



جامعة الفُرات
كُلْيَة الهندسة الزراعية بالحسكة
قسم الهندسة الريفية

مقرر الري والصرف



السنة الثالثة

اعداد

د. غالية عبد المجيد

2026 - 2025

المحاضرة الأولى

الموارد والأحواض المائية في سورية

تقسم الموارد المائية في سورية الى اربعة أنواع مختلفة :

A- مياه الأمطار :

يتغير المعدل السنوي لسقوط الامطار كثيرا من منطقة الى أخرى في سورية. أما بالنسبة لمساحات الاراضي السورية حسب معدلات أمطارها السنوية فأن :

5% من مساحة سورية يهطل بها أكثر من 1000 ملم / السنة

20% من مساحة سورية يهطل بها بين 1000-500 ملم / السنة

25% من مساحة سورية يهطل بها بين 500 - 250 ملم / السنة

40% من مساحة سورية يهطل بها بين 250 - 100 ملم / السنة

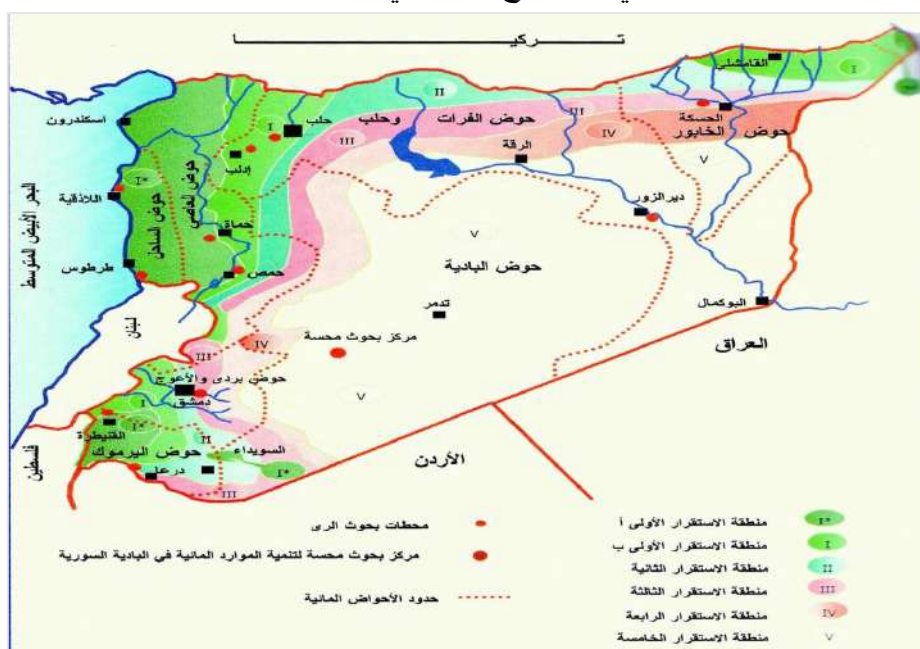
10% من مساحة سورية يهطل بها أقل 100 ملم / السنة

تبلغ مساحة سورية 184750 كيلو متر مربع فيكون حجم الأمطار الهاطلة على جميع الأراضي السورية يقارب سنويا خمسين مليار متر مكعب من الماء، ويتركز معظم هطول الامطار في سورية في فصل الشتاء والقسم الآخر في فصلي الربيع والخريف. أن معظم هذه الأمطار أصبح يخزن بعد انشاء السدود الترابية والموزعة في كل المناطق لاستخدامها في فترات الجفاف.

قسمت سورية من الناحية الزراعية البعلية الى خمس مناطق استقرار هي :

- 1- منطقة الاستقرار الأولى تزيد أمطارها عن 600 ملم سنويا، تزرع بالمحاصيل دون الحاجة للري.
- 2- منطقة الاستقرار الثانية والتي تتراوح امطارها بين 350 الى 600 ملم ولا تقل عن 300 ملم في ثلثي سنواتها، ويمكن أن تعطي محصولا جيدا في سنتين من أصل ثلاثة ، وأن أهم محاصيلها القمح وبعض المحاصيل الصيفية البعلية .
- 3- منطقة الاستقرار الثالثة وتتراوح أمطارها بين 250 الى 350 ملم ولا تقل عن 250 في ثلثي سنواتها ويزرع بها القمح والشعير وبعض المحاصيل الصيفية البعلية .
- 4- منطقة الاستقرار الرابعة وهي المنطقة التي يبلغ معدل أمطارها 250 ملم وليس اقل من ذلك في نصف سنواتها والمحصول الرئيسي هو الشعير وتعطى موسمين خلال ثلاثة سنوات .
- 5- منطقة الاستقرار الخامسة والتي تتراوح أمطارها بين 200 و 250 ملم وليس اقل من 200 ملم في نصف عدد سنواتها وهي منطقة هامشية صالحة للري .

6- المنطقة الصحراوية أو البادية والتي لا تصلح الا للري ومعدل أمطارها أقل من 200 ملم في السنة



B- مياه الأنهار الدائمة الجريان :

يجري في سورية ستة عشر نهرا دائم الجريان ، وأن أطولها وأغزرها فهو نهر الفرات يليه الخابور فالعاصي، ويقدر تصريف هذه الانهار بـ 33730 مليون متر مكعب وأهم السدود أو البحيرات المنشأة على هذه الانهار ، بحيرة الأسد (الفرات) 1160010^6 m^3 وسد الرستن 22510^{10} m^3 الخ حيث يبلغ ما تخزنه هذه السدود والبحيرات أكثر من 1200010^6 m^3 .

C- مياه السيول والأنهار المتقطعة الجريان :

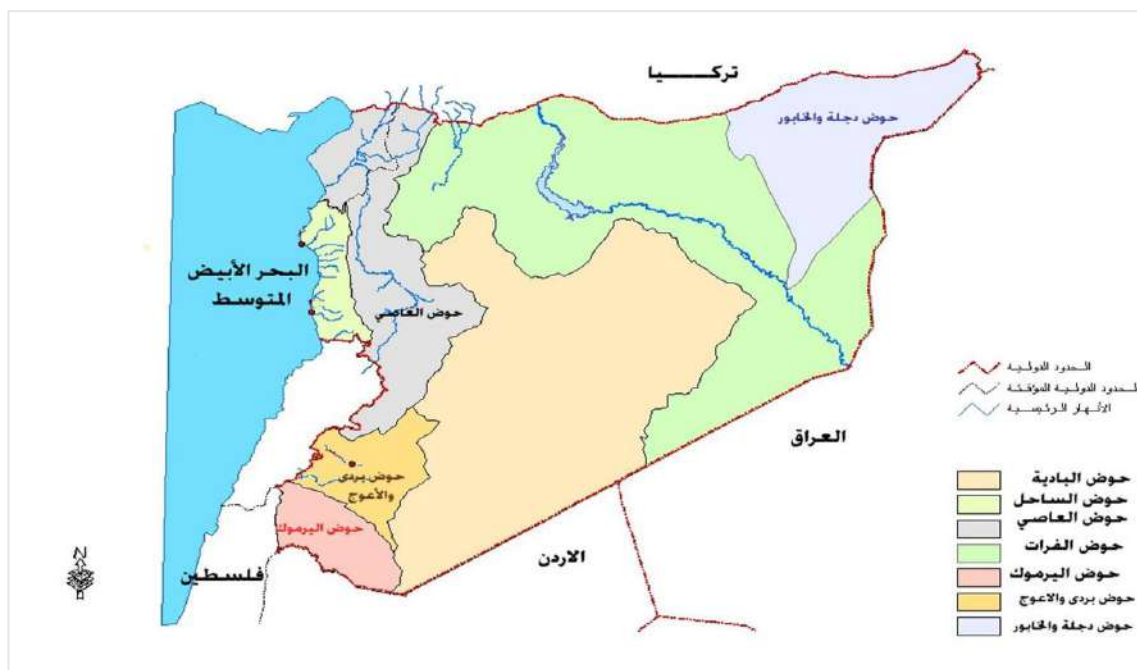
تقدر المياه المتوفرة من مياه السيول والانهار المتقطعة الجريان والتي تجف صيفا بما لا يتجاوز المليار متر مكعب من الماء سنويا .

D- مياه الينابيع والأنهار :

سورية غنية بالينابيع والتي يزيد تصريفها عن 400 م³/ثا ويستخدم أغلبها لشرب الانسان والماشية وللأغراض المختلفة ، كذلك يتجاوز عدد الآبار المحفورة لاستغلال المياه الجوفية العشرة آلاف بئر بين مرخص وغير مرخص وتستخدم للري والشرب .

الأحواض المائية في سوريا :

قسمت الأحواض المائية في سوريا الى ثمانية أحواض مائية هي: (بردى والأعوج ، اليرموك، العاصي، الساحل ، حلب، الفرات، دجلة والخابور، البادية)



الحوض المائي : أو حوض مسقط المياه، وهو مساحة محددة من الأرض بخط التقسيم المائي وهو الذي يفصل بين المياه السطحية أو الجوفية على هذا المسقط ومسقط مياه آخر مجاور له ومن شبكة مائية موزعة داخله والتي تستقبل المياه المناسبة بعد الهطول والتي تقودها الى المجرى الرئيسي (جدول أو نهر) والذي يحدد بمنبعه وبمصبه.

ويتضمن كل حوض مائي: القمم أو خط التقسيم المائي ، المنحدرات ، السهول والمجاري المائية . بحيث تقوم كل الانشطة البشرية والنباتية والحيوانية داخله.

و يمكننا تمييز نوعين من الأحواض المائية :

A- الحوض الطبوغرافي أو السطحي : وبه خط التقسيم المائي السطحي يفصل بين المياه السطحية التي تتساب على هذا المسقط ومسقط مياه آخر مجاور له.

B- الحوض الجوفي : وبه خط التقسيم المائي الجوفي يفصل بين المياه الجوفية التي تجري داخل الطبقات الحاضنة الجوفية في هذا المسقط ومسقط مياه آخر مجاور له.

1- مساحة الحوض المائي : أن تحديد مساحة الحوض المائي من الأمور المهمة لمعرفة حجم الماء الداخل والخارج للحوض المائي وحساب الموازنة المائية .ويمكننا حساب مساحة الحوض عن طريق رسم على ورقة مليمتريّة وبعد ذلك نستطيع حساب المساحة من معرفة مقياس الرسم وأهم مقاييس الرسم :

1/200.000 أي كل 1 سم على المخطط أو الخارطة يمثل 2 كم على الطبيعة

1/100.000 أي كل 1 سم على المخطط أو الخارطة يمثل 1 كم على الطبيعة،

من معرفة المساحة يمكننا حساب حجم المياه الهاطلة أو المتبخرة أو الجارية وذلك باستخدام العلاقة التالية :

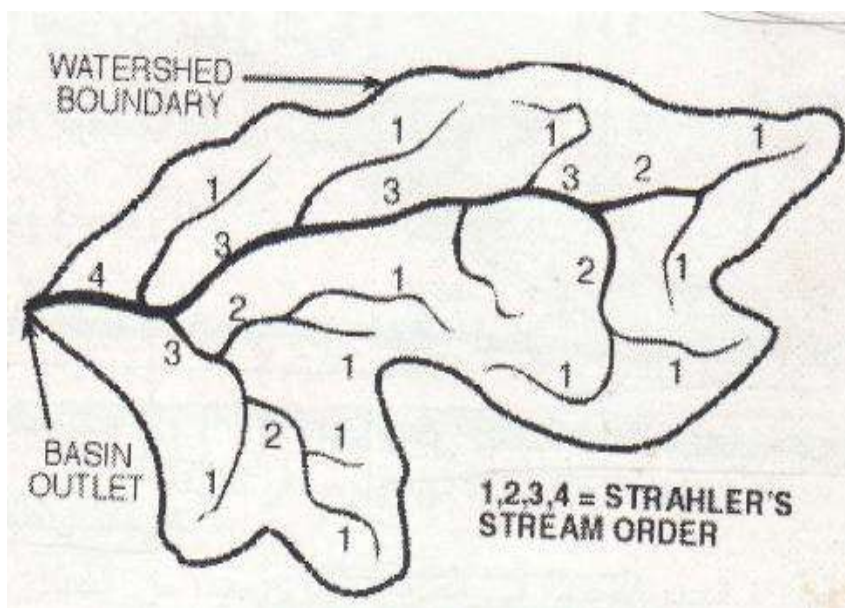
$$V_{(m^3)} = p_{(mm)} \times 10^3 \times A_{(km^2)}$$

$$V_{(m^3)} = p_{(mm)} \times 10 \times A_{(ha)}$$

حيث 10^3 و 10 عاملا تحويل من mm الى m ومن km^2 الى m^2 أو من هكتار ($ha=10.000 m^2$) ان المساحة هي العنصر الأساسي لمعرفة حجم الماء ومن ثم معرفة وتحديد الموازنة المائية .

2- ترتيب المسيلات أو المجاري المائية للحوض :

أن المجاري البسيطة والتي لا ترفد بأي رافد والتي منها تبدأ باقي المجاري وتسمى بالمجاري المائية من المرتبة الأولى. التقاء مجريين من المرتبة الأولى يعطي مجرى من المرتبة الثانية، التقاء مجريين من المرتبة الثانية يعطي مجرى من المرتبة الثالثة. وهكذا دواليك حتى المرتبة n ولكن اذا التقى مجرى من مرتبة أدنى مع مجرى من مرتبة أعلى فالتسمية تبقى للأعلى وعند الحساب يجب أن نحدد أولاً مراتب الشبكة بدءاً من المرتبة الأولى ونقيس أطوالها ثم نأتي للمرتبة الأعلى وهكذا حتى نصل الى مرتبة الحوض المائي.



3- كثافة المجاري المائية : بعد جمع أطوال المجاري المائية كل حسب مرتبته . فإن كثافة المجاري

المائية (d) تساوي الى حاصل قسمة مجموع أطوال المجاري المائية على مساحة الحوض أي :

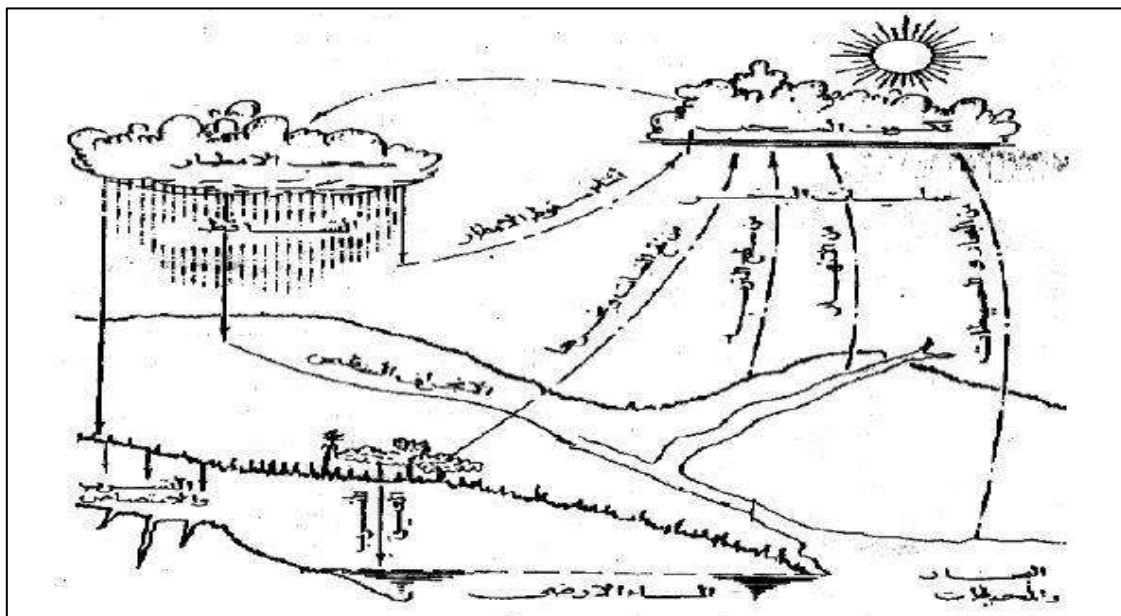
$$d_{(m/km^2)} = \Sigma L_{(m)} / A_{(km^2)}$$

$$d = \Sigma L_1 + \Sigma L_2 + \dots + \Sigma L_n / A$$

الهيدرولوجيا ودورة المياه في الطبيعة : تعرف الهيدرولوجيا بأنها علم المياه، وتهتم بكل ما يتعلق بالمياه من حيث مصدرها، وجودها، كمياتها، نوعيتها، توزيعها، حركتها، وخواصها المختلفة، إضافة إلى تداخلها مع الوسط البيئي وتأثيرها وتأثرها بالنشاط البشري.

يمكن ربط الهيدرولوجيا بكل من: مراحل الدورة الهيدرولوجية بالطبيعة والتغيرات البيئية بالحوض. والمعطيات الهيدرولوجية المناخية.

وذلك بهدف: تقدير المياه المتاحة للاستغلال، وهذه من الأمور المهمة عند التخطيط للمشاريع المائية ولا سيما مشاريع الري والصرف وذلك لأن لهذه الظواهر التأثير الأكبر في هذه المشاريع. تمثل الدورة الهيدرولوجية (دورة الماء وحركته في الطبيعة) أي تحول الماء من صورة إلى أخرى، نتيجة للعوامل الجوية والطبيعية، وهذا يؤدي إلى تجديد الماء بشكل مستمر.



الدورة الهيدرولوجية في الطبيعة

- ♦ فالماء في حالة حركة مستمرة، فيتم التبخر من البحار والمحيطات والأنهار والمساحات المائية ومن النباتات والتربة.
- ♦ يرتفع البخار الناتج إلى الجو ويتجمع مكوناً السحب والغيوم التي تنتقل من مكان لآخر بواسطة الكتل الهوائية المتحركة أفقياً وعمودياً.
- ♦ يعمل الغلاف الجوي كنظام نقل ومحطة تقطير تشكل باستمرار مياهاً عذبة من مياه البحر المالحة.
- ♦ يتكاثف بخار الماء مسبباً التساقط فوق سطح التربة على شكل أمطار أو ثلوج أو بَرَد أو يتكاثف على الأسطح الباردة.
- ♦ إن جزءاً من المياه الهاطلة قد لا تصل إلى سطح الأرض نتيجة سقوطها على أسطح التجمعات السكنية أو على الغطاء النباتي أو نتيجة لتبخرها مباشرة قبل وصولها إلى سطح الأرض.

- ◆ أما المياه التي تصل إلى سطح الأرض فتبدأ بالرشح داخل التربة وقد يصل جزء منها إلى المياه الجوفية.
- ◆ إذا كانت كثافة الأمطار الهائلة أكبر من قدرة التربة على استيعاب المياه الراشحة عندئذ تبدأ المياه بالتجمع على شكل برك في الأماكن المنخفضة، وفي مرحلة لاحقة تبدأ المياه بالتحرك على سطح الأرض متجمعة إلى المجاري السطحية القريبة.
- ◆ إن جزء من المياه الراشحة قد يتحرك بعد توقف الأمطار وجفاف سطح التربة باتجاه الأعلى بالخاصة الشعرية لتتبخر مباشرة من سطح التربة أو عبر النبات بالنتح.
- ◆ يؤدي التحول والتبدل بين الصور المختلفة للمياه باستمرار إلى رشح جزء من المياه الجوفية ليتحرك مشكلاً الينابيع والأنهار.
- ◆ قد يبقى السقوط على شكل ثلوج على سطح الأرض لفترة طويلة قبل ذوبانه وتحوله إلى مياه سطحية أو جوفية.

الخواص الهيدروفيزيائية للتربة الزراعية

تعتبر الخواص الهيدروفيزيائية للأتربة من العوامل الهامة والمساعدة في تكوين خصوبة الأراضي لذلك فإن تقديرها وتحديد مدى قابلية الأتربة للزراعة ومن ثم وضع الأساليب والطرق اللازمة من أجل تحسين هذه الخواص له أهمية كبيرة عند وضع الأراضي قيد الاستثمار الزراعي.

تعتبر التربة الزراعية المهد الذي تنمو فيه النباتات وهي تتألف من أربع مكونات رئيسية هي :

المواد المعدنية التي نشأت من تفتت الصخور وانحلالها .

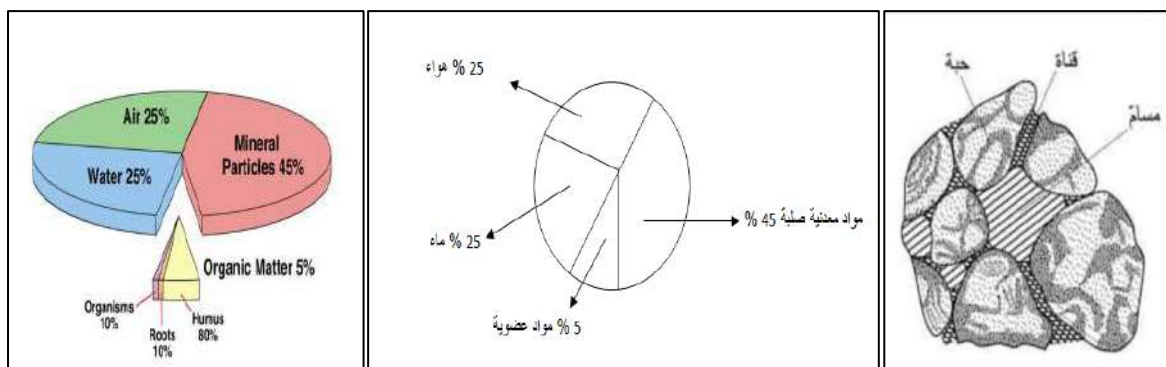
المواد العضوية الناتجة عن تحلل أجسام النباتات والحيوانات .

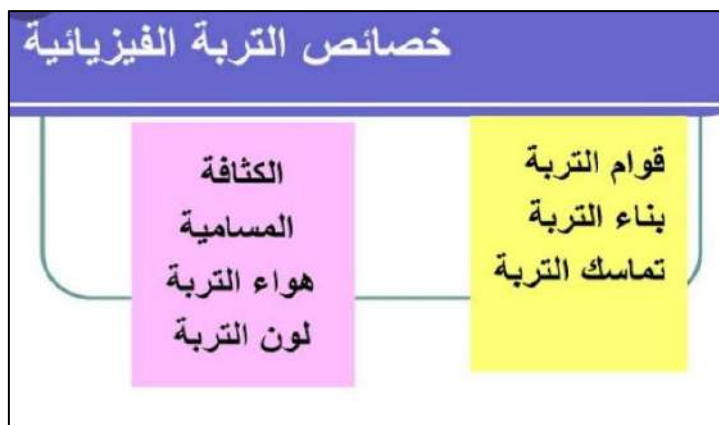
الماء العالق بالحبيبات مكوناً محلول التربة .

الهواء الذي يملأ باقي الفراغات البينية الغير مملوءة بالماء .

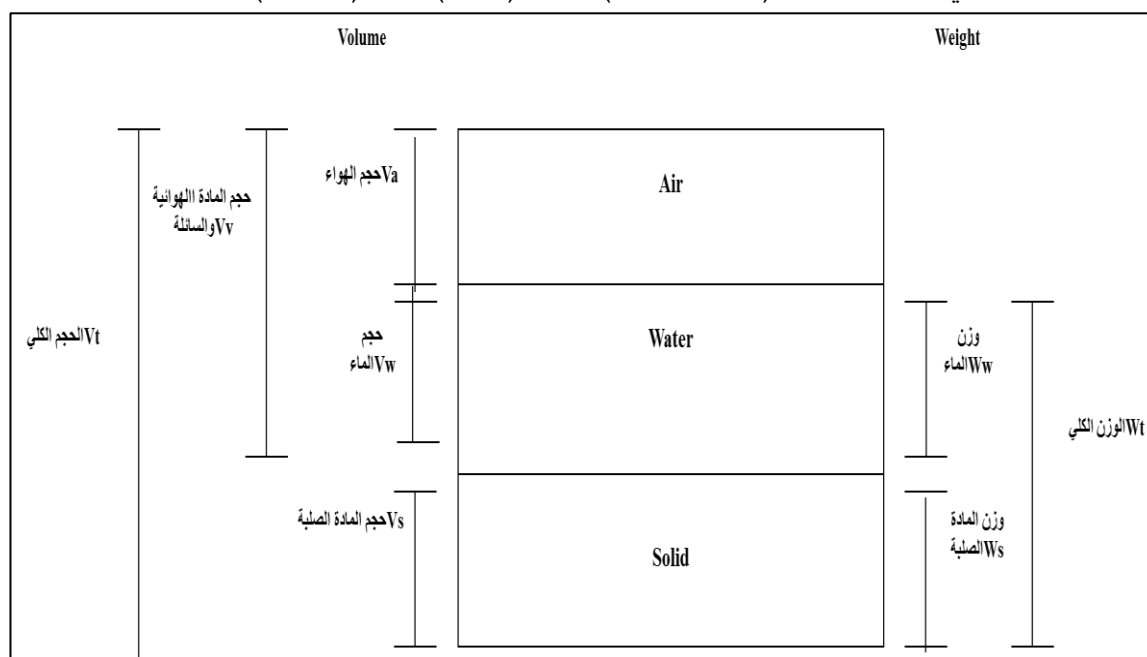
كما تحتوي التربة الزراعية على عدد كبير من الكائنات الحية النباتية والحيوانية كالفطور والبكتريا

ويمكن تمثيل الحجم للتربة كمايلي :





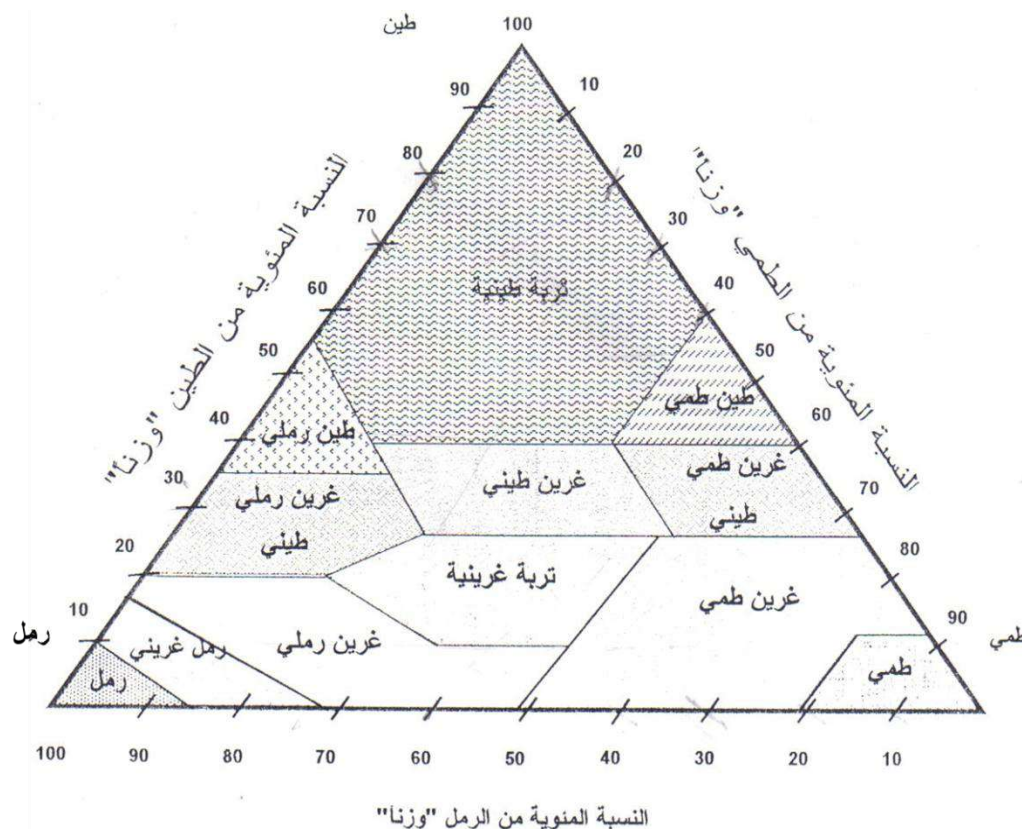
الخواص الفيزيائية : وهي العلاقة الحجمية والوزنية بين مركبات التربة اذ نميز ثلاث مكونات للتربة وهي أجزاء صلبة (ذرات التربة) سائل (ماء) غاز (الهواء)



قوام التربة (التركيب الميكانيكي للتربة) :

يعبر التركيب الميكانيكي للتربة عن كمية كل نوع من حيث حجم ذرات التربة . الطريقة الشائعة لتحديد نوعية التربة حسب قياس ذراتها هي التقسيم لثلاث قياسات (رمل – سلت – طين) حسب طريقة المثلث التصنيف الأمريكي .

طين (clay)	سلت (salt)	رمل (sand)		حصى (gravel)
		ناعم	خشن	
0.002 ملم	0.02 ملم	0.2 ملم	2ملم	>2ملم



أشكال الماء في التربة :

يعتبر الماء من العوامل الهامة والمؤثرة في خصوبة التربة وإنتاجية النبات حيث لا يمكن أن يتم النمو الطبيعي للأحياء الدقيقة في التربة وللنباتات بدون كمية كافية من الرطوبة ويتوقف على وجود الماء سرعة تجوية الصخور وتكوين الأتربة وسرعة حدوث العمليات البيولوجية والكيميائية والفيزيوكيميائية في التربة .

اشكال الماء في التربة يكون الماء في التربة على الأشكال التالية :

1- الماء الهجروسكوبي :

لإجراء معظم التحاليل المخبرية تجفف التربة هوائياً ولكن بالرغم من ذلك تحتفظ بكمية من الماء وهذا الماء الذي تحتفظ به التربة بعد التجفيف الطبيعي (أي بدون استخدام فرن التجفيف) يدعى الماء الهجروسكوبي أو الرطوبة الهجروسكوبية وهذا يعني بالتالي أن للتربة الجافة تماماً قدرة على امتصاص الرطوبة على شكل بخار الماء من الهواء والاحتفاظ به على سطح جزيئاتها. وتتعلق الرطوبة الهجروسكوبية بالتركيب الميكانيكي للتربة وباحتوائها على المواد الغروية والعضوية فكلما كانت كمية الرطوبة الهجروسكوبية عالية كلما كانت التربة ثقيلة وغنية بالمواد العضوية

والجدول التالي يبين كمية الرطوبة الهجروسكوبية حسب التركيب الميكانيكي للتربة .

نوع التربة حسب التركيب الميكانيكي	النسبة المئوية للرطوبة الهيدروسكوبية %
رملية	1.5 – 0.5
خفيفة	2.5 – 1.5
متوسطة	3.0 – 2.5
ثقيلة	8.0 – 3.0

ويرتبط الماء الهجروسكوبي بقوة كبيرة على سطوح حبيبات التربة ولهذا فإن إزاحته لا تتم إلا عند التسخين المستمر للتربة عند درجة 105° مئوية وهذا الماء لا يكون في متناول النبات أي لا يمكن الاستفادة منه .

2- الماء الحر أو ماء الجذب الأرضي :

وهو بالتعريف الماء الذي يرشح بفعل الجاذبية الأرضية وتكون نسبة الرطوبة في التربة التي فيها ماء حر لم يرشح بعد أعلى من نسبة رطوبة السعة الحقلية لتلك التربة .

حيث تتميز بالصفات التالية :

- يتحرك تحت تأثير قوى الجاذبية الأرضية يوجد عندما تكون الرطوبة أعلى من السعة الحقلية .
- سهل الحركة كونه يشغل معظم مسام التربة الزراعية مما يقلل من وجود الهواء اللازم لنمو النبات.
- نتيجة انخفاض الاكسيجين فانه يحد من نشاط البكتيريا النافعة التي تقوم بعملية تثبيت الآزوت وتنشيط البكتيريا اللاهوائية التي لها اثار ضارة على نمو النبات .
- يسبب هذا الماء اثناء صعوده بالخاصية الشعرية الى السطح وتبخره بتكوين طبقة من الاملاح ولا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة لهذا فان التخلص من هذا الماء أمر ضروري لنجاح الزراعة. أما في الأراضي الزراعية الجيدة الصرف فلا توجد مشكلة للتخلص منه عكس الأراضي الرديئة الصرف

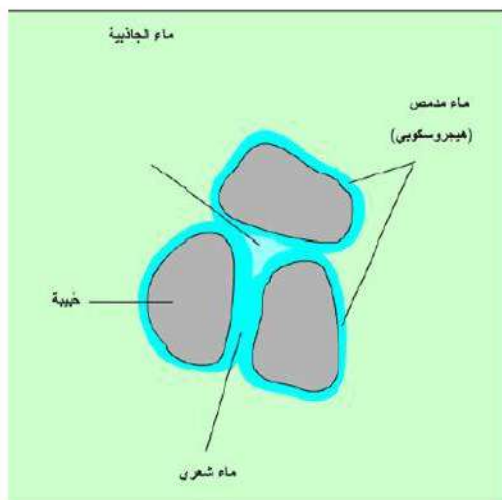
3- الماء الشعري (العالق) :

وهو الماء الموجود في المسام الشعرية في الأراضي Capillary Poves وفي صورة أغشية رقيقة حول الحبيبات ، وكذلك في الزوايا الموجودة بينها بعد أن يتخلص من ماء الجذب الأرضي حيث يعتبر هذا الماء متيسراً للنبات نظراً لوجوده في صورة يسهل على النبات الحصول عليها إلى حد كبير وهو مرتبط بقوى شد الأغشية.

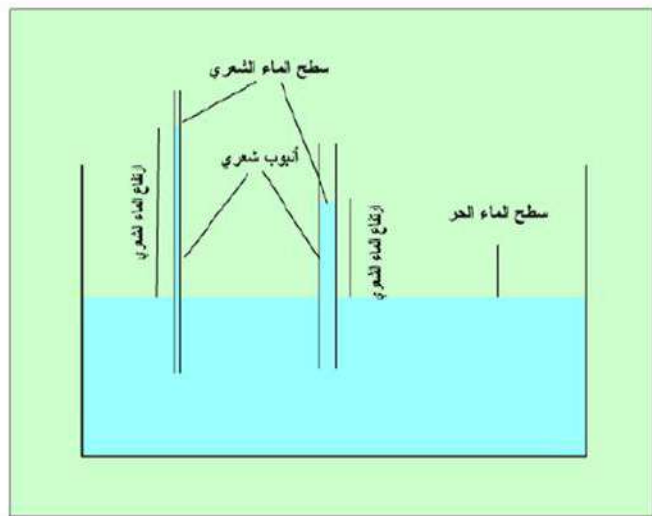
4- الماء على شكل بخار :

يوجد بخار الماء مع الهواء في الفراغات في التربة ويتحرك بخار الماء في التربة بحرية وينتقل من الأماكن الرطبة إلى الأماكن الأقل رطوبة ومن الطبقات الحارة إلى الطبقات الأقل حرارة والأهمية العملية لهذا الشكل من الماء ضئيلة بالنسبة للأعمال الزراعية .

أنواع الماء في التربة



إرتفاع الماء بالخاصية الشعرية



المحاضرة الثانية

مفاهيم هامة في علم الري

1- السعة الحقلية :

تعرف السعة الحقلية للأراضي الجيدة الصرف بأنها النهاية العظمى لما يمكن أن تحتفظ به التربة من الماء ضد الجاذبية الأرضية وتصل التربة إلى هذه الحالة بعد يومين أو ثلاثة أيام من الري . وهي أكبر كمية من الماء يمكن أن تحتفظ بها التربة مدة طويلة بعد تزويدها بكمية كبيرة منه وفي ظروف يستبعد منها التبخر والترطيب الشعري عن طريق الماء الأرضي .

وتعتبر السعة الحقلية إحدى أهم الخواص للنظام المائي للتربة فعندها تكون التربة محتوية على الكمية العظمى من الماء الذي يستطيع النبات امتصاصه والاستفادة منه بدليل أن 55 - 75 % من الفراغات المسامية تكون ممتلئة بالماء .

