water use efficiency) : وهي النسبة بين انتاج المحصول الى كمية المياه المستعملة من قبل المحصول بصورة التبخر نتح .

$$WUE_c = \left[ \frac{Y}{ET_a} \right]$$

$WUE_c$  = كفاءة أستعمال الماء المحصولي ( كغم. م<sup>-3</sup> )

$ET_a$  = التبخر - نتح الفعلي (م<sup>3</sup> / موسم)

ب: كفاءة استعمال المياه الحقلية (Field Water use efficiency) : وهي النسبة بين انتاج المحصول الى كمية المياه المضافة للحقل .

$$WUE_f = \left[ \frac{Y}{Wt} \right]$$

حيث أن :

$$WUE_f = \text{كفاءة أستعمال الماء الحقلي ( كغم . م-3 )}$$

$$Y = \text{حاصل الحبوب ( كغم )}$$

$$Wt = \text{كمية المياه المضافة في عملية الري ( م<sup>3</sup> / موسم )}$$

### معامل التناسق (الانتظام) Uniformity Coefficient

يعبر معامل التناسق عن درجة تناسق الماء الغائض في الارض تحت سطح التربة ومدى انتظام توزيعه على امتداد الجريان ويعبر عنه حسب (Christiansen)

$$Cu = 1 - \left[ \frac{Y}{d} \right]$$

حيث ان:

$$Cu = \text{معامل التناسق}$$

$$y = \text{معدل او متوسط الانحرافات المطلقة (مم)}$$

$$d = \text{معدل او متوسط الاعماق او القراءات (مم)}$$

اما Rowtiz فقد طور معاملاً تجريبياً يسمى دليل التناسق ( Index of Uniformity ) وهو مشابه لمعامل Christiansen ويعتمد على دالة رياضية تمثل تكامل القيم الممثلة لعمق الماء الغائض او لزمن بقاء الماء على سطح التربة عند اي نقطة على امتداد الجريان

$$Cu = 1 - ( I^{1/2} / m )$$

$$I = I' - m^2$$

حيث ان :

$I =$  معدل مجموع القيم التي تمثل معدلات مربع كل قيمتين متتاليتين لـ  $T_0$

$m =$  معدل مجموع القيم التي تمثل معدلات كل قيمتين متتاليتين لـ  $T_0$

$T_0 =$  مدة بقاء الماء على سطح التربة او مدة الغمر .

مثال: احسب معامل التناسق من البيانات المستحصلة من اختبار حقلي لحقل مربع كما في الشكل محدد بأربع مرشات ( x )  
موقع المرشات)

x	17	13	x
18	13	13	19
16	14	10	16
x	15	16	x

المشاهدات	التكرار (n)	معدل الاضافة * التكرار	الانحراف العددي	التكرار * الانحراف العددي (x)
19	1	19	4	4
10	1	10	5	5
14	1	14	1	1
16	3	48	1	3
18	1	18	3	3
13	3	39	2	6
17	1	17	2	2
15	1	15	0	0
	12	180		24
		m = 15		

$$Cu = 100 \left[ 1 - \frac{\sum X}{mn} \right]$$

$$Cu = 100 \left[ 1 - \frac{24}{12 * 15} \right]$$

$$Cu = 86.7 \%$$

## المحاضرة السابعة: طرائق الري

### الري السطحي

a: الري بالغمر (Flooding)

أ: الري بالأحواض (Basin)

ب: الري السحيحي 1: الغمر الحر (Free flow) 2: الري الشريطي (Border -strip)

b: ري المروز (Furrow)

### فوائد الري السطحي:

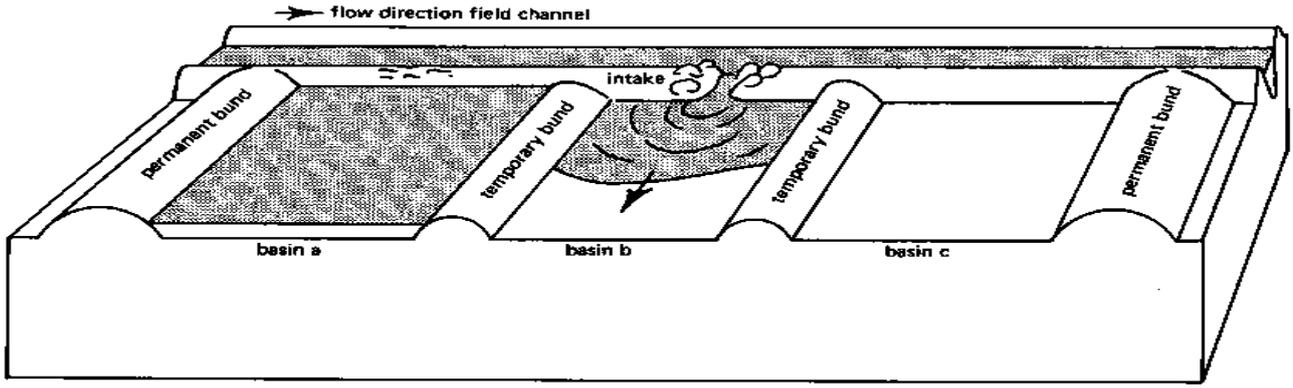
- 1: انخفاض التكاليف الاولية. 2: طريقة شائعة وسهلة. 3: تناسب محاصيل الحبوب والعلف ومحصول الرز.
- 4: مناسبة لغسل املاح التربة. 5: مناسبة لاستخدام تصاريح عالية بفترات زمنية قليلة.
- 6: يصلح لمدى واسع من الترب.

### محددات الري السطحي:

- 1: يصعب تحقيق تجانس توزيع المياه وخاصة في الترب عالية النفاذية.
- 2: غير مناسب للمحاصيل التي تحتاج ريات خفيفة ومتقاربة.
- 3: يحتاج الى عمليات تسوية جيدة للأرض مما قد يؤثر على انتاجية التربة ويزيد من الكلفة.
- 4: يحتاج الى نظم سيطرة وقياس وتوزيع مناسبة للمياه.
- 5: يحتاج الى عدد كبير من الايدي العاملة.

### طريقة الري بالاحواض (Basin irrigation)

تتضمن انشاء وحدات مساحية صغيرة من الارض مستوية السطح ومحددة بأكتاف يعتمد حجم الكتف على عمق الماء المطلوب (اضافته). يحتجز الماء داخل الاحواض للعمق المطلوب ولفترة زمنية معينة بعدها يفيض الماء للأسفل.



تحتاج هذه الطريقة الى عمليات تسوية وتعديل وتحضير جيد للارض ويفضل ان تكون الاحواض مستوية او عديمة الانحدار. يتم تغذية الاحواض من قناة تجهيز التي تتوسط الاحواض ويمكن ان يكون التجهيز من جهة واحدة من قناة التجهيز او يتم تجهيز الاحواض بالماء بانتقال الماء من حوض الى آخر.

### مميزات طريقة الري بالأحواض:

- 1: طريقة كفوءة في غسل الاملاح اذا ما نفذت بدقة عمليات التسوية والتعديل فضلاً عن تحقيق كفاءة ري عالية.
- 2: تناسب التربة ذات النفاذية المرتفعة والواطئة، الا انه تفضل في التربة عالية النفاذية مع اعطاء تصاريح كبيرة.
- 3: تناسب معظم المحاصيل والاشجار (باستخدام الاحواض الصغيرة والتي يمكن زيادة مساحتها لتشمل عدة اشجار)
- 4: تتحدد مساحة الحوض بمعدل غيض الماء في التربة والتصريف المعطى للحقل ، وكلما كانت مساحة الحوض اكبر كلما كانت افضل من الناحية الاقتصادية.
- 5: يتحدد شكل الحوض حسب تضاريس الحقل اضافة الى نوع التربة وحجم التصريف ونوع المحصول (يمكن ان تكون الاحواض مربعة او مستطيلة او كنتورية ..... الخ)

### محددات ري الاحواض:

- 1: تقسيم الحقل الى عدد كبير من القطع (الاحواض) يؤدي الى خسارة مساحة مهمة من ارض الحقل.
- 2: تحتاج الى جهد لادارة وارواء كل حوض.
- 3: ان كثرة الاكتاف وفنوات تجهيز الماء يعيق حركة واستخدام المكننة في عمليات خدمة التربة والمحصول.