تتعلق السعة الحقلية بالتركيب الميكانيكي للتربة والمادة العضوية وبنية التربة فكلما كانت التربة ثقيلة وتحتوي على كمية كبيرة من المادة العضوية كلما كانت النسبة المئوية للسعة الحقلية مرتفعة. إن معرفة السعة الحقلية تكتسب أهمية خاصة حيث تساهم بشكل دقيق في تحديد موعد الري وتقدير كميته .

وبوضح الجدول التالي النسبة المئوية للسعة الحقلية على أساس الوزن المطلق للتربة الجافة حسب معطيات ف . أ فرانسيتون .

نوع التربة حسب التركيب الميكانيكي	النسبة المئوية للرطوبة للسعة الحقلية %
رملية	4 - 9
شبه رملية	10 - 17
خفيفة و متوسطة	18 - 30
ثقيلة	30 - 40

كيفية حساب السعة الحقلية

مراحل العمل :

كما في الصورة، نختار قطعة من الحقل مساحتها 2×2م تحاط بأكتاف ترابية ارتفاعها من 30-35 سم وعرضها من الأسفل من 60-70 سم تجري بعد ذلك عملية تسوية لسطح التربة داخل هذه القطعة تملئ قطعة الأرض بالماء حتى درجة الإشباع وتتراوح كمية الماء لترطيب عمق متر واحد من التربة بين 200 - 300 ليتر للمتر المربع . ولتقدير كمية الماء اللازم لمليء قطعة الأرض وعلى العمق المطلوب نلجأ إلى :

نحفر قطاع قريب من قطعة الأرض المعدة لإجراء الاختبار ونقوم بتقدير الكثافة الظاهرية والحقيقية ورطوبة التربة لكل 10 سم من القطاع وبناء على هذه المعطيات تقدر المسامية الكلية بالعلاقة التالية :

$$p = \left(1 - \frac{d}{D}\right) 100$$

حيث أن : P – المسامية الكلية % ، d – الكثافة الظاهرية غ/سم³ ، D – الكثافة الحقيقية غ / سم³ وتدون كافة المعطيات والنتائج في الجدول التالي:

الرطوبة عند درجة الإشباع		الرطوبة		المسامية الكلية %	الكثافة الظاهرية	الكثافة الحقيقية	عمق أخذ العينة الترابية /سم
الحجمية مم	%	الحجمية مم	%		غ/سم ³		
60.0	54.5	16.5	15.0	57.0	1.10	2.60	10-0
50.4	42.0	24.0	20.0	54.4	1.20	2.60	30 – 20
43.4	29.0	30.0	20.0	43.4	1.50	2.65	40 – 30
40.0	25.0	32.0	20.0	40.0	1.60	2.65	50 – 40
193.8	-	102.5	-	-	-	-	50 – 0

تعطى كمية المياه المحسوبة لقطعة الأرض المربعة بحيث تحافظ على طبقة من الماء ارتفاعها 5سم ضمن القطعة حتى نفاذ كمية المياه المقررة وعندما تمتص التربة الماء تغطى بقطعة من النايلون ثم نضع فوقها الحشائش لتجنب التبخر. نبدأ بأخذ العينات الترابية بواسطة الأوغر (جهاز يستخدم لإخراج عينات من التربة) لتقدير الرطوبة بعد 24 ساعة بالنسبة للأتربة الخفيفة وبعد 2 – 3 أيام للأتربة المتوسطة وبعد 3 – 5 للأتربة الثقيلة وذلك لكل 10 سم من التربة وحتى عمق 100 – 150 سم ولثلاث مكررات لكل عمق . نكرر أخذ العينات الترابية بواسطة الأوغر وعلى نفس الأعماق وبنفس الزمن السابق (حسب نوع التربة) لتحديد الرطوبة حتى ثبات الوزن لكل عمق وعند الوصول إلى ثبات الوزن نكون قد وصلنا إلى السعة الحقلية .



2- نقطة الذبول :

يمتص النبات الماء الموجود عادة في الفراغات المسامية الصغيرة الحجم نسبياً عند وصول التربة إلى السعة الحقلية ويستمر النبات في الاستفادة من الماء الموجود في التربة حتى تبدأ عليه علامات الذبول أي عند وصول التربة إلى ما يدعى نقطة الذبول حيث لا يستطيع النبات عندها الاستفادة من الماء المتبقي في التربة وبذلك تحدد السعة الحقلية ونقطة الذبول المدى الذي يستفيد ضمنه النبات من الماء المتوفر في التربة وهو ما يدعى بالماء متاح أو الماء المنتج .

وتحتوي التربة عند نقطة الذبول على كمية من الرطوبة الأرضية قد تزيد نسبتها المئوية أحياناً في بعض الأتربة عن 10 % من التربة الجافة ويمسك هذا الماء في الفراغات المسامية وبحبيبات التربة بقوة شد كبيرة نسبياً بحيث لا يتمكن النبات من الحصول على الماء اللازم المتبقي في التربة (وتقدر قيمة الشد بتطبيق ضغط على تربة مشبعة بالماء موضوعة على غشاء شبه منفذ في أجهزة خاصة فالضغط اللازم تطبيقه للحصول على جزء معين من الرطوبة الأرضية يعادل قيمة الشد الممسوك بها هذا الجزء من الرطوبة الأرضية في التربة ويعبر عنه بوحدة الضغط الجوي أو البار أحياناً أو غيرها) ويلزم حوالي 1/3 ضغط جوي لإزالة الماء الحر من تربة مشبعة وإيصال التربة إلى السعة الحقلية بينما يلزم 15 ضغط جوي لإيصال التربة إلى نقطة الذبول .

(1بار = 100000 باسكال = 100000 نيوتن /متر مربع) (1بار = الضغط على مساحة 1 م² بمقدار قوة نيوتن واحد) (الضغط الجوي القياسي يكون عند مستوى سطح البحر وهو يعادل 1 بار تقريباً) هناك طرق مخبرية لتقدير نقطة الذبول تعتمد زراعة نوع معين من النبات ضمن أوعية خاصة من الألمنيوم (على سبيل المثال علبة ألومنيوم) وتترك بدون سقاية حتى ظهور العلائم الأولى للذبول كما تقدر في المخبر بواسطة جهاز الضغط الغشائي بتطبيق ضغط على عينة من التربة بعد إشباعها بالماء يعادل 15 ضغط جوي .

كما أن هنالك طرق حسابية تستخدم اعتماداً على قيمة الماء الهجروسكوبية الأعظمي حيث يمكن تقدير نقطة الذبول

$$P = A \times 1.5 \text{ أو } 2$$

بالعلاقة التالية :

P - نقطة الذبول %

A - النسبة المئوية للماء الهجروسكوبية الأعظمي % ، 1.5 و 2 - ثوابت

والطريقة الحسابية الأخرى لتقدير نقطة الذبول هي عبارة عن نصف قيمة السعة الحقلية - 1

تعريف نقطة الذبول الأولى :

تعرف بأنها المرحلة التي يحدث فيها انخفاض مستديم بمحتوى التربة الرطوبي وعندها تظهر أعراض الذبول على أوراق النبات .

تعريف نقطة الذبول المستديم :

تعرف بأنها المرحلة التي يحدث فيها انخفاض مستديم بمحتوى التربة الرطوبي وعندها تذبل أوراق النبات كاملة ولو وضع هذا النبات في جو مشبع ببخار الماء مع الري فإن النبات لا يستعيد حياته وتعرف هذه الرطوبة بنقطة الذبول المستديم .

3- الكثافة الظاهرية (Bd) : تعبر الكثافة الظاهرية عن نسبة قياس وزن عينة التربة الى حجمها

$$Bd = \frac{W_s}{V_t}$$

W_s : وزن التربة الجافة ، V_t : الحجم الكلي

إن الكثافة الظاهرية تتأثر ببناء التربة، فالتربة الخفيفة ذات المسامية الكبيرة لها كثافة ظاهرية صغيرة والتربة المنضغطة لها كثافة ظاهرية عالية وتتراوح الكثافة الظاهرية 1.3 - 1.8 غ / سم³ تقدر الكثافة الظاهرية في قطاعات التربة في الظروف الحقلية بواسطة أوغر خاص ضمن اسطوانة وزنها معروف عند الحفر على عمق يتراوح بين 1.5-2م وتأخذ العينات بعمق: 10-15 سم

$$D = \frac{A}{V}$$

D = الكثافة الظاهرية غ / سم³ ، A = وزن التربة الجافة غ

V = حجم الاسطوانة سم³ ويحسب بالعلاقة $V = \pi * r^2 * h$

$\pi = 3.14$ ، r = نصف قطر الاسطوانة ، h = ارتفاع الاسطوانة سم

عمق أخذ العينة سم	رقم الاسطوانة	حجم الاسطوانة فارغة سم ³	وزن الاسطوانة فارغة غ	وزن الاسطوانة مع التربة الرطبة غ	وزن الاسطوانة مع التربة بعد التجفيف غ	وزن التربة الجافة غ	وزن الماء المتبخر غ	النسبة المئوية للرطوبة %	الكثافة الظاهرية غ/سم ³	النسبة المئوية للرطوبة الحجمية %
10-1	13	284.86	53.74	482.49	428.75	444.70	390.95	37.79	1.37	13.23
20-10										
30-20										

يجب ان لا تقل عدد المكررات عن 3 لكل عمق أو أفق

4- **الكثافة الحقيقية (Pd)** : كثافة الحبيبات هي النسبة بين الوزن الجاف للتربة الى حجم المادة الصلبة .

Ws : وزن التربة الجافة

$$pd = \frac{Ws}{Vs}$$

Vs : حجم المادة الصلبة

يلاحظ أن كثافة الحبيبات لا تتأثر بترتيب حبيبات التربة وبالتالي تظل قيمتها ثابتة سواء أكانت التربة متخلخلة أو منضغطة وتتراوح الكثافة الحقيقية بين 2.6 – 2.9 غ / سم³

5- **المسامية (P)** : تعتبر المسامية ذات أهمية زراعية لعلاقتها بحركة الغازات من الأوكسجين وثنائي أكسيد الكربون وبحركة الماء وبالسعة الحقلية وبارتفاع الماء في التربة بالخاصة الشعرية بالإضافة الى علاقتها بالعمليات البيولوجية المرتبطة بالتهوية في التربة، فهي نسبة بين حجم الفراغات في التربة الى الحجم الكلي للتربة

$$p = \frac{V_v}{V_t}$$

V_v : حجم الفراغات

V_t : الحجم الكلي

تحسب المسامية الكلية اعتماداً على الوزن النوعي والحجمي (الكثافة الحقيقية والظاهرية) من المعادلة:

P : المسامية الكلية %

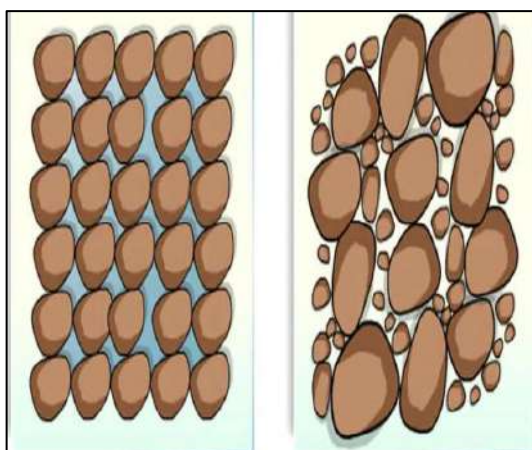
$$p = \left(1 - \frac{d}{D} \right) 100$$

d : الكثافة الظاهرية غ / سم³

D : الكثافة الحقيقية غ / سم³

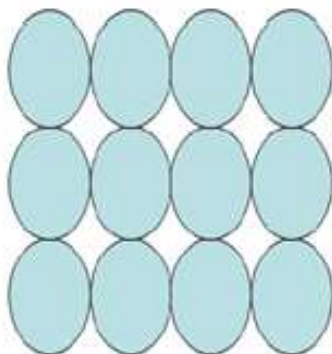
ترب طينية	ترب رملية
التسمية	ثقيلة
درجة الخدمة	خفيفة
الكثافة الظاهرية	صعبة
	سهلة
	أقل
	أكبر
قد تبدو الطينية أثقل	
متوسط الكثافة الظاهرية لتربة طميية محروثة 1.4-1.1 جم/سم ³	

تتراوح قيم المسامية بين 0.3 – 0.6 أو 30% إلى 60% (كما في الجدول التالي):		
نوع التربة	الكثافة الكلية (غ/سم ³)	المسامية (%)
الطينية	1.3 – 1.1	61 – 53
المخلوطة	1.4 – 1.3	53 – 47
الرملية	1.8 – 1.4	47 – 30



	ترية طينية	ترية رملية	
نسبة المسامات الكلية	أكبر "60%"	أقل "40%"	
حركة الماء أسرع في الرملية.	أقل	أكثر	المسامات الكبيرة
التهوية أفضل في الرملية.	أكثر	أقل	المسامات الصغيرة
حفظ الماء أكثر في الطينية.	المسامات الكبيرة تسمى بالفراغات الهوائية		

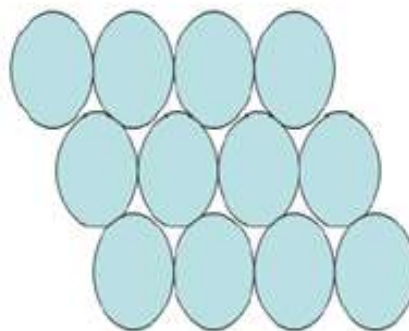
تتمتع حبيبات التربة متجانسة الحجم
بنفاذية عالية لكبر مساميتها وكبر حجم
الفراغ الواحد مما يقلل الطاقة المفقودة
بالاحتكاك



حبيبات متجانسة الحجم
المسامية عالية

ب. نظام التفكك (نسبة فراغات 47.4%)

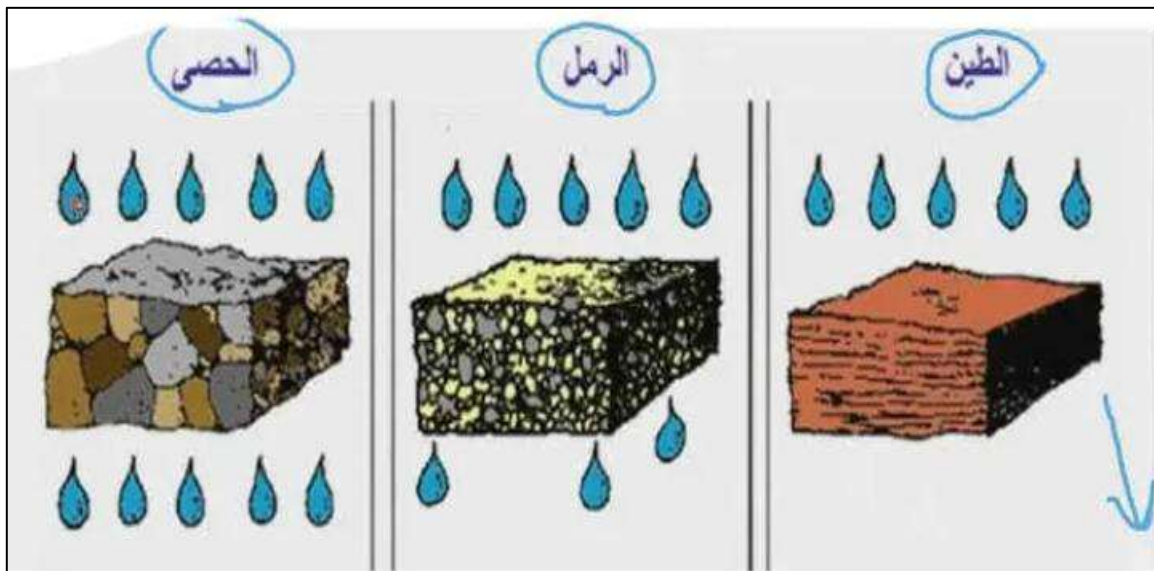
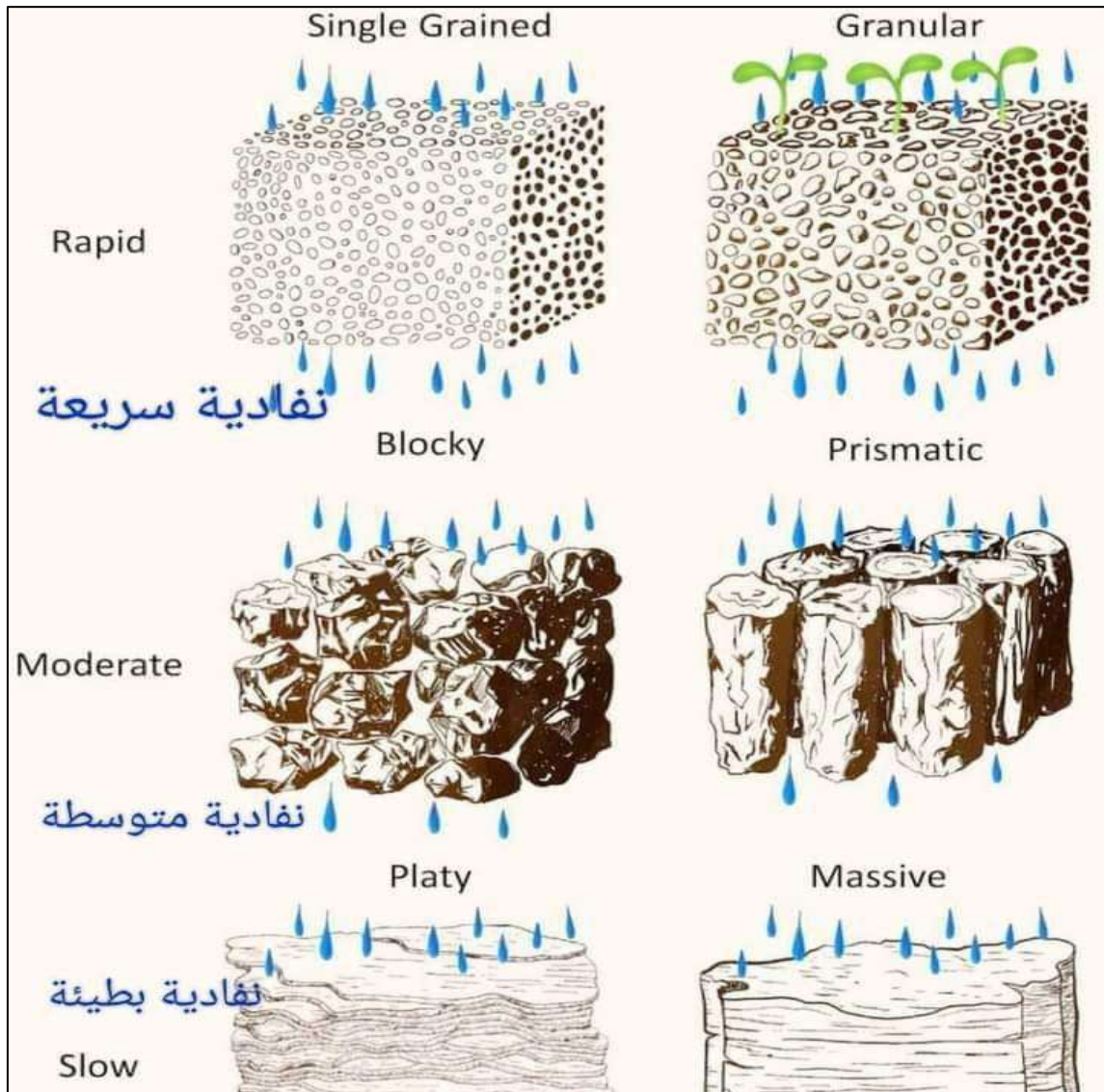
تكون حبيبات التربة غير متجانسة الحجم
نفاذيتها متدنية لانخفاض مساميتها وصغر
حجم الفراغ الواحد مما يزيد الطاقة
المفقودة بالاحتكاك



حبيبات غير متجانسة الحجم
المسامية منخفضة

أ. نظام التزاحم (نسبة فراغات 25.9%)

اختلاف نسبة الفراغات باختلاف نظام ترتيب الحبيبات



مفهوم الماء المتاح (الميسر): يكون الماء في التربة اما ميسراً للنبات (الماء المتاح) او غير ميسر (غير متاح)

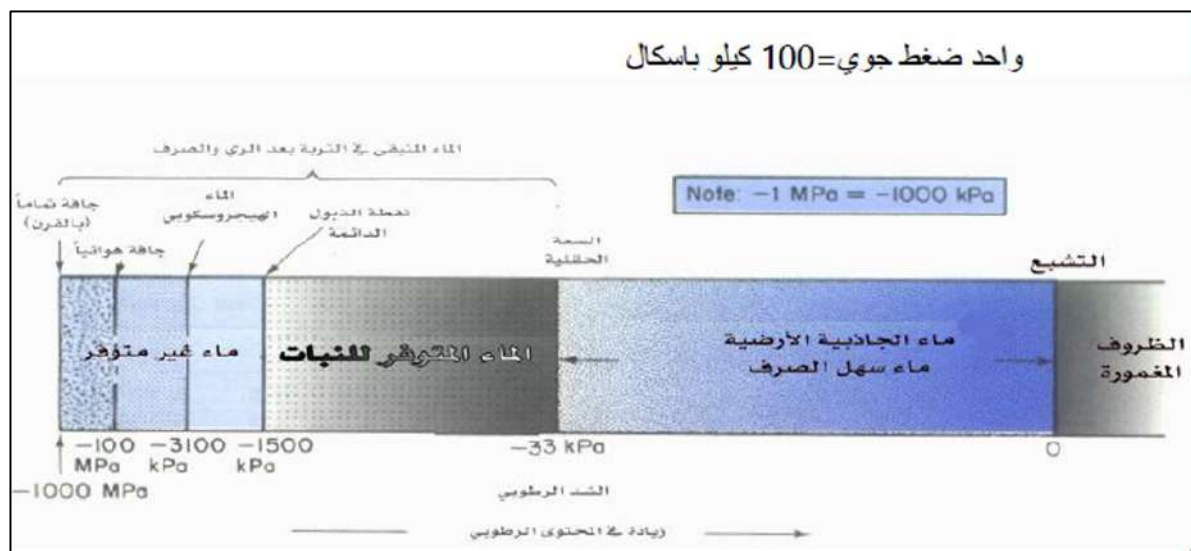
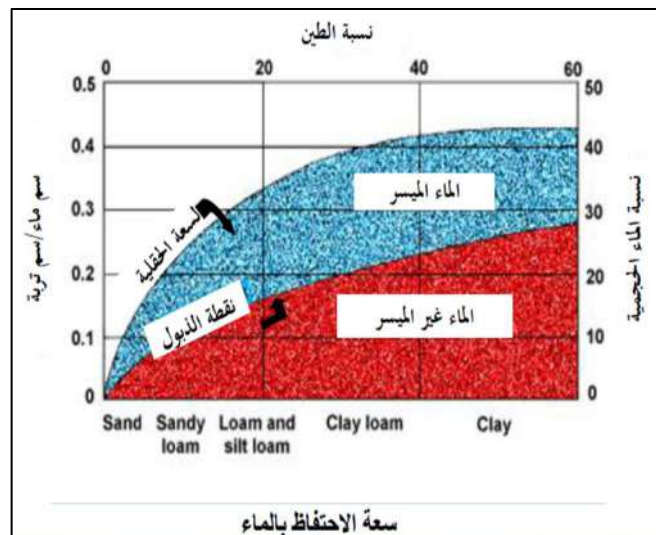
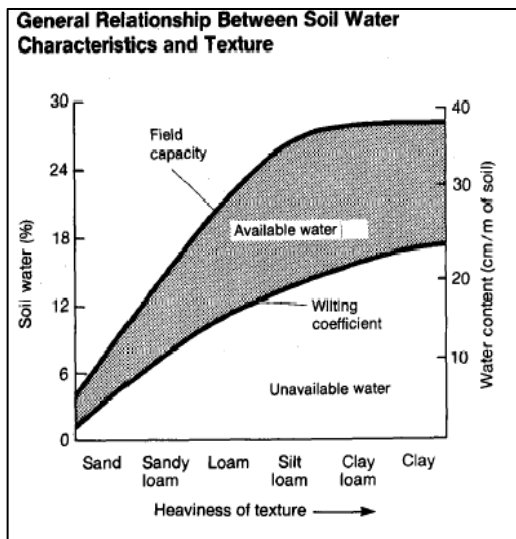
1 -الماء الميسر Available Water

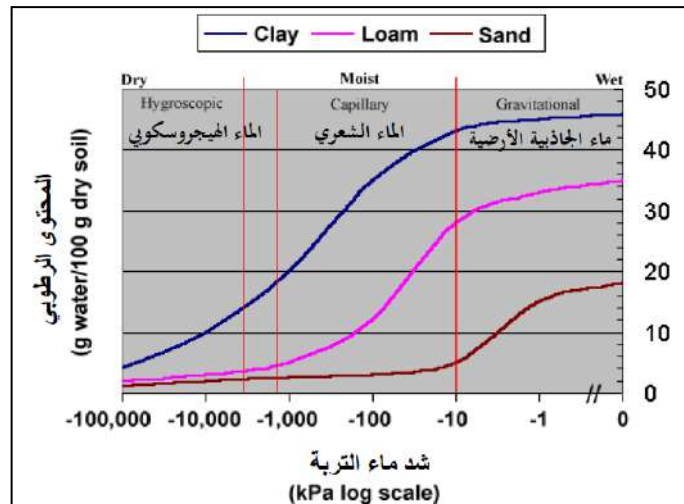
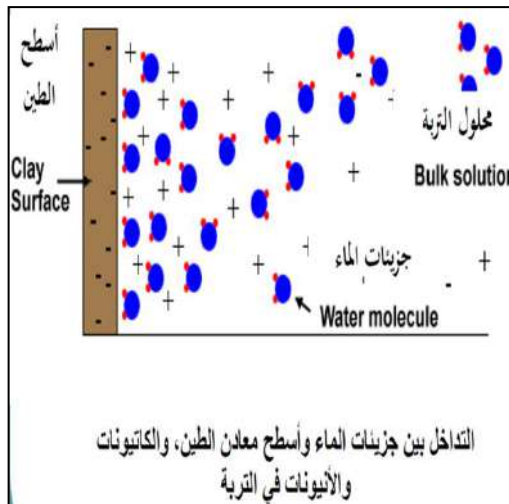
الماء الميسر للنبات، هو الجزء من الماء الشعري، الذي تقل قوة شده، في المسام الشعرية، عن -33 الى -1500 كيلو باسكال كما يعرف الماء الميسر بأنه الفرق بين السعة الحقلية Field Capacity و بين نقطة الذبول الدائم Permanent Wilting Point (الرطوبة المحتفظ بها في التربة، عند قوة شد، قدرها -33 كيلو باسكال) عند قوة شد قدرها -1500 كيلو باسكال). ويتحكم في نسبة الماء الميسر في التربة، عدد من العوامل، أهمها:

- القوام
- المادة العضوية

2-الماء غير الميسر Unavailable Water

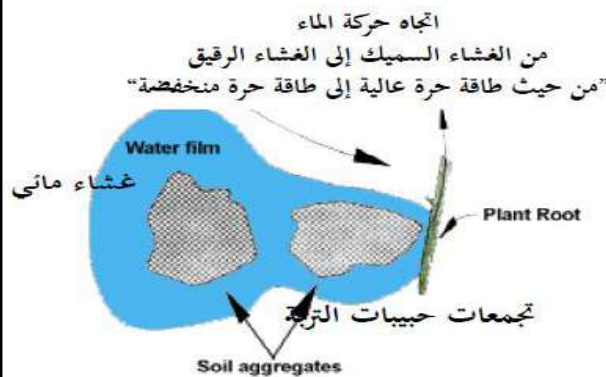
الماء غير الميسر، هو الماء الذي يكون ممسوكاً في مسام التربة، بقوة شد أكبر مما يستطيع النبات امتصاصه. وتعد نقطة الذبول الدائم، حيث يكون الماء مشدوداً بقوة -1500 كيلو باسكال، هي النقطة التي يصبح عندها الماء، في التربة، غير ميسر للنبات؛ وإن كان بعضه يستطيع استخلاصه، وخاصة النباتات الصحراوية





حركة الماء في ظروف غير مشبعة:

- هي حركة الماء الممسوك بقوة أقل من 33 كيلو باسكال.
- تكون الحركة في اتجاه المنطقة الأكثر جفافاً "الأقل محتوى رطوبي".



Source: Hassett and Banwart, 1992

الحركة في وضع تشبع:

- حركة عمودية بسبب الجاذبية الأرضية في التربة، وذلك عندما تكون جميع المسامات مملوءة بالماء إلى أن يكون جهد الماء أقل من 33 كيلو باسكال للتربة الطينية أو 10 كيلو باسكال للتربة الرملية.
- العوامل التي تزيد سرعة حركة الماء:
 - زيادة نسبة الرمل.
 - بناء التربة الزاوي.
 - زيادة المادة العضوية.
 - بعد الطبقات الصماء أو المهد الصخري.
 - قلة المحتوى الرطوبي في التربة.
 - درجة الحرارة.

بعض التمارين :

تمرين 1- استخدمت اسطوانة قطرها 12 سم و ارتفاعها 3.22 سم ، في أخذ عينة تربة وزنها 455 غ وبعد وضعها في الفرن بمدة 24 ساعة وبدرجة حرارة 105° أصبح وزنها 445 غ.

احسب: 1- الكثافة الظاهرية ،

2- مسامية التربة ، اذا علمت ان الكثافة الحقيقية = 2.7 غ/سم³

الحل : 1- نحسب حجم الاسطوانة لعينة التربة : $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ نعوض:

$$V = 3.14 * (6)^2 * 3.22 = 363.14 \text{ cm}^3$$

الكثافة الظاهرية = وزن التربة الجافة ÷ الحجم الكلي

$$= 363.14 / 445 = 1.22 \text{ غ/سم}^3$$

2- المسامية % = (1 - الكثافة الظاهرية ÷ الكثافة الحقيقية) * 100

$$= (1 - (2.7 \div 1.22)) * 100 = 55\%$$

تمرين 2- عينة تربة وزنها الجاف 110 غ اخذت بواسطة اسطوانة حجمها 100 سم³ احسب:

المسامية اذا علمت ان كثافة التربة الحقيقية = 2.8 غ/سم³

الحل: الكثافة الظاهرية = وزن التربة الجافة تماما / الحجم الكلي = $110 \div 100 = 1.1 \text{ غ/سم}^3$

المسامية % = (1 - الكثافة الظاهرية ÷ الكثافة الحقيقية) * 100

$$= (1 - (2.8 \div 1.1)) * 100 = 60.71 = 61\%$$

المحاضرة الثالثة

حركة الماء في التربة وطرق تقدير المحتوى الرطوبي في التربة

يتحرك الماء في التربة نتيجة الاختلاف في القوى التي تمسكه من قبل الأجزاء المختلفة للتربة ، فهو يتحرك من الجهد المائي المنخفض سلباً على سبيل المثال : من 0/ إلى -1/ أو من -1/ إلى -3/ ضغط جوي

وبشكل عام فان حركة الماء في التربة تكون على الصور التالية:

1-التسرب : بعد ان يدخل الماء الى التربة يصبح عرضة للقوى الجاذبية فيتحرك بسرعة الى الأسفل ومشبعاً التربة الى عمق يعتمد على كمية الماء المضافة وعلى خصائص التربة .وسرعة تسرب الماء في الأراضي الخفيفة (الرملية) أكبر بالمقارنة مع الأراضي الثقيلة (الطينية) .

2-التوزيع والانتشار: بعد يوم الى ثلاثة أيام وحسب طبيعة التربة تصبح الأغلفة المائية التي تغطي جزئيات التربة رقيقة الى درجة تصبح فيها حركة الماء الى الأسفل منعدمة ، وبذلك يكون الماء المضاف وبعد نهاية رشح المياه تم توزيعه وانتشاره بين المسامات في التربة حتى تصل التربة الى السعة الحقلية .

3- السحب من التربة (التبخر والنتح): يفقد الماء من التربة عن طريق التبخر من سطح الأراضي وعن طريق النتح بواسطة أوراق النباتات الى ان تصل رطوبة التربة الى الحد التي تذبل معه أوراق النبات عند عدم إضافة المياه ،يكون الجهد المائي للتربة عند حد الذبول لجميع المحاصيل من -7/الى -25/ ضغط جوي علماً أن الماء المتيسر للنبات يوجد في التربة ما بين -0.33/ الى -15/ ضغط جوي .

4-حركة بخار الماء في التربة : يتحرك الماء في التربة غير المشبعة على شكل بخار نتيجة للاختلافات الحرارية فيها ، وتكون الحركة من الأجزاء الدافئة في التربة الى الأجزاء الباردة علماً ان بخار الماء لا يزيد عن 5 جزء في المليون في التربة ، ولكن له أهمية حيث تزداد حركة بخار الماء عند نقص ماء التربة الى قرب نقطة الذبول وتصبح عند ذلك الطريقة الأساسية لانتقال الماء.



يعتبر قياس المحتوى الرطوبي للتربة Measurement of Soil Moisture Content

من التقديرات الأساسية في مناطق الري ، إذ يمكن بواسطته تحديد مايلي: كمية المياه الواجب إضافتها للتربة في كل رية. الفترة بين الريات. كفاءة استخدام مياه الري، مدى الحاجة الى الصرف.

1. الطرق المباشرة لقياس المحتوى الرطوبي للتربة: غالباً ما تحتاج إلى أخذ عينات:

1.1. المظهر الخارجي وملمس التربة: أقدم الطرق التقريبية المستخدمة في تقدير رطوبة التربة وأكثرها انتشاراً وتتم بفحص التربة وتحسسها وتتميز بأنها سريعة ولا تحتاج إلى أجهزة ومن مساوئها أنها طريقة شخصية يمكن الحصول على عدة أجوبة من أشخاص مختلفين يقومون بفحص نفس ظروف التربة .

تقدير رطوبة التربة بالطرق الحسية للأتربة متوسطة القوام إلى ثقيلة القوام.

مظهر وملمس التربة	رطوبة التربة % من السعة الحقلية
جافة جداً لا تكون كرة	0 . 25
تكون كرة ضعيفة	25 . 50
تكون كرة دائمية	50 . 75
تترك رطوبة على راحة اليد وعند عصر الكرة لا يظهر ماء حر	75 . 100
الماء يمكن رؤيته في التربة تتسرب خارجة من بين الأصابع	100 % عند السعة الحقلية

الماء المتيسر من 50-75% رطوبة
تشكل كرة ملساء تظهر عليها آثار الأصابع
تترك على اليد بقع صغيرة من الماء.



الماء المتيسر: 0-25%:
نلاحظ أن العينة جافة
تتفصل أجزائها عن بعضها البعض بسهولة.



الماء المتيسر من 75-100%:
رطوبتها عالية تشكل كرة تترك
على الأصابع طبقة غير متجانسة
السماكة من الطين والماء



1. 2. الطريقة الوزنية :

تعتبر هذه الطريقة من أبسط وأسهل الطرق التي تستعمل لقياس محتوى التربة من الرطوبة ولكن لها بعض المساوئ حيث تحتاج إلى أدوات عديدة مثل الميزان والفرن وأدوات أخذ عينات التربة (أوغر) بالإضافة إلى أنها تأخذ وقتاً طويلاً قد يصل إلى 24 ساعة للتجفيف.



الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام الطريقة الوزنية:

1. يجب أن تكون عينة التربة ممثلة للمساحة المرغوب تقدير نسبة رطوبتها، وفي هذا الخصوص فكلما زاد عدد عينات التربة كلما كانت العينة ممثلة للواقع.
2. إذا كان نظام الري المستخدم هو الري بالتنقيط ، فيجب مراعاة المسافة بين مكان أخذ العينة وكل من النقطة وساق النبات.
3. يجب مراعاة عدم حدوث أي فقد في المحتوى الرطوبي للعينة في الفترة ما بين مكان أخذ العينة حتى تقدير الوزن الرطب لها، ولذلك يجب وضع عينة التربة في علب من الألمنيوم حتى لا تسمح بتسرب بخار الماء للخارج.

مراحل العمل:

4. تؤخذ عينات التربة لتقدير الرطوبة بواسطة الأوغر أو من جدار القطاع بواسطة السكين . عدد المكررات 3/ على أن تؤخذ من وسط الأفق (العمق) أو من القسم العلوي والأوسط والسفلي من العمق ثم توضع التربة ضمن علب الألمنيوم بمقدار 3/1 العلبة وتغطى بغطاء وتوزن مع التربة .
5. توضع العلبة في الفرن بعد نزع الغطاء ووضعه في أسفلها على أن تتراوح درجة حرارة الفرن 100 . 105 ° م لمدة (24) ساعة .

6. بعد التجفيف تغطي العلبة وتبرد في المجفف ثم توزن.

7. تقدر النسبة المئوية للرطوبة الحقلية بالعلاقة التالية :

$$A = \frac{b - c}{c - a} \times 100$$

حيث أن :

▪ A : النسبة المئوية للفقد في الرطوبة الحقلية %.

▪ b : وزن العلبة مع التربة قبل التجفيف / غ .

▪ c : وزن العلبة مع التربة بعد التجفيف.

▪ a : وزن العلبة فارغة / غ .

أي أن : $b - c$: وزن الماء المفقود من العينة الترابية / غ .

$c - a$: وزن التربة الجافة / غ .

8. لحساب النسبة المئوية للرطوبة على أساس حجمي :

النسبة المئوية لفقد الرطوبة على أساس وزني $\times$ الكثافة الظاهرية (غ/سم³).

ومنه : نحصل على الرطوبة المتواجدة م³/هـ وهي تساوي

الرطوبة الحجمية % $\times$ العمق الفعال للجذور

9. تدون كافة المعطيات والنتائج في الجدول التالي :

العمق العينة الترابية سم	a وزن العلبة فارغة غ	b وزن العلبة مع التربة قبل التجفيف غ	c وزن العلبة مع التربة بعد التجفيف غ	b - c وزن الماء المتبخر غ	c - a وزن التربة الجافة غ	A النسبة المئوية لفقد الرطوبة %	الكثافة الظاهرية غ/سم ³	الرطوبة الحجمية %	الرطوبة المتواجدة م ³ /هـ
15-0									
30-15									
45-30									

2. الطرق غير المباشرة :

2-1 . بواسطة أجهزة التنشومتر :



مبدأ عمله:

تعمل المياه الموجودة في التنشومتر على تحقيق التوازن مع مياه التربة المحيطة بالكأس الفخاري. يخرج و يدخل الماء من الكأس السيراميكي استجابة لتغير المحتوى الرطوبي للتربة ، من المعروف أن العلاقة بين المحتوى المائي للتربة وقوة الشد الرطوبي فيها هي علاقة عكسية. حيث تنعدم تقريباً تلك القوة في ظروف السعة الحقلية لتربة ما وتصبح مساوية أو قريبة من الصفر، في حين يمكن أن تصل إلى 15000 سنتيبار عند الوصول إلى حد الذبول.

والتنشومتر هو أحد وسائل التعبير عن مستوى رطوبة التربة وذلك عن طريق قياس درجة الشد الرطوبي فيها. وهناك أشكال وأنواع مختلفة من التنشومتر يمكن استخدامها في قياس قوة الشد الرطوبي للتربة والتي بدورها تعكس المحتوى المائي فيها. ويمكن تقسيم تلك الأشكال إلى نوعين رئيسيين هما:

1- التنشومترات العادية:

وهي تعتمد على إظهار المحتوى الرطوبي للتربة بشكل مباشر، عن طريق رأس حساس مغموس في التربة، حيث يمكن قراءة قيمة الشد الرطوبي من خلال مقياس موجود في القسم العلوي من الجزء الظاهر فوق سطح التربة ، ولها أشكال مختلفة أهمها:

. التنشومتر ذو الرأس السيراميكي والمقياس الفراغي.

. التنشومتر ذو الرأس السيراميكي والمقياس الزئبقي.

. قراءات جهاز التنشومتر العادي:

القراءة/ سنتيبار	المدلول
10 . 0	التربة مشبعة بالماء ويظهر هذا الحال على مدار يوم أو يومين من تنفيذ السقاية، واستمرار القراءة ضمن هذا المجال يشير إلى أن أية سقاية إضافية ستكون ضارة .
20 . 10	عدم متابعة السقاية في حال كون نظام الري رذاذ أو سطحي بالأثلام ضمن هذا المجال، لمنع ضياع مياه والسماذ. أما بالنسبة للري بالتنقيط فإنه يتم إضافة الكميات اللازمة من المياه يوميا" وبالحد الأدنى، بغية الإبقاء على الرطوبة ضمن الحد المسموح به للنبات.
60 . 30	عادة ما يكون هذا المجال مؤشراً لبدء تنفيذ السقاية (باستثناء حالة الري بالتنقيط)، حيث إن الجذور تكون مشبعة بالماء) وتبدأ السقايات عند الحد الأدنى من هذا المجال في الظروف الجافة والحارة وفي الترب ذات الطبيعة الرملية. أما في المناخات الرطبة والباردة أو في الترب ذات السعة الحقلية العالي، فإن السقايات تبدأ عند الحد الأعلى من أجل ضمان الإبقاء على الحد المطلوب من الرطوبة اللازمة
70 ≤	وهو مجال الإجهاد الرطوبي والقراءة 70 لا تعني بالضرورة أنه قد تم استنزاف كل الرطوبة المتاحة، لكن ذلك يدل على وضع حرج في نسبة رطوبة التربة الأمر الذي يؤثر على نمو النبات
85 . 70	وهو أعلى مجال يظهره التنشومتر

2- التنشومترات الإلكترونية: هذا النوع قوة الشد الرطوبي التي يسجلها التنشومتر عبارة عن قيمة غير

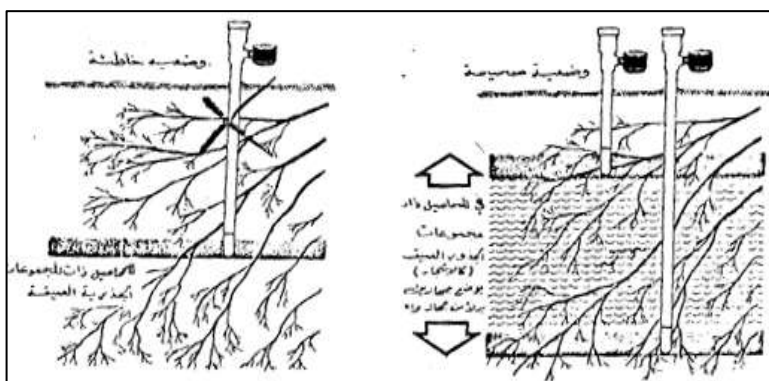
مباشرة كما في التنشومترات العادية، بل يتم تحويل المقاومة الكهربائية للتربة إلى قيمة لقوة الشد الرطوبي.

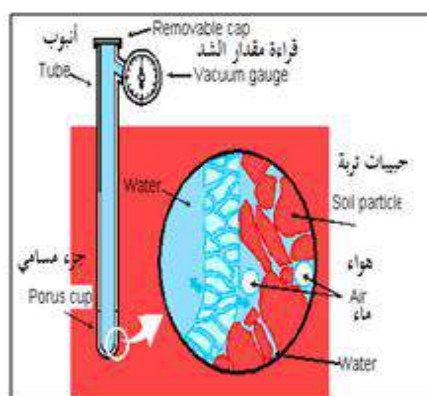
زراعة التنشومتر تبعاً لعمق الجذور الفعالة للنبات: يتراوح العمق الفعال للجذور في معظم المحاصيل

ما بين (45-120سم) لذلك ينصح باستخدام جهازين يغرسان على عمقين مختلفين (عمق أصغر وعمق أكبر).

حيث يوضع الرأس السيراميكي للتنشومتر ذو العمق الأقصر على حوالي 4/1 عمق منطقة

الجذور الفعالة والتنشومتر ذو العمق الأكبر على 4/3 عمق منطقة الجذور الفعالة





نوع التربة	قراءة الجهاز الحقيقية
رملية	20 - 5
متوسطة	50 - 30
ثقلية	60 - 50

مميزات التنشيومترات:

1. يمكنها إعطاء قراءات عديدة للموقع الواحد من المقطع الرضي.
2. ربط رطوبة التربة المقاسة بقيم توتر رطوبي تشير إلى مستوى الماء المتاح للنبات.
3. تستخدم بنجاح عند قوى التوتر المنخفضة (أقل من 1 ضغط جوي) أي في حدود السعة الحقيقية.
4. توجد بأطوال مختلفة تناسب أعماق انتشار جذور المحاصيل والزراعات المختلفة.

مساوئها:

1. عدم التمكن من استخدامها في أيام الصقيع .
2. صعوبة تثبيتها في التربة المحجرة والمحصاة.
3. تعرضها للتسرب في بعض أجزائها مما يتطلب ملئها بالماء والتخلص من الفقاعات الهوائية وخاصة في حالة التنشيوميتر ذي مقياس التفريغ الذي يجب نزعها من الحقل ونقله للمختبر لإصلاحه

2-2 . بواسطة جهاز النترون بروب:

تعتبر هذه الطريقة إحدى الطرق التي تستخدم فيها النظائر المشعة في الدراسات المائية فالنترونات في هذه الطريقة هي المستعملة لقياس الرطوبة الأرضية في قطاعات التربة ولتتبع حركة الرطوبة مع الزمن على أعماق مختلفة من القطاع. لهذا الغرض بعض الأجهزة لقياس الرطوبة تحتوي على مصدر لإرسال النترونات ومصدر لاستقبال النترونات البطيئة متصل بجهاز للعد فإذا أنزل المصدر المشع لجهاز النترون بروب بعد تركيبه على أنبوب الألمنيوم بواسطة الكابل الخاص بالمصدر المشع إلى أعماق مختلفة من التربة أمكن قياس أبعاد النترونات البطيئة الواردة إلى مصدر الاستقبال، فبمعايرة هذه الأجهزة عند كثافة ظاهرية ثابتة لكل عمق من الأعماق المطلوب مراقبة رطوبتها ونسب مئوية للرطوبة مختلفة

لهذه الأعماق وما يقابلها من معدلات عد يمكن رسم خط بياني يبين العلاقة بين نسبة الرطوبة المئوية في التربة ومعدل العد وبواسطة هذا الخط البياني يمكن معرفة النسبة المئوية للرطوبة الحقلية.

مميزات مقاييس التششت النيتروني:

1. سرعة القياس وضآلة المجهود المبذول مقارنة مع طرق أخرى.
2. إمكانية تكرار قياس رطوبة التربة في الموقع والعمق نفسها بصورة دورية.
3. تعيين ما يُعرف بالمقطع المائي للتربة عن طريق قياس رطوبة التربة عند أعماق مختلفة من مقطع التربة.
4. لا تحدث تغير في بناء التربة كما لا تتأثر قراءات الجهاز كثيراً بنسبة الأملاح فيها.
5. لا تتأثر هذه الطريقة عملياً بالضغط الجوي ودرجة الحرارة.

سليبيات مقياس التشتت النتروني

- 1- التكلفة الاولى للجهاز
- 2- صعوبة قياس التربة السطحية خاصة العشرين سنتيمتر الاولى
- 3- خطورة التعرض للإشعاع والنيوترونات السريعة



3-2 . طريقة قياس المقاومة للتوصيل الكهربائي Resistance Electrical

مبدأ الطريقة: تزداد المقاومة الكهربائية التي تبديها التربة للتوصيل الكهربائي مع انخفاض محتوى الرطوبة و يستلزم الأمر قبل استخدام هذه الطريقة أن يتم عمل منحنى قياسي يمكن بواسطته إيجاد النسبة المئوية للشد الرطوبي بمثل هذه الأراضي و يتم ذلك بوضع قوالب المقاومة في أراضي ذات درجات رطوبة مختلفة أو شد رطوبي مختلف على الأعماق المطلوبة ثم قياس درجة مقاومتها في كل حالة وذلك لربطها مع المحتوى الرطوبي للتربة حيث أن الأراضي المختلفة تحتوي على نسب رطوبة مختلفة.



2-4 . طريقة الـ TDR:

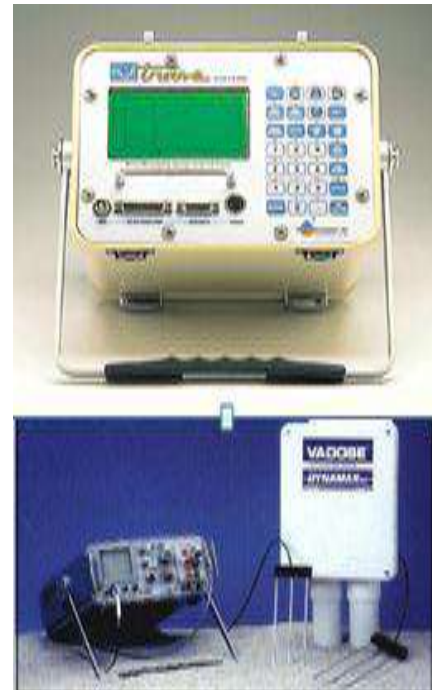
هي من الطرق الحديثة والأمنة السريعة حيث يتم فيها استخدام أجهزة خاصة مكونة من الجزء الحساس أو المجس ومنه عدة أطوال تتناسب مع مختلف أنواع المزروعات وتعتمد فكرة عمل الجهاز على أنه يرسل موجات ميكروية حرارية في المجس الموجود في التربة فكلما كانت التربة رطبة فإن هذه الموجات تأخذ وقتاً أطول عما إذا كانت التربة جافة وبمعايرة وضبط هذه الأجهزة بالنسبة لأنواع الأراضي المختلفة فإنه يمكن قياس الرطوبة الأرضية مباشرة وهذه الأجهزة يمكن استخدامها بسهولة مقارنة بالطرق الأخرى.

مميزات الـ TDR:

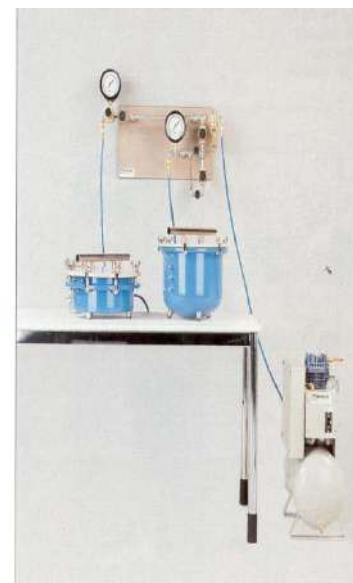
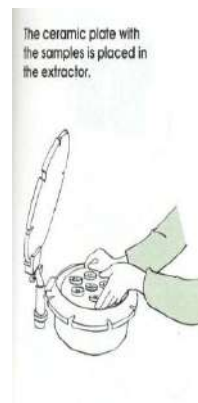
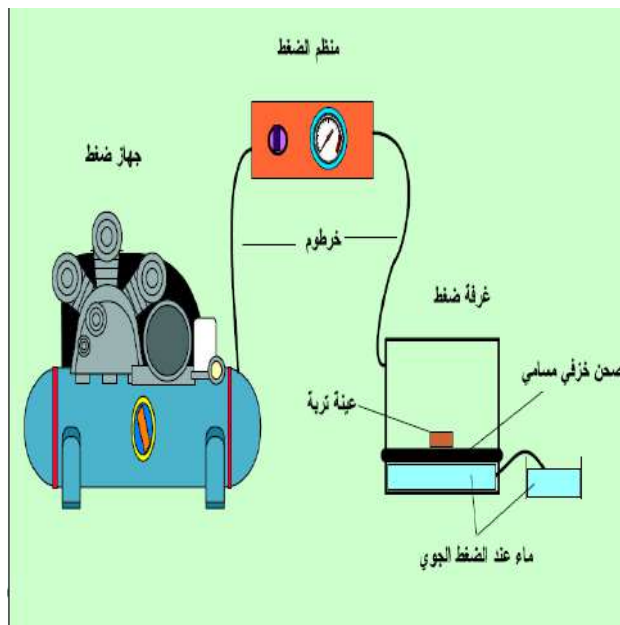
إمكانية أخذ قراءات سطحية لرطوبة التربة (على خلاف مقياس التشبث النيتروني).

سلبيات الـ TDR:

1. أيضاً هو ذو تكلفة أولية مرتفعة.
2. يمكن أن يعطي قراءة خاطئة عند وجود أي شقوق أو جيوب هوائية، أو جليد.



2-5. جهاز استخلاص الرطوبة القرصي



المحاضرة الرابعة

الميزان المائي والاحتياجات المائية وجدولة الري

– الاحتياجات المائية Water Requirements

تحتاج النباتات كي تنبت وتتمو إلى الضوء والحرارة والماء والهواء والغذاء. يتطلب النبات في وقت النمو إلى كمية كبيرة من الماء حيث يذهب % 99.8 منها بالفقد عبر مسام النبات بعملية النتح و % 0.2 يذهب لبناء خلايا وعناصر النبات. ولكي ينمو النبات بشكل جيد يجب تعويض الضياعات الحاصلة من الماء في الأوراق بواسطة النتح وكذلك الفقد الحاصل من التربة بعملية التبخر. حيث يجب الحفاظ على نسبة من الرطوبة في التربة تقع بين نقطة الذبول والسعة الحقلية.

يشكل مجموع الكميتين التبخر من التربة والنتح من النبات الاحتياجات المائية للنبات، حيث ارتبطت الاحتياجات المائية للنباتات دائماً بمفهوم التبخر – نتح Evapo – Transpiration .

– العوامل المؤثرة على الاحتياجات المائية:

يتعلق مقدار التبخر من التربة الزراعية بكمية ماء التربة وبالعوامل المناخية المحيطة فعندما تكون التربة مشبعة بالماء يكون البخر فيها مساوياً تقريباً التبخر من سطح المياه، أما إذا قلت رطوبة التربة عن حد الإشباع فأن ما يتبخر منها بخواص التربة ويزداد معدل التبخر بزيادة حركة الرياح وارتفاع درجة الحرارة وجفاف الجو. أما النتح أو تبخر الماء عبر مسام النبات فيتأثر بنوع النباتات كما ويتأثر بالعوامل المناخية كالضوء والحرارة حيث يتم أعظم الفقد بالنتح خلال النهار ويبلغ معدل النتح قيمته العظمى بعد الظهر بقليل.

ومن أهم العوامل التي تؤثر على الاحتياجات المائية (التبخر – نتح) فهي .

1- المناخ: يتوقف استعمال النبات للماء على المناخ الذي يسود في فترات نمو المختلفة من الزراعة حتى الحصاد وأهم العوامل المناخية المؤثرة على التبخر – نتح :

- درجة الحرارة.
- الرطوبة النسبية.
- سرعة الرياح .
- الهطولات.
- ضغط بخار الماء.
- الاشعاعات الشمسية.

- فترة سطوع الشمس.

تتعلق هذه العوامل بالمنطقة وموقعها وخط العرض وارتفاع المنطقة عن سطح البحر، ومن الضروري عند حساب قيمة التبخر - نتح للنباتات مراعاة كل هذه العوامل وهذا ما يجعل العلاقات المستخدمة لحساب التبخر - نتح عديدة ومعقدة .

2- نوع النبات: تختلف النباتات في احتياجاته المائية بحسب نوعها فبعض النبات تستخدم كميات قليلة من الماء في حين أن بعضها الآخر تحتاج الى كميات كبيرة من المياه، كما تختلف احتياجات النباتات من الماء بحسب فترة نموها فتبلغ أقصى قيمة في نبات القمح مثلاً عند طور التسنبل أما في بداية النمو فتكون الاحتياجات المائية منخفضة. فقد وجد مثلاً بأن قيم التبخر - نتح للقطن تكون موزعة على الشكل التالي % 10-15 قبل الازهار، % 60-70 في مرحلة الازهار و % 15-20 في مرحلة النضج. كما ويؤثر على التبخر - نتح نسبة تغطية النبات للأرض حيث يقل النتح في بداية عمر النبات بينما يكون التبخر من سطح التربة أعظماً، وبالعكس في حالة التغطية الكاملة للأرض يكون النتح أعظماً في حين أن التبخر يكون أصغرياً.

3- التربة: يؤثر عمق التربة وتركيبها ونسبة الحبيبات فيها ومساميتها والنفاذية ونسبة المادة العضوية فيها على كمية التبخر - نتح، كما تؤثر خواص التربة على نسبة الرطوبة عند كل من السعة الحقلية ونقطة الذبول.

4- العوامل الهيدرولوجية: وتؤثر هذه العوامل بشكل مباشر أو غير مباشر على الاحتياجات المائية للنباتات وأهم العوامل الهيدرولوجية المؤثرة هي:

- الموارد المائية (أنهار، بحيرات، ينابيع).

- نوعية المياه.

- درجة حرارة الماء.

- ارتفاع منسوب الماء الأرضي.

5- طرق الري وعوامل اقتصادية: يكون فقد الماء بالتبخر عند استخدام طرق الري السطحية كبيراً بعكس الحال عند استخدام الري بالتنقيط، كما وتؤثر طريقة نقل الماء إلى الأراضي (أفنية أنابيب) على كمية المياه المتبخرة وكذلك كمية المياه المستخدمة بالري (المعامل المائي) وتكاليف مشاريع الري وثمر المياه.

تقدير الاحتياجات المائية Water Requirements Derermination

لتقدير الاحتياجات المائية للنبات يجب تنفيذ تجارب حقلية دقيقة تبحث عن متطلبات كل نوع من النباتات المختلفة تحت الظروف البيئية المختلفة. ويمكن تقدير قيم التبخر - نتح بطرق تجريبية وهذا يستغرق وقتاً طويلاً وتكاليف باهظة واشراف فني عالي، او تقدر قيم التبخر - نتح باستخدام علاقات تجريبية رياضية تربط التبخر - نتح بالمعلومات المناخية المتوفرة وهذه العلاقات غير صالحة للتطبيق في كافة المناطق وبمختلف الأوقات، حيث يجب اجراء تجارب محلية لتقدير الاحتياجات المائية باستخدام هذه العلاقات تحت ظروف المنطقة المناخية المحلية.

1- الطرق المباشرة Direct Methods لتقدير الاحتياجات المائية :

هناك عدة طرق استعملت لهذه الغاية غير أن لكل منها مشاكله الخاصة وأهم هذه الطرق:

- الليزيمترات Lysimeters.

- طريقة التوازن المائي للمنطقة.

- الطريقة الحقلية.

- طريقة تغير ارتفاع سطح المياه الجوفية.

وسندرس طريقة تقدير الاحتياجات المائية بالليزيمترات.

الليزيمترات عبارة عن أوعية من الاسمنت المسلح أو المعدن ذات أشكال مختلفة أسطوانية أو بشكل متوازي مستطيلات وأبعادها مختلفة حسب نوع النباتات التي ستزرع فيها. توضع في هذه الأجهزة مقاطع التربة دون تخريبها أو التأثير على بنائها ويوضع أسفل مقطع التربة طبقة من الحصى لتسهيل عملية الصرف ويجمع ماء الصرف في غرفة أسفل منطقة الليزيمترات. يزرع مقطع التربة بالليزيمتر بنفس نوع النباتات المزروعة بالحقل المجاور وتعامل بنفس معاملة النباتات بالحقل. وتستخدم الليزيمترات لتحديد:

- سرعة وكمية المياه الراشحة في التربة وذلك خلال فترة قصيرة من الزمن .
- كمية المياه المتبخرة من التربة والمستخدم من النبات بالنتج (التبخر - نتح).
- مستوى رطوبة التربة وتحديد موعد الري.
- كمية العناصر المعدنية في التربة وحركتها.

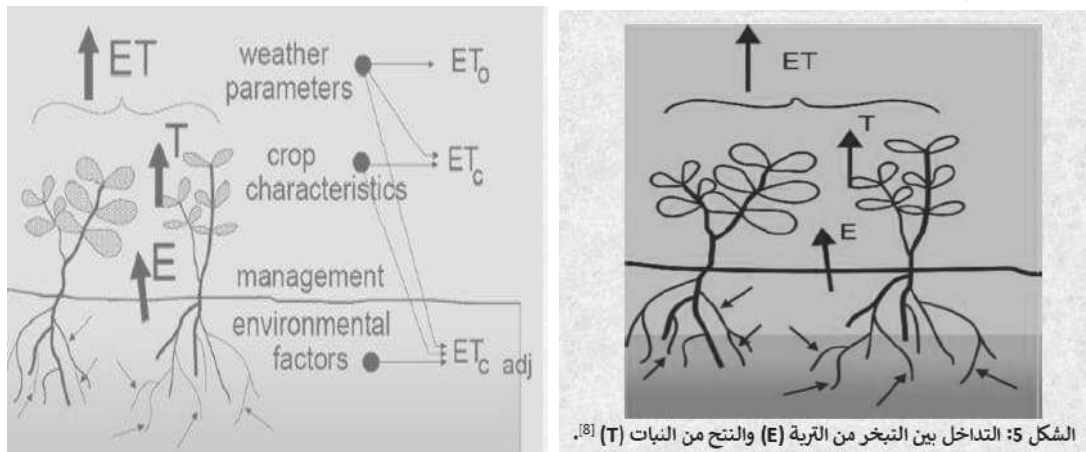
- كمية الأملاح الذائبة في ماء الرشح عند عمليات استصلاح الأراضي.
تعتبر النتائج المتحصل عليها بواسطة الليزيمترات دقيقة فيما لو تمت القياسات بدقة ومراعاة العوامل التالية:

- توفير العمق الملائم لنمو الجذور وتغلغلها في التربة.
 - توفير الرطوبة والتهوية في الليزيمتر بما يشابه الظروف الطبيعية.
 - أن تكون مساحة الليزيمتر ملائمة للنباتات المزروعة.
 - أن تماثل التربة الموجودة ضمن الليزيمتر الأراضي المحيطة حيث يجب المحافظة على بناء التربة عند ملء الليزيمتر بها.
 - أن تكون معاملات المحصول ضمن الليزيمتر تتم بنفس الطريقة والكمية للأرض المجاورة ما عدا المعاملات المراد دراستها.
- هناك ليزيمترات تعتمد لتقدير الاحتياجات المائية على إيجاد الفرق بين كمية المياه المضافة بالري أو عن طريقة الهطولات وبين كمية المياه الراشحة والمجموعة أسفل الليزيمتر، أي على التغير في المحتوى الرطوبي للتربة وتستخدم بنفس علاقة الميزان المائي الحقلي للحسابات. فالليزيمترات الوزنية تستخدم لحسابات الاستهلاك المائي بدقة وخلال فترات متقاربة (ساعة، يوم، عدة أيام) وتعتمد لحساب تغير الرطوبة في التربة على فرق الوزن بين فترتين زمنيتين وهذا يمثل الرطوبة المفقودة بالتبخر والنتح، وهذا النوع يناسب المحاصيل سطحية الجذور بشكل ممتاز.



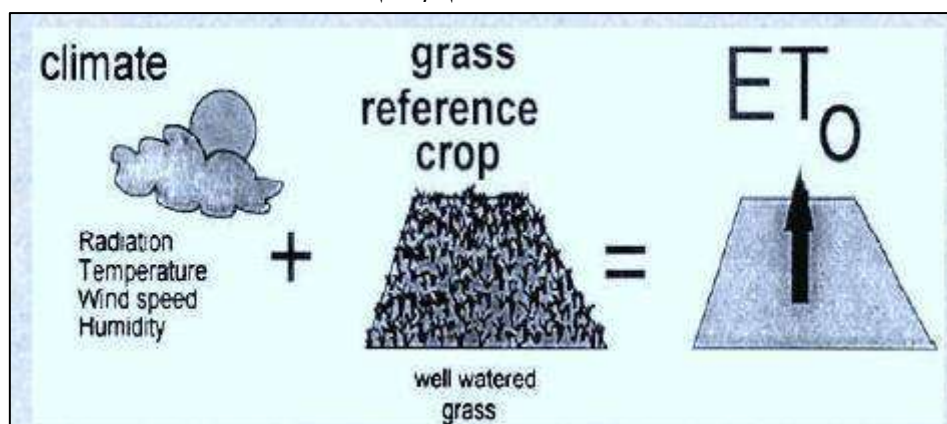
الطرق غير مباشرة Indirect Methods لحساب الاحتياجات المائية :

وتعتمد هذه الطرق على التجارب الحقلية وذلك لإيجاد علاقة بين الاحتياج المائي والظروف المناخية للمنطقة ونوع النباتات المزروعة.



عند استخدام العلاقات لتحديد الاحتياجات المائية لابد أولاً من التمييز بين أنواع التبخر - نتح المستخدمة وهي:

- 1- التبخر - نتح الممكن أو الأساسي ET_0 (ETP): وهو التبخر - نتح لغطاء نباتي عشبي متجانس ذو ارتفاع منتظم من 6 إلى 15 سم وينمو بشكل جيد ويظل كامل سطح التربة ويزود بالماء بشكل جيد ولا يتأثر بأي عائق غذائي أو فيزيولوجي أو مرضي ويعطي المردود الكامل تحت الظروف البيئية السائدة ويقدر بـ مم / يوم.



- 2- التبخر - نتح الأعظمي ET_M : وهو التبخر - نتح الاعظمي لمحصول أو نبات معين خلال أطوار النمو المختلفة، حيث أن الماء متوفر بشكل جيد في التربة ويمكن تحديد التبخر من

حساب معامل استهلاك النبات للماء Kc لكل مرحلة من مراحل النمو، ويتعلق معامل استهلاك النبات للماء بـ

- نوع النبات فيزداد بازدياد نمو النبات حتى الوصول إلى أوج النمو الخضري
- كثافة الغطاء النباتي حيث تزداد قيمة Kc بزيادة التغطية النباتية.
- المناخ فتزداد قيمة Kc كلما كان المناخ أكثر جفافاً.
- طريقة الري المستخدمة.

والعلاقة بين التبخر - النتح الأساسي والأعظمي هي: $ET_M = Kc \cdot ET_0$

تقدير قيمة معامل استهلاك النبات Kc Plant Coefficient

بعد حساب قيمة التبخر - نتح المرجعي من العلاقات المذكورة سابقاً، لا بد من تقدير قيمة معامل استهلاك النبات لتقدير الاحتياجات المائية للنبات من العلاقة

$$Kc = ET_M / ET_0$$

تختلف قيمة Kc حسب النباتات المزروعة وحسب مرحلة نمو النبات الواحد كما وتتأثر بالعوامل المناخية وبمعدلات الري والتباعد بين الريات. حيث تقسم فترة نمو النبات إلى أربعة مراحل :

- 1- مرحلة الإنبات وتمتد من البذار وبداية النمو وحتى بدء تغطية التربة.
 - 2- مرحلة النمو وتبدأ من تغطية النباتات للتربة وحتى تمام التغطية وبدء الإزهار.
 - 3- مرحلة النمو الكامل وتبدأ من التغطية الكاملة للأرض وحتى بدء النضج.
 - 4- مرحلة النضج وتستمر حتى نهاية النضج واصفرار الأوراق.
- إن الهدف من ذلك هو إيجاد معادلة الاحتياج المائي لمحصول ما وتغيراته حسب مراحل النمو في منطقة متشابهة من حيث الظروف المناخية دون اللجوء إلى تكرار التجارب.

معامل المحصول لبعض المحاصيل			
المحصول	Kc عند كامل النضج	المحصول	Kc عند كامل النضج
قمح	١.١	زيتون	٠.٥٥
شعير	١.١	كرمة	٠.٧
قطن	١.١	لوزيات	٠.٨٥
فول	١.١	تفا حيات	٠.٩
بطاطا	١.٠٥	ليمون	٠.٦
جزر	٠.٩٥	نخيل	٠.٩
ملفوف	٠.٩٥	فريز	٠.٨
شوندندر	١.١	عياد الشمس	١.١
بندورة	١	ذرة بيضاء	١.٠٥

3- التبخر - نتح الحقيقي ETR: وهو التبخر - نتح لمحصول أو نبات معين تحت الظروف المناخية المحددة حيث أن الإمداد المائي قد يكون محدداً.

وضعت علاقات عديدة يزيد عددها عن الثلاثون معادة لتقدير التبخر - نتح، في مناطق مختلفة من العالم وهذه العلاقات قد لا تصلح الا في الظروف التي وضعت وجربت فيها. من أهم العلاقات (شارميان، كريستوف، تسونيف، ألبانوف، هيدريكس، بوديكو، هاودي، شاروف، ثورنثويت، تورك، ماكينيك (الإشعاع)، ايفانوف، بلاني وكرايدل وعلاقة بنمان، حوض كلاس A).

سنقتصر على دراسة أهم العلاقات التي يمكن استخدامها تحت الظروف الجافة وهي:

1. علاقة بنمان Penman Formula :

وضع بنمان علاقة تعتمد على بعض الأسس النظرية لتقدير قيمة التبخر - نتح الأساسي الا انها تحتاج الى مجموعة كبيرة من البيانات المناخية. اعتبرت علاقة بنمان من أفضل وأدق العلاقات وأكثرها لأنها تركز على اساس فيزيائي (الإشعاع الصافي وخواص الكتل الهوائية)، وتستخدم هذه العلاقة في مختلف الطوابق البيومناخية وذلك لاعتمادها على مختلف البيانات المناخية. وقد جرت بعض الدراسات في سورية لتحديد مدى صلاحية علاقة بنمان في مناطق مختلفة، فتبين انها الانسب، ولا زال هناك حاجة لتعميم هذه النتائج ليتم استخدام الثوابت المحسنة العلاقة لتلائم الواقع المحلي للظروف المناخية في قطرنا.

$$E_{To} = C [W * R_n (1-W) * F_U * (e_a - e_d)]$$

حيث:

Eto - التبخر الأعظمي اليومي مم/يوم.

W - عامل الوزن ويعبر عن تأثير الإشعاع على Eto ويتعلق بالارتفاع ودرجة الحرارة.

Rn - الإشعاع الصافي المكافئ لقيمة Eto وهو الفرق بين الإشعاع الوارد والمنعكس على سطح التربة أو الماء (مم/يوم).

F_U - عامل الرياح ويقدر بالعلاقة :

$$F_U = 0.27 * (1 + U / 100)$$

U .سرعة الرياح على ارتفاع 2م (كم/يوم).

(ea-ed) الفرق بين ضغط بخار الماء المشبع عند متوسط درجة الحرارة ومتوسط ضغط بخار الماء الحقيقي ميلي بار .

C - عامل التصحيح ويرتبط بالرطوبة النسبية العظمى, سرعة الرياح والسطوع الشمسي.

2. علاقة بلاني - كريدل B.Laney Criddle Formula

وضعت هذه العلاقة التجريبية عام 1950 حيث اعتبرت درجات الحرارة العامل الأهم في تقدير التبخر - نتح. تسمح هذه العلاقة بحساب التبخر - نتح الأساسي بعد معرفة درجة الحرارة ونسبة الإضاءة.

$$ET_o = C * [P * (0.46 t^o + 8)]$$

حيث :

ET_o - التبخر الأعظمي الممكن مم/يوم.

t ° - المعدل اليومي لدرجة الحرارة.

P - النسبة المئوية لساعات السطوع اليومية.

C - عامل تصحيح يتعلق بمعدل الرطوبة النسبية الدنيا والسطوع النظري والفعلي n/N وسرعة الرياح U.

$$ET_o = 0.0018 * (25 + T^o)^2 * (100 - a) * K_o$$

3. علاقة ايفانوف:

ET_o - التبخر الأعظمي الممكن مم/ شهر.

t ° - المعدل اليومي لدرجة الحرارة.

a - معدل الرطوبة النسبية.

K_o - معامل المناخ وهو يبين تغير العوامل الجوية تحت تأثير الري ويدعى معامل المناخ ويتراوح بين (0.8-1).