### هيدروليكية الري بالاحواض:

تقسم هيدروليكية الري بالاحواض الى اربعة مراحل:

1: مرحلة الانتشار الاولي للتصريف المعطى لتغطية عرض اللوح والبدء بالتقدم.

2: مرحلة تقدم جبهة الماء في الحوض.

3: مرحلة ارتفاع الماء في الحوض بعد بلوغ جبهة الماء الى نهاية الحوض.

4: مرحلة انحسار الماء وغيضه بعد قطع الجريان.

### الري السيجي (الغمر بالسبح):

يضاف ماء الري الى سطح التربة فينسب فوقه ليغمره كلياً، وان بقاء الماء فوق سطح التربة مرتبط باستمرار تصريف الماء الى سطح التربة وتعمل الكتوف على توجيه حركة الماء في الحقل وليس تراكم الماء كما يحصل في ري الاحواض.

### الغمر الحر:

يجهز الماء الى الحقل من القناة الرئيسية دون وجود اكتاف او حواجز توجه او تحجز الماء، وهي من اقدم الطرق وابسطها. ويتوقف تجهيز الماء للحقل عندما يغمر الماء كل اجزاء الحقل. وتستخدم هذه الطريقة لري محصول الرز، الا ان الضائعات المائية تكون كبيرة جداً وكفاءة الارواء واطئة.

❖ تستخدم هذه الطريقة عندما تكون المياه متوفرة بغزارة ورخيصة الثمن.

### الري الشريطي Border strip irrigation :

تعتبر من اهم طرق الري السطحي واكثرها انتشاراً. يقسم الحقل الى قطع شريطية طويلة في الارض محددة باكتاف صغيرة متوازية لتوجيه حركة الماء فقط. ويجهز الماء من قناة رئيسية عمودية عليها وينساب الماء فيها بفعل الجذب الارضي. وتستخدم هذه الطريقة لري الاشجار او المحاصيل الكثيفة النمو.

❖ تناسب هذه الطريقة معظم الترب التي تسمح اعماقها باجراء التسوية دون التأثير على انتاجيتها.

❖ تناسب الترب منخفضة النفاذية ولا يجذب استخدامها في الترب ذات النفاذية المنخفضة جداً.

❖ يحتاج الري الشريطي الى مهارة في ادارة عمليات الري.

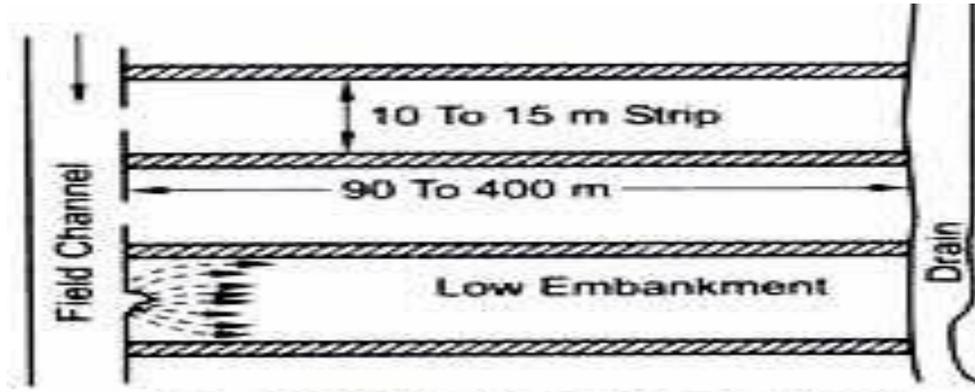


Fig. 6.2. Border strip method

### مزايا الري الشريطي:

1: ذو كفاءة ارواء عالية وتوزيع متجانس للماء اذا ما احسن التصميم والتنفيذ. 2: متطلبات الصيانة والتشغيل والسيطرة قليلة. 3: تستعمل لانواع مختلفة من الترب. 4: يمكن التحكم بعملية الري.

❖ يفضل اعطاء الماء بتصاريف تتناسب مع الانحدار لمنع حصول تعرية داخل اللوح الشريطي.

❖ تقسم الالواح الشريطية حسب طبيعة تضاريس الارض الى:

1: الاشرطة المستقيمة straight border 2: الاشرطة الكفافية contour border

### المواصفات الهيدروليكية للأشرطة:

1: عرض اللوح الشريطي : يتراوح عرض اللوح الشريطي بين 3-30 م (غالباً يكون 6-15م) ويعتمد ذلك على التصريف المعطى ودرجة تسوية الارض. ويقل عرض اللوح عندما يكون التصريف قليلاً. وغير صحيح من الناحية العملية ان يقل عرض اللوح عن 3 م . يضاف الى ذلك فان عرض اللوح قد يصمم على اساس عرض الآت الخدمة والحصاد المستخدمة ومن الناحية الاقتصادية يفضل ان يكون العرض من مضاعفات عرض الآلات المستخدمة.

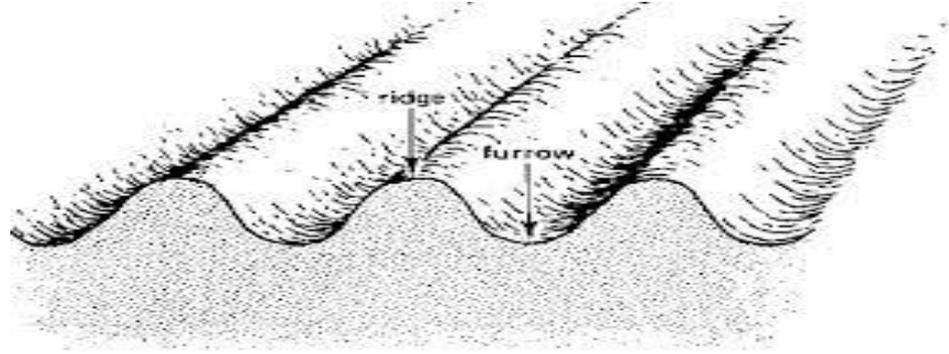
2: طول اللوح الشريطي: يعتمد طول اللوح الشريطي على معدل ترطيب التربة وغيض الماء والانحدار والتصريف وخشونة السطح. عادة يزداد طول اللوح في الترب الناعمة النسجة وعلى العكس في الترب الخشنة النسجة.

3: انحدار اللوح الشريطي : الانحدار الكبير في اللوح غير مرغوب فيه لكونه يعمل على تعرية التربة ويعتمد الانحدار على مقدار التصريف المعطى . كما لا تفضل الانحدارات البسيطة والقريبة من الاستواء والتي تسبب ضائعات كبيرة في مياه الري.

4: التصريف المناسب : يعتمد التصريف على معدل الغيض وعلى عرض اللوح.

## ري المروز Furrow Irrigation:

يشتمل على قنوات صغيرة ذات سعة مائية منخفضة تحفر في الارض على مسافات منتظمة، ويجري فيها الماء باتجاه ميل الارض.



### مزايا نظام ري المروز:

- 1: التبخر من سطح التربة اقل مقارنة بطرق الري السطحي الاخرى.
- 2: تقل مشكلة تعجن التربة وخاصة في الترب ناعمة النسجة (الترب الطينية).
- 3: امكانية اجراء عمليات خدمة المحصول بعد الري مباشرة.
- 4: تلائم جميع المحاصيل التي تزرع على خطوط.
- 5: تلائم مدى واسع في الترب والانحدارات.
- 6: امكانية السيطرة على تجهيز المياه بشكل جيد.

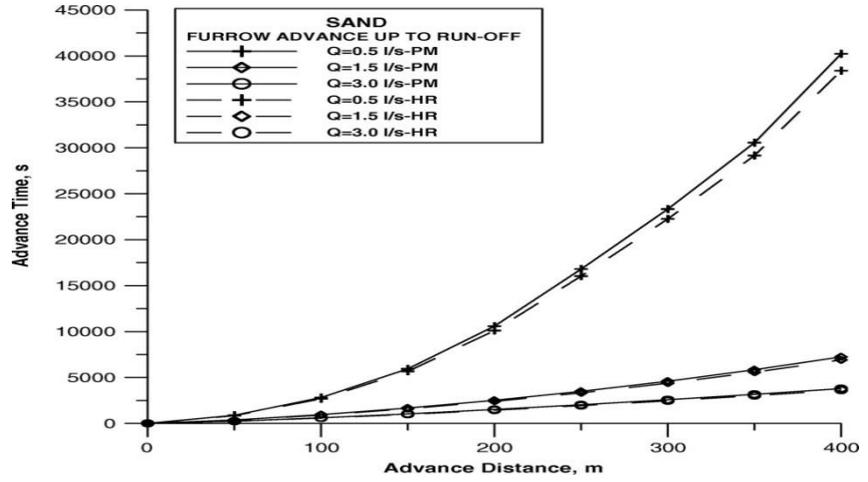
### تصميم نظام ري المروز:

ان ابرز العوامل التي تؤخذ بنظر الاعتبار في التصميم هي:

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

**تحديد طول المرز:** يعتمد طول المرز على معدل تشرب التربة بالماء والانحدار والتصريف المتوفر اضافة الى شكل ومساحة الحقل. تتراوح اطوال المروز من 25م (كما في البساتين) الى 500 م للمحاصيل الحقلية. يتم تحديد

طول المرز الامثل باجراء مجموعة من الاختبارات على المروز ويتصاريف مختلفة ثم ترسم منحنيات التقدم كما في الشكل الاتي:



### التصريف المسموح به:

يتراوح التصريف مابين 0,5 - 2,5 لتر/ ثانية . ويتم عادة قطع التصريف عن المرز عند وصول جبهة الماء الى 5/3 من طول المرز. ويمكن حساب اقصى تصريف مسموح به ولا يسبب تعرية من المعادلة التالية:

$$q_{max} = 0.60/s$$

إذا كان الانحدار % 0.20

$$q_{max} = 0.60/s = 0.60/0.20 = 3 \text{ L/Sec}$$

حيث ان :

$$q_{max} = \text{اقصى تصريف مسموح به، لتر/ثا}$$

$$S = \text{الانحدار ( القيمة العددية للنسبة المئوية للانحدار)}$$

### انحدار المرز:

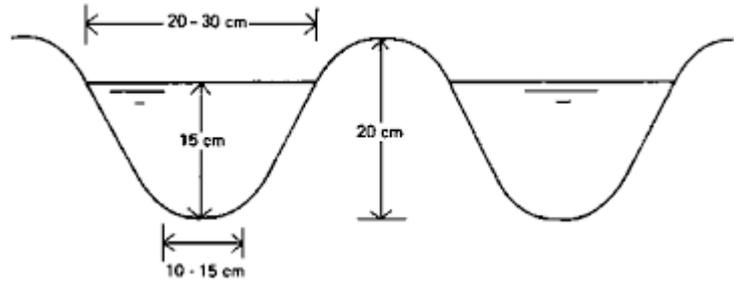
يعتمد انحدار المرز على نوع التربة والتصريف ودرجة تسوية التربة. ويعتبر الانحدار الذي يتراوح ما بين (0.15) - (0.30) % الافضل ليعطي كفاءة ري عالية وتوزيع متناسق لمياه الري.

### اعماق المروز والمسافات بينها:

تتحدد المسافة بين المروز بنوع المحاصيل المزروعة والتربة والمكائن الزراعية المستخدمة في الزراعة وعمليات خدمة التربة والمحصول.

لمحاصيل البطاطا والذرة والقطن	60 – 90 Cm
لمحاصيل الخضر ( الخس ، الجزر ، البصل )	30 – 40 Cm
للبناتين	3 – 10 m

اما اعماق المروز فتتراوح بين (20 – 30 Cm) لمحاصيل البناتين و (20 – 7.5 Cm) للمحاصيل التي تزرع على خطوط. عموماً تحتاج المحاصيل ذات الجذور الضحلة الى مروز ضحلة بمسافات متقاربة والعكس صحيح.



### تجهيز المياه للمروز:

رغم اختلاف اشكال المروز واعماقها الا ان طريقة تجهيزها واحدة، وتتكون من قناة تجهيز عمودية على اتجاه المروز وتعمل فتحات صغيرة في القناة عند كل مرز لتكون الوسيلة التي تغذي المرز بالمياه . وتستخدم احياناً السحارات (Siphone) البلاستيكية ذات الاقطار الصغيرة او استخدام انابيب مزودة بصمامات يمنع رجوع الماء الى القناة الرئيسية.

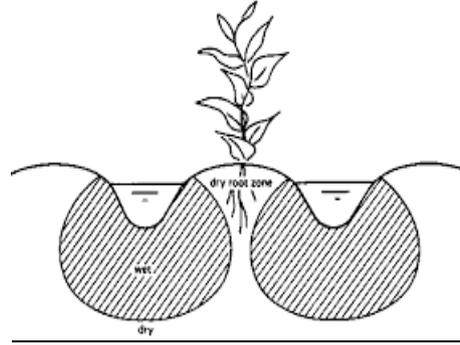
### هيدروليكية ري المروز:

ياخذ الماء في ري المروز اتجاهين اثناء تشريه في التربة :

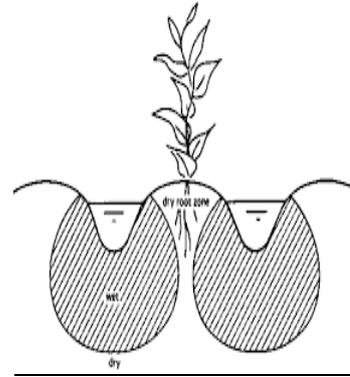
1: اتجاه عمودي      2: اتجاه افقي (جانبي)

تأخذ طبيعة الترتيب شكلاً بيضوياً او مستديراً يتحدد وفقاً لطبيعة نسجة التربة.

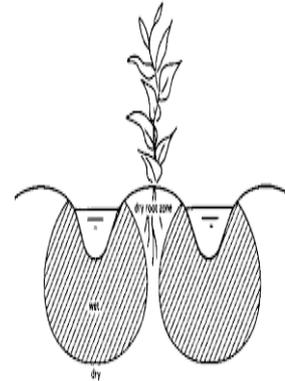
### التربة الطينية



### التربة المزيحة



### التربة الرملية



### الري بالتنقيط Drip Irrigation

يعد الري بالتنقيط من احدث طرائق الري التي استعملت وانتشرت في مناطق عديدة من العالم خاصة في المناطق التي تعاني من شحة المياه ومشكلة التملح.