4. حوض قياس التبخر (كلاس A):

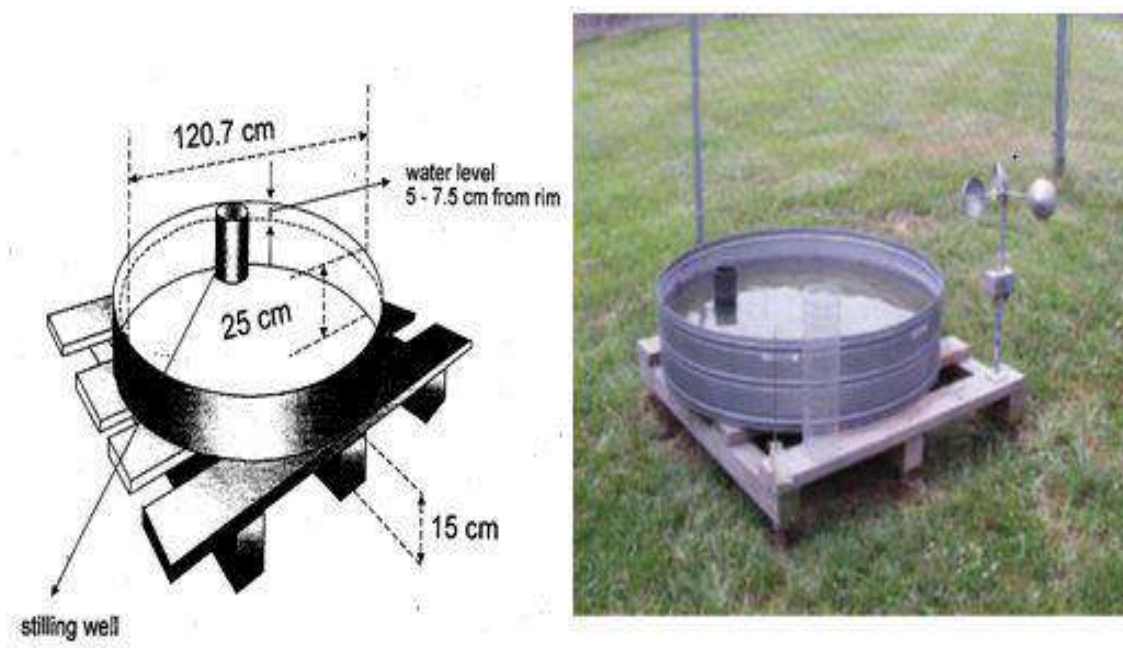
وهو عبارة عن مبخر دائري قطره (121) سم وعمقه (25.5) سم صنع من الحديد المطلي بالزنك بسماكة 0.8 سم مثبت على قاعدة خشبية بوضع أفقي يملأ بالماء لارتفاع (20) سم ويجب ألا يهبط الماء أكثر من (7) سم عن الحافة العلوية للمبخر , يتم تجديد الماء بانتظام للتخلص من العكارة والمواد العالقة الأخرى ويطلق سنوياً بدهان ألمنيوم إذا لم يكن مطليا بالزنك. ولكي يكون التبخر واقعياً فإنه يجب تصحيحه حسب موقع الحوض بالنسبة للرياح السائدة والزراعات المجاورة ورطوبة الهواء علماً بأن معامل التصحيح Kp هو رقم متغير حسب الفصول ويتراوح بين 0.7 - 0.8

$$ET_o = Kp * E_{pan}$$

ET_o - التبخر الأعظمي مم/يوم.

E_{pan} - كمية الماء المتبخر من سطح الماء في الجهاز وتقاس بواسطة الميكرو متر.

K_p - عامل تصحيح ويتعلق بمعدل الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، والبيئة المحيطة بالجهاز.



الموازنة المائية لمنطقة معينة:

هي الفارق بين الواردات المائية والفقد المائي وذلك خلال فترة معينة، وعندما تكون الموازنة موجبة، فهذا يعني أن المنطقة رطبة، ولا تحتاج المحاصيل إلى ري. إلا أنها قد تحتاج لشبكات صرف للتخلص من المياه الزائدة. أما عندما تكون الموازنة سالبة فهذا يعني أن المنطقة تعاني من نقص المياه فتزداد الحاجة لري النباتات لتغطية احتياجاتها المائية اللازمة.

تعطى معادلة التوازن المائي لحوض بالعلاقة:

$$\Delta S = P \mp R - ET$$

أما معادلة التوازن المائي لمنطقة محددة (حقول زراعية) والتي تستخدم لتحديد مواعيد الري وكميات المياه الواجب إضافتها أو صرفها؛ فيتم تحديدها بمعرفة الفرق بين كمية المياه الواردة (المضافة) والخارجة من وإلى منطقة انتشار الجذور. وتسمى معادلة الميزان المائي الحقلية وتعطى بالعلاقة:

$$\Delta S = P + I \mp D \mp R - ET$$

حيث: P : الهطول بأشكاله المختلفة (مطر، ثلج، برد، ندى ..).

I : كمية المياه المضافة بالري.

ET : التبخر نتج (التبخر من سطح التربة والنتج من سطح النبات).

ΔS : التغير في المخزون المائي في التربة.

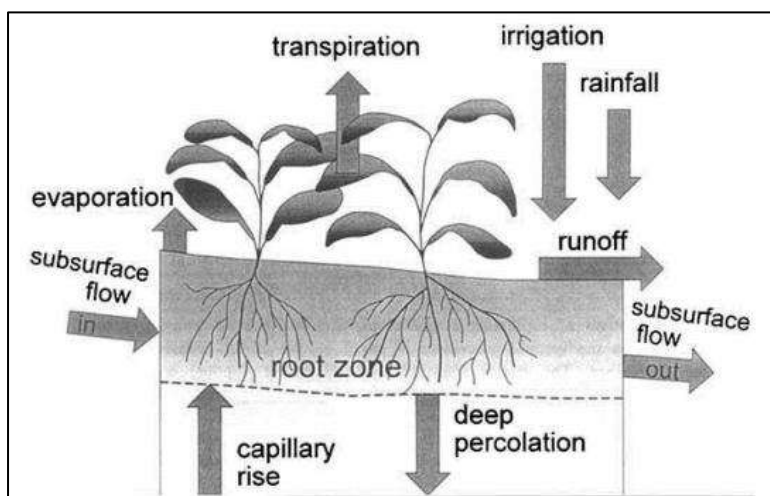
D : كمية مياه الصرف. R : الجريان السطحي أو الجوفي.

هناك صعوبة في حساب (R, D) لذلك يمكن تبسيط المعادلة السابقة إلى الشكل التالي:

$$\Delta S = (P + I) - ET$$

في مجال الري نجعل $\Delta S = 0$ بهدف تأمين كمية المياه المفقودة بالتبخر نتج عن طريق الأمطار أو

$$(P + I) = ET \quad \leftarrow \text{ماء الري.}$$



العلاقات المستخدمة لحساب الاحتياج المائي بالاعتماد على الموازنة المائية:

تم حساب الميزان المائي من قراءات الرطوبة بين المواعيد المختلفة من خلال الفرق في المحتوى الرطوبي الكلي الذي يعبر عن كمية الماء التي استهلكها النبات خلال فترتي القياس بالعلاقة :

الاحتياج المائي الكلي (الاستهلاك المائي) = [رطوبة بداية الفترة + زيادة العمق الفعال + (مجموع السقايات

الصافية/كفاءة الإضافة) + مجموع الأمطار الفعالة - رطوبة نهاية الفترة].

$$ET_{total} = M_{total} + P + (W_1 - W_2)$$

ET_{total} : الاستهلاك المائي الكلي خلال فترة القياس (م³/ه).

M_{total} : كمية الري الكلية خلال فترة القياس (م³/ه).

P : كمية الأمطار الهاطلة (م³/ه) خلال فترة القياس (إن وجدت).

W_1 : الرطوبة في بداية فترة القياس (م³/ه).

W_2 : الرطوبة في نهاية فترة القياس (م³/ه).

وحسبت كمية المياه اللازمة إضافتها كـري للمعاملات المائية وفق العلاقات التالية:

$$I_r_n = 10.H.\alpha (B_2 - B_1) \quad \text{كمية السقاية الصافية (م}^3\text{/هـ):}$$

10: معامل التحويل إلى (م³/هـ).

H: عمق الجذور الفعالة بـ (م) ويتغير حسب عمر ونوع النبات تتراوح (30-60)سم او (45-75) سم

α : الكثافة الظاهرية للتربة (غ/سم³).

B₂: الحد الأعلى لـرطوبة التربة عند السعة الحقلية.

B₁ : الحد الأدنى للرطوبة (الرطوبة المتواجدة).

$$I_r_t = I_r_n / EU \quad \text{كمية السقاية الكلية (م}^3\text{/هـ)}$$

حيث: **EU%** تعبر عن كفاءة الري وهي تختلف حسب طريقة الري، حيث تتراوح قيمتها في الري

السطحي بين 40 - 60 %، وفي الري بالريذاذ 70 - 80 % ، بينما في الري بالتنقيط 90 - 95%

عدد السقايات N : عدد السقايات في الشهر والتي تحسب من العلاقة

$$N = ET_m / I_r_t$$

ET_m الاحتياج المائي الشهري

$$X = D / ET_d \quad \text{التباعد (تواتر السقايات) بين السقايات X :}$$

ET_d التبخر - الاحتياج المائي اليومي ، D: عيار السقاية او كمية السقاية الكلية م³/هـ

وفي حال هطول أمطار خلال فترة الري فيجب أن تطرح كمية الماء الهاطلة من قيمة الاحتياج المائي وهذا شائع جداً خاصة في الزراعة الشتوية، حيث تسقط المطار خلال موسم النمو ويتم إضافة عدة ريات

لدعم النباتات وهذا ما يسمى بالري التكميلي. وتصبح العلاقة. $N = ET - P / D$

عند حساب عدد الريات فانه لا ينتج لدينا دائماً رقم صحيح، لذا يجب جبر الرقم الى الرقم الأعلى.

عدد الريات بالموسم N_t : وتساوي الى مجموع عدد الريات الشهرية خلال فترة حياة النبات

$$N_t = n_1 + n_2 + \dots + n_n$$

وتحسب لوضع برنامج ومخطط لري المزرعة، كما ويتم من خلالها حساب كمية المياه اللازمة لري الأرض خلال الموسم.

حجم الماء اللازم لرية واحدة: ويحسب من العلاقة

$$V = D \cdot 10 \cdot A$$

V حجم الماء: m^3 ، D : عيار السقاية او كمية السقاية الكلية (lr_t) mm ، A : المساحة ha

حجم الماء اللازم للموسم : وهو عبارة عن حاصل ضرب حجم الماء المضاف بالرية الواحدة V بعدد ريات الموسم N .

مما سبق نصل الى مفهوم جدولة الري او (برمجة الري) : والذي يعني.

1 - **متى نروي** (الفترة الواقعة بين الريتين) وهذه تتعلق بعدة عوامل أهمها : النبات - تبخر النتج - مرحلة نمو النبات - عمق الجذور - تحمل النبات للجفاف (نوع النبات) . التربة : السعة الحقلية - المسامية (المواصفات الفيزيائية للتربة)

2 - **كم نروي** (كمية السقاية $m^3 / هـ$) : يتم حساب وتحديد الاحتياجات المائية الشهرية الاعظمية إمكانية تغطية الاحتياجات المائية من المصدر المائي أي معرفة معدل التدفق أو كمية الماء الممكن استخدامها من المصدر المائي - طريقة الري المستخدمة وطرق نقل الماء للحقل - وضع جدول زمني للسقايات مع توضيح كمية المياه المضافة في كل رية.

تمرين :

لدينا حقل مزروع بمحصول القطن مساحته 6 دونم (0.6 هكتار) ، يروى بطريقة الري السطحي بكفاءة ري 40% المطلوب :

1- تقدير الرطوبة الحجمية على عمق 40 سم علماً ان تربته طينية متوسطة والسعة الحقلية = 35%

2- حساب كمية السقاية الصافية والكلية اللازمة اعطاءها للمحصول خلال شهر حزيران .

3- احسب عدد السقايات والتواتر بين السقايات، علماً ان الاحتياج المائي للمحصول خلال شهر

حزيران = 1355 $m^3 / هـ$. والاحتياج المائي اليومي = 38.4 $m^3 / هـ$

العمق سم	وزن العلبة فارغة غ	وزن العلبة رطبة غ	وزن العلبة جافة غ	الكثافة الظاهرية غ/سم ³
20-0	25	93	80	1.1
40-20	27	97	83	1.2

الرطوبة الحجمية للعمق الأول 0-20 سم :

وزن الماء المتبخر = 93 - 80 = 13 غ ، وزن التربة الجافة = 80 - 25 = 55 غ

الرطوبة الوزنية = $(55 \div 13) \times 100 = 23.6\%$

الرطوبة الحجمية = الرطوبة الوزنية * الكثافة الظاهرية

$$23.6 \times 1.1 = 25.9\%$$

للمعق الثاني 20-40 سم :

وزن الماء المتبخر = 97 - 83 = 14 غ ، وزن التربة الجافة = 83 - 27 = 56 غ

الرطوبة الوزنية = $(56 \div 14) \times 100 = 25\%$

الرطوبة الحجمية = الرطوبة الوزنية * الكثافة الظاهرية $\leftarrow 25 \times 1.2 = 30\%$

- متوسط الرطوبة الحجمية للعمق 0-40 سم = $(23.6 + 30) \div 2 = 26.8\%$

إذا اردنا أن نحسب كمية السقاية نطبق القانون التالي :

كمية السقاية الصافية = (السعة الحقلية - الرطوبة الحجمية) * عمق الجذور

كمية السقاية الصافية = $(26.8 - 35) \times 40 = 328 \text{ م}^3/\text{هـ}$

كمية السقاية الكلية = كمية السقاية الصافية / كفاءة الري

كمية السقاية الكلية = $328 \div 0.40 = 820 \text{ م}^3/\text{هـ}$

كمية السقاية لمساحة 1 هكتار = $820 \text{ م}^3/\text{هـ}$ لدينا : 6 دونم (تحويل 1 هكتار = 10 دونم) = 0.6 هـ

كمية السقاية لمساحة 0.6 هـ = $720 \times 0.6 = 492 \text{ م}^3$

عدد السقايات = الاحتياج المائي الشهري ÷ عيار السقاية (كمية السقاية الكلية)

$$= 1355 \div 492 = 2.7 = 3 \text{ سقايات}$$

التواتر بين السقايات = عيار السقاية ÷ الاحتياج المائي اليومي

$$= 38.4 \div 492 = 12 \text{ يوم}$$

المحاضرة الخامسة

صلاحية المياه للري

من المعروف أن مياه الأمطار تتميز بصلاحيتها للري دون أي خشية من الملوحة، في حين أن بعض الأنهار التي تستعمل كأقنية طبيعية لتصريف مياه الصرف الصحي قد تتغير خواصها كلياً فتصبح غير صالحة للري.

أما المياه الجوفية والتي تستخدم كمصدر مهم للري في معظم المناطق الجافة وشبه الجافة فلا بد من تحديد نوعيتها ومدى صلاحيتها للري، نظراً لاحتمال احتوائها على تراكيز عالية من الأيونات، وبالتالي ارتفاع ملوحتها وتأثيرها سلبياً على التربة والنبات.

إن صلاحية استخدام المياه المالحة أو ملاءمتها للزراعة تعتمد إلى درجة كبيرة على ظروف استخدام هذه المياه، والتي تتضمن المحصول والظروف المناخية البيئة الأخرى السائدة في المنطقة. حيث يعتمد الاتجاه الحديث في تقييم نوعية المياه وتحديد صلاحيتها للري في مدى تأثيرها على خلق ظروف في التربة تؤدي إلى ضرر في النمو أو أداء المحصول. وحسب منظمة الزراعة والأغذية الدولية فإن هذا التقييم يشتمل على أربع مشاكل محتملة للري بالمياه المالحة.

ما هي المشاكل المحتملة للري بالمياه المالحة:

1. الملوحة الناجمة عن الري بهذه المياه تتسبب في عدم استطاعة جذور النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية.
2. التسمم النوعي للأيون وتأثيرات متنوعة ومختلفة.
3. النفاذية التي تؤثر في معدل رشح الماء في التربة.
4. يعتمد تقييم نوعية مياه الري على تحديد خواصها الفيزيائية والحيوية والكيميائية والتي لا يمكن تقييمها بمعزل عن العوامل المناخية، آخذين بعين الاعتبار مجمل التقنيات الزراعية المستخدمة في إدارة التربة والمياه.

الخواص الحيوية (البيولوجية):

يراعى عند تحديد نوعية المياه المستخدمة في الري مراعاة الخواص الحيوية لها، إذ يجب أن تكون خالية من بذور الأعشاب الضارة، وخالية من بيوض الديدان المعوية والعصيات المعوية والقولونات البرازية، وكذلك من مختلف الكائنات الحية الدقيقة الضارة بالإنسان والحيوان. وذلك للتقليل من تلوث البيئي ولتفادي الإصابة بالكوليرا وأمراض الجهاز التنفسي التي يمكن أن تنتقل للإنسان عند استخدام مياه الصرف الصحي لري الخضار التي تؤكل طازجة.

الخواص الفيزيائية:

تشمل هذه الخواص المعلقة في المياه التي تسبب بعض المشاكل إذ تؤثر في عمل المضخات، وفي

كفاءة شبكات الري بالتنقيط. كما أنه نتيجة ترسيبها في أقنية الري وسدود البحيرات، فتقوم بتقليل سعتها التخزينية، مما يتطلب تكاليف إضافية لإجراء عمليات الصيانة والتنظيف.

ومن الخواص الفيزيائية المهمة درجة حرارة مياه الري، فقد تكون مياه العديد من الينابيع حارة جداً أو شديدة البرودة عندئذ لا بد من تخزينها في أحواض سطحية العمق لتعديل درجة حرارتها حتى تصبح مناسبة للري.

كما توجد خواص أخرى كاللون والرائحة والطعم والشفافية واللزوجة... الخ، إلا أن هذه الخواص لا تلعب دوراً كبيراً في المياه المستخدمة بالري، إلا أنها ذات أهمية بالغة بالنسبة لمياه الشرب وهناك معايير صارمة لهذه الخواص.

الخواص الكيميائية:

تستخدم للتعبير عن التركيب الكيميائي للمياه الناتج عن انحلال العديد من العناصر بالمياه بما فيها الغازات والمعلقات في الجوانوات الحت والتعرية للصخور والتربة وتفاعلات الترسيب والانحلال إضافة إلى تأثيرات الإنسان الناتجة عن استثمار الأراضي.

ومن أهم الخصائص الكيميائية لمياه الري نذكر:

1. كمية الأملاح الذائبة ونوعيتها:

بعض هذه الأملاح يكون مفيداً كأملح الكالسيوم، وبعضها الآخر ضاراً كأملح الصوديوم. وتختلف مياه الري بنسب احتوائها على كميات الأملاح الذائبة فيها، فهناك مياه تحوي على تراكيز منخفضة ومياه تحوي على تراكيز عالية جداً من الأملاح.

من أكثر الكاتيونات وجوداً في مياه الري الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم، مع كمية قليلة من البوتاسيوم. أما أكثر الأنيونات وجوداً فهي الكلور- والبيكربونات وتوجد الكربونات والكبريتات بكميات أقل.

من الناحية الكيميائية هناك ثلاثة عوامل تؤثر في صلاحية المياه للري:

- الكمية الكلية للأملاح الذائبة.
- التركيب الأيوني للمياه.
- محتوى الماء من العناصر النادرة

الكمية الكلية للأملاح الذائبة TDS:

يعد تقدير الكمية الكلية للأملاح الذائبة (ملغ/ل، أو جزء بالمليون) مهماً في تحديد نوعية مياه الري لأنها تعبر عن كمية الكاتيونات والأنيونات في المياه. وتقدر الكمية الكلية الذائبة بطريقتين:

1. الطريقة الوزنية (التجفيف): توزن عينة من المياه وتجفف بالفرن على حرارة (105 درجة

منوية) حتى تتبخر المياه، وتوزن الأملاح المترسبة (الأملاح الكلية). وتعد هذه الطريقة غير دقيقة لا سيما إذا كان تركيز الملح منخفضاً، كما أنها تحتاج إلى حجم كبير من الماء ووقت طويل للتجفيف.

2. طريقة الناقلية الكهربائية Electrical Conductivity EC: تعتمد هذه الطريقة على أن الماء المقطر غير ناقل للتيار الكهربائي، في حين أن المياه الحاوية على الأملاح تنقل التيار الكهربائي، وتزداد الناقلية الكهربائية بزيادة تركيز الأملاح. تستخدم هذه الطريقة بشكل واسع في تقدير تركيز الأملاح في المياه نظراً لسرعة إجرائها ودقتها. والوحدة المستخدمة لقياس الناقلية الكهربائية هي Siemens أو DS/m أو أجزاءها.

حيث أن:

$$1 \text{ ds/m} = 1 \text{ mmhos/cm} = 1000 \mu\text{s/cm} \cong 1 \text{ me/l} \cong \text{EC}/100 \cong \text{ppm}/64$$

إذا كان $\text{EC} < 5 \text{ ds/m}$ عندئذ نستخدم العلاقة التالية

$$\text{TDS (mg/l)} \cong \text{EC (ds-/m)} * 640$$

أما إذا كان $\text{EC} > 5 \text{ ds/m}$ عندئذ نستخدم العلاقة التالية

$$\text{TDS (mg/l)} \cong \text{EC (ds/m)} * 800$$

me/l : ميليمكاف/ليتر وهو وزن العنصر المنحل بالمغ مقسوماً على الوزن المكافئ للعنصر.

الوزن المكافئ للعنصر يساوي الوزن الذري للعنصر مقسوماً على تكافؤه.

• التركيب الأيوني للمياه:

إن التركيب الكلي للأملاح لا يعطي الدقة الكافية لتحديد صلاحية المياه للري. فقد يكون تركيز الأملاح في عينة ما عالياً إلا أنها لا تحوي على أملاح شديدة الضرر وبالتالي فقد تكون جيدة للري. وبالعكس قد يكون تركيز الأملاح في عينة مياه منخفضة، إلا أنها تحوي على نوعية من الأملاح شديدة الضرر، وبالتالي تكون غير صالحة للري. لذا لا بد من تحديد نوعية الأملاح وتحديد أخطارها. ويعد الصوديوم والبيكربونات من أخطر العناصر في هذا المجال.

1. خطر الصوديوم: يعد الصوديوم من أخطر العناصر الموجودة في مياه الري، كما أن تأثيره ضار

في التربة لما له من خواص مفرقة للحبيبات المجمعة، فارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل ESP على معقد الادمصاص يؤدي إلى هدم بناء التربة، وبالتالي انخفاض نفاذيتها، فلا يستطيع الماء والهواء التحرك نحو منطقة الجذور، كما أن للصوديوم تأثير سمي على النباتات الحساسة.

يتميز الصوديوم بقابليته للتبادل مع الكاتيونات الأخرى المدمصة على معقد الادمصاص وهو ما

يسمى بنسبة الصوديوم المدمص SAR الذي يكتب بالعلاقة البسيطة:

$$\text{Sodium Adsorption Ratio } \mathbf{SAR} = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

وتوجد علاقة أخرى لحساب النسبة المئوية للصوديوم المتبادل Exchangeable Sodium Percentage

$$\mathbf{ESP} = \frac{Na}{Ca + Mg + K + Na} \times 100$$

أو يمكن ربطها بقيمة SAR فتكتب على الشكل

$$\mathbf{ESP} = \frac{100 \times (-0.0126 + 0.01475 \times SAR)}{1 - (-0.0126 + 0.01475 \times SAR)}$$

حيث: SAR: نسبة الصوديوم المدمص.

ESP: النسبة المئوية للصوديوم المتبادل.

Na، Ca، Mg، K: مقدرة بالمليمكافئ/ل.

بالمحصلة تقسم المياه حسب صلاحيتها إلى ثلاث درجات:

1. مياه ممتازة إلى جيدة، تصلح لري معظم النباتات.
2. مياه متوسطة النوعية، تصلح لري معظم المحاصيل عدا الحساسة.
3. مياه ذات نوعية رديئة لا تصلح إلا لري النباتات المتحملة.

تصنيف المياه وفق صلاحيتها للري

RSC	SAR	ESP	TDS	EC	درجة صلاحية المياه
1.25 >	6 - 0	60 - 0	700 - 0	1000 - 0	(1) مياه ممتازة إلى جيدة، تصلح لري جميع النباتات
2.50 - 1.25	10 - 6	75 - 60	2000 - 700	3000 - 1000	(2) مياه متوسطة النوعية، تصلح لري معظم المحاصيل عدا الحساسة للملوحة
250 <	10 <	75 <	2000 <	3000 <	(3) مياه ذات نوعية رديئة لا تصلح إلا لري النباتات المتحملة للملوحة، شرط أن تكون التربة جيدة الصرف

خطوات حل المسائل لمعرفة كمية الأملاح ونسبها وبعض المعايير المرافقة

1- يتم تحويل قيم تراكيز العناصر من ميلي مكافئ/لتر (meq/l) إلى جزء بالمليون ppm، وذلك وفق العلاقة:

- وزن العنصر المنحل (ميلي مكافئ/لتر) = الوزن المكافئ للعنصر × عدد المليمكافئات باللتر
- الوزن المكافئ للعنصر = الوزن الذري للعنصر ÷ تكافؤ العنصر

2- يتم حساب مجموع كميات الأملاح الكلية الذائبة:

$$TDS = \sum [Ca^{++} + Mg^{++} + Na^{+} + \dots + etc]$$

3- تحسب الناقلية الكهربائية $EC.10^6$ (ميكروسيمنز/سم) وفق العلاقة

$$EC.10^6 = TDS \cdot \frac{100}{64}$$

4 يتم حساب نسبة الصوديوم المدمص على حبيبات التربة SAR:

$$Sodium Adsorption Ratio SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

5 - يتم حساب نسبة الصوديوم المتبادل ESP%:

$$ESP = \frac{Na}{Ca + Mg + K + Na} \times 100$$

• أو يمكن ربطها بقيمة SAR فتكتب على الشكل

$$ESP = \frac{100 \times (-0.0126 + 0.01475 \times SAR)}{1 - (-0.0126 + 0.01475 \times SAR)}$$

• Na، Ca، Mg، K: مقدرة بالمليمكافئ/لتر.

• غالباً ما يتم إهمال قيم K، لكن ليس دائماً.

6 - خطر البيكربونات: تحسب من المعادلة

$$RSC = (CO_3^{--} + HCO_3^{-}) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

نملاً جدول النتائج كتقرير

ملاحظات	درجة صلاحية المياه (قد تختلف درجات الصلاحية حسب المقياس)		
	الدرجة	القيمة المخبرية	
			EC
			TDS
			SAR
			ESP
			RSC
			عناصر أخرى

مثال: تم تحليل عينة مياه، وجاءت نتائج المخبر وفق الآتي:

العنصر	Ca	Mg	Na	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl
التركيز (مليجرام/لتر)	2.3	3.1	10.9	0.33	3.12	2.99	8.9

• المطلوب حدد صلاحية هذه المياه للري وفق المعايير التي تعرفها:

الحل

العنصر	Ca	Mg	Na	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl
التركيز (مليجرام/لتر)	2.3	3.1	10.9	0.33	3.12	2.99	8.9
الوزن الذري	40	24.4	23	60	61	96	35.46
التكافؤ	2	2	1	1	1	2	1

• نضيف سطرين أحدهما للوزن الذري، والآخر للتكافؤ (مطلوبة للحفظ من قبل الطالب)

الحل

العنصر	Ca	Mg	Na	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl
التركيز (مليجرام/لتر)	2.3	3.1	10.9	0.33	3.12	2.99	8.9
الوزن الذري	40	24.4	23	60	61	96	35.46
التكافؤ	2	2	1	1	1	2	1
الوزن المكافئ	20	12.2	23	30	61	48	35.46

• نقسم الوزن الذري على التكافؤ فنحصل على الوزن المكافئ

الحل

العنصر	Ca	Mg	Na	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl
التركيز (مليجرام/لتر)	2.3	3.1	10.9	0.33	3.12	2.99	8.9
الوزن الذري	40	24.4	23	60	61	96	35.46
التكافؤ	2	2	1	1	1	2	1
الوزن المكافئ	20	12.2	23	30	61	48	35.46
وزن العنصر المنحل	46	37.82	250.7	9.9	190.32	143.52	315.594

• نضرب الوزن المكافئ بتركيز العنصر فنحصل على وزن العنصر المنحل

• ومنه نحسب المعايير:

TDS •

$$TDS = \sum [Ca^{++} + Mg^{++} + Na^{+} + \dots + etc] = 993.854 \text{ ppm}$$

EC •

$$EC \cdot 10^6 = TDS \cdot \frac{100}{64} = 1552.897 \text{ ميكروسمينز/سم}$$

SAR •

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} = \frac{10.9}{\sqrt{\frac{2.3 + 3.1}{2}}} = 6.633\%$$

:ESP •

$$ESP = \frac{Na}{\frac{Ca + Mg + K + Na}{10.9}} \times 100 = \frac{10.9}{10.9 + 3.1 + 0 + 2.3} \times 100 = 66.87\%$$

:RSC •

$$RSC = (CO_3^{--} + HCO_3^{-}) - (Ca^{++} + Mg^{++}) = (0.33 + 3.12) - (2.3 + 3.1) = -1.95$$

تقرير النتائج

ملاحظات	درجة صلاحية المياه		
	الدرجة	القيمة المخبرية	
	2	1552.897 $\mu\text{S/cm}$	EC
	2	993.854 ppm	TDS
	2	6.633 %	SAR
	2	66.87%	ESP
	1	1.95-	RSC
			عناصر أخرى

بالنسبة لمعايير TDS و EC و SAR و ESP المياه من الدرجة الثانية وهي صالحة لري معظم المحاصيل ما عدا الحساسة للملوحة.

أما خطر البيكربونات RSC فلم يظهر، وتركيز الكاتيونات الموجبة أعلى والمياه من الدرجة 1.

- من الممكن إضافة بعض العناصر الخاصة كالبورون والرصاص وغيرها تضاف لوحدها وتسجل ضمن قائمة خاصة

التركيز المسموح بها لبعض العناصر النادرة والمعادن الثقيلة في مياه الري¹

العنصر	الحد الأعلى للتركيز الموصى به ملجم / لتر	الملاحظات
الالنيوم Al	5.0	قد يؤدي الى عدم الإنتاجية في التربة الحمضية (الأس الهيدروجيني أقل من 5.5) ولكن التربة الأكثر قاعدية (أس هيدروجيني أكبر من 7) يتم ترسيب الايون وتزال أي سمية .
الزرنيخ As	0.1	تتفاوت السمية على النباتات بشكل كبير ، تتراوح ما بين 12 ملجم / لتر لحشيشة السودان الى أقل من 0.05 ملجم / لتر للرز .
بريليوم Be	0.1	تتفاوت السمية على النباتات بشكل واسع ، تتراوح ما بين 5 ملجم / لتر للكرنب (Kale) إلى 0.5 ملجم إلى شجيرات البقوليات .
الكوبلت Co	0.05	سام للبندوره على مستوى 0.1 ملجم / لتر في المحلول المغذي ، يميل إلى أن يكون غير فعال في التربة المتعادلة والقلوية .
الكروم Cr	0.1	بشكل عام لم يتحقق من كونه أساساً كعنصر للنمو ، يوصى الالتزام بحدود متخفضة لنقص المعلومات المتوفرة عن سميته للنباتات
الفلور F	1	غير نشط (غير فعال) في التربة القلوية والمتعادله .
الليثيوم Li	2.5	تتحمله أغلب المحاصيل لقاية 5 ملجم / لتر ، متحرك في التربة ، سام للحمضيات بتركيز منخفضة (أقل من 0.075) ويعمل بشكل مشابه للبورون .
المولبيدينوم Mo	0.01	ليس ساماً للنباتات في التركيزات العادية في التربة والماء ، ومن الممكن أن يكون ساماً للماشية إذا تم زراعة الأعلاف الخضراء في التربة المحتوية على التركيزات العالية للمولبيدينوم المتوفر .
النيكل Ni	0.2	سام لعدد من النباتات على مستوى 0.5 ملجم / لتر - 1 ملجم / لتر ، وتقل السمية عندما يكون الاس الهيدروجيني (PH) متعادلاً أو قلويًا .
الرصاص Pb	5	يمكن أن يمنع نمو خلايا النبات في حالة التركيز العالية .
السيلينيوم Se	0.02	سام للنباتات بتركيز منخفضة تصل إلى 0.025 ملجم / لتر سام للماشية إذا ما تم زراعة الأعلاف الخضراء في تربة مضاف إليها مستوى عالياً من السيلينيوم ، وهذا العنصر ضروري للحيوانات ولكن بتركيز منخفضة جداً .
فانديوم V	0.1	سام للعديد من النباتات بتركيز منخفضة نسبياً.

أ. تعتبر هذه القائمة شاملة لتأثيرات كافة العناصر النزرة الموجودة في مياه الفضلات الصناعية مباشرة إلیها ، وفي حالة وجود الفضلات الصناعية في مياه الفضلات فهناك حاجة لتحديد العناصر النزرة المتوفرة والمعلومات المتحصلة حول تأثيرها على أسس محددة في الموقع .

ب. يعتبر الحد الأعلى للتركيز على أساس معدل المياه المضافة المناسبة مع احتياجات الري الجديد (10.000 م³/هكتار/سنة) وفي حالة تجاوز هذه النسبة بصورة كبيرة ، يجب تعديل الحد الأعلى بشكل يتناسب ومقدار التجاوز ، يجب إجراء تعديل لعدد إضافة أقل 10.000 م³/هكتار / سنة . القيم المعطاة هي للماء المستخدم بصورة مستمرة في موقع واحد .

المحاضرة السادسة

طرق الري السطحي

مصطلح الري السطحي تشمل مجموعة كبيرة من أنظمة الري التي تروى بالثقالة أي جريان الماء على سطح التربة بالجاذبية، ليتناقص التدفق مع مرور الزمن بسبب الرش أثناء تقدم المياه بالثقالة لذا لا نحتاج إلى إنشاءات ومستلزمات إضافية لضخ المياه ورفع الضغط بخلاف الري بالتنقيط والري بالرداذ

لدى اتباع هذه الطرق يتم تقديم المياه وتوزيعها في الحقل بتدفق الماء على سطح التربة. وتعد طرق الري السطحي رخيصة التكاليف من حيث الإنشاء والتشغيل، ولا تحتاج إلى قوى معينة، أو تقنيات حديثة لإضافة الماء إلى التربة سوى رفع الماء قليلاً إلى منسوب أعلى من الأرض.

ولكي تكون الطريقة ذات كفاءة جيدة يجب أن يكون معدل إضافة الماء أكبر من معدل رشح التربة. وذلك لكي يؤمن انسياب الماء فوق سطح التربة بسرعة مناسبة للحد من الفقد للماء الراشح. كما أنه لا يجب أن يكون معدل الإضافة كبيراً جداً حتى لا يؤدي إلى انجراف التربة. وبالتالي يجب تحقيق توازن بين معدل الإضافة ومعدل الرشح.



يمكن استخدام الري السطحي لكل أنواع المحاصيل، لمعظم أنواع الأراضي، والأوضاع الطبوغرافية

مميزات الري السطحي :

- 1 . تكون التكاليف المالية منخفضة الى متوسطة (إن لم تحتاج الأرض إلى تسوية كبيرة) .
- 2 . الانخفاض في تكاليف الطاقة المستخدمة.

عيوب الري السطحي :

- 1 . الضياعات المائية العالية .
- 2 . تقليل مساحة الأرض التي يمكن استثمارها أصلاً (بإنشاء الأقنية والسواقي) .
- 3 . ضرورة التسوية تسوية مناسبة .
- 4 . تتطلب جهوداً عالية .