مزيا وفوائد الري بالتنقيط:

1: الاقتصاد في استعمال المياه 2: انخفاض الحاجة الى ايدي عاملة

- 3: نتيجة لتقليل السطح المبتل من الارض تنخفض المشكلات الناتجة عن نمو الادغال وانتقال الامراض الفطرية والحشرية
- 4: امكانية اضافة الاسمدة والمبيدات مع مياه الري 5: يمكن تطبيق الري بالتنقيط في المناطق التي تحتاج الى تسوية وتعديل
- 6: يمكن تطبيقه في الترب ذات النفاذية العالية 7: انخفاض الضائعات المائية بالسيح والتخلل العميق والتبخر
- 8: يمكن استعمال مياه ذات ملوحة عالية نسبياً 9: عدم اعاقا العمليات الحقلية
- 10: يمكن السيطرة بسهولة على عمليات الري وتجهيز المياه

#### محددات ومشاكل الري بالتنقيط:

- 1: ارتفاع الكلفة الابتدائية نسبياً 2: تحتاج الى خبرة وكفاءة في اعمال التشغيل والصيانة
- 3: تحتاج الى توفر مصدر طاقة 4: انسداد المنقطات بفعل حبيبات الرمل والطين والشوائب ، لذا توضع مرشحات لتنقية المياه قبل الري 5: غالباً ما يتحدد نمو الجذور في منطقة الابتلال مما يؤدي الى ضعف نمو النبات وحصول مشاكل في التهوية لبعض المحاصيل.

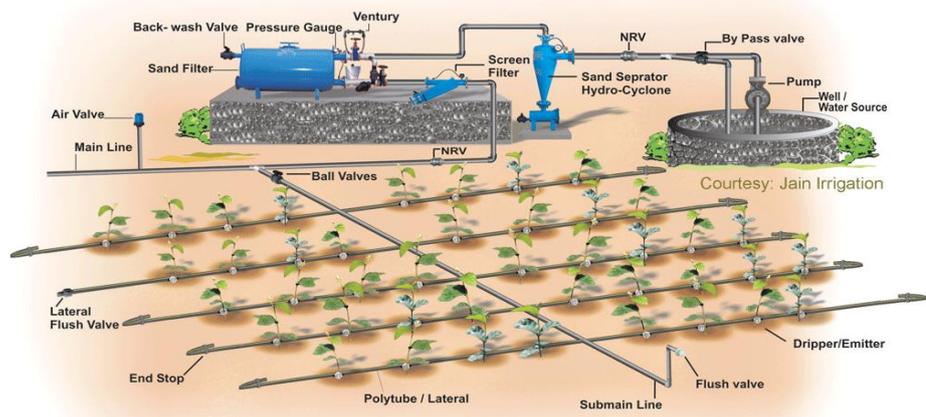
#### مكونات نظام الري بالتنقيط

##### أ: الوحدة الرئيسية:

- 1: خزان ماء (مصدر المياه) 2: المضخة 3: المرشح 4: مقاييس التصريف
- 5: حاقن الاسمدة 6: منظم الضغط

##### ب: شبكة التوزيع:

- 1: الانابيب الرئيسية 2: الانابيب المساعدة 3: الانابيب الفرعية 4: الوصلات بين الانابيب 5: المنقطات



#### شبكة الري بالتنقيط

#### الري بالررش Sprinkler Irrigation

تعرف طريقة الري بالررش بانها اضافة الماء الى سطح التربة على شكل رذاذ يشبه الى حد ما سقوط الامطار، حيث يضح الماء في شبكة من الانابيب الى ان يصل الى فوهة المرشة الضيقة فينتشر بشكل رذاذ

يستعمل الري بالررش في بعض الظروف الحقلية منها:

- 1: عندما تكون نسجة التربة خشنة بحيث لايمكن الحصول على توزيع جيد لرطوبة التربة بالطرق الاخرى

- 2: عندما تكون التربة ضحلة والماء الارضي مرتفع
  - 3: عندما تكون انحدار الارض شديد والتربة سهلة التعرية
  - 4: عندما تكون التسوية مكلفة اقتصادياً والايدي العاملة عالية الثمن
  - 5: عندما تكون المياه المتوفرة قليلة
  - 6: عند زراعة محاصيل تحتاج ريات خفيفة ويمدد زمنية متقاربة
  - 7: عند اختلاف نسجة التربة في الحقل الواحد بحيث يصعب اضافة اعماق مختلفة من الماء بالري السطحي
- اهم محاسن الري بالرش:**

- 1: سهولة السيطرة على تجهيز المياه اضافة الى سهولة القياسات المائية
  - 2: لا تعيق انظمة الري بالرش العمليات الزراعية مقارنة بطرق الري السطحي
  - 3: الحصول عادة على كفاءات ارواء عالية وتوزيع متناسق للماء
  - 4: تنتفي الحاجة الى اجراء اعمال التسوية والتعديل للاراضي
  - 5: يمكن استعمال تصاريح قليلة
  - 6: ان مكونات منظومة الري بالرش قابلة للنقل
  - 7: يستعمل الري بالرش عندما تكون كلفة العمل مرتفعة في طرق الري السطحي
  - 8: يمكن استعمال الري بالرش لاغراض اخرى عدا توفير الاحتياجات المائية للنبات ومن هذه الاغراض :  
أ: اضافة الاسمدة والمبيدات ومصالحات التربة  
ب: الحماية من الصقيع  
ج: تبريد المحصول من خلال المحافظة على درجة حرارة مناسبة
- اهم محددات استعمال الري بالرش:**

- 1: تنخفض كفاءة الري بالرش بفعل الرياح الشديدة 2: الكلفة المرتفعة لمنظومة الري بالرش
  - 3: يحتاج الري بالرش الى تجهيز مائي منتظم 4: كلفة التشغيل اعلى مما في الري السطحي
  - 5: قد تشجع هذه الطريقة انتشار مسببات الامراض الفطرية والبكتيرية، كما قد يسبب سقوط الماء المباشر على الاوراق ضرراً خاصة عند الري بمياه رديئة النوعية
- ان العوامل الهامة التي تحدد مدى نجاح نظم الري بالرش هي :**
- 1: التصميم الصحيح لشبكة الري بالري بالرش 2: تشغيل نظام الري بالرش بكفاءة
- مكونات نظام الري بالرش:**

- 1: وحدة الضخ 2: الانابيب الرئيسية 3: انابيب التوزيع الفرعية 4: قصبية المرشاة (الراقع) 5: المرشاة

## المحاضرة الثامنة : الاحتياجات المائية Water requirements

يقصد بالاحتياجات المائية : كمية الماء التي يحتاجها حقل معين ولهذه الكمية اهمية كبيرة عند تصميم قنوات الري .

العوامل المؤثرة في الاحتياجات المائية:

أ: الظروف المناخية وتشمل (درجة الحرارة والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، وكمية الامطار والسقيط عموماً، وضغط بخار الماء، وشدة الاشعاع الشمسي، ومدة سطوع الشمس).

ب: نوع النبات، وطول موسم النمو.

ج: نسبة سطح التربة المغطى بالنبات .

د: خصائص التربة.

هـ: العوامل الطبيعية (خطوط العرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر، وخصائص تضاريس الارض).

و: طريقة الري المستعملة، وانظمة تجهيز المياه المتبعة.

ز: كفاءة الري.

بعض المصطلحات المهمة المتعلقة بالاحتياجات المائية:

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

2: الاستهلاك المائي **Consumptive use**: هي كمية المياه التي يستهلكها نظام النبات ، وتشمل كمية الماء المستهلكة في عملية النتح **Transpiration** بواسطة النبات ، وكمية الماء المفقودة في عملية التبخر **Evaporation** من سطح التربة اضافة الى كمية الماء المستعملة في بناء انسجة النبات نفسه. ان كمية الماء في انسجة النبات في نهاية موسم النمو لا تتجاوز 1% من مجموع الفقد بالتبخر والنتح على مدار الموسم لذا يمكن القول بان الاستهلاك المائي = التبخر نتح (evapotranspiration).

3: قدرة التبخر نتح **potential evapotranspiration (ET<sub>p</sub>)** : يستخدم للتعبير عن الاستهلاك المائي تحت ظروف معينة ويستخدم لمقارنة الاستهلاك المائي في مناطق مختلفة او القيم المختلفة للاستهلاك المائي في نفس المنطقة. وتعرف بانها كمية الماء المفقود بالتبخر نتح في وحدة الزمن بواسطة نباتات قصيرة خضراء تغطي سطح التربة كلياً ولها طول منتظم ولا تعاني من نقص الماء.

هناك علاقة بين قدرة التبخر نتح وبين الاستهلاك المائي الفعلي، اذ يطلق على النسبة بين قدرة التبخر نتح (ET<sub>p</sub>) والاستهلاك المائي (ET) بمعامل النبات **K<sub>c</sub> (Crop factor)** .

$$K_c = \left[ \frac{ET}{ET_p} \right]$$

يأخذ معامل المحصول قيماً مختلفة ، وهو معامل تجريبي تتغير قيمه من محصول لآخر ومن منطقة لآخرى ومن وقت لآخر خلال موسم الزراعة.

4: التبخر **evaporation**: هي العملية التي يعود بها السقيط او مياه الري التي تصل الى سطح الارض الى الجو على شكل بخار.

5: النتح **transpiration**: هي العملية التي ينتقل بها بخار الماء من النباتات الحية الى الجو.

6: احتياجات الحقل الاروائية **(FIR) Field irrigation requirement**: هي كمية المياه التي تعطى فعلاً لكل دونم من الحقل في الري الواحد. وتعتمد على الاستهلاك المائي وكفاءة الري وكمية ومدة سقوط الامطار وكمية الماء المخزونة في المنطقة الجذرية ، ويعبر عن احتياجات الحقل الاروائية :

$$FIR = \left[ \frac{ET + LR}{Ei} \right] - Ws - Re$$

اذ ان:

FIR = احتياجات الحقل الاروائية

ET = الاستهلاك المائي

LR = متطلبات الغسل

Ei = كفاءة الري

Ws = كمية الماء المخزونة في التربة

Re = كمية الامطار الفعالة

7: المقتن الحقلية الاروائية **Field discharge** : يمثل كمية الماء التي تعطى فعلاً لكل دونم من الحقل محسوبة كتصريف في اليوم الواحد.

8: مقتن القنوات والسواقي **Channel discharge** : يمثل كمية المقتن الحقلية الاروائية زائداً ضائعات النقل. طرق التعبير عن الاستهلاك المائي:

1- وحدات تصريف **(discharge)**: م<sup>3</sup>/دونم/موسم

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

3- وحدات معدل او متوسط لليوم **(Rate)**: سم/يوم وتستخرج من قسمة وحدات الطول على موسم النمو.

مثل : الاستهلاك المائي ET لحقل 1000 م<sup>3</sup>/دونم/موسم ، يمكن التعبير عنه بوحدة الطول

$$100 = 40 \text{ سم/موسم} = 400 \text{ م/موسم} * \left[ \frac{1000}{2500} \right]$$

ويعبر عنه بوحدات معدل يومي لموسم طوله 100 يوم:

$$0.40 \text{ سم/يوم} = 4 \text{ مم/يوم} = \left[ \frac{40}{100} \right]$$

4- وحدات الطاقة الحرارية **Heat energy** : واساسها ان الطاقة الحرارية الشمسية هي مصدر فقد الماء وهذه الوحدات ماهي الا وحدات استهلاك مائي مضروبة في قيمة الحرارة الكامنة للتبخير **Latent heat of vaporization** والتي تعرف ( بانها كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل غم واحد من الماء من حالته السائلة الى حالته الغازية عند درجة حرارة معينة ووحداتها هي سرعة حرارية / غم).

$$\begin{aligned} ET \times H.V &= \left[ \frac{cm}{day} \right] \times \left[ \frac{cal.}{gm} \right] \\ &= \left[ \frac{cm}{day} \right] \times \left[ \frac{cal.}{cm^3} \right] = \left[ \frac{cal.}{cm^2.day} \right] \end{aligned}$$

ان قيمة HV في درجة حرارة 20 درجة مئوية تساوي 585 سرعة / غم وعليه يمكن التعبير عن مثالنا السابق بوحدات الطاقة الحرارية كالآتي :

$$0.4 \times 585 = 234 \text{ cal. / cm}^2.\text{day}$$

#### 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 بصورة مباشرة.

2- الطرق غير المباشرة **indirect or estimation methods**: وهي الطرق التي تتضمن قياسات عوامل المناخ التي لها علاقة او تسبب التبخر والنتح ومن هذه العوامل الاشعاع الشمسي والحرارة وطول النهار والرطوبة وسرعة الرياح وعوامل اخرى.

الطرق المباشرة : ومن بين هذه الطرق ما يلي :

اولاً : اللايسمترات ( المساريب ) **Tanks or Lysimeters** : وهي عبارة عن اجهزة لتقدير التبخر والنتح للمحاصيل المختلفة وفيها تعزل كتلة من التربة والتي تمثل تربة الحقل وتوضع في وعاء يسمى اللايسمتر ، يزرع هذا الاخير بمحصول معين بقصد تقدير الاستهلاك المائي له عن طريق دراسة التغير في رطوبة التربة واحتساب كمية المياه المضافة وكميات المياه الميزولة.

ومن الشروط الواجب توفرها في اللايسميتر هي :

- 1- توفر العمق الملائم لنمو الجذور وتغلغلها.
- 2- توفر الرطوبة والتهوية المناسبين .
- 3- ان تتلائم مساحة اللايسيمتر مع طبيعة النمو الخضري للمحصول المزروع.
- 4- ان تكون جدران اللايسيمتر رقيقة ومصنوعة من مادة لا تتأثر بالحرارة .
- 5- يجب توفر امكانية بزل المياه الزائدة.
- 6- ضرورة تماثل التربة الموجودة في اللايسيمتر مع التربة المحيطة به من حيث نظام ترتيب طبقاتها وتعاقبها .
- 7- يراعى ان يكون ارتفاع اللايسيمتر مساوياً لارتفاع الحقل المجاور وان لا تكون هناك عوائق او موانع كالابنية او مصدات الريح.
- 8- يجب ان تخضع معاملات المحصول المحيط باللايسيمتر لنفس العمليات الزراعية التي تجرى للمحصول المزروع في اللايسيمتر من حيث التسميد والري خاصة.

بينما يمكن تلخيص الاهداف الاساسية للايسيمتر بما يلي :

- 1- دراسة الاستهلاك المائي للمحاصيل المختلفة.
- 2- قياس معدلات الغيض في التربة وتوزيع الرطوبة في مقدرات تلك الترب.
- 3- تحديد معدلات الري وكميات المياه التي يجب اضافتها بدلالة العمق .
- 4- تحديد الفقد من المغذيات والاملاح من التربة جراء الري وسقوط الامطار او عند اجراء عمليات الغسل في حالة استصلاح الاراضي المتأثرة بالملوحة.

ومن اهم انواع اللايسيمترات ما يلي :

- 1- اللايسيمترات الغير وزنية **Non weighing lysimeters** : اللايسيمتر غير الوزني عبارة عن وعاء كبير مثبت في التربة لعمق معين يسمح بنمو الجذور بحرية وفي قاعها فتحة للتخلص من الماء الزائد، ولحساب الاستهلاك المائي لهذه الانواع من اللايسيمترات تضاف كمية مقاسة من الماء اكثر من سعة التربة للاحتفاظ بالماء وبعد ان يترشح الماء الزائد يترك اللايسيمتر لفترة مناسبة لغرض استهلاك النبات للماء وبعد فترة تضاف كمية مقاسة 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 ) ان هذا النوع من اللايسيمترات تعتمد على ايجاد الفرق بين كمية الماء المضافة بالري والامطار ( Di ) وما يجمع من مياه البزل ( Dd ) والتغير في المحتوى الرطوبي للتربة ( Ds ) اي ان الاستهلاك المائي الفعلي CU يساوي

$$CU = Di - ( Dd + Ds )$$

- 2- اللايسيمترات 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 اللايسيمترات يحسب الوزن الكلي للايسيمتر ( وزن الوعاء + وزن التربة الجافة + وزن الماء ) ثم يحسب الفقدان بالوزن على

الفترات المرغوب فيها حيث ان التغير في الوزن يرجع الى الفقد بالتبخر والنتح ويجمع مقدار الفقد بالوزن للفترات المقاسة يستحصل على الاستهلاك المائي الفعلي للنبات خلال الموسم الزراعي .