لتحقيق الاستخدام الأمثل لمياه الري يجب العمل على تخفيض

- أ . الفواقد التي تحدث أثناء عملية نقل الماء من المصدر المائي إلى الحقل المروي .
- ب . الفواقد التي ترافق عادة عملية الإدارة الحقلية للماء . تسرب أسفل طبقة الجذور وجريان سطحي

الإجراءات الممكن اتخاذها من أجل تخفيض حجم فواقد الري

- أ . في مجال نقل الماء :
- 1 . تحويل قدر الإمكان الأقنية والسواقي الناقلة للماء غير المكساء إلى مكساء .
- 2 . القيام بأعمال صيانة مستمرة للأقنية .
- 3 . تجهيز الأقنية المكساء بمنشآت حماية للحفاظ على منسوب الماء وعلى منشآت توزيع وقياس آلية مناسبة.
- ب . في مجال الإدارة الحقلية للماء :
- 1 . تحديد الاحتياج المائي للمحاصيل .
- 2 . تحديد موعد السقاية .
- 3 . اختيار طريقة ري مناسبة إن عدم تطابق طريقة الري المتبعة مع الشروط الطبيعية للحقل يؤدي إلى حدوث ضياع في مياه الري .

أنواع الري السطحي

1- الري بالغمر (بالأحواض): Basin Irrigation



تعد طريقة الري بالأحواض من طرق الري السهلة الاستخدام، ولذلك فهي شائعة الاستعمال في مناطق عديدة من العالم. استخدمت هذه الطريقة منذ القدم لاستغلال الفيضان الطبيعي للأنهار، في بلاد ما بين النهرين (الرافدين) ووادي النيل نتيجة الفيضان الطبيعي، ثم قام السكان المحليون بتوجيه مياه النهر ليغمر الأراضي الزراعية خلال الفترات الأخرى من السنة، حيث كانت توزع المساحات المغمورة بمياه الفيضان، وتطورت ليتم نقل الماء بشكل صناعي وغمر الأراضي الزراعية.

تستخدم في هذه الطريقة قناة ري موجودة في منطقة مرتفعة بحيث يسمح للماء بالجريان من القناة باتجاه الميل الطبيعي لتغمر المياه الأرض، وتترك لمدة زمنية لتتسرب بالرشح بشكل تدريجي.

يتطلب استخدام هذه الطريقة تسوية جيدة للأرض ويفضل ألا يزيد ميل الأرض عن 1%.

يقسم الحقل بهذه الطريقة إلى أحواض صغيرة مستوية ومستطيلة محاطة بحواجز ترابية (بتون) تساعد على تجميع المياه في الحوض. وتتم عملية الري لهذه الأحواض عن طريق فتحات صغيرة تقع بين الأحواض. تتحدد مساحة الحوض بالمعامل المائي المستخدم وطبوغرافية الأرض وانحدارها إضافة إلى نفاذية التربة.

ففي حالة الانحدار الكبير أو النفاذية العالية تستخدم أحواض صغيرة لسهولة السيطرة على تجانس توزيع المياه بكفاءة ضمن الحوض الواحد.

تتميز هذه الطريقة بانخفاض تكاليف استخدامها أما أهم مساوئها:

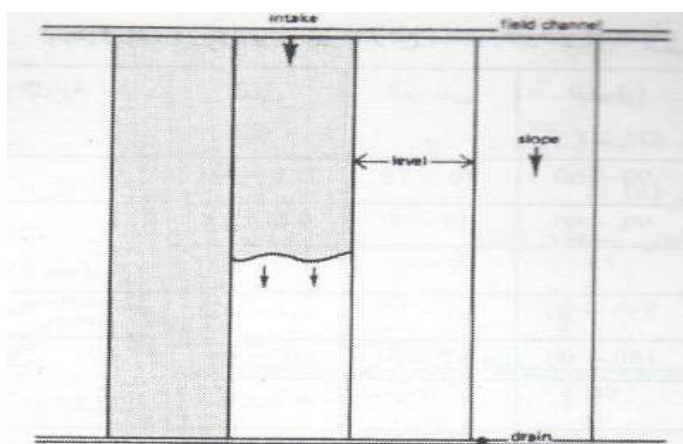
عدم انتظام توزيع الماء. وزيادة استهلاكها من الماء نتيجة لضياع كميات كبيرة من الماء بالجريان السطحي أو بالرشح. إعاقتها لعمليات المكننة الزراعية، تؤثر سلباً على بناء التربة

تتشابه هذه الطريقة مع طريقة الري بالشرائح لينساب الماء على سطح المسكبة متناسباً مع النفاذية

بحيث أن المياه ترشح مباشرة عند انتهاء عملية الري، أما بطريقة الأحواض فيضاف الماء بتدفق يبلغ حوالي 2-3 أضعاف نفاذية التربة.

2- الري بالانسحاب أو الشرائح (الأثلام): Border Irrigation

تقسم الأرض بحسب هذه الطريقة إلى شرائح مستطيلة بواسطة حواجز ترابية (بتون)، حيث تجري المياه من القناة وتترك طبقة رقيقة من الماء تتساقط فوق سطح التربة لترشح على طول الشريحة. ويراعى أن تكون الحواجز مرتفعة بـ 25% على الأقل عن سماكة المياه الراشحة. ويتطلب نجاح هذه الطريقة تسوية جيدة للأرض مع مراعاة الانحدار الطبيعي للأرض، وأن يتراوح انحدار الأرض بين 0.2 – 0.4 %.



تخطط الشريحة بحيث يكون طولها باتجاه ميل الأرض، أما عرضها - فيكون أفقياً ومستوياً تقريباً. يتعلق طول الشريحة بعوامل عديدة منها:

- قوام التربة: إذ يقل طول الشريحة بالتربة الرملية ويزداد بالتربة الطينية.
 - ميل الأرض: يزداد طول الشريحة بالأراضي المستوية ويقل بزيادة الميل أو في الأراضي المنحدرة.
 - نوع النبات: يزداد طول الشريحة بزيادة تعمق جذور النبات.
 - التدفق المائي: حيث يمكن أن يزداد طول الشريحة بزيادة التدفق المائي المستخدم.
- أما عرض الشريحة فيتعلق بمعدل التدفق وبميل الأرض وبطول الشريحة. لذا تختلف أبعاد الشرائح حسب العوامل المختلفة. يمكن أن يبلغ سماكة ماء الري 100 ملم في الترب الرملية، و 150 ملم في الترب السلتية، و 200 ملم في الترب الطينية.

جدول يحدد أبعاد الشرائح الاعظمية الطول والعرض (م)

نوع التربة	ميل الشريحة %	التصريف للمتر العرضي ل/ثا	عرض الشريحة م	طول الشريحة م
رملي معدل التسرب الاعتظمي الاكبر من ٢٥ مم/سا	٠,٤ - ٠,٢ ٠,٦ - ٠,٤ ١ - ٠,٦	١٥ - ١٠ ١٠ - ٨ ٨ - ٥	٣٠ - ١٢ ١٢ - ٩ ٩ - ٦	٦٠ - ٦٠ ٩٠ - ٦٠ ٧٥
لومي معدل التسرب الاعتظمي الاكبر من ١٠ - ٢٥ مم/سا	٠,٤ - ٠,٢ ٠,٦ - ٠,٤ ١ - ٠,٦	٧ - ٥ ٦ - ٤ ٤ - ٢	٣٠ - ١٢ ١٢ - ٩ ٩ - ٦	٢٥ - ٩٠ ١٨٠ - ٩٠ ٩٠
طيني معدل التسرب الاعتظمي اقل من ١٠ مم/سا	٠,٤ - ٠,٢ ٠,٦ - ٠,٤ ١ - ٠,٦	٤ - ٣ ٣ - ٢ ٢ - ١	٣٠ - ١٢ ١٢ - ٦ ٦	٣٠٠ - ١٨٠ ١٨٠ - ٩٠ ٩٠

جدول يبين معدل الرشح الأساسي لمختلف أنواع الأتربة	
Soil type	Basic infiltration rate (mm/hour)
sand	less than 30
sandy loam	20 - 30
loam	10 - 20
clay loam	5 - 10
clay	1 - 5

تحسب مساحة الشريحة (A) من العلاقة:

$$A = \frac{m}{k}$$

حيث: m: المعامل المائي المقدم

k: نفاذية التربة.

تتعلق سرعة انسياب الماء فوق شريحة بميل الأرض وسماكة الطبقة المائية وطبيعة سطح التربة.

وتحسب سرعة الانسياب فوق شريحة من علاقة Crevat:

$$V = \eta \cdot h \cdot \sqrt{s}$$

حيث: V: سرعة انسياب الماء فوق الشريحة (م/ثانية).

η : طبيعة سطح التربة.

h : سماكة الطبقة المائية

S: ميل الأرض.

يتعلق الثابت η بطبيعة سطح التربة وتتراوح قيمته بين 5 و 20. حيث 5 لترية كثيفة الأعشاب، 10 لترية ذات كثافة متوسطة بالأعشاب، و 20 لترية خالية من الأعشاب.

يمكن حساب جريان الماء بالعلاقة:

$$V = \frac{0.75 \times L \times Q}{W}$$

ويحسب زمن الري من العلاقة:

$$t = 1.3 \times \frac{W}{Q}$$

ويحسب شروط Crevat يحسب زمن الري من العلاقة:

$$t = \frac{dr}{k}$$

حيث أن: V: سرعة الجريان فوق الشريحة (م/ثانية).

Q: تدفق الماء (لتر/ثانية).

L: طول الشريحة (م).

W: كمية الماء الكلية (لتر).

t: زمن الري (ثانية).

dr: العيار الحقيقي للسقاية (م³)

من المهم عند اختيار طريقة الري بالشرائح:

استخدام معدل التدفق الملائم. والميل المناسب. والتوقف عن الري بالوقت المناسب. لأن إيقاف الري بعد فترة قصيرة من بدئه يمكن أن يؤدي إلى عدم وصول المياه لنهاية الشريحة. وبالعكس يمكن في حالة إطالة فترة الري حدوث هدر وتسرب وجريان سطحي وتجاوز المياه لنهاية الشريحة.

ري الشرائح

- تروى الشرائح عن طريق تحويل المياه من القناة الحقلية إلى الشرائح حيث تتدفق المياه باتجاه الميل إلى نهاية الشريحة ويتم إيقاف الماء بعد حصولها على الكمية المطلوبة من المياه ويمكن أن يتم القطع قبل وصولها إلى نهاية الشريحة ولا يوجد قاعدة معينة تتحكم بإيقاف الماء وبشكل عام إذا تم قطع المياه مبكراً فهناك احتمال عدم وصول المياه إلى نهاية الشريحة كما أن التأخير في قطع منع المياه يمكن أن يؤدي إلى ضياع المياه بالجريان السطحي عبر نظام الصرف

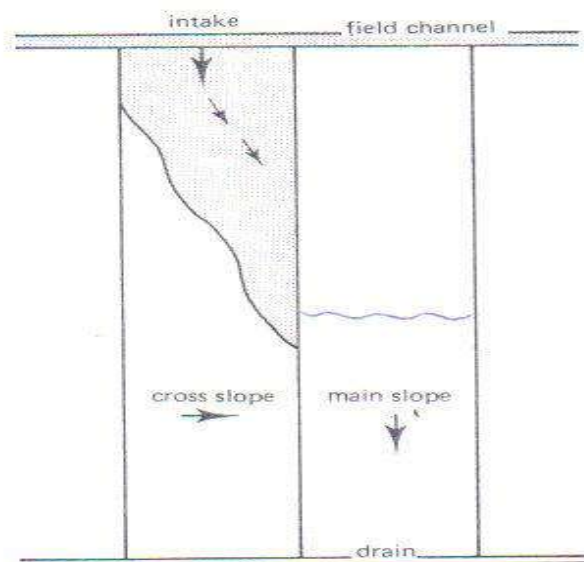
• في الأتربة الطينية : يتم قطع المياه عندما تصل المياه إلى 60 % من طول الشريحة وعلى سبيل المثال إذا كان طول الشريحة 100م فإن المياه تقطع عند وصولها إلى الوتد الذي يبعد عن القناة الحقلية 60م .

• - في الأتربة اللومية : يتم قطع المياه عندما تصل المياه إلى 70-80 % من طول الشريحة

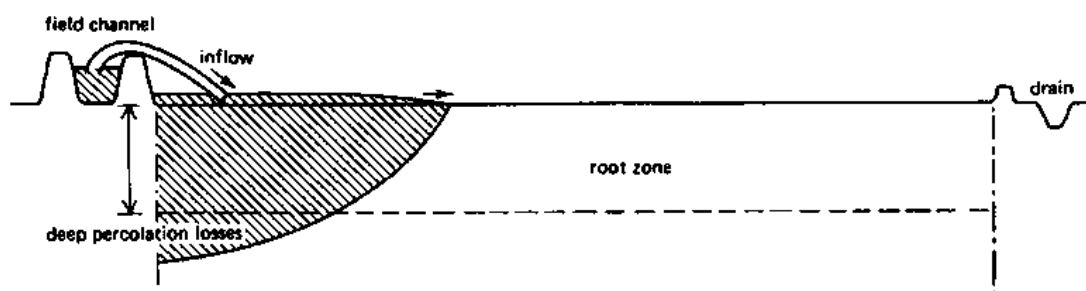
• - في الأتربة الرملية: يتم قطع المياه عندما تغطي المياه كامل سطح الشريحة

المقطع المائل : هناك عدة عقبات شائعة والتي تسبب سوء توزيع مياه الري من أهمها :

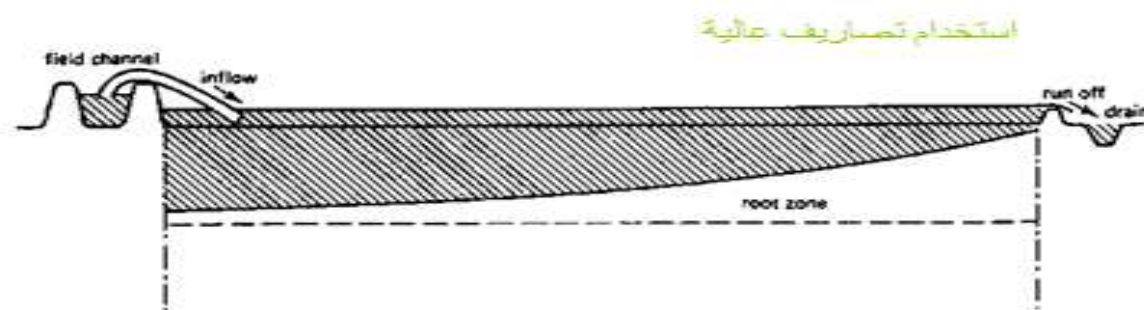
أ- سوء تسوية الأرض: عدم تسوية الأرض بشكل جيد سيؤدي إلى ظهور ميول معاكسة للميل الرئيسي للأرض وبالتالي فإن جبهة تقدم مياه السقاية ستكون غير متناسقة بل سوف تتجه جانبا إلى اخفض نقطة في الحقل كما في الشكل الذي يبين تأثير الميول الجانبية على حركة الماء في الشريحة



ب- استخدام تصاريف خاطئة: استخدام تصاريف قليلة جدا ينتج عنها ضياعات بالتسرب العميق بالقرب من مقدمة الشريحة وخاصة في الترب الرملية كما في الشكل استخدام تصاريف ضعيفة



وفي حال استخدام تصريف كبير جداً فإن المياه ستصل بسرعة كبيرة إلى نهاية الشرائح وبهذه الحالة لا يتم إشباع منطقة الجذور بالمياه الكافية وبهذه الحالة يتوجب ترك المياه بتدفق لإشباع منطقة الجذور ويتسبب ذلك بزيادة الضياعات بالجريان السطحي وفي حدوث انجراف للتربة كما في الشكل



3- الري بالخطوط (الآخاديد): Furrow Irrigation

تعتمد هذه الطريقة على تقسيم الحقل إلى خطوط متوازية يجري الماء في هذه الخطوط بحيث يبلى الماء جزءاً من سطح التربة يتراوح بين 20 - 50 %. يرشح الماء من أسفل الخط وجوانبه متحركاً باتجاه أفقي وشاقولي ليتم ابتلال منطقة الجذور خلال حركة الماء الجانبية من الخطوط نتيجة اختلاف الشد الرطوبي.



تحتاج هذه الطريقة إلى درجة انحدار منتظمة في اتجاه جريان الماء للحصول على أفضل النتائج. ويفضل أن لا تزيد درجة انحدار الأرض عن 3% إلا إذا كان الحقل مزروعاً بمحصول عشبي أو اتخذت إجراءات للتحكم بالانجراف كتطبيق معدلات تدفق منخفضة.

للحصول على توزيع منتظم للماء على كامل الحقل يجب إيجاد توازن بين أبعاد الحقل وشكله، الانحدار، نسبة تدفق الماء، نفاذية الطبقة السطحية من التربة، وخشونة سطح التربة مثل كتل التربة والأجزاء الخضرية للنباتات التي تعيق تدفق الماء. ينقل الماء من قناة موجودة في الطرف العلوي من الأرض إلى الخطوط بإحدى الوسائل التالية: الفتحات، السيفونات، البوابات، الدفقات.

- **الفتحات:** تستخدم سكورة معدنية تتحكم في تدفق الماء، وتسمح للماء بالمرور إلى الخطوط.



- **السيفونات:** تستخدم أنابيب منحنية من البلاستيك أو الألمنيوم بحيث توضع فوق حافة القناة لنقل الماء من المجرى المائي إلى الخطوط. يدخل الماء في طرف الأنبوب المغمور بالقناة وينتقل في السيفون فوق حافة المجرى الترابي ومنها إلى الخط نتيجة لوجود ضغط بسبب التفريغ الهوائي.



- **البوابات:** تستخدم أنابيب صلبة قابلة للحمل، أو أنابيب مرنة موجودة على هذه الأنابيب فتحات متوضعة على أبعاد متساوية ومتعامدة يمكن التحكم بكمية المياه الذي تمرره بمخارج لتقليل الانجراف عند أول الخط

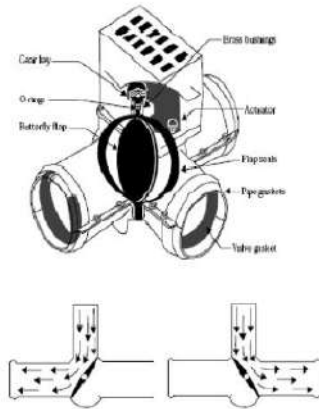


• الدفقات The Surge Flow:

يستخدم أنبوب خاص يمكن بواسطته تقديم دفقات متقطعة من الماء إلى الخطوط بتواتر عمل وإيقاف بفترات زمنية ثابتة أو متغيرة.

مبدأ الري بالدفقات : يعتمد على إضافة الماء إلى سطح التربة بتدفق معين وبالتالي يتسرب الماء إلى داخل التربة ثم يتم إيقاف المياه وفي الدورة الثانية ينخفض معدل التسرب في بداية الخط بالتالي تتقدم المياه بسرعة أكبر مما هي عليه في الدورة الأولى وتصل إلى مسافة أطول بزمان أقل مما لو كان التدفق مستمراً (معدل التسرب في البداية مرتفع ثم ينخفض معدل التسرب تدريجياً إلى أن يستقر عند قيمة ثابتة تسمى معدل التسرب الأساسي)

مكونات نظام الري بالدفقات



الصمام :

يتألف من جسم الصمام وبداخله صفيحة تتحرك لليمين ويسار تعمل على توجيه المياه يمين ويسار الصمام ويتم تغذيته بواسطة بطارية يتم شحنها بالطاقة الشمسية

الأقطار المتوافرة : 4", 6", 8", 10", 12"

لوحة التحكم :

عن طريقها يتم التحكم بالصمام أو ثوماتيكياً عن طريق برنامج معد مسبقاً أو يدوياً يتم جدولة الري

أنبوب مبوب (ذو فتحات).



مزايا نظام الدفقات:

1. تقليل الماء الجاري بنهاية الخطوط وتقليل الرشح العميق للماء في قطاع التربة.
2. تقدم الماء بالدفقات إلى نهاية الحقل بسرعة تساوي سرعة التقدم في الري المستمر ولكن باستعمال كميات أقل من الماء.
3. تقليل العمالة وتوفير أدوات أتمته رخيصة الثمن وتحكماً دقيقاً في تطبيق الري في الحقل.
4. يساعد على تخفيض نسبة انجراف التربة لا سيما في المناطق المنحدرة.

Surge Flow Irrigation: ...



الحساب الهيدروليكي للري السطحي :

أ - الري بالشرائح :

يشمل حساب عناصر الري بالشرائح طول وعرض الشريحة والتصريف النوعي على متر من عرض الشريحة وزمن السقاية وارتفاع الأكتاف ، جميع تلك العناصر مرتبطة ببعضها البعض وتتبع لنفاذية التربة وميلها واستواء السطح وكمية تصريف المياه وحسن اختيار تلك العناصر يحدد نوعية وإنتاجية السقاية .

وإن المعطيات الضرورية للحساب هي :

m : مقنن السقاية م³/هـ .

W1 : سرعة تشرب التربة في نهاية الساعة الأولى م/سا .

α عامل يتراوح ما بين 0.3 – 0.8 ويعلق بطبيعة التربة ورطوبتها الأولية ويشير إلى سرعة تغيير التشرب مع الزمن .

n : خشونة سطح الشريحة .

i : الميل م/م .

B : عرض الشريحة م .

L : طول الشريحة م .

حساب مقنن السقاية : من العلاقة :

$$m = (F^\theta - B^\theta)(H)(100)$$

حيث :

m : مقنن السقاية م³/هـ .

F^θ : السعة الحقلية حتماً % .

B^θ : قراءة الرطوبة الحجمية عند السقاية % .

H : عمق الجذور م .

حساب زمن تشرب التربة الوسطي : $t = \frac{m}{10^4(w1)}$

t : زمن تشرب التربة الوسطي/ ساعة أو دقيقة . m : مقنن السقاية م³/هـ . W1 : سرعة تشرب المياه في نهاية الساعة الأولى م/سا

حساب التصريف النوعي :

$$q = \frac{(L)(m)}{(t)(36000)} \quad \text{العلاقة :}$$

$$q = \frac{d^{1.67} \times i^{0.5}}{n} \quad \text{ومن العلاقة :}$$

علاقة حساب عمق الماء :

إن عمق الماء في مقدمة الشريحة يجب أن لا يزيد عن ارتفاع حوافها وبشكل عام لا يزيد عن 150 ملم وتعتبر القيم 200 – 250 ملم كبيرة جداً ونادراً ما تؤخذ بعين الاعتبار ويمكن القول بأن عمق المياه يجب أن يحقق العلاقة التالية $d \leq 0.75 h$ أي أن يكون أصغر أو يساوي 0.75 من ارتفاع الكتف .

$$d = 0.2 \times q^{0.5} \times i^{-0.25}$$

علاقة حساب سرعة الجريان النظرية :

سرعة الجريان فوق سطح الشريحة يجب أن لا يزيد عن سرعة الجرف 0.15 – 0.20 م/ثا حسب العلاقة :

$$V = C \times q^{0.5} \times i^{0.25}$$

حيث : q : التصريف ل/ثا i : الميل كنسبة مئوية .

حركة مياه الري بالشرائح وبالخطوط**(أ) مرحلة تقدم المياه Advance phase :**

هي المرحلة التي تتقدم فيها المياه من بداية الشريحة (ذات المنسوب الأعلى) حتى تصل الري نهاية الشريحة (ذات المنسوب المنخفض).

(ب) مرحلة التخزين Storage phase :

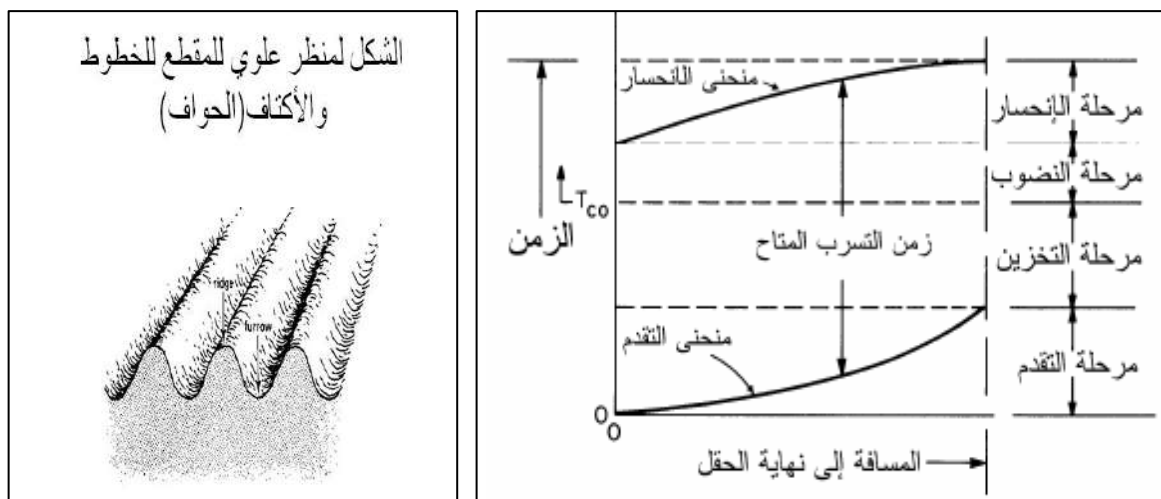
هي تشمل المرحلة من بداية وصول المياه الي نهاية الشريحة الي وقت إغلاق المياه المتدفقة نحو داخل الشريحة . وهذه المرحلة يمكن أن تصبح صفراً إذا تم إغلاق المياه قبل وصول المياه الي نهاية الشريحة أو لحظة وصولها الي نهاية الشريحة .

(ج) مرحلة استنفاد المياه السطحية Depletion phase :

هي المرحلة من غلق المياه المتدفقة داخل الشريحة الي بداية انحسار المياه عن سطح الأرض عند أول الشريحة وهذه المرحلة تعرف باسم زمن التأخير Lag time .

(د) مرحلة انحسار المياه Recession phase :

هي المرحلة من بداية انحسار المياه من سطح الأرض عند أول الشريحة الي انحسار المياه عند نهاية الشريحة .



مفاهيم أساسية في الري بالخطوط :

يناسب الري بالخطوط مجال واسع من أنواع الترب والمحاصيل والميول المناسبة:

- الري بالخطوط يناسب المحاصيل التي تزرع على صفوف مثل الذرة . عباد الشمس . قصب السكر ، فول الصويا والمحاصيل التي تتضرر بالتطويف مثل البطاطا والخضار والبنندورة والفول
- ويناسب الري بالخطوط غراس الأشجار المثمرة وخاصة الحمضيات والكرمة بإنشاء خط على طول صف الأشجار وبعد أن تكبر الغراس تحتاج إلى إقامة خطين أو أكثر لتزويدها بمياه كافية وأحياناً يستعمل نظام Zig – Zag لتحسين انتشارية المياه
- **الميل المناسب** مع أن الخطوط يمكن أن تكون أطول عندما يكون ميل الأرض شديداً فالميل الأعظمي الذي ينصح به للخط 0.5% لتجنب انجراف التربة والميل الأصغري الذي ينصح به هو 0.05% والذي يؤمن صرف فعال لمياه السقايات أو الأمطار الغزيرة.
- **التربة المناسبة:** في الأتربة الرملية يكون معدل تسرب المياه سريعاً لذلك يجب أن يكون الخط قصيراً (أقل من 110م) وسيصل الماء إلى نهاية الحقل بدون ضياعات كبيرة بالتسرب العميق
- **طول الخط :** يتعلق طول الخط بالميل ونوع التربة والتصريف وعمق السقاية وأسلوب الزراعة وطول الحقل. مع أن الخطوط يمكن أن تكون أطول عندما يكون ميل الأرض شديداً فالميل الأعظمي الذي ينصح به للخط 0.5% لتجنب انجراف التربة والميل الأصغري الذي ينصح به هو 0.05% والذي يؤمن صرف فعال لمياه السقايات أو الأمطار الغزيرة.
- **التصريف:** إعادة التصريف حتى 0.5 ل/ثا سيؤمن مياه كافية للخطوط الغير طويلة جداً

أما في التصارييف العالية فإن المياه ستتحرك بسرعة إلى نهاية الخطوط وبالتالي يجب أن تكون الخطوط أطول من الحالة السابقة، فالتصريف الأعظمي الذي لا يسبب انجراف التربة سوف يعتمد على ميل الخط وعلى أي حال ينصح أن لا يزيد التصريف عن 3 ل/ثا .

البارشال فلوم : تعتبر من أفضل الطرق لقياس معدل الرش في الخطوط 2/ - 3/ أنش ويركب البارشال فلوم (2) أنش وعلى بعد (3 - 5) م من بداية الخط والآخر (2) أنش على بعد (30) م من الأول . العلاقة المستخدمة في حساب معدل الرش :

$$IR = \frac{(Q_i - Q_{out})3.60}{L \times a}$$

IR : معدل التسرب مقدر بـ م/سا .

Q_i : التدفق الوارد من المحطة الأولى ل/ثا .

Q_{out} : التدفق الخارج من المحطة الأولى ل/ثا .

L : المسافة بين المحطتين / م .

A : المسافة بين الأتلام / م .

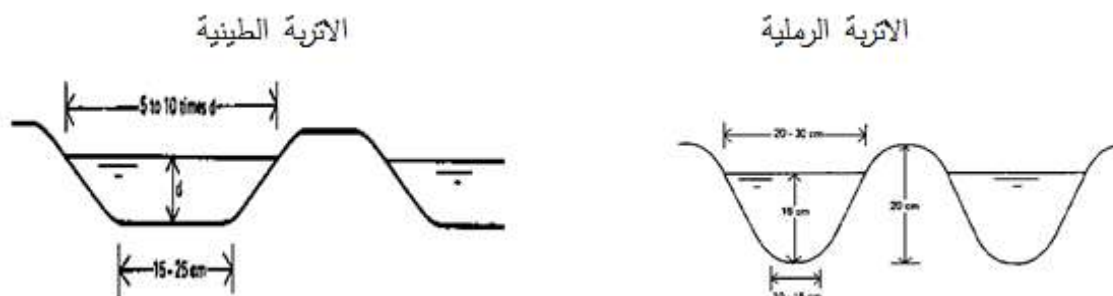


Parshall Flumes For
...Flow Measurement

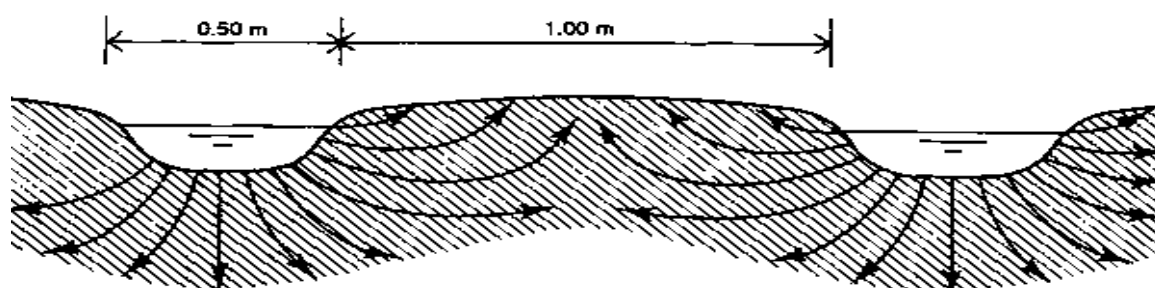


شكل الخط: يتأثر شكل الخط بنوع التربة والتصريف

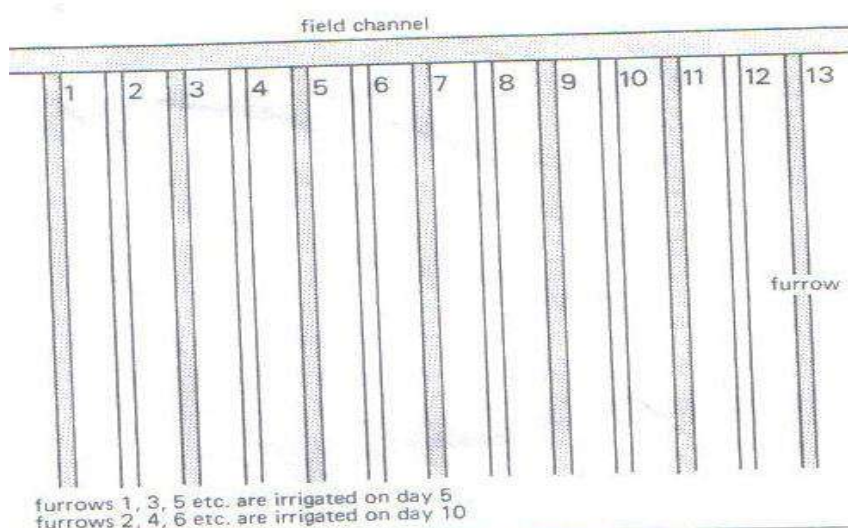
- نوع التربة : في الأتربة الرملية الماء يتحرك بشكل أسرع شاقولياً منه جانبياً في هذه الحالة يفضل أن يكون شكل الخط ضيقاً وعميقاً وعلى شكل حرف V هذا يؤدي إلى خفض مساحة التربة التي من خلالها يحصل الضياعات بالتسرب العميق كما وتتصف التربة الرملية بأنها أقل ثباتاً وتميل للانهدام مما يؤدي إلى خفض كفاءة الري .
- أما في الأتربة الطينية تكون حركة المياه الجانبية أكبر بكثير من الحركة الشاقولية بعكس التربة الرملية في هذه الحالة يفضل أن تكون الخطوط ضحلة وعريضة لخلق مساحة مرطبة أكبر ولتشجيع رشح الماء .

**المسافة بين الخطوط**: تتأثر المسافة بين الخطوط بنوع التربة وأسلوب الزراعة .

- نوع التربة : كقاعدة بالنسبة للأتربة الرملية تتراوح المسافة بين الخطوط ما بين 30 . 60 سم على سبيل المثال 30 سم للترية الرملية الخشنة و 60 سم للترية الرملية الناعمة.
- أما بالنسبة للأتربة الطينية فإن المسافة بين حافتي الخطوط تتراوح ما بين 75 . 150 سم وأحياناً يتم إنشاء خطوط الحافتين والمسافة بينهما تدعى الوسادة ويفيد ذلك في زراعة أكثر من صف نبات على كل حافة وتسهل عملية المكافحة اليدوية للأعشاب والوسادة تعطي تقويساً خفيفاً الذي يساعد في صرف المياه التي تتجمع على سطح الحافة أثناء هطول أمطار غزيرة كما في الشكل

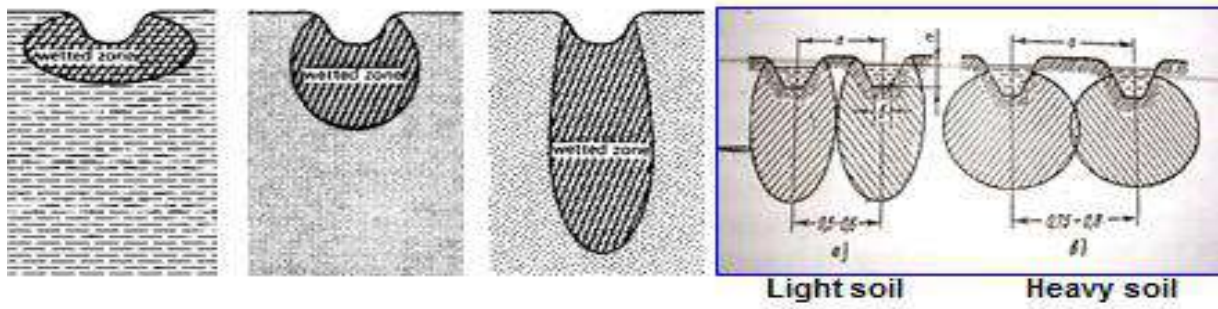


- **ري الخطوط** : يتم تزويد كل خط بالمياه من القناة الحقلية باستخدام السيفونيات أو Spiles وفي بعض الأحيان عوضاً عن القناة الحقلية يستخدم Gate pipe وبالإعتماد على التصريف المتاح من القناة الحقلية يمكن ري عدة خطوط في نفس الوقت أما في حال وجود عجز مائي فيتم تحديد كمية مياه الري المقدمة عن طريق استعمال (الري المتبادل للخطوط) ولتوضيح الفكرة نورد المثال التالي على كيفية تنفيذ هذه العملية كما في الشكل. بدلاً من ري كل خط كل 10 أيام نلجأ إلى ترقيم الخطوط بأرقام مفردة 1,3,5.... الخ تروى كل 5 أيام والخطوط ذات الأرقام المزدوجة 2,4,6.... الخ تروى بعد 10 أيام وبذلك يتلقى المحصول جزء من المياه كل 5 أيام بدلاً 10 أيام وبكمية أكبر من المياه والخلاصة أن كمية قليلة من المياه تقدم بتواتر قليل للمحصول أفضل من أن تعطى كمية كبيرة من المياه بتواتر أكبر



الضياعات عند نهاية الخطوط تشكل مشكلة تتعلق بميل الأرض تصل لأكثر من 30% من التصريف

- يتم إنشاء مصارف سطحية في نهاية الحقل لصرف المياه الزائدة وفي حال عدم وجود هذه المصارف فإن النباتات تتضرر بسبب الغرق
- يمكن منع الضياع بالجريان السطحي عن طريق خفض التصريف حال وصول المياه إلى نهاية الخط (إيقاف الري) ويمكن إعادة استخدام مياه الجريان السطحي في أماكن أخرى من المزرعة.
- **المقطع المبلل** : لكي نحصل على ترطيب متجانس لمنطقة الجذور يجب أن تكون الخطوط على مسافات دقيقة متساوية وذات ميل متجانس وإعطاء مياه السقاية بسرعة كما أن منطقة الجذور يجب أن ترطب من الخطوط عن طريق الحركة الشاقولية والجانبية للمياه التي تتعلق بنوع التربة.