3- اللايسيمتر الطواف Floating lysimeter : هذا النوع من اللايسيمترات 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 - نتح .

ثانياً : قياس رطوبة التربة Soil moisture studies

ثالثاً: طريقة الالواح التجريبية Field experimental plots

رابعاً : طريقة التكامل Integrated method

خامساً : طريقة التوازن المائي Water balance method

الطرق غير المباشرة او التقديرية

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

يلاحظ بأن هناك 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 الانواء الجوية في الولايات المتحدة الامريكية هو الاكثر شيوعاً ويتكون من وعاء من الحديد المغلوق مستدير الشكل قطره 120 سم وعمقه 25 سم يوضع على مشبك خشبي للسماح للهواء بالحركة ويملاً الى عمق 20 سم ويقاس مستوى الماء فيه بواسطة مقياس موضوع في بئر تهدئة مرتبط به ، ويحسب التبخر من فرق المناسيب بعد اخذ كمية الامطار الساقطة بنظر الاعتبار .

يمكن اعتماد قيم التبخر المقاسة من احواض التبخر على انها تمثل الاستهلاك المائي الا انه وفي الغالب فإن كمية المياه المستهلكة من قبل النبات هي اقل من الكمية المتبخرة من احواض التبخر ، ان القراءة الناتجة لتبخر الماء من الحوض لا تمثل القيمة الحقيقية لمقدار قدرة التبخر والنتح وعليه يجب وضع معاملات تحويل مقدار التبخر المقاس من الحوض وعلاقته مع التبخر الحاصل من النباتات وهذه المعاملات ( Kp ) تستخدم للتحويل وحسب العلاقة التالية

$$ETP = Kp \times Epan$$

حيث ان :

$$Epan = \text{التبخر من الحوض مم / يوم}$$

Kp = معامل خاص بالحوض ويختلف تبعاً لنوع الحوض والغطاء النباتي المحيط بالحوض وطبيعة سطح التربة .

ولحساب الاستهلاك المائي باستخدام هذه الطريقة تضرب قدرة التبخر - نتح المعدلة من احواض التبخر بمعامل النبات الذي تعتمد قيمته على مرحلة نمو النبات والموقع وطبيعة النمو وكما في المعادلة التالية

$$CU = ETP \times Kc$$



صورة 1. حوض التبخر الامريكي صنف A

2- تقدير التبخر - نتح من البيانات المناخية :

• معادلة بليني - كريدل Blany - Criddle formula

لقد توصل بليني - كريدل عام 1950 الى معادلة مبسطة لاحتساب الاستهلاك المائي الشهري ، وتعتمد هذه المعادلة على معدل درجة الحرارة الشهري ومعدل النسبة المئوية لعدد ساعات النهار في الشهر بالنسبة لعدد ساعات السنة ، لقد اشتقت هذه المعادلة في ظروف المناطق الجافة للولايات المتحدة الامريكية مما شجع على انتشارها في انحاء كثيرة من العالم خاصة الجافة وشبه الجافة منها .

وتكتب معادلة بليني - كريدل بالوحدات المترية وكما يأتي :

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

$$CU = KcP(0.46 Tc + 8.13)$$

حيث ان :

ETP = قدرة التبخر - نتح مم

Tc = معدل درجة الحرارة الشهري م°

$P =$  النسبة المئوية لعدد ساعات النهار في الشهر نسبة الى عددها في السنة

مثال : احسب الاستهلاك المائي للحنطة من واقع البيانات التالية

Kc	%P	درجة الحرارة م°	الشهر
0.75	9.7	16.3	كانون الثاني
0.8	9.8	17.5	شباط
0.8	9.8	17.2	اذار
0.8	9.7	20	نيسان

الجواب :

يحسب الاستهلاك المائي لشهر كانون الثاني وبتطبيق معادلة بليني - كريدل وكالاتي :

$$CU = KcP(0.46 Tc + 8.13)$$

$$= (0.75)(9.7)(0.46 \times 16.3 + 8.13)$$

$$= 113 \text{ mm / month ( كانون الثاني )}$$

$$CU = KcP(0.46 Tc + 8.13)$$

$$= (0.8)(9.8)(0.46 \times 17.5 + 8.13)$$

$$= 126 \text{ mm / month ( شباط )}$$

$$CU = KcP(0.46 Tc + 8.13)$$

$$= (0.8)(9.8)(0.46 \times 17.2 + 8.13)$$

$$= 125 \text{ mm / month ( اذار )}$$

$$CU = KcP(0.46 Tc + 8.13)$$

$$= (0.8)(9.7)(0.46 \times 20 + 8.13)$$

$$= 134 \text{ mm / month ( نيسان )}$$

اذن مجموع الاستهلاك المائي للاثهر الاربعة يساوي

$$498 = 134 + 125 + 126 + 113 \text{ مم بالتقريب } = 50 \text{ سم / موسم}$$

• معادلة جانسن - هيس Jensen - Haise formula

توصل جانسن - هيس عام 1963 الى معادلة لاحتساب قدرة التبخر والنتح ETP وتعتمد على مبدأ توازن الطاقة ويعبر عنها رياضياً كالاتي :

$$ETP= Rs(0.025 Tc+0.08) \quad \text{عندما تكون درجة الحرارة بالمنوي}$$

$$ETP=Rs(0.014 Tf+0.37) \quad \text{عندما تكون درجة الحرارة بالفهرنهايت}$$

اذ ان :

$$ETP = \text{قدرة التبخر} - \text{نتح بوحدات Rs}$$

Tf ، Tc معدل درجة الحرارة السائدة للهواء في المنطقة بالمنوي والفهرنهايت على التوالي .

$$Rs = \text{الاشعة الشمسية الساقطة سرعة حرارية} / \text{سم}^2 / \text{يوم}$$

مثال : يراد حساب الاستهلاك المائي بالاستعانة بالبيانات التالية التي تم الحصول عليها من محطة الانواء الجوية لمنطقة ما على مدى 10 ايام لشهر اب ، ( درجة الحرارة العظمى 30 درجة سيليزية ودرجة الحرارة الصغرى 10 درجة سيليزية ومعدل الاشعة الشمسية الساقطة 1.31 سرعة/سم<sup>2</sup>/يوم عند درجة 20 درجة سيليزية ومعامل النبات 0.85 ؟

الحل :

$$ETP= Rs(0.025 Tc+0.08)$$

$$\text{نستخرج معدل درجة الحرارة} = \frac{\text{درجة الحرارة العظمى} + \text{درجة الحرارة الصغرى}}{2}$$

$$\text{نستخرج معدل درجة الحرارة} = \frac{10+30}{2}$$

$$= 20^\circ \text{م}$$

$$ETP= Rs(0.025 Tc+0.08)$$

$$= 1.31(0.025 \times 20+0.08)$$

$$= 0.76 \text{ cm/day}$$

$$Cu= ETP \times Kc$$

$$= 0.76 \times 0.85$$

$$= 0.64 \text{ cm/day}$$

اذن الاستهلاك المائي لفترة 10 ايام يساوي

$$6.4 = 10 \times 0.64 \text{ سم}$$

• معادلة ثورن وايت Thornthwaite formula

• معادلة بنمان Penman formula

مثال : حقل قطن مساحته 20 دونم يروى من نهر فرعي فاذا كانت المعلومات المناخية المتوفرة خلال شهر مايس هي  
( $Kc = 0.65$  ,  $P = 9.8\%$  ,  $Tc = 20$ ) احسب كلاً مما يأتي؟

أ: الاستهلاك المائي بالمتر مكعب / دونم؟

ب: اذا كان التوصيل الكهربائي لماء النهر 1 ديسيبيمنز متر<sup>-1</sup> ولماء البزل 5 ديسيبيمنز متر<sup>-1</sup> فما هي احتياجات الغسل؟

ج: اذا كانت كفاءة الري 70% ما هي احتياجات الحقل الأروائية الكلية؟

الجواب :

$$1- CU = KcP(0.46 Tc + 8.13)$$

$$= (0.65)(9.8)(0.46 \times 20 + 8.13)$$

$$= 107 \text{ mm / month} \div 10 = 10.7 \text{ cm/ month} \div 100 \times 2500$$

$$= 267.5 \text{ m}^3 / \text{donam} / \text{month}$$

$$2- LR = \left[ \frac{ECiw}{ECdw} \right] = \left[ \frac{1}{5} \right] = 0.2 = 20\%$$

$$3- FIR = \left[ \frac{ET(CU)}{(1-LR)Ei} \right] = \left[ \frac{267.5}{(1-0.2)0.7} \right] = 477.6 \text{ m}^3 / \text{donam} / \text{month}$$

$$= 477.6 \times 20$$

$$= 9552 \text{ m}^3 / 20 \text{ donam} / \text{month}$$

زمن الري : هو الزمن اللازم لإضافة كمية محددة من الماء خلال الري الواحدة ويتحدد بعد معرفة ما يلي :

- 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 يحسب زمن الري

$$Q t = a d$$

حيث ان :

$$Q = \text{التصريف}$$

$$t = \text{زمن الري}$$

$$a = \text{المساحة المروية}$$

$$d = \text{عمق الماء المضاف}$$

مثال : حقل شعير مساحته 4 دونم ورطوبة التربة قبل الري 20% ورطوبة التربة عند السعة الحقلية 27% وكثافة التربة الظاهرية 1.3 غم / سم<sup>3</sup> وتصريف القناة التي تغذي الحقل يساوي 40 لتر/ ثانية احسب الزمن اللازم لإروائه اذا علمت ان عمق المنطقة الجذرية يساوي 100 سم ؟

الجواب:

نحسب اولاً عمق الماء الواجب اضافته للتربة لإيصال رطوبتها الى حدود السعة الحقلية

$$27 - 20 = 7\%$$

$$d = \left[ \frac{PV}{100} \right] \times D = \left[ \frac{Pw \times pb}{100} \right] \times D = \left[ \frac{7 \times 1.3}{100} \right] \times 100 = 9.1 \text{ cm}$$

$$Q t = a d$$

$$\left[ \frac{40}{1000} \right] \times t = 4 \times 2500 \left( \frac{9.1}{100} \right)$$

$$t = \left[ \frac{4 \times 2500 \times \frac{9.1}{100}}{\frac{40}{1000}} \right] = \frac{10000 \times 0.091}{0.04} = 22750 \text{ second} \div 3600 = 6.31 \text{ hr}$$

## المحاضرة التاسعة : البزل Drainage

يقصد بكلمة البزل او الصرف drainage تخليص التربة من المياه الزائدة بوسائل مختلفة لجعلها صالحة لاستعمالات عديدة زراعية وغير زراعية.

نتج مشكلة البزل عن الماء الزائد الموجود اما على سطح الارض او تحت السطح في منطقة جذور النباتات، فاذا استقر الماء على سطح التربة فتصبح المشكلة التخلص من هذا الماء السطحي بعملية تدعى البزل السطحي (Surface drainage)، يتعلق النوع الثاني من البزل بالماء الذي يتجمع تحت سطح الارض اي يكون مستوى الماء الجوفي مرتفعاً والتخلص من الماء في هذه الحالة يعرف بالبزل تحت السطحي (Subsurface drainage)

### اسباب البزل والغرض منه:

- 1: ازالة الماء الغير مرغوب فيه من منطقة الجذور في التربة.
- 2: تحسين بناء التربة وتهويتها لتوفير محيط جذري يوفر اقصى ظروف ملائمة لنمو النبات
- 3: مما ذكر سابقاً يؤدي الى زيادة انتاج المحصول
- 4: ديمومة انتاجية التربة

### مصادر المياه الزائدة:

- 1: الافراط في مياه الري
- 2: الامطار
- 3: التسرب من القنوات والخزانات
- 4: مياه الفيضانات
- 5: طوبوغرافية المنطقة مثل الاماكن المنخفضة القريبة من البحر

### دلالات ظهور مشاكل البزل:

- 1: وجود مياه راكدة فوق سطح الارض خاصة في الاماكن المنخفضة.
- 2: ظهور تجمعات ملحية على سطح الارض.
- 3: رص التربة وارتفاع كثافتها الظاهرية مما يؤدي الى بطئ حركة الماء فيها.

4: ضعف نمو النباتات واصفرار اوراقها وحواف الاشجار الكبيرة مما يؤدي يدل على ارتفاع مستوى الماء الجوفي.

5: صعوبة تأدية عمليات الخدمة الزراعية مثل الحرثة وغيرها نتيجة تشبع التربة بالماء.

6: انتشار وتكاثر البعوض والحشرات الاخرى مما يدل على تراكم المياه على السطح.

### التحريات والدراسات الحقلية:

يجب الاخذ بنظر الاعتبار النقاط الاتية عند اجراء الدراسات الحقلية لأي مشروع:

1: التضاريس الارضية (الطوبوغرافية)

2: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة

3: مستوى الماء الجوفي

4: مصدر الماء الزائد

### ❖ يجب ان يشمل المسح الطوبوغرافي ويبين الاتي:

أ: موقع ودرجة انحدار القنوات والمجاري المائية الطبيعية والاصطناعية الموجودة التي ربما تؤثر وتتأثر في نظام الري.

ب: انحدارات سطح الارض وطرائق الري المحلية.

ج: اي دلائل للملوحة والصودية في المنطقة.

د: انواع المحاصيل الزراعية وحالتها.

❖ معلومات التربة الضرورية لأغراض البزل هي نسجة التربة وحركة الماء فيها وعمق الطبقة غير النفاذة في

موقع المبالز ، وتعد النفاذية المشبعة واحدة من اهم صفات التربة المهمة في دراسات الري والبزل وهي

متغير من متغيرات التربة (وهي قابلية التربة على امرار الماء خلال مقد التربة ، وبعبارة اخرى هي مقدار

الماء المار خلال مقد التربة في وحدة زمن وتقاس عادة بالـ (L / t) م/يوم ، سم / ساعة .... وهكذا

❖ ان معرفة مستوى سطح الماء الجوفي وتبايناته تعطي معلومات مهمة تؤثر في تصميم نظام البزل ويقصد

بسطح الماء الجوفي ( الحد الاعلى للتربة المشبعة بالماء الجوفي ). ان رصد مناسب المياه الارضية

مهمة ويتم ذلك عن طريق ابار مراقبة والابار الموجودة في المنطقة ومصادر المياه الجوفية ومضاغط

(مضاغط) السوائل .

## - انواع الميازل :

تقسم الميازل الى عدة انواع هي :

1: الميازل المفتوحة

2: الميازل المغطاة

أ: الميازل الانبوبية

ب: ميازل المسارب

3: الميازل العمودية ( ابار البزل )

## - مزايا الميازل المفتوحة

- 1: تمتلك مقطعاً عرضياً كبيراً وبذلك تستطيع نقل كميات كبيرة من الماء.
- 2: يمكن استعمالها لبزل المياه الزائدة اليومية التي قد تأتي من الامطار الغزيرة او الفيضانات الطارئة بالإضافة الى وظيفتها في ضبط مستوى الماء الجوفي
- 3: لا تحتاج الى انحدار كبير وهذا مهم في الاراضي المستوية.
- 4: يمكن التعرف مناطق الانسداد بسهولة كما يمكن تنظيف القنوات بسهولة.
- 5: التكاليف الابتدائية للمشروع تكون منخفضة نسبياً.