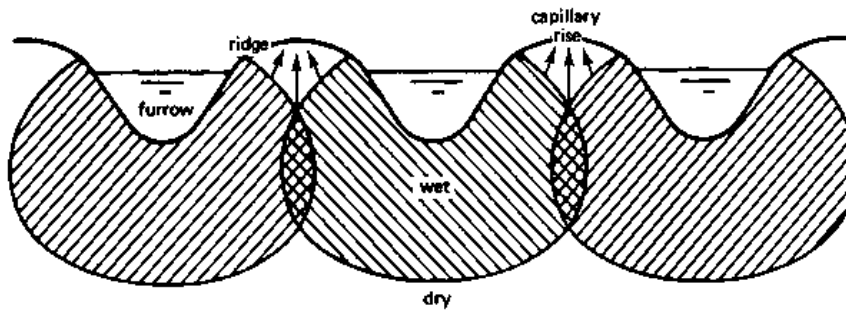


طيني

لومي

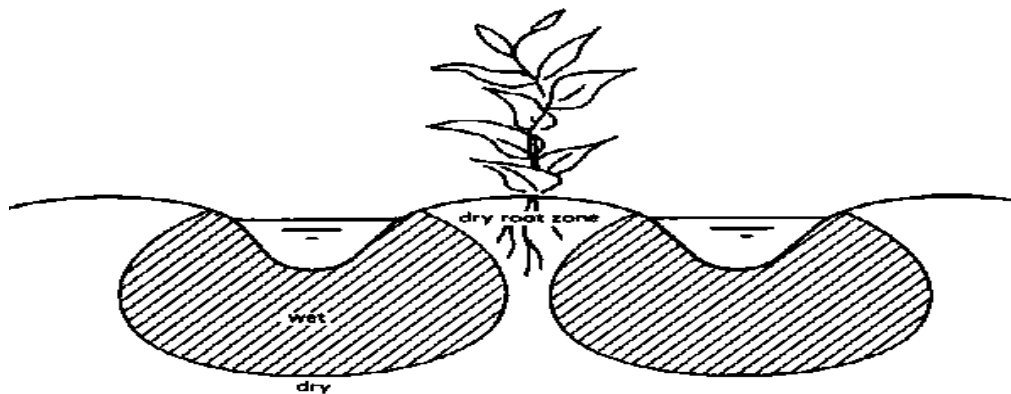
رملي

. المقطع المبلل المثالي : يمثل الحالة المثالية لتتداخل حدود المقطع المبلل لكل خط مع جواره ويلاحظ حركة الماء للأعلى بالخاصة الشعرية التي ترطب كامل الكتف وبالتالي تزود المحصول بالماء.

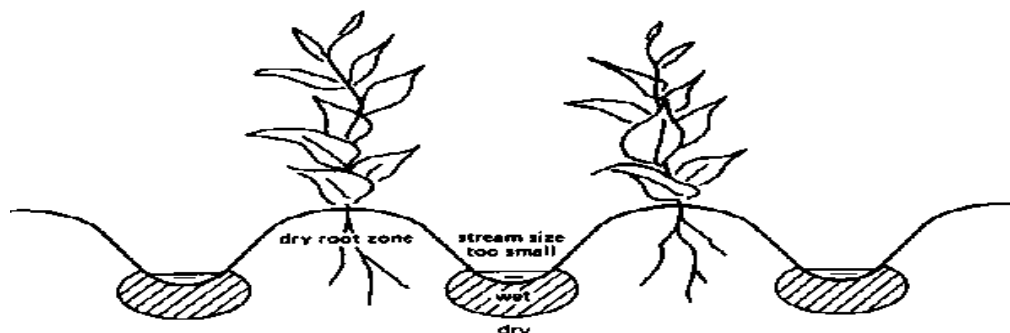


- المقطع المبلل غير المثالي ويعود سبب حدوثه إلى :
- عدم ملائمة الظروف الطبيعية مثل وجود طبقة كتيمة واختلاف نوع التربة وميل غير منتظم .
- ضعف التصميم أو التخطيط مثل أن تكون مسافة الخط واسعة جداً.
- ضعف الإدارة : يتعلق بتأمين تصريف كبير جداً أو قليل جداً أو إيقاف التصريف فوراً.

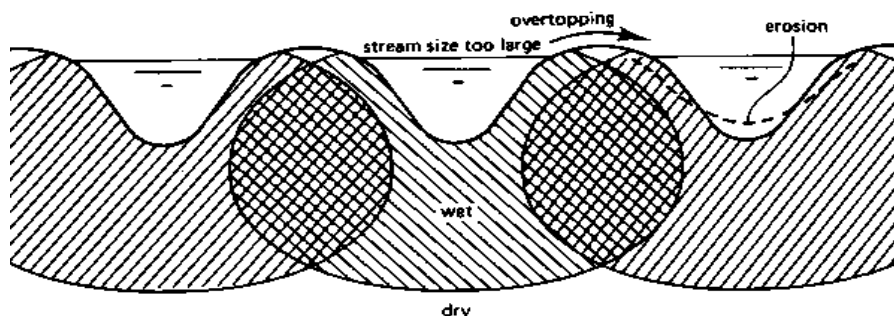
ضعف التصميم : في حال كون مسافة الخط واسعة جداً فإن منطقة الجذور سوف لا تحصل على كفايتها من الرطوبة لذلك فإن مسافة الخطوط تحتاج إلى اختيار دقيق لتأمين رطوبة كافية لمنطقة الجذور



ضعف الإدارة : ويتعلق بالتصريف فإن كان قليلاً جداً سيؤدي إلى عدم كفاية الترطيب للأكتاف وبالتالي لن تحصل جوانب الخط على كفايتها من الرطوبة المتاحة وكذلك التصريف الضعيف سيؤدي إلى سوء توزيع الرطوبة على طول الخط كما أن تقدم المياه سيكون بطيئاً مما يؤدي إلى ضياع كثير من المياه من خلال التسرب العميق مقدمة خط السقاية.



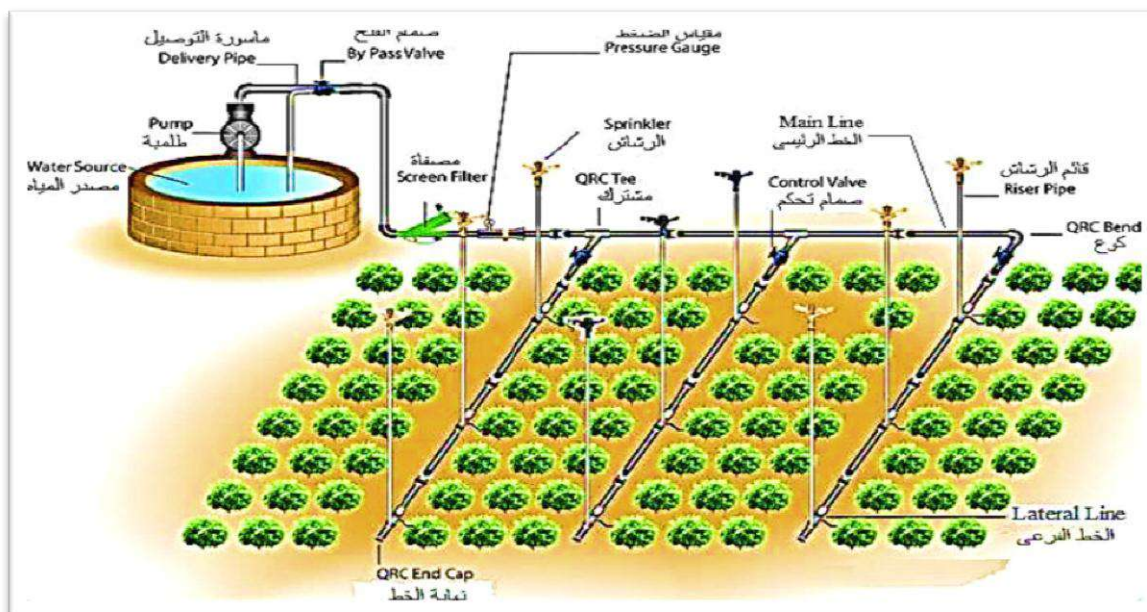
وبالعكس إذا كان التصريف كبيراً جداً سيؤدي إلى تغرق الأكتاف و إلى انجراف التربة إذا كان الميل قوياً في حال قطع المياه فوراً بهدف التقليل من الجريان السطحي لكنها تؤدي إلى ضعف توزيع المياه وأن النباتات في نهاية الخطوط لن تحصل على مياه كافية وبالعكس إن لم يتم قطع المياه بالوقت المناسب فإنها ستؤدي إلى ضياعات كبيرة من طريق التسرب العميق عند نهاية الخط كما وأن النباتات هناك تصاب بالغرق عندما يكون نظام الصرف غير مجدي لصرف المياه الزائدة.



مقارنة بين أنواع الري بالغمر			
الري بالغمر			
الري بالخطوط	الري بالشرائح	الري بالأحواض	
أكثر من 0.1 %	أكثر من 0.1 %	كثيرة الإحداد أقل من 0.1 %	انحدار الأرض
نفوذية منخفضة والمتوسطة	نفوذية منخفضة والمتوسطة	نفوذية منخفضة والمتوسطة	نفوذية التربة
الحقول المستطيلة	الحقول المستطيلة	حقول غير منتظم	شكل الحقل
المحاصيل الكثيفة	المحاصيل الكثيفة	المحاصيل المفروزة كالأرز	المحاصيل
أيدي عاملة كثيرة	أيدي عاملة كثيرة	أيدي عاملة قليلة	القوى العاملة

المحاضرة السابعة

الري بالرش (الري بالرش)



تعد طريقة الري بالرش من الطرق الحديثة بالمقارنة مع طرق الري السطحية، حيث يضاف الماء بشكل رذاذ يشبه المطر نتيجة لخروجه من فتحات ضيقة تحت ضغط مرتفع لتتوزع على سطح التربة بشكل منتظم وفي الوقت المناسب. انتشرت هذه الطريقة بشكل كبير لتحتل المقام الأول في العديد من دول العالم ويعود سبب انتشارها إلى:

1. كفاءتها العالية والتي تتراوح بين 75% حتى 85%
2. توفيرها لمياه الري 60% بالنسبة للمحاصيل الزراعية، و70% للأشجار المثمرة، وذلك عند المقارنة بطرق الري السطحي.
3. تحقيق نسبة تجانس عالية في الري
4. إمكانية استخدامها في مختلف الأراضي الزراعية ذات النفاذية العالية أو المنخفضة.
5. إمكانية استخدامها في معظم الظروف الطبوغرافية وعدم الحاجة إلى تسوية الأراضي.
6. تستخدم لري أغلب المحاصيل والأشجار.
7. لا تحتاج إلى عدد كبير من العمال.
8. استغلال كامل مساحة الأرض من دون أية ضياعات للأقنية أو المصارف.
9. زيادة مردود وحدة المساحة وتخفيض تكاليف الإنتاج.
10. إمكانية استخدام المكننة الكاملة دون عوائق.
11. حماية النباتات من الصقيع الربيعي.
12. إمكانية إضافة الأسمدة الكيميائية ومواد مكافحة مع ماء الري.

العوامل التي تحد من استعمال نظام الري بالريذاذ :

1. ارتفاع تكاليف الإنشاء والطاقة، ونقص العمالة ذات الخبرة الفنية سواء للتشغيل أو الصيانة.
2. زيادة سرعة الرياح عن الحد الحرج و هو ٤ - ٥ م/ثا، لأن ذلك يؤدي الى انخفاض كفاءة الري وفقد الكثير من المياه
3. ارتفاع ملوحة مياه الري عن الحد الحرج ٣ ميليموز /سم لان ذلك يؤدي الى احتراق اوراق النباتات بعد جفاف المياه وترسب الاملاح كذلك تأكل المرشات.
4. ارتفاع درجات الحرارة نهاراً يؤدي الى فقد كبير من مياه الري بالتبخر وانخفاض كفاءة النظام.
5. الاراضي الثقيلة التي تتطلب عدم زيادة معدل كثافة الرش عن سرعة نفاذية التربة لتجنب حدوث جريان سطحي.
6. يمكن أن تساهم في انتشار الأمراض الفطرية من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة.
7. يمكن أن تؤدي لزيادة نمو الأعشاب الضارة وانتشارها.

مكونات نظام الري بالرش:

يتكون نظام الري بالرش بشكل عام من الأجزاء التالية: وحدة الضخ، شبكة الأنابيب، المرشات والوصلات السريعة الفك والتركيب والاكسسوارات.

أولاً- وحدة الضخ: Pump

تنشأ وحدة الضخ عادةً بالقرب من المصدر المائي، وتعد من العناصر الأساسية في مشاريع الري بالرش، يختلف حجمها وعدد المضخات المستخدمة وإمكانية نقلها حسب مساحة المشروع الزراعي ونوع المصدر المائي والتدفق الواجب توفيره والارتفاع المطلوب تأمينه. تتمثل وظيفة وحدة الضخ بسحب الماء من المصدر وضخه عبر الأنابيب إلى المرشات أو إلى آلات الرش.

ثانياً- شبكة الأنابيب: (Lateral , Mainline)

تشمل شبكة أنابيب الري بالرش على عدة أنواع من الأنابيب، منها ما يتعلق بتوصيل المياه من المصدر المائي (الأنبوب الرئيس أو أنبوب نقل الماء)، والبعض الآخر خاص بتوزيع المياه إلى مختلف أجزاء الحقل (الأنابيب الفرعية وأنابيب الري). ويمكن أن تكون هذه الأنابيب مدفونة تحت سطح التربة على عمق حوالي 100 سم، أو تكون فوق سطح التربة.

تصنع الأنابيب من مواد مختلفة ولها أطوال وأقطار متباينة، حيث يمكن أن تصنع من البلاستيك أو الألمنيوم أو الفولاذ أو البيتون... الخ. يتم وصل الأنابيب ببعضها عن طريق دفع الأنابيب ضمن بعضها أو باللحام، وهناك الأنابيب سهلة الفك والتركيب والتي يتم وصل نهاياتها عبر مرفق يدوي. كما يمكن ربط الأنابيب ببعضها باستخدام وصلات خاصة بكل نوع، وهي إما أن تكون وصلة ذاتية بالضغط أو وصلة ميكانيكية بالبراغي.

تشكل كلفة الأنابيب في نظام الري بالرش حوالي 70% من التكاليف الإجمالية للمشروع. تتراوح أقطار الأنابيب المستخدمة بشبكات الري بالرش بين 25 ملم وأكثر من 250 ملم. ويعتمد ذلك على أساس مقدار التدفق المطلوب والمتعلق بمساحة المشروع ونوع المحاصيل المزروعة. تتراوح سرعة الجريان الاقتصادية في الأنابيب المضغوطة بين 1-2 م/ثا، ويجب ألا تزيد عن 3 م/ثا في أنابيب الضغط، وعن 1.5 م/ثا في أنابيب سحب الماء.

ثالثاً - المرشات: *Sprinklers*

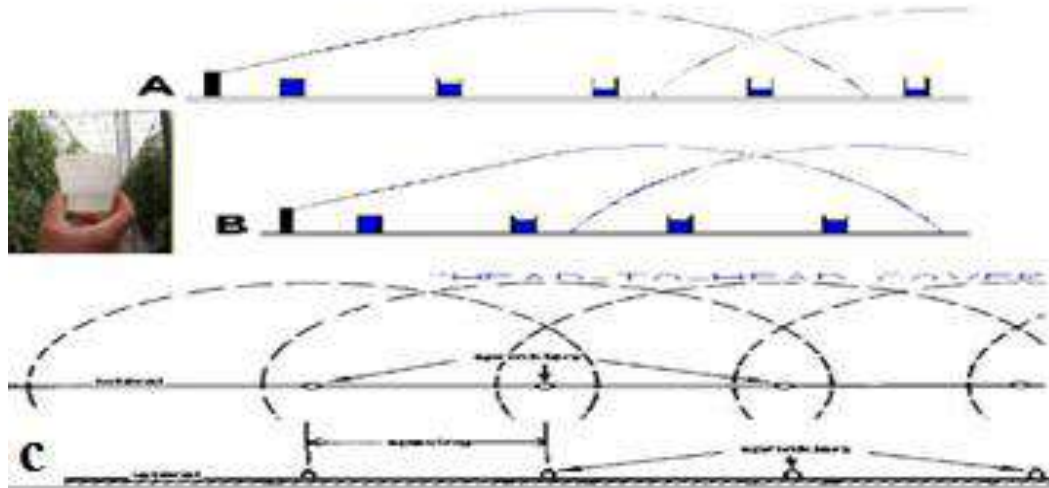
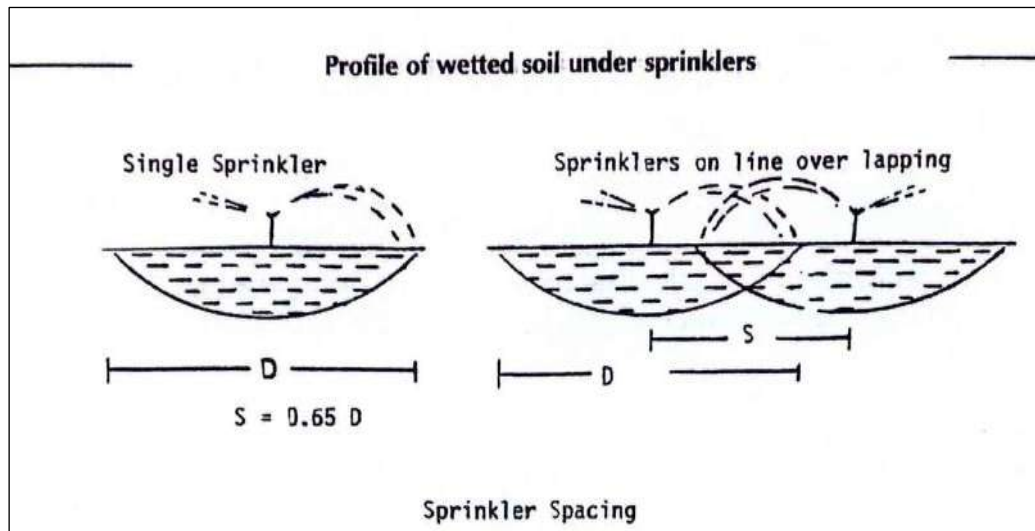


وظيفتها تأمين نثر الماء وتوزيعها على كامل سطح التربة أو على جزء منها بشكل متجانس. توجد أنواع مختلفة من المرشات بحسب مبدأ عملها فمنها الدوارة أو الثابتة أو الترددية، كما تختلف عن بعضها من حيث حجم الفوهة والضغط اللازم للتشغيل.

هناك أنواع مختلفة من المرشات يمكن تصنيفها حسب مبدأ عملها أو حسب الكثافة أو مسافة الرش أو بحسب الضغط اللازم لعملها. ويعد المرش ذو الرأس الدوار أكثر الأنواع شيوعاً، ويتألف من فوهة مائلة مركبة على جسم يدور حول محور شاقولي. ويكون للمرش أكثر من فوهة ويركب على حامل مثبت على الأنبوب المغذي. إذ يتعرض تيار الماء المدفوع بقوة من الفوهة الرئيسية ليصطدم بصفحة معدنية لا تلبث أن تنزاح عن موضعها نتيجة قوة التيار المائي. سرعان ما تعود هذه الصفحة إلى موضعها نتيجة النابض المتصل بها مؤدية لإحداث ضربة خفيفة على المرش محركة إياه بدرجة صغيرة وهكذا، مما يؤدي إلى استمرار دوران المرش حول محوره. تتراوح سرعة المرش حوالي 2 م/ثا مقاسة على محيط التوزيع المائي.

وتتوقف نوعية المرش على:

1. مسافة الرش: تعرف مسافة الرش بأنها المسافة الأفقية بين مركز الرش وأبعد نقطة ماء تسقط على الأرض. وتتعلق مسافة الرش بعدة عوامل منها: ضغط الشبكة، نوع المرش، زاوية الرش. تبلغ زاوية الرش قيمتها الأعظمية عند زاوية 30°، في حين تكون كثافة الرش في الجزء الأخير من مسافة الرش أقل من الكثافة المطلوبة.



في الشكل A التداخل بين الرشاشات **Overlapping** قليل ولذلك نجد أن كمية المياه المجمعة في العلب قرب الرشاش تكون ضعف كمية المياه المجمعة في العلب في منتصف المسافة بين الرشاشات .

في الشكل B نجد أنه بتقريب المسافة بين الرشاشات قل الفرق في كميات المياه داخل العلب واقترب من الانتظام ولكن ما زالت كمية المياه بالقرب من الرشاشات أكبر منها في منتصف المسافة بين الرشاشات بحوالي 25 % .

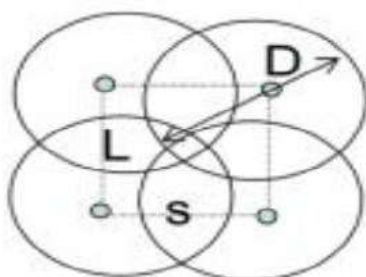
في الشكل C فإنه بتقريب المسافة بين الرشاشات أكثر تقترب من الحالة المثالية وهي التغطية الكاملة **head – to – head spacing** وفيها تصل المياه من الرشاش إلى الرشاش الذي يليه وتكون المسافة بين الرشاشات مساوية لنصف قطر دائرة البزل للرشاش .

2. المسافة بين المرشات على الخط الواحد.

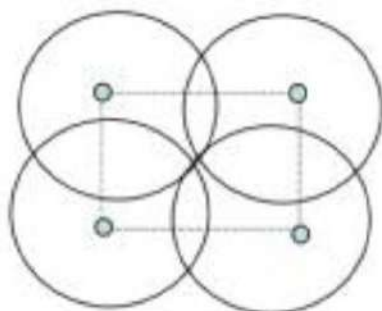
3. المسافة بين الخطوط

- طرق توزيع الرشاشات Sprinkler spacing pattern
قطر دائرة الببل الفعلية تقل عن قطر دائرة الببل المذكورة بالكتالوج بمقدار 12 % عند سرعة رياح أقل من 4.8 كم \ ساعة و 2.5 % لكل 1.6 كم \ س زيادة عن سرعة الرياح 4.8 كم \ س

- 1- التوزيع المربع Square spacing pattern
في التوزيع المربع تحسب المسافات المتساوية بين الرشاشات على نفس الخط وبين خطوط الرشاشات
المسافة بين الرشاشات = المسافة بين الخطوط = 50 % من قدر دائرة خدمة الرشاش $S = L = 0.5 D$

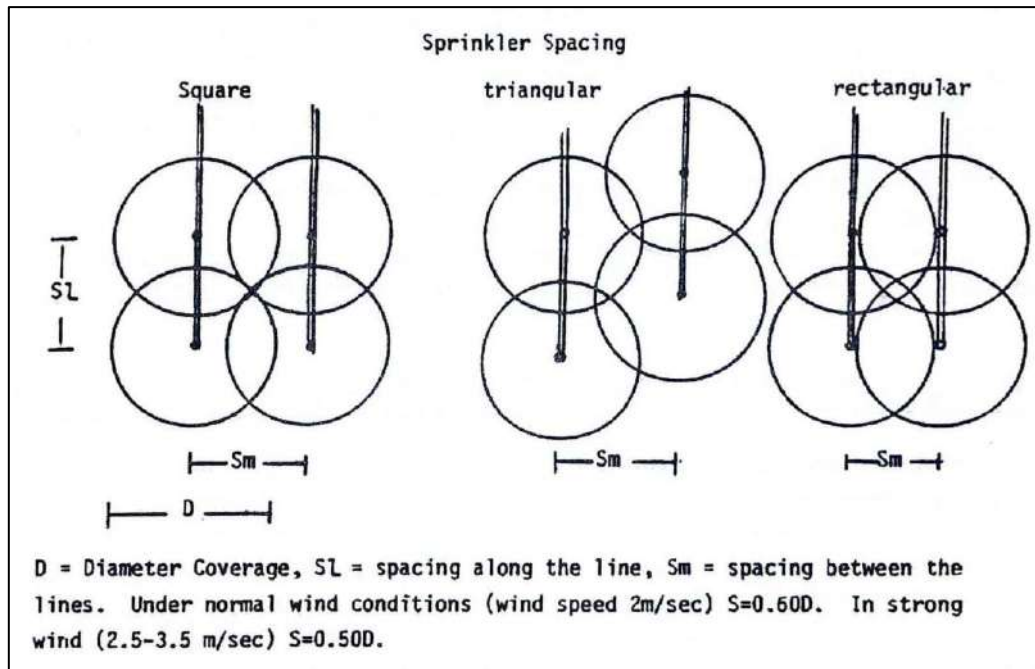


- 2- التوزيع المستطيل Rectangular spacing pattern
في هذا التوزيع تحدد المسافة المطلوبة بين الرشاشات 40 % من قطر دائرة الببل أما المسافات بين الخطوط فتبلغ 60 % من قطر دائرة الببل .



- 3- التوزيع المثلث Triangle spacing pattern
في النظام المثلث تتساوى الأضلاع وتكون المسافات بين الرشاشات وبين الخطوط 60 % من قطر دائرة الببل





4. نفاذية التربة.

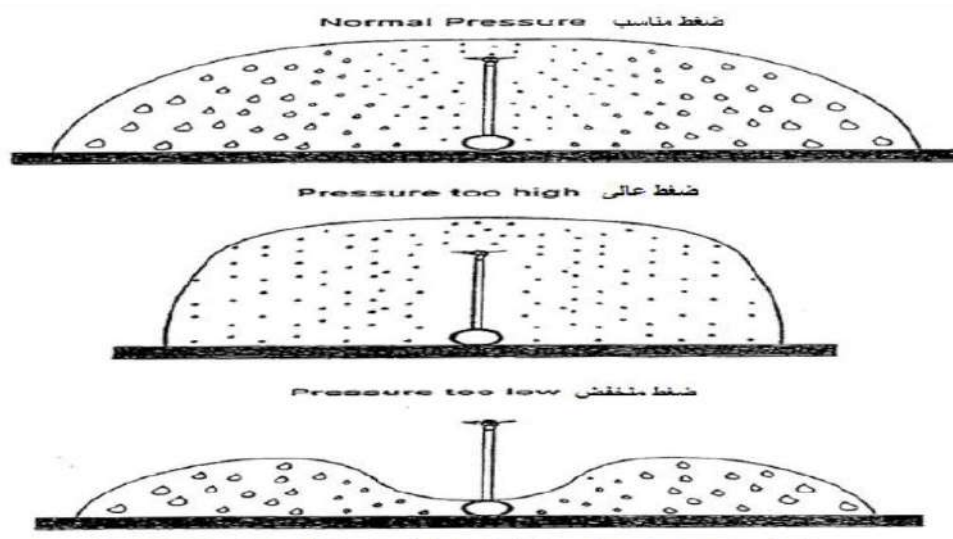
شرط اساسي بالتصميم

❑ يجب اختيار المرش بحيث تكون كثافة الرش أقل أو تساوي نفاذية التربة .

$$k \leq K_0$$

تصنيف التربة الزراعية	K_0 مم / سا
غير نفوذة وغير صالحة للزراعة	أقل من ٣.٦
ضعيفة النفاذية	بين ٣.٦ و ٣٦
جيدة النفاذية	بين ٣٦ و ٣٦٠
عالية النفاذية	أكبر من ٣٦٠

5. ضغط المياه عند فوهة المرش.



6. شكل الفوهة ونوعيته.

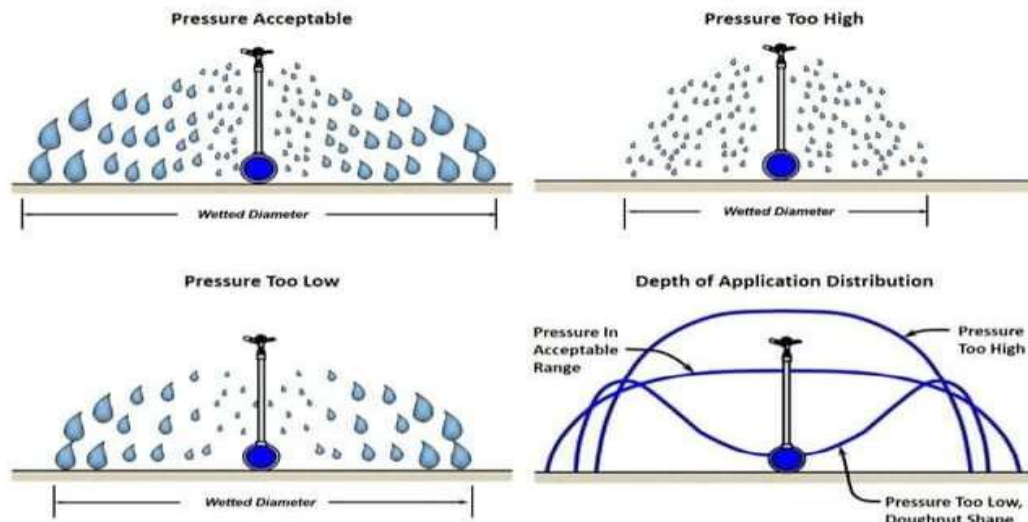
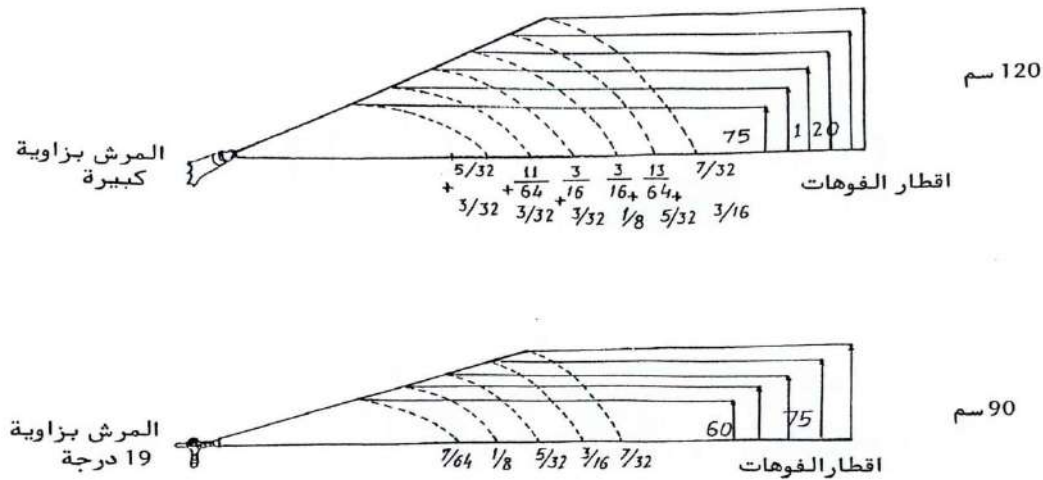


Figure 11.5. Sprinkler distribution as affected by operating pressure.

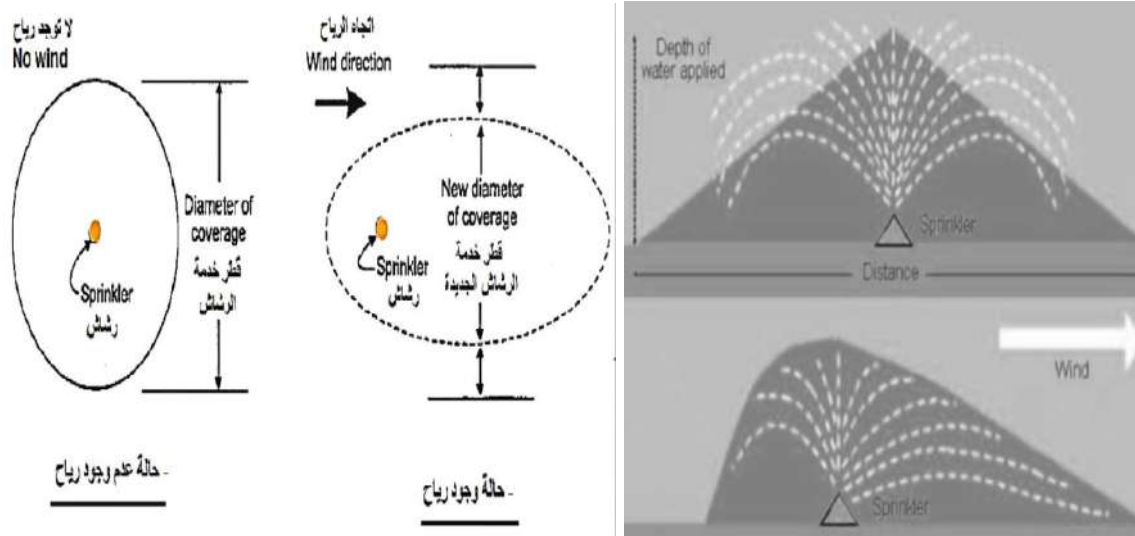
Table 11.2. Diameter of coverage (ft) for impact sprinklers with straight bore nozzles.^(a)

Nozzle Size		Nozzle Pressure (psi)															
in	64 th in	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
3/32	6	64	66	68	69	70	71	72									
7/64	7	65	67	69	70	71	72	73									
1/8	8	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	87				
9/64	9	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91				
5/32	10	82	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96				
11/64	11	83	88	90	92	93	95	96	97	98	99	100	101				
3/16	12	85	91	94	96	98	100	101	102	103	104	105	106				
13/64	13	91	97	100	103	105	107	109	111	113	114	116	117				
7/32	14	92	99	102	105	108	110	113	115	117	118	120	122				
15/64	15	93	100	104	107	110	112	115	117	119	121	123	125				
1/4	16	94	102	105	109	112	115	118	120	122	124	127	129				
17/64	17	95	103	107	110	114	117	119	122	125	127	129	131				
9/32	18	96	104	108	112	116	119	122	125	127	130	132	134				
5/16	20	121	124	127	130	133	136	140	143	145	147	149	151				
11/32	22	122	128	134	138	142	146	150	154	158	162	164	166	170	172	174	176
3/8	24	124	130	136	142	146	150	154	158	162	166	168	172	174	178	180	182
13/32	26	128	136	144	150	154	158	162	166	168	172	174	178	180	184	186	188
7/16	28	132	138	158	154	158	162	166	172	174	178	180	184	186	190	192	194
15/32	30	132	144	154	160	164	168	172	176	180	182	186	188	192	194	196	198
1/2	32	132	146	156	166	170	174	178	182	186	188	192	194	198	200	202	204
17/32	34	132	146	158	166	176	180	184	188	192	196	198	202	204	208	210	212
9/16	36	132	146	158	172	180	188	192	194	198	202	204	208	210	212	216	218
5/8	40	132	146	158	172	184	190	198	202	204	208	210	214	216	220	222	224
11/16	44	132	146	158	172	184	194	200	208	212	216	218	220	224	226	230	232

^(a) For a brass impact sprinkler where the exit angle of the range nozzle is 23° above the horizontal.

Eisenhauer, Martin, Heeren, & Hoffman

7. سرعة الرياح السائدة في المنطقة.



8. نوعية المحاصيل.

رابعاً: ملحقات نظام الري بالرش: تحوي أنظمة الري بالرش على ملحقات أو أجزاء تكميلية لا

يمكن أن تعمل هذه الأنظمة دون وجود بعض أو كل الأجزاء التكميلية والتي من أهمها:

حامل المرش. وصلات ربط الأنابيب. السكور والصمامات. المنظمات والعدادات والمقاييس.

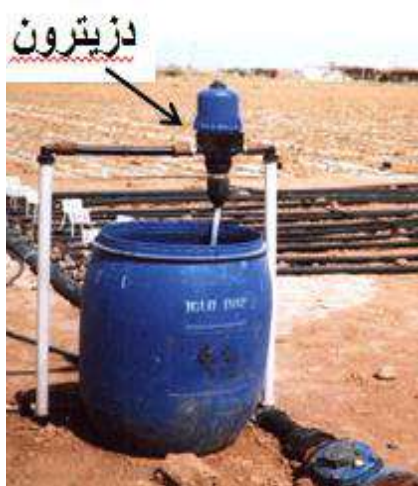


الوصلات وقطع الاتصال في الخط اليدوي المتنقل

● حامل المرش:

تدعى الأنابيب الشاقولية التي توصل المياه من الأنبوب الفرعي أو أنبوب الري إلى المرشات الثابتة أو الدوارة حوامل المرشات. وهي ذات طول محدد لكنه قابل للتغير حسب ظروف نمو النبات ولأقطارها نفس قيمة قطر المرش. وتبلغ أطوالها بين 20-50 سم وتحدد أطوالها لتعطي أفضل رش من خلال فوهة المرش يمكن أن يغير ارتفاع الأنبوب الحامل خلال الموسم الزراعي بما يتلاءم مع زيادة ارتفاع المحصول.

- وصلات ربط الأنابيب: توجد وصلات وأجزاء أخرى لربط شبكة الأنابيب كالأكواع والتقسيمات النهائية والجانبية والتقطعات التي توضع في مسار الخط لغرض ربط الأنابيب الفرعية مع الرئيسية، وكذلك السدادات النهائية.
- السكور والصمامات: وظيفة السكور والصمامات السيطرة على تدفق المياه داخل أنابيب الري بالرش، أهمها سكور التفريغ، سكور غسل الشبكة، صمامات خفض التخلخل، سكور المأخذ على الخط الرئيسي، سكور لتخفيض الضغط الزائد، صمام الضبط (عدم رجوع).
- المسمدة: وهي جهاز يوصل بالشبكة تعمل على حقن الأسمدة في شبكة الري وأهمها جهاز الفنتوري، جهاز الدزترون، وهما من أفضل الاجهزة كون حقن السماد يتم بتركيز ثابت و تواتر ضخم ثابت من بداية عملية السقاية وحتى نهايتها



- الفلاتر واجهزة التنصيف: أهمها الفلتر الشبكي، وهو يتكون من انبوبة داخلية مثقبة تغطي بشبكة دقيقة (100-200 ثقب على البوصة الطولية) من النحاس أو الصلب غير قابل للمصدأ وهو يزيل الرواسب غير العضوية كالرمل والملت

الفلاتر وتجهيزات التنصيف لشبكات الري الحديث



الفلتر الرملي



فلتر شبكي



سايلون فلتر (مزيل
رواسب)



فلتر قرصي

- المنظمات والعدادات والمقاييس: توجد عدة ملحقات وأجهزة لقياس التدفق في الأنابيب ولقياس الضغط وتنظيمه، وهي تعد ضرورية لتأمين الاداء و التشغيل الجيد للشبكة

أنظمة الري بالرداذ

النظام الثابت ، النظام نصف الثابت، النظام المتحرك

1- النظام الثابت : Fixed irrigation system : تكون جميع عناصر الشبكة ثابتة من بداية الموسم

الى الحصاد، خطوط الرش قد تكون مدفونة تحت التربة (PVC)، او قد تكون فوق سطح التربة (بولي ايتلين)، وتستخدم المرشات المتوسطة وتوضع على مسافة من 9-24 م

اهم ميزات النظام الثابت:

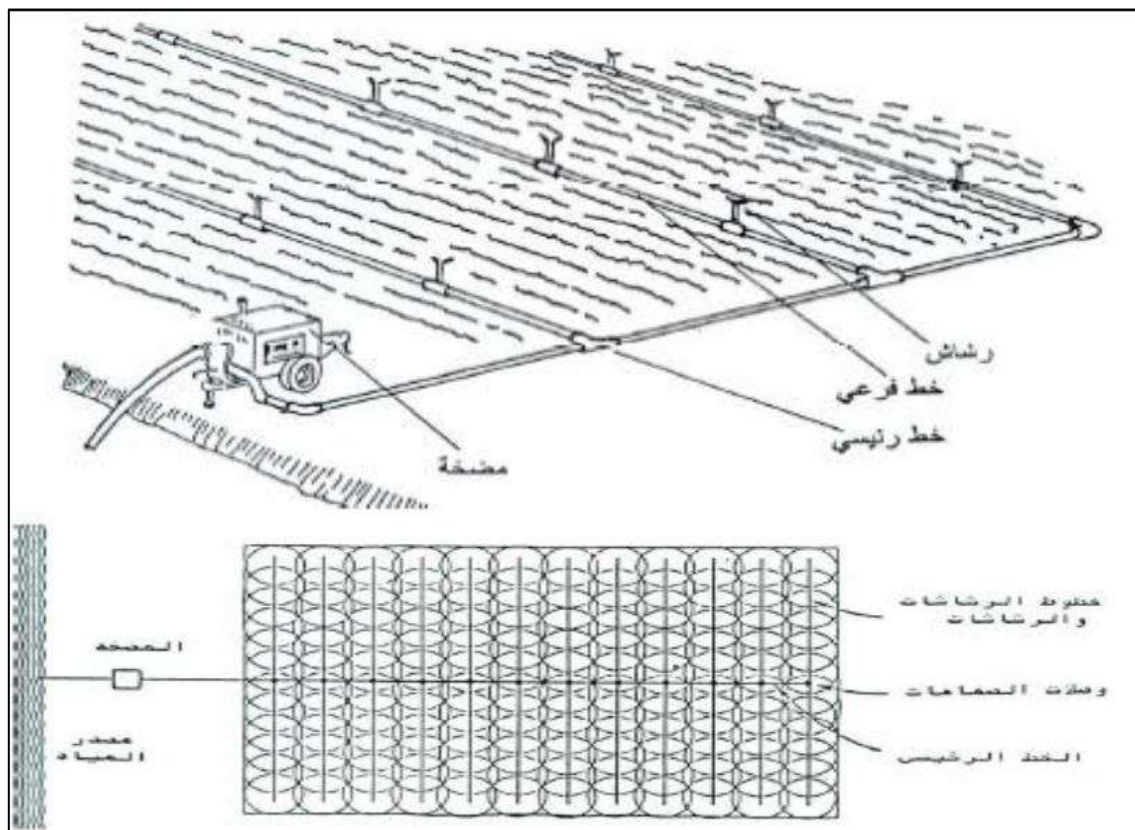
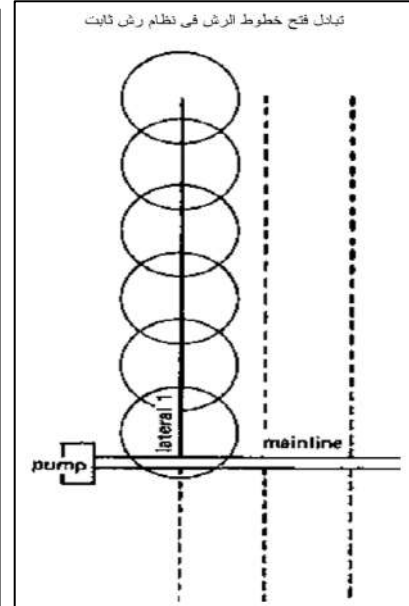
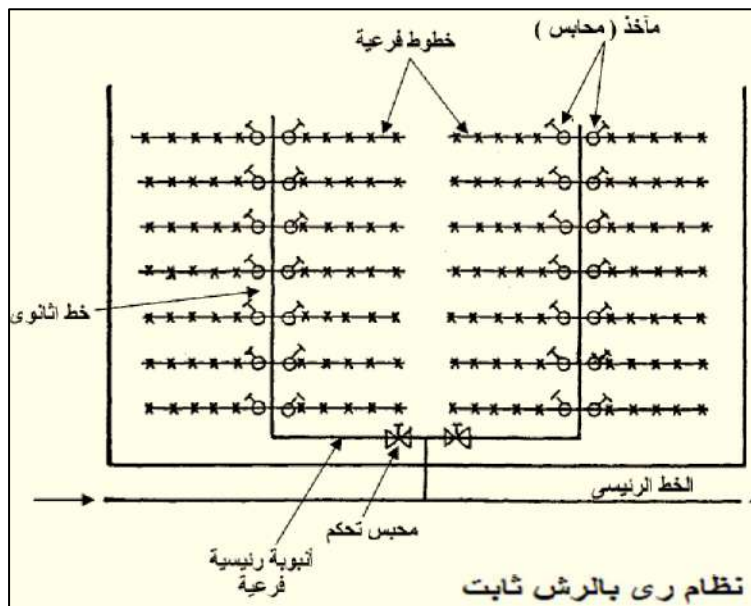
- 1- يحتاج الى صيانة أقل بالمقارنة لمثيله من النظم الأخرى .
- 2- سهل التشغيل حيث لا يحتاج الى فتح وغلق محابس خطوط الرش.
- 3- سهولة التحكم في تنفيذ برنامج الري .
- 4- يحتاج الى عمالة أقل .
- 5- يمكن عن طريقه حقن الأسمدة مع مياه الري .
- 6- ذات كفاءة توزيع عالية أكثر من النظم النقالى .

عيوب النظام الثابت:

- 1- تكلفته مرتفعة على وحدة المساحة بالمقارنة بالنظم الأخرى .
- 2- لا يمكن التحكم فى المسافة بين الخطوط مما يؤثر سلبيا عند زيادة سرعة الرياح .
- 3- كثرة عدد الخطوط الفرعية والقوائم قد تؤدي الى اعاقه الحركة فى الحقل للرش الثابت ذات الرشاشات العادية .



وحدات المحابس في نظام الرش الثابت



- وبالنسبة للرش المدفعى الثابت Fixed Gun sprinkler system يستخدم رشاش لا تقل فوهته عن 16 مم وذو تصرف يصل الى 35 م³ ساعة ويعمل تحت ضغط يتراوح من 4 - 7 بار ، ويستعمل المدفع الرشاش فى رى معظم أنواع المحاصيل الا أن معدل الاضافة له على وقطرات المياه تكون ذات قطر أكبر من الرشاش العادى مما يؤدى الى تضاعف حبيبات التربة ولذا فانه أكثر ملاءمة للتربة ذات القوام الخشن . وتوجد بشكل عام زراعة الأعلاف الخضراء تحت هذا النظام ولا يسبب أى مشاكل لنظام الرعى المفتوح لقطيع الانتاج الحيوانى .



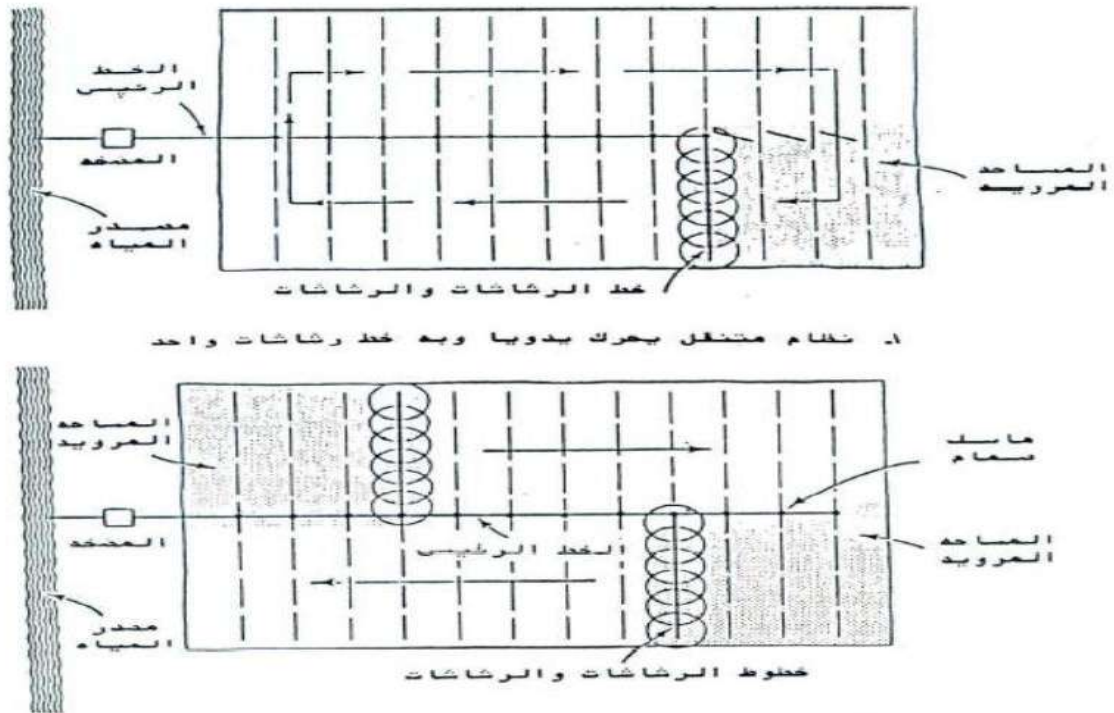
رشاش مدفعى يستخدم فى نظام الرش الثابت المدفعى



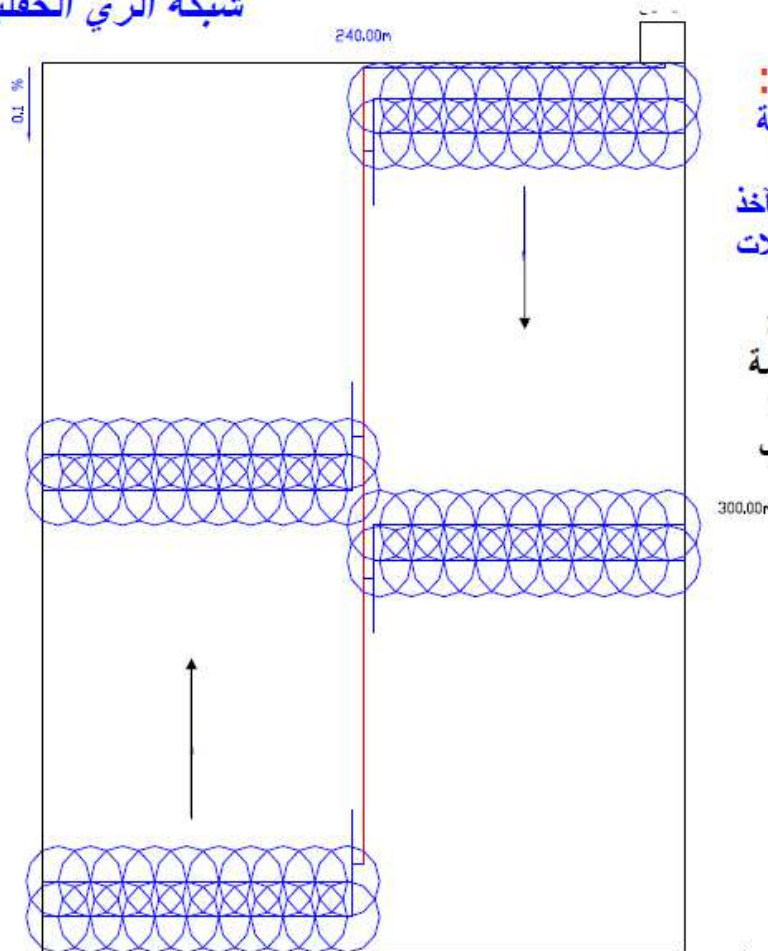
2- النظام نصف الثابت Move sprinkler system :

تعتبر أقل تكلفة من النظام الثابت ولكن لها عدة عيوب أهمها:

- عدم رأسية الرشاشات عند تركيب الخط .
- تركيب الرشاش مباشرة دون استخدام حامل رشاش .
- حمل أكثر من ماسورة موصلة ببعضها عند نقل الخط .
- عدم استقامة خط الرش .
- عدم احكام شبك الوصلات .
- اهمال تغيير الجوانات التالفة والتي تتسبب فى تسريب المياه خلال الوصلات مما يؤدى الى انخفاض الضغط وتدهور الزراعات تحت المساحة المغمورة بالمياه.



شبكة الري الحقلية (متحركة)



النظام نصف الثابت:

الانابيب الرئيسية والفرعية
ثابتة ويتم نقل خطوط
المرشات وتوصيلها مع مأخذ
مائية ثابتة باستخدام وصلات
سريعة الفك والتركيب
حيازات كبيرة
وحقول منتظمة
يحتاج عمالة
للفك والتركيب
والنقل

3- النظام المتحرك Continuous move

الانظمة المتحركة

يتم نقل وتحريك كامل اجزاء الشبكة ولها عدة تقنيات

- اجهزة ذات حركة مستقيمة امامية (الجبهى) او المتدرج بواسطة عجلات جانبية
- اجهزة ذات حركة مستقيمة مسحوبة بواسطة جرار (المدفعي)
- اجهزة الرش المحورية : حركة خطوط الرشاشات دائرية
- تصلح للاراضي السهلية الكبير والاستثمارات الزراعية على مستوى شركات او مشاريع حكومية هامة.
- لا يحتاج عمالة
- يحتاج لخبرات فنية كبيرة وصيانة ومراقبة دائمة
- تكاليف الانشاء عالية

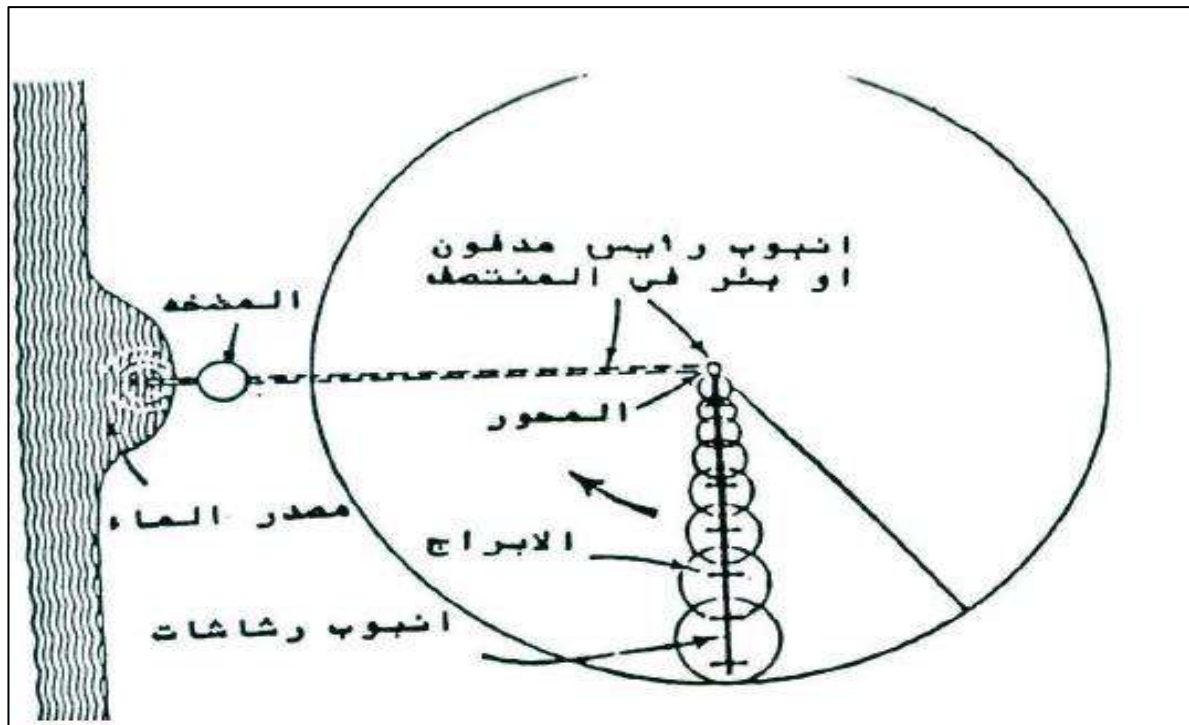


النظام المحوري المتحرك

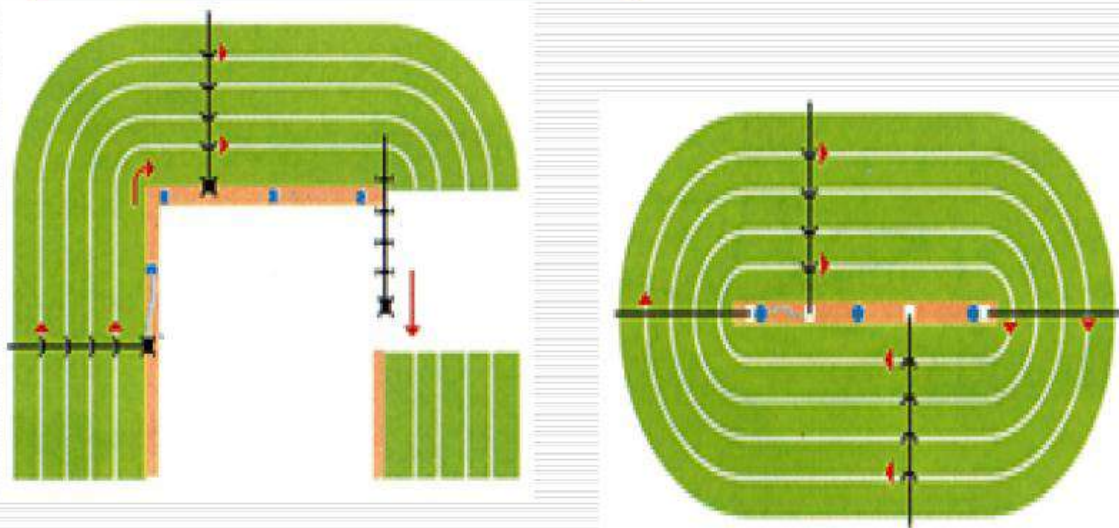


زراعة دائرية





النظام الجبهي المتحرك



تصميم شبكات الري بالرش

عند تصميم شبكة الري لابد من توافر مجموعة من التحريات والمعطيات، التي تمكن خبير الري من وضع التصميم المناسب للحقل أهمها :

1: المرحلة الأولى : التحريات الحقلية

1. المخطط الطبوغرافي وتحديد الميل.
2. حدود الحقل والمساحة
3. المصدر المائي (موقع المصدر المائي، نوعية مياه الري – التصريف)
4. نوع التربة
5. المزروعات
6. معلومات المناخ

2: المرحلة الثانية: تخطيط الشبكة

1. تقسيم الحقل ومسطح الشبكة.
2. اختيار المرش المناسب
3. مسار خطوط السقاية
4. مساراً لأنبوب الفرعي
5. مساراً لأنبوب الرئيسي

3: المرحلة الثالثة: تصميم الشبكة والحسابات الهيدروليكية

1. تصميم وتحديد أقطار انبوب خط السقاية – الخط لفرعي – الخط الرئيسي
2. حساب الضياعات الطولية و المحلية في الأنابيب
3. اختيار المضخة المناسبة : ضاغط وتصريف المضخة.

تصميم شبكات الري بالريزان

المرحلة الثانية: تخطيط الشبكة

- تقسيم الحقل ومسطح الشبكة.
- اختيار المرش المناسب
- مسار خطوط السقاية
- مساراً لأنبوب الفرعي .
- مساراً لأنبوب الرئيسي .

المرحلة الأولى: التحريات الحقلية

- حدود الحقل والمساحة .
- المزروعات .
- المخطط الطبوغرافي وتحديد الميل .
- المصدر المائي (موقع المصدر المائي
- نوعه – التصريف –) .

المرحلة الثالثة: تصميم الشبكة والحسابات الهيدروليكية

- تصميم وتحديد أقطار انبوب خط السقاية – الخط لفرعي – الخط الرئيسي)
- حساب الضياعات الطولية و المحلية في الأنابيب
- اختيار المضخة المناسبة (ضاغط وتصريف المضخة) .

اهم الحسابات اللازمة في الري بالرش

حسابات الري بشكل عام

1- حساب عيار (مقنن) السقاية (م³/هـ):

هي كمية المياه اللازمة للحصول على افضل الإنتاجية للمحصول يرتبط عيار السقاية بالاحتياجات المائية للنبات المزروع، وخواص التربة، وكفاءة الري. ويمكن حسابه من العلاقة التالية:

$$I_{rn} = 100.H.\alpha(B_1 - B_2)$$

$$I_{rn} = \text{كمية المياه الصافية مم او (م}^3\text{/هـ)}$$

$$H = \text{عمق الجذور الفعالة بـ م .}$$

$$\alpha = \text{الكثافة الظاهرية غ/سم}^3 \text{ .}$$

$$B_1 = \text{الرطوبة العظمى وزنا" عند السعة الحقلية \% .}$$

$$B_2 = \text{الرطوبة الدنيا وزنا" عند 75 \% من السعة الحقلية \% .}$$

2- حساب كمية المياه الفعلية (الكلية): هي عبارة عن كمية المياه الصافية مضافاً إليها الفواقد

أو ما يتبدد من المياه أثناء التشغيل، ويمكن الحصول عليها باستخدام المعادلة التالية:

$$I_{rg} = I_{rn} \times Ea$$

Ea : كفاءة الري ويمكن حسابها بالمعادلة التالية في حال اعتبار أن Ea أصغر من 1 .

$$Ea = Ks.Ew$$

Ks : معامل يعبر عن كفاءة التربة في اختزان المياه (كفاءة التخزين).

$$\%kw = (DS / DN).100$$

$$kw = \text{كفاءة التخزين \% .}$$

$$DS = \text{الرطوبة بعد 48 ساعة من السقاية م}^3\text{/هـ .}$$

$$DN = \text{كمية السقاية المقدرة م}^3\text{/هـ .}$$

EW : علاقة كريستيانسون (Christiansen) يعبر عن كفاءة التجانس وتوزيع المياه ويتم تحديده بعد تقييم الشبكة. تحسب بالعلاقة التالية:

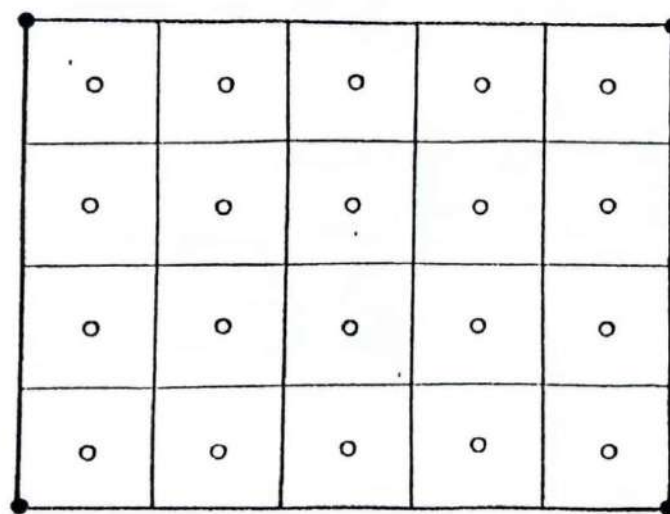
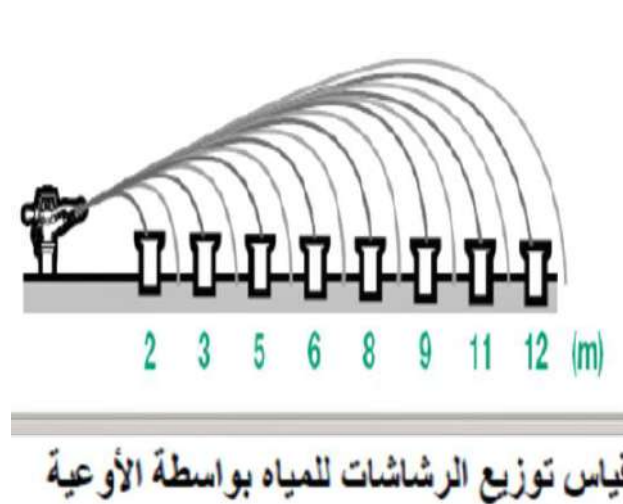
$$\%EW = 100(1 - \Sigma M / m.n)$$

M : مجموع انحرافات القيم عن المتوسط بالقيمة المطلقة.

m : متوسط القيم.

n : عدد القيم.

إذا كان $EW < 85\%$ التوزيع جيد.
إذا كان $EW = 85\%$ التوزيع مقبول.
إذا كان $EW > 85\%$ التوزيع سيء.



● أماكن توضع المرشات ، ○ أماكن توضع علب القياس

$$t = \frac{Irg}{P} \quad \text{3- زمن السقاية } t: \text{ وتحسب بالمعادلة التالية:}$$

$t =$ زمن السقاية بالساعة .

$iRg =$ كمية السقاية/ مم كسماكة ماء حيث أن: 1/مم يعادل 10 م³/هـ.

$P =$ كثافة الرش مم/سا او (غزارة الرش مم) خلال وحدة الزمن (ساعة) عند ضغط 3 بار ويتم قياس كثافة الرش أثناء تقييم الشبكة وعلى أساسها يحسب الزمن .

ولحساب زمن الري بالرش يمكن استعمال المعادلة التالية:

4- كثافة الرش (ملم/سا):

تعبر كثافة الرش عن كمية المياه التي تسقط على مساحة محددة من الأرض خلال ساعة واحدة مقدرة كارتفاع وبالتالي واحدتها (ملم/سا). تتعلق كثافة الرش بكل من : نوع المرش المستخدم، التدفق، الضغط السائد في الشبكة.

يجب أن تكون كثافة الرش أقل من معامل نفاذية التربة حتى لا تتجمع المياه فوق سطح التربة. وتحسب كثافة الرش من العلاقة التالية:

$$I = \frac{60 \times q}{S_e \times S_i} \quad \text{Or} \quad I = \frac{q \times 1000}{S_e \times S_i}$$

حيث أن: I : كثافة الرش (ملم/سا).

q : تدفق المرش (لتر/دقيقة). او تصريف المرش (م³/سا)

S_e : المسافة بين المرشات على طول خط الري (م).

S_i : المسافة بين خطي ري (م).

لا يمكن عملياً استخدام كثافات الرش المنخفضة نظراً لحاجتها إلى فترو طويلة من الزمن لإنهاء الري من جهة، ولزيادة كمية المياه المفقودة بالتبخير في الجو الحار من جهة أخرى. وبالتالي تتراوح كثافة الرش المستخدمة في معظم الأراضي الزراعية بين 10 – 25 ملم/سا.

5- عدد المرشات العاملة في وقت واحد

$$N = \frac{q \times A}{\frac{Q}{3.6} \times \frac{n}{24}}$$

q : المقنن المائي (ل/ثا/هـ)

A : المساحة مقدرة بال (هـ)

Q : تصريف المرش (ل/ثا)

n : عدد ساعات العمل باليوم

اما اذا المصدر المائي محدود يمكن استخدام المعادلة العامة التالية:

$$N = Q \div q$$

N: عدد المرشات

Q: تصريف المضخة (سا\ م³)

q: تصريف المرش (سا\ م³)

6- تصريف الماء في انبوب ري واحد = عدد المرشات في الخط الواحد X تصريف المرش

7- تصريف الماء في الانبوب الفرعي = عدد انابيب الري العاملة معاً X تصريف انبوب الري

8- تصريف الماء في الانبوب الرئيسي = مجموع تصاريق انابيب الري الفرعية العاملة معاً

طريقة اخرى لحسابات الري بالرش

أولاً – حساب الاحتياجات المائية الصافية للمحاصيل المختلفة (NWR) Net Water Requirement

1. حساب NWR:

$$NWR = (FC - WP) \cdot B_d \cdot D \cdot Y$$

[1]

الاحتياجات المائية (مم).

حيث: NWR

الكثافة الظاهرية.

B_d

% للرطوبة على أساس الوزن عند السعة الحقلية

FC

% للرطوبة على أساس الوزن عند نقطة الذبول

WP

عمق منطقة أو انتشار الجذور (مم).

D

% للرطوبة المستنفذة

Y

• يحسب الاستهلاك المائي اليومي للمحاصيل المختلفة (CU) Crop Use باستخدام طرق عديدة منها طريقة البخر من حوض البخر:

$$CU = Ep \times Kp \times Kc$$

[2]

الاستهلاك المائي اليومي (مم/يوم).

حيث: CU

معامل وعاء البخر (0.70 – 0.80)

K_p

مقدار البخر من وعاء البخر (مم/يوم).

E_p

معامل المحصول (من جداول خاصة).

K_c

- اعتماداً على المعادلتين [1] و [2] يمكن حساب الفترة بين الريات Irrigation interval باليوم

$$I_i = \frac{NWR}{CU} \quad [3]$$

ثانياً – حساب احتياجات الري بالرش (مم):

$$IR = \frac{NWR}{E_a} \quad [4]$$

حيث: IR: احتياجات الري (مم).
Ea: كفاءة نظام الري

- استناداً على المعادلة [4] يتم حساب الزمن اللازم للري أو عدد ساعات التشغيل (ساعة/يوم) وذلك بمعرفة معدل الاعطاء للرشاش المستخدم RS (معدل تصريف الرشاش).

$$T_i = \frac{IR}{RS} \quad [5]$$

- يتم حساب السعة الكلية لجهاز الري بالرش لمساحة A مقدرة بالهكتار

$$Q = \frac{A \cdot IR}{L_i \cdot T_i} \times 10 \quad [6]$$

Q: التصريف الكلي المطلوب أو السعة الكلية لجهاز أو شبكة الرش (م³/ساعة)

إذاً خطوات الحل بشكل تراجمي

$$Q = \frac{A \cdot IR}{L_i \cdot T_i} \times 10 \quad [6]$$

$$T_i = \frac{IR}{RS} \quad [5]$$

$$IR = \frac{NWR}{E_a} \quad [4]$$

$$I_i = \frac{NWR}{CU} \quad [3]$$

$$CU = Ep \times Kp \times Kc \quad [2]$$

$$NWR = (FC - WP) \cdot B_d \cdot D \cdot Y \quad [1]$$

تمرين:

- احسب زمن وفترات الري لمحصول القطن
- عمق جذوره 1 م،
- إذا كانت الرطوبة عند السعة الحقلية 30%،
- وعند نقطة الذبول 16%،
- والكثافة الظاهرية للتربة حوالي 1.5،
- ويتم الري عندما يستنفذ 40% من الرطوبة الميسرة
- مع العلم أن الاستهلاك المائي للمحصول هو 8 ملم/يوم،
- واستخدم للري رشاش ذو معدل تساقط 9 مم/ساعة،
- وكفاءة نظام الري 80%.
- إذا كانت المساحة المراد ريهها هي 100 هكتار، احسب السعة الكلية لجهاز الري بالرش (التصريف الكلي المطلوب)

الحل:

- عمق جذوره 1 م،
- إذا كانت الرطوبة عند السعة الحقلية 30%،
- وعند نقطة الذبول 16%،
- والكثافة الظاهرية للتربة حوالي 1.5،
- ويتم الري عندما يستنفذ 40% من الرطوبة الميسرة
- مع العلم أن الاستهلاك المائي للمحصول هو 8 ملم/يوم،
- واستخدم للري رشاش ذو معدل تساقط 9 مم/ساعة،
- وكفاءة نظام الري 80%.