## - عيوب الميازل المفتوحة

- 1: خسارة جزء من الارض الزراعية عند شق قنوات البزل تصل احياناً الى 15%.
- 2: تسبب القنوات اعاقه لحركة المكائن والآلات الزراعية
- 3: تحتاج الى صيانة وتنظيف مستمرين وهذا يزيد من التكاليف
- 4: ضرورة بناء عدة قناطر وجسور فوق الميازل لعبور الاشخاص والمواشي والمكائن والمعدات.
- 5: تشكل مكاناً ملائماً لنمو وانتشار الادغال والحشرات الضارة بالاقتصاد والصحة.

## الميازل المغطاة :

الميازل المغطاة هي الميازل الموجودة تحت سطح الارض ، ويشمل نظام البزل المغطى و الميازل الحقلية والميازل المجمعة والميازل الرئيسية وتكون جميعها تحت الارض.  
اما نظام البزل المختلط فهو يشمل ميازل حقلية ومجمعة مغطاة وميازل رئيسة مفتوحة او تكون الميازل الحقلية مغطاة فقط.

## - مزايا الميازل المغطاة

- 1: لا توجد خسارة في الارض الزراعية اذ يمكن زراعة الارض الواقعة فوق الميازل مباشرة
- 2: يمكن اجراء جميع العمليات الحقلية بسهولة وبدون عوائق
- 3: تحتاج الى صيانة وتنظيف اقل مما تحتاجه الميازل المفتوحة .
- 4: لا تحتاج الى بناء عدة قناطر وجسور فوق الميازل لعبور الاشخاص والمواشي والمكائن والمعدات.
- 5: لا يسمح نظام البزل المغطى بنمو الحشائش ولا يسمح بتكاثر الحشرات ومسببات الامراض.

## - عيوب الميازل المغطاة

- 1: التكاليف الابتدائية للمشروع تكون اعلى من التكاليف الابتدائية لنظام البزل المفتوح.
- 2: عدم امكانية التخلص من ماء البزل السطحي او المياه الزائدة على سطح الارض بسرعة وسهولة
- 3: صعوبة معرفة ما اذا كانت الميازل تعمل بصورة صحيحة او لا ، اي صعوبة معرفة اماكن الانسداد او الضرر
- 4: تخطيط وتنفيذ البزل المغطى تحتاج الى كثير من الخبرات والوقت.
- 5: قد يحصل انسداد لأنابيب البزل وخاصة الصغيرة منها نتيجة لتراكم الترسبات او نتيجة دخول جذور النباتات الى داخلها.

## البزل ونمو النبات :

يعد عمق الماء الارضي وملوحته من العوامل المؤثرة على نمو النبات في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يستوجب فيها الارواء لإنتاج المحاصيل ان نمو النبات في هذه المناطق يعكس التداخل بين رطوبة التربة وهواء التربة والعناصر الغذائية الجاهزة . اذ ان عمق الماء الجوفي المؤثر على نمو النبات والذي يسمى بالعمق الحرج Critical depth يعتمد على ملوحة الماء الجوفي والمناخ والصفات الفيزيائية للتربة وطبيعة المحصول ويعرف العمق الحرج للماء الجوفي بأنه ( المستوى الذي اذا ارتفع الماء الجوفي فوقه يؤثر على نمو النبات وانتاجيته من خلال تجمع الاملاح وظروف التهوية الرديئة في المنطقة الجذرية ) .

ان الظروف غير الملائمة لنمو النباتات في الترب المتغدقة Water logged soil يمكن اجمالها بما يأتي :

- 1- عدم توافر الاوكسجين لتنفس جذور النباتات وان ذلك يؤثر بشكل سلبي على مجمل الفعاليات الحيوية التي تقوم بها جذور النباتات مما ينعكس سلبا على نمو النباتات.
- 2- توافر ظروف لاهوائية مما يعني ان العمليات الاختزالية لبعض المواد تكون شديدة وهذا يجعل التراكيز عالية للمواد المختزلة مثل اكاسيد الحديد والمنغنيز والكبريت والتي لها تأثير سمي على النباتات.

3- انخفاض تحلل المواد العضوية والتي تعد من المصادر المهمة لبعض العناصر الغذائية للنباتات بسبب قلة الفعاليات للأحياء الدقيقة تحت الظروف غير الهوائية.

4- تجمع الاملاح على سطح التربة وفي المنطقة الجذرية نتيجة لتبخر الماء القريب من سطح التربة مما يؤدي الى

- بطئ وانخفاض نسبة انبات البادرات.

- الجفاف الفسيولوجي ( على الرغم من توافر المياه لا تستطيع النباتات امتصاصه ).

- انخفاض امتصاص العناصر الغذائية بشكل عام لكونها مرتبطة بحركة الماء.

- النمو الضعيف للنباتات وانخفاض الانتاجية للنباتات.

5- ان الترب الرطبة يحدث لها رص Compaction بسبب سير الآلات الزراعية او الحيوانات عليها مما يزيد من كثافتها الظاهرية وتقليل مساميتها وهذه من العوامل المؤثرة سلباً على نمو النباتات.

ان ميكانيكية حركة الاملاح في التربة يمكن ان تتم بأسلوبين الاول هو عن طريق الانتشار Diffusion في ماء التربة والثاني عن طريق الحمل Convection مع حركة ماء التربة وان القوى المحركة للأملاح بواسطة الانتشار هي الانحدار في تركيز الايونات المتحركة ما بين نقطتين حيث ان الايونات تتحرك من منطقة التركيز العالي الى منطقة التركيز الواطئ في محلول التربة ، اما عن حركة الاملاح بواسطة الحمل والتي تحدث مع ماء التربة من نقطة معينة الى اخرى اذ ان القوى المحركة لماء التربة هي الانحدار في الضاغط المائي لماء التربة ما بين نقطتين ويتحرك الماء من منطقة الجهد العالي ( محتوى رطوبي عالي ) الى منطقة الجهد الواطئ ( محتوى رطوبي قليل ) محركا معه الاملاح.

### صيانة المبازل :

ان مشاريع البزل سوف تفقد جزء من كفاءتها اذا لم يكن هناك برنامج ملائم لأعمال الصيانة ويجب صيانة المبازل المفتوحة من الترسبات التي تحدث نتيجة انهيارات الجوانب بفعل عمليات التعرية او الترسبات المنقولة وكذلك مقاومة الادغال وازالتها حيث ان الترسبات والادغال تعيق من حركة المياه فضلا عن انها تقلل من الطاقة التصميمية للمبزل مما يؤدي الى قلة كفاءة البزل. ومن الوسائل الوقائية المتبعة للتقليل من اثر الرمال المتحركة يمكن تلخيصها في نقطتين اساسيتين وهي :

1- الاستفادة من الاتربة الناجمة عن اعمال الحفريات.

2- محاولة السيطرة على التعرية الريحية في المنطقة.

اما بالنسبة الى المشكلة الثانية التي تواجهها المبازل المفتوحة هي مشكلة نمو الادغال وللتخلص من والسيطرة على نمو الادغال يمكن اتباع احدى الطرق الاتية في المكافحة :

1- المكافحة الكيميائية

2- المكافحة الميكانيكية

3- المكافحة البيولوجية

4- الحرق

**صيانة المبازل المغطاة:** تتوفر طريقتان يمكن بواسطتها تنظيف المبازل المغطاة من الترسبات وهي :

1- طريقة الخدش Scraping method

2- طريقة الغسل Flushing method