حساب NWR:

$$NWR = (FC - WP) \cdot B_d \cdot D \cdot Y$$

$$= (0.30 - 0.16) \cdot 1.5 \cdot 0.40 \cdot 1000$$

(تحويل من 1 م إلى ملم)

$$= 84 \text{ mm}$$

$$= 840 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- مع العلم أن الاستهلاك المائي للمحصول هو 8 ملم/يوم،

الحل:

الفترة بين الريات Irrigation interval باليوم

$$I_i = \frac{NWR}{CU} = \frac{84}{8} = 10.5 \approx 11 \text{ day}$$

• وكفاءة نظام الري 80%.

الحل:

$$IR = \frac{NWR}{E_a} = \frac{84}{0.80} = 105 \text{ mm}$$

احتياجات الري :

الحل:

حساب NWR : $NWR = 84 \text{ mm} = 840 \text{ m}^3/\text{ha}$

$$I_i = \frac{NWR}{CU} = 10.5 \text{ Irrigation interval باليوم}$$

$$IR = \frac{NWR}{E_a} = 105 \text{ mm : احتياجات الري}$$

$$T_i = \frac{IR}{RS} = 11.7 \text{ الزمن اللازم للري أو عدد ساعات التشغيل (ساعة/يوم)}$$

السعة الكلية لجهاز الري بالرش لمساحة 100 لهكتار

$$Q = \frac{A \cdot IR}{L_i \cdot T_i} \times 10 = \frac{100 \times 105}{10.5 \times 11.7} \times 10 = 854.7 \text{ m}^3/\text{ha}$$

المفهوم الهيدروليكي والحسابات الهيدروليكية والتصميمية لأنابيب الري في شبكات الري المضغوط :

الهيدروليك علم يدرس خصائص وسلوك وحركة السوائل المضغوطة والقوى المؤثرة فيها واستغلال قوى الضغط المطبقة على السوائل (الماء) لتحقيق الحركة والانتشار المطلوب.

سريان المياه إما أن يتم في مجار مكشوفة كالأنهار وقنوات الري أو في مجار مغلقة مثل أنابيب المياه. تسير المياه في القنوات المكشوفة تحت تأثير الجاذبية ويكون سطح الماء معرض للضغط الجوي ويكون السريان فيها نتيجة ميل القناة وليس لوجود ضغط جوي، أما المجاري المغلقة الممتلئة فيعتمد السريان فيها على وجود فروق في الضغط على طول خط السريان. إذا كانت الأنابيب بأشكالها المختلفة غير ممتلئة بالماء الساري تكون معرضة للضغط الجوي على طول خط السريان فتتقابل من حيث القوانين وخواص السريان مع القنوات المكشوفة.

التصرف (Q):

يعرف التصرف (Q) بأنه كمية السائل الساري في الأنبوبة في وحدة الزمن ويعبر عنه بالوحدات التالية (لتر/ثانية - جالون/دقيقة - متر مكعب/ثانية) وهكذا فإذا كان التصرف الذي يسري في أنبوبة هو (Q) والسرعة المتوسطة (V) ومساحة مقطع الأنبوبة العمودي على اتجاه السرعة هي (A) كان قانون الاستمرار ينص على أن :

التصرف - السرعة المتوسطة × مساحة القطاع المائي

$$Q = A \cdot V \quad \text{أي}$$

التدفق في الأنابيب:

تستخدم الأنابيب لنقل المياه إلى الرشاشات. وتعتمد قيمة قطر الأنبوب وسمك جداره ومثاقفه على مقدار التصرف المار وعلى ضغط التشغيل لنظام الري. ومن الصعب تصميم نظام يوفر ضغطاً ثابتاً عند كل رشاش وعادة ما تتغير قيمة الضغط على طول الأنبوب نتيجة القواعد بسبب الاحتكاك. وأعلى قيم للضغط تكون عادة عند بداية النظام وبالقرب من المضخة ، وتقل تدريجياً في اتجاه الطرف البعيد

أقطار الأنابيب والضغط المأمونة:

حيث إن نظم الري بالرش تعمل تحت ضغط فيجب أن تكون الأنابيب المستعملة قادرة على تحمل الضغوط المرتفعة بدون أن تتفجر. وقد حددت معظم الدول الآن مواصفات لتصنيع هذه الأنابيب، ويتم اختبار الأنابيب تحت ضغوط عالية جداً قبل خروجها من المصنع وذلك لضمان سهولة تحملها للضغوط المستعملة في الموقع والتي تقل كثيراً عن ضغط الاختبار.

والأنابيب المثقلة تكون رقيقة الجدران وتصنف حسب القطر الأسمى لها مع إهمال الفرق بين القطرين الداخلي والخارجي.

العوامل المؤثرة على التدفق في الأنابيب :

عند تدفق المياه داخل أنبوب يحدث انخفاض تدريجي للضغط وذلك بسبب الاحتكاك ، ومن الناحية الهيدروليكية يمكن أن يكون السطح الداخلي للجدار شديد الخشونة بالرغم من نعومة ملمسه الظاهرة، وتعمل خشونة الجدار على إبطاء سرعة تدفق المياه بنفس الطريقة التي يسبب بها الاحتكاك تهدئة لحركة جسم فوق سطح خشن. ومع تقادم الأنابيب تزداد خشونة جدرانها عادة، فمثلاً تسبب الحبيبات الصلبة في مياه الري خدوشاً في السطح الداخلي للأنابيب الألمنيوم الثقيلة ومع طول فترة الاستعمال تحدث خدوش بالسطح. وفي حالة الأنابيب الصلب يبدأ حدوث الصدأ بها تدريجياً وتتشر الحفر الصغيرة على الجدار ويمكن أيضاً أن تلتصق بعض المكونات الكيميائية في المياه أو التجمعات البكتيرية على سطح الجدار الداخلي مما يزيد تدريجياً من خشونة الأنبوب وينقص من قيمة القطر الداخلي وبالتالي يؤدي إلى حدوث فاقد في الضغط أكبر مما كان متوقعاً للأنبوب وهو ما زال جديداً. مثل هذه العوامل يأخذها المهندس المصمم عادة في حسابه عند تصميم نظام ري جديد.

ولتلخيص ما سبق :

الفاقد في الضغط يكون أعلى كثيراً في الأنابيب الأصغر قطراً لنفس التصريف.
يزداد الفاقد في الضغط بسرعة مع زيادة التصريف خاصة في الأنابيب صغيرة القطر.
يزداد الفاقد في الضغط مباشرة بزيادة طول القطر المناسب ، فإذا ضوعف الطول يتضاعف معه الفاقد في الضغط.

التدفق المائي (التصريف لتر/ثا) :

يتعلق التدفق المائي لنظام الري بالرش بكل من: مساحة الأرض المراد ريهها، عيار السقاية، زمن الري. ويحسب من العلاقة التالية:

$$Q_s = 2.78 \times \frac{A \times D}{\rho \times T}$$

حيث أن: Q_s : التدفق المائي (لتر/ثا).

A : مساحة الأرض (هكتار).

ρ : زمن الري (يوم).

T : عدد ساعات الري اليومية (ساعة/يوم).

يجب ألا تزيد سرعة الجريان في الأنابيب التي أقطارها أقل من 75 ملم عن 2 م/ثا، وألا تزيد عن 2.5 م/ثا في الأنابيب ذات الأقطار أكبر من 75 ملم. ويمكن حساب سرعة الجريان في أنابيب الري بالرش من العلاقة:

$$V = 354 \times \frac{Q}{d}$$

حيث: Q: تدفق الماء (م³/سا).

d: قطر الأنبوب (ملم).

حساب ضياعات الطاقة في الشبكة:

تقدر ضياعات الطاقة في خطوط الري لطريقتي الري بالرش والتنقيط باستخدام العلاقة:

$$J = \frac{h_f}{L/100} = 1.212 \times 10^{12} \times \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \times d^{-4.87}$$

حيث: J: ميل خط الطاقة (م/100م).

h_f : ضياعات الطاقة بأنبوب الري.

L: طول الأنبوب (م).

Q: تدفق الماء بالأنبوب (ل/ثا).

C: معامل الاحتكاك.

D: قطر الأنبوب الداخلي (ملم).

تبلغ قيم معامل الاحتكاك 150 للأنبوب البلاستيكي، و140 للأنبوب الاسمنتي، و130 لكل من أنبوب الألمنيوم والأنبوب المعدني، و100 للأنبوب المعدني القديم

يمكن الاعتماد بشكل عملي ومباشر على جداول خاصة عند حساب ضياعات الطاقة على طول

الأنابيب (بدون تطبيق المعادلات السابقة حسابياً)، مع أخذ بعين الاعتبار المادة المصنوعة منها

الانابيب : حيث تكون انابيب الري مصنوعة من الالمنيوم او من البولي ايتيلين PE او من الـ P.V.C

ويجب ان تتحمل ضغوط عالية من (6-10 بار)

واخيرا نقوم باختيار المضخة المناسبة من حيث الرفع والتصريف والاستطاعة بحيث تكون :

قوة رفع المضخة مساوية = الضياعات الكلية في الشبكة وهي مجموع (الضياعات في انبوب

الري + ضياعات الانبوب الفرعي + الضياعات الانبوب الرئيسي) + الضاغط التشغيلي للمرش ±

فرق المنسوب الطبوغرافي + فواقد المجموعة الرأسية + ارتفاع حامل المرش.

تصريف المضخة = تصريف الخط الرئيسي او المرشات العاملة معاً.

- حساب ضاغط واستطاعة المضخة :

$$H_m = h \pm S + h_l + h_d$$

$$P_p = \frac{Q (l / s) \times H (m)}{76 \times 0.8 \times 0.8}$$

H : ضاغط المضخة **m**

h : مجموع الضياعات الطولية للأنايب

S : فرق المنسوب الجغرافي

h_l : الضياعات الرأسية للمضخة

h_d : ضاغط تشغيل النقطة

P_p : حصان استطاعة المضخة

اختيار المضخة المناسبة

الضياعات الكلية في الشبكة = ضياعات أنبوب السقاية + ضياعات الأنابيب الفرعي + ضياعات الأنابيب الرئيسي

• **رفع المضخة = الضياعات الكلية في الشبكة + الضاغط التشغيلي للمرش ± فرق المنسوب الطبوغرافي + فواقد المجموعة الرأسية + ارتفاع حامل المرش**

• **تصريف المضخة = تصريف الخط الرئيسي او المرشات العاملة بأن واحد**

• **استطاعة المضخة:**

$$hp = \frac{Q(l/s) \times H(m)}{75 \times \eta} \quad (\text{حصان})$$

$$hp = \frac{Q(l/s) \times H(m)}{102 \times \eta} \quad \text{k.w}$$

$$1.36 \text{ h.p} \longleftarrow 1 \text{ k.w}$$

تصميم أنبوب السقاية

التصريف المار في الأنبوب = عدد المرشات على الخط × تصريف المرش

❖ يحسب الفاقد الطولي لأنبوب السقاية من العلاقة التالية :

$$h_1 = 1.1 * j * L * f$$

❖ يجب ان لا يتجاوز الفاقد الطولي على طول الخط (١٠ - ٢٠ %) من الضاغط التشغيلي للمرش

h_1 الفاقد على طول الأنبوب (م).

J الفواقد الطولية وتحسب من جدول الأنابيب والضاغطات (م / م).

L طول الأنبوب (م).

1.1 عامل تصعيد للضاغطات المحلية .

f عامل تخفيض بسبب انخفاض التصريف على طول الأنبوب .

جدول عوامل تخفيض الضغط

F : عامل التخفيض

N : عدد الموزعات

N	F	N	F
1	1.000	16	0.383
2	0.639	17	0.381
3	0.534	18	0.379
4	0.485	19	0.378
5	0.457	20	0.376
6	0.438	22	0.374
7	0.425	24	0.372
8	0.416	26	0.370
9	0.408	28	0.369
10	0.402	30	0.368
11	0.398	35	0.365
12	0.394	40	0.363
13	0.390	50	0.361
14	0.387	100	0.356
15	0.385		

HIGH DENSITY POLYETHYLENE PIPES (6ATU)																
D	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160					
d	20	25	32	40	50	63	80	100	110	125	150					
d'	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00	6.00					
Q	v	j	v	j	v	j	v	j	v	j	v	j	v	j	v	j
0.30	0.78	0.044	0.49	0.011												
0.60	1.73	0.160	0.97	0.039												
0.80			1.30	0.088	0.81	0.021										
1.00			1.63	0.100	1.02	0.032	0.65	0.011								
1.50			2.44	0.215	1.52	0.068	0.98	0.023								
2					2.03	0.117	1.30	0.040	0.82	0.012						
3							1.96	0.084	1.23	0.027	0.87	0.010				
4							2.61	0.143	1.64	0.045	1.16	0.020	0.80	0.008		
5									2.04	0.069	1.44	0.030	1.00	0.012		
6									2.45	0.097	1.73	0.042	1.20	0.017	0.81	0.006
7											2.02	0.055	1.40	0.023	0.94	0.008
8											2.31	0.071	1.60	0.029	1.07	0.011
9											2.60	0.088	1.90	0.036	1.21	0.013
10													2.00	0.044	1.34	0.017
15													3.00	0.081	2.02	0.035
20															2.68	0.060
25																2.69
30																2.48
35																
40																2.21
45																2.54
50																
55																
60																
65																
70																

تصميم الانبواب الفرعي

التصريف المار في الأنبوب الفرعي = تصريف أنبوب السقاية × عدد أنابيب السقاية العاملة معاً
يمكن أن يكون الأنبوب من الألمنيوم أو الـ PE أو الـ PVC

❖ يحسب الفاقد الطولي للأنبوب الفرعي من العلاقة التالية :

$$h_2 = 1.1 * j * L$$

h_2 الفاقد على طول الأنبوب (م).
 j الفواقد الطولية وتحسب من جدول الأنابيب والضياعات (م / م).
 L طول الأنبوب (م).
 1.1 عامل تصعيد للضياعات المحلية .
 يجرى إلى أجزاء و يحسب كل جزء على حدى .

تصميم الأنابيب الرئيسي

تصريف الأنابيب الرئيسي = مجموع تصارييف الأنابيب الفرعية العاملة معاً .

➤ يفضل أن يكون الأنابيب الرئيسي مزدوم .

➤ يمكن أن يكون من الـ PE أو الـ PVC .

➤ السرعة المناسبة : ١ - ١.٥ م/ثا .

❖ بحسب الفاقد الطولي للأنبوب الرئيسي من العلاقة التالية :

$$h_3 = 1.1 * j * L$$

h_3 الفاقد على طول الأنبوب (م).

J الفواقد الطولية وتحسب من جدول الأنابيب والضياعات (م / م).

L طول الأنبوب (م).

1.1 عامل تصعيد للضياعات المحلية .

HIGH DENSITY POLYETHYLENE PIPES (10 ATU)

D	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140
d	15	20	25	32	40	50	65	80	100	110	125
d'	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Q	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v
0.30	1.49	0.166	0.92	0.051	0.57	0.016					
0.60			1.84	0.184	1.13	0.056	0.72	0.019			
0.80			2.45	0.313	1.51	0.097	0.96	0.032			
1.00			3.06	0.474	1.88	0.144	1.20	0.048	0.76	0.016	
1.50					2.83	0.308	1.80	0.102	1.15	0.034	
2						2.40	0.174	1.53	0.058	0.96	0.019
3							2.29	0.124	1.45	0.040	1.02
4								1.93	0.069	1.36	0.029
5								2.41	0.133	1.70	0.044
6									2.04	0.062	1.41
7										2.38	0.083
8											1.88
9											
10											
15											
20											
25											
30											
35											

رقم العلبة	(X) حجم الماء في الوعاء مم/سا	(X-H) انحراف القراءات
1	10.9	3.5
2	7.7	0.3
3	6.1	1.3
4	5.9	1.5
5	7.6	0.2
6	5.7	1.7
7	6.8	0.6
8	8.5	1.1
المجموع	59.2	10.2
H المتوسط	7.4	
		كفاءة توزيع = 83%

تقييم شبكة ري بالرش		
ابعاد الشبكة : 12×12 م - ضغط التشغيل : 3 بار - سرعة الرياح : 2.2 م/ثا		
رقم الوعاء	حجم الماء في الوعاء مم/سا	انحراف القراءات
1	7.8	0.4
2	10.2	2.0
3	5.3	2.9
4	8.4	0.2
5	7.6	0.6
6	6.1	2.1
7	5.8	2.4
8	8.6	0.4
9	6.6	1.6
10	9.7	1.5
11	8.8	0.6
12	7.5	0.7
13	6.8	1.4
14	11.3	3.1
15	10.5	2.3
16	9.8	1.6
مجموع	130.8	23.8
متوسط	8.2	

احسب كفاءة شبكة ري بالرش، يعمل المرش تحت ضغط تشغيل 3 بار، و سرعة الرياح م²/ثا وكانت كمية الماء في علب القياس كما في الجدول التالي :

الحل:

نحسب متوسط حجم الماء = $(10.9 + 7.7 + 6.1 + \dots) \div 8 = 7.4$

نحسب انحرافات القراءات كما يلي:

3.5 = 7.4 - 10.9 ، 0.3 = 7.4 - 7.7 ، 1.3 = 7.4 - 6.1 ، نكمل حتى العلبة 8

نحسب مجموع انحرافات القراءات . نعوض في قانون حساب كفاءة التوزيع حسب كريستيانسون:

$$UCC = (1 - \frac{\text{مجموع انحرافات القراءات}}{\text{مجموع حجم الماء في العلب}}) \times 100$$

$$UCC = ((59.2 \div 10.2) - 1) \times 100 = (0.172 - 1) \times 100 = 82.8 \sim 83\%$$

تقييم شبكة ري بالريزاد			
ابعاد الشبكة : 12×12 م - ضغط التشغيل : 3 بار - سرعة الرياح : 2.5 م/ثا			
رقم الوعاء	حجم الماء في الوعاء مم/سا	انحراف القراءات	ملاحظات
1	6.4	2.1	
2	9	0.5	
3	11.9	3.4	CU % كفاءة تجانس أو توزيع المرشات
4	11	2.5	80
5	11.6	3.1	
6	11	2.5	
7	8	0.5	
8	7	1.5	كثافة الرش النظرية = $(1000 * 1.3) / 9 = 144$ مم/سا
9	6	2.5	كثافة الرش العملية 8.6 مم/سا
10	7	1.5	
11	8.5	0.0	نسبة الضياع = $(9 - 8.6) / 9 = 5\%$
12	10	1.5	
13	8.3	0.2	كمية السقاية النظرية 60 مم
14	8.7	0.2	كمية السقاية الفعلية = $0.82 / 60 = 73$ مم
15	6.2	2.3	زمن السقاية = $8.6 / 73 = 8.30$ ساعة
16	6	2.5	كفاءة التخزين %
مجموع	136.6	26.9	$\%DS = (2398 - 1820 / 603) * 100 = 96\%$
متوسط	8.5		

المحاضرة الثامنة

الري بالتنقيط Drip Irrigation



يعد الري بالتنقيط من الطرق حديثة الاستعمال مقارنة مع باقي طرق الري وقد أثبتت فعاليتها ونجاحها لا سيما في المناطق الجافة التي تعاني نقصاً في الموارد المائية مع الاحتياج المائي المرتفع للنبات وأخذت هذه الطريقة بالانتشار في معظم مناطق العالم.

في هذه الطريقة يتم إيصال الماء للنباتات قرب منطقة انتشار الجذور بشكل بطيء على هيئة قطرات مستمرة أو متقطعة من منقطات مثنتة على امتداد أنبوب الري.

يبلغ تصريف المنقطة الواحد 2 - 10 ل/سا مما يؤدي إلى الوصول بمنطقة الجذور إلى نسبة عالية من الرطوبة قد تصل إلى 80 - 100% من رطوبة السعة الحقلية للتربة. يتم نقل الماء وتوزيعه في شبكة الري بالتنقيط من خلال أنابيب مغلقة تعمل تحت ضغوط منخفضة تبلغ 0.1 ميغاباسكال.

ويلاحظ في هذه الطريقة أن المياه ترطب التربة على شكل دائرة أي أن جزءاً فقط من التربة يترطب بالماء وهو حول جذور النباتات، بينما تبقى التربة جافة في المناطق الخالية من النباتات.

أهم ميزات الري بالتنقيط:

1. كفاءة ري عالية مما يؤدي للتوفير الكبير بالنسبة لكميات المياه المستخدمة.
2. عدم الحاجة لإجراء عمليات تسوية للأرض.
3. الحد من نمو الأعشاب الضارة لا سيما عند استخدام تغطية للتربة (الملش) .
4. إمكانية إضافة الأسمدة الذوابة مع مياه الري.
5. توفير الرطوبة في منطقة الجذور بشكل مستمر نظراً لطول فترات الري وتكرارها
6. التقليل من مخاطر انجراف التربة في الأراضي المنحدرة.

7. عدم إعاقة العمليات الزراعية.
 8. إمكانية استخدام الطريقة بمختلف الظروف الطبوغرافية.
 9. إمكانية استخدام مياه الري المالحة نسبياً (لحدود 2000 جزء بالمليون).
 10. استخدامها بكفاءة عالية في الأراضي الرملية والملحية وتناسب مختلف أنواع الترب.
 11. التقليل من عدد الأيدي العاملة اللازمة وسهولة التشغيل.
 12. تناسب معظم الأشجار والمحاصيل ولمختلف فترات النمو.
 13. يعد الري بالتنقيط من أفضل الطرق للتحكم الآلي حيث يمكن تشغيل نظام الري بالتنقيط آلياً وبسهولة وبوحدات صغيرة ومحدودة من الأجهزة.
 14. تعد ضغوط التشغيل المطلوبة لنظام الري بالتنقيط أقل بالمقارنة مع نظام الري بالرش.
- أهم عيوب الري بالتنقيط:**

1. الكلفة الأولية المرتفعة بالمقارنة مع باقي طرق الري.
2. تراكم الأملاح أسفل منطقة الجذور عند الري بالمياه المالحة.
3. تلف أنابيب التنقيط بسبب القوارض وبعض الحيوانات.
4. إمكانية انسداد المنقطات نتيجة للشوائب والأملاح الموجودة بالماء.
5. تعرض الأشجار لخطر الاقتلاع عند هبوب رياح قوية بسبب عدم تعمق الجذور بالتربة.

مكونات نظام الري بالتنقيط:

يشبه إلى حد كبير مكونات نظام الري بالرش وذلك من حيث وجود مضخة لضخ مياه الري من مصدر المياه إلى الشبكة التي تقوم بنقل المياه وتوزيعها إلى داخل الحقل ومنه إلى النباتات.

يتألف نظام الري بالتنقيط من محطة الضخ ومركز التحكم ومن شبكة الأنابيب الرئيسية والفرعية وأنابيب التنقيط والمنقطات. إضافة للمحابس والأكواع والتجهيزات الضرورية الأخرى.

1. وحدة الضخ:

يحتاج الري بالتنقيط إلى إمدادات من المياه تحت ضغط مناسب لتوفير الضغوط اللازم للتغلب على قوى الاحتكاك والفواقد الإضافية نتيجة التجهيزات الضرورية لعمل الشبكة، كما يحتاج إلى القوة اللازمة للتغلب على فروق الارتفاعات التضاريسية في الحقل، إضافة إلى الضغط اللازم لعمل المنقطات.

يمكن الاستغناء عن المضخات النابذة أو الغاطسة، إذا كان ارتفاع مصدر الماء من الحقل يكفي لتأمين ضغط التشغيل المطلوب للمنقطات.

تتكون وحدة التحكم غالباً من:

1. مضخة أو أكثر.

2. أجهزة الترشيح والتنقية (الفلتر) .

3. جهاز تنظيم وقياس الضغط.

4. خزان السماد وجهاز خلط الأسمدة الكيميائية.

أجهزة الترشيح أو التصفية:

تعد المرشحات أو أجهزة التصفية (فلتر) التي تكون بالقرب من وحدة التحكم الرئيسية من أهم عناصر وحدة التحكم لتأثيرها البالغ في كفاءة المنقطات لأنها تعمل على إزالة الشائب والأتربة والرواسب التي يمكن أن تدخل النظام وتؤدي لانسداد المنقطات مما يؤثر بشكل فعال على تجانس توزيع المياه.

تستخدم المرشحات الشبكية إذا كان مصدر المياه من الآبار، أما في حالة استخدام مياه الأقنية أو الخزانات السطحية فيتم استخدام فلتر رملي إلى جانب الفلتر أو المرشح الشبكي.

شبكة الأنابيب:

تشمل شبكة الري بالتنقيط على أنابيب رئيسية وفرعية أو ثانوية، وأنابيب الري الحقلية. وتباين المسافة بين المنقطات حسب نوع النبات المزروع ومسافة الزراعة، وتتراوح عادة بين 20-50 سم في حالة استخدامها لري المحاصيل والخضار، أما في حالة ري الأشجار يمكن وضع 5 منقطات للشجرة الواحدة. تتكون شبكة الأنابيب من:

1. الأنبوب الرئيسي: وهو الأنبوب الذي ينقل مياه الري من مصدرها إلى الأرض الزراعية ويمكن أن يتفرع إلى أكثر من خط فرعي تبعاً لمساحة المزرعة.

2. الأنابيب الفرعية: وهي تفرعات الخطوط الرئيسية وتكون إما معدنية أو بلاستيكية.

3. أنابيب الري: تتفرع عن الأنابيب الفرعية وتكون عادة بلاستيكية، ويتم تثبيت المنقطات عليها، تتراوح أقطارها بين 10-22 ملم ويتراوح طولها بين 40 – 100 م. تختلف المسافة بين الأنابيب بحسب نوع المحاصيل المزروعة والمسافة بين خطوط الزراعة فتتراوح المسافة بين 70-100 سم. وتزيد المسافة بين أنابيب الري تزيد على 120 سم لبعض أنواع الخضار لتبلغ عدة أمتار للأشجار المثمرة.

توضع أنابيب الري الحقلية على سطح الأرض وعلى امتداد خط زراعة المحصول بحيث يمكن أن يقوم أنبوب الري بتزويد خط واحد من النباتات أو يقوم بتزويد خطين.

المنقطات:

تعد العنصر الرئيسي في شبكة الري بالتنقيط حيث تقوم بإيصال ماء الري من أنبوب الري الحقلية المغذي إلى منطقة انتشار جذور النباتات.

تصمم النقاطات لتقوم بتخفيض ضغط الماء ليخرج منها بضغط يعادل الضغط الجوي.

هناك أنواع عديدة جداً من المنقطات تختلف بحسب حجمها ومبدأ عملها مثل منقطات الفوهة أو المسار الطويل أو الدوامية أو ذاتية الغسيل أو الضغط المعادل، وقد انتشرت في الفترة الأخيرة الأنابيب المستخدمة كمنقطات والتي تسمى T-tap.



تصميم نظام الري بالتنقيط

يعد تصميم نظام الري العملية التي يتم من خلالها إيجاد عناصر النظام مثل كمية الماء والطاقة اللازمة وأطوال الأنابيب وأقطارها، ثم تحديد عناصر تشغيل كل جزء من النظام.

الدراسة الهيدروليكية لشبكة الري بالتنقيط: تختلف طريقة الري بالتنقيط عن باقي

طرق الري بأنها ترطب جزءاً من المساحة حول النبات، بينما تبقى مساحة كبيرة من الأرض جافة، مما يؤدي لخفض كمية المياه الضائعة بالتبخر.

عند دراسة مشروع ري بالتنقيط لا بد من التطرق إلى عدة مواضيع منها:

- المسافة بين المنقطات.
- المسافة المبتلة
- عيار السقاية
- الاحتياجات المائية.
- التباعد بين الريات.
- زمن الري
- تدفق أنبوب الري
- حساب معامل انتظام توزيع الماء

1. المسافة بين المنقطات:

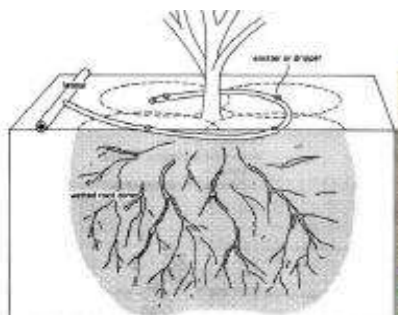
تتعلق هذه المسافة بنوع المحصول والتربة والمسافة بين النباتات، وتتراوح من 20-50 سم للمحاصيل. ومن 40-100 سم للخضار، وتبلغ عدة أمتار في حالة الأشجار المثمرة. فيتم وضع أكثر من نقطة للشجرة الواحدة على مسافة 50 سم للأشجار الصغيرة و100 سم للأشجار الكبيرة.

2. المسافة المبتلة:

عند تسرب الماء من المنقطة تزداد نسبة رطوبة التربة تدريجياً مع تقدم جبهة الابتلال للأسفل وبالاتجاه الأفقي مشكلة ما يسمى بمخروط أو بصلة الابتلال، والذي تتعلق مساحته بعدة عوامل هي:

- نوع المحصول المزروع.
- تدفق المنقطة- والتباعد بين المنقطات.
- نوع التربة.
- كمية الأمطار الهاطلة في المنطقة.

❖ حساب عرض أو قطر دائرة الابتلال:



$$Z = 29.2 \times (V_w)^{0.63} \times \left(\frac{C_s}{q}\right)^{0.45}$$

$$W = 0.0094 \times (Z)^{0.35} \times (q)^{0.33} \times (C_s)^{-0.33}$$

حيث: Z: المسافة العمودية لجهة الابتلال (م).

W: قطر دائرة الابتلال (م).

V_w: حجم الماء المضاف (لتر).

C_s: الناقلية الهيدروليكية المشبعة للتربة (م/ثا).

Q: تدفق المنقطة (لتر/ساعة).

بعد حساب مساحة الابتلال (A_w) يمكن تقدير (P_w) للأشجار وهي النسبة بين المساحة المبتلة والمساحة الكلية.

$$P_w = \frac{Np - A_w}{A_0} \times 100$$

حيث: A₀: المساحة الكلية للشجرة وتساوي: SR * Sp

SR: المسافة بين صفين من الأشجار.

Sp: المسافة بين شجرتين في الصف الواحد.

Np: عدد المنقطات للشجرة الواحدة.

P_w: النسبة المئوية لمساحة التربة المبتلة.

A_w: مساحة الابتلال.

جدول يبين المساحة المرطبة من النقاط الواحدة حسب نوع التربة

نوع التربة	المساحة المرطبة م ²
رملية (خفيفة)	2 - 0.5
لومية (متوسطة)	6 - 2
غضارية (ثقيلة)	15 - 6

3. عيار السقاية:

$$D_n = P_w * D_r$$

D_r: عيار السقاية للري بالتنقيط. P_w: المساحة المبتلة. D_r: عيار السقاية الحقيقي.

الاحتياجات المائية

$$ET_t = \sqrt{P_g} \times ET_{max}$$

ETt: الاحتياجات المائية للمحصول بطريقة الري بالنقيط.

Pg: نسبة المساحة الخضراء إلى المساحة الكلية لمحصول تام النمو.

ETmax: الاحتياجات المائية للمحصول بطريقة الري بالرش أو طريقة الري السطحي.

التباعد بين الريات:

$$X = \frac{Dn}{ET_t}$$

زمن الري:

$$T = \frac{a \times D_n}{\dot{Q}}$$

a: المساحة المروية بالمنقطة الواحدة.

$\dot{Q}$: تدفق المنقطة الواحدة.

تدفق أنبوب الري:

$$Q = n \cdot \dot{Q}$$

Q: عدد المنقطات في الأنبوب.

حساب كفاءات الري في أنظمة الري المضغوط (الرياذي، التنقيط)

كفاءة الري E_a : يمكن الحصول عليها بالمعادلة التالية

$$E_a = K_s \times E_w$$

K_s : معامل يعبر عن كفاءة التربة في اختزان المياه (كفاءة التخزين).

E_w : معامل يعبر عن كفاءة التجانس وتوزيع مياه الري ويتم تحديده بعد تقييم الشبكة.

كفاءة التخزين K_s : هي عبارة عن تخزين التربة للماء وهي تعكس مقدار احتفاظ التربة لمياه السقاية

المقدمة إليها ضمن منطقة الجذور. ويتم الحصول عليها بالمعادلة التالية

$$K_s = [\theta_{At} - \theta_t] [RD] 10 + Cu (48 \text{ hours}) \{ [\theta_{Fc} - \theta_t] [RD] 10 \}$$

K_s : كفاءة التخزين %.

θ_{At} : الرطوبة بعد 48 ساعة من السقاية (%) بالنسبة للري الرياذي والسطحي و 24 ساعة بالنسبة للري بالتنقيط.

θ_t : الرطوبة قبل السقاية %.

RD : عمق الجذور (العمق الفعال).

Cu : الاستهلاك المائي خلال 48 ساعة (للري الرياذي والسطحي) و 24 ساعة (للري بالتنقيط).

θ_{Fc} : السعة الحقلية %.

معامل انتظام التوزيع /كريستيانسون/: وهو معامل يعبر عن انتظام التوزيع ويتم تحديده بعد تقييم شبكة الري ويحسب عند كل رية، ويتم تحديده بالنسبة للري بالتنقيط وفق قانون كريستيانسون

$$UCC = EW = 100 (1 - \sum (x - H) \setminus 16 x)$$

X : متوسط الغزارة لعلب التقييم (تصريف النقاط).

H : غزارة كل علبة حيث تساوي كمية المياه في العلبة خلال ساعة / سطح العلبة.

16: عدد علب التقييم.

حساب كفاءة استخدام مياه الري: يقصد بكفاءة استخدام المياه (WUE) قياس إنتاجية المياه التي يستهلكها المحصول وتحسب وفق العلاقة

$$\text{كفاءة استخدام المياه للسقايات الكلية (كغ/م}^3\text{)} = \frac{[\text{المردود (كغ/هـ)}]}{[\text{السقاية الكلية (م}^3\text{/هـ)}]}$$

تمرين:

✓ احسب كفاءة شبكة ري بالرذاذ، يعمل المرش تحت ضغط تشغيل 3 بار، و سرعة الرياح م²/ثا وكانت كمية الماء في علب القياس كما في الجدول التالي :

رقم العلبة	(X) حجم الماء في الوعاء مم/سا	(X-H) انحراف القراءات
1	10.9	3.5
2	7.7	0.3
3	6.1	1.3
4	5.9	1.5
5	7.6	0.2
6	5.7	1.7
7	6.8	0.6
8	8.5	1.1
المجموع	59.2	10.2
H المتوسط	7.4	
		كفاءة توزيع = 83%

نحسب متوسط حجم الماء = $(10.9 + 7.7 + 6.1 + \dots) \div 8 = 7.4$

نحسب انحرافات القراءات كما يلي:

3.5 = 7.4 - 10.9 ، 0.3 = 7.4 - 7.7 ، 1.3 = 7.4 - 6.1 ، نكمل حتى العلبة 8

نحسب مجموع انحرافات القراءات . نعوض في قانون حساب كفاءة التوزيع حسب كريستيانسون:

$$UCC = (1 - \frac{\text{مجموع انحرافات القراءات}}{\text{مجموع حجم الماء في العلب}}) \times 100$$

$$UCC = (1 - \frac{10.2}{59.2}) \times 100 = 82.8 \sim 83\%$$

- كفاءة التجانس التام EU% للري بالتنقيط

$$\% EU = \left[\frac{q_n/q_a + q_a/q_x}{2} \right] \times 100$$

qn تمثل وسطي التصريف لـ 25 % لأصغر تصريف لمجموع النقاطات.
qx تمثل وسطي التصريف لـ 15 % لأكبر تصريف لمجموع النقاطات.
qa تمثل المتوسط الحسابي لجميع التصارييف المقاسة.

وتقسم قيم معامل انتظام توزيع الماء إلى:

أكبر من 89% ممتازة

80 – 89% جيدة

70 – 79% غير مقبولة

تمرين : احسب كفاءة التجانس والتوزيع المطلق لشبكة ري بالتنقيط، اذا علمت ان زمن القياس 5 دقيقة وضغط التشغيل = 1 بار، واخذت المعطيات وفق الجدول التالية

qx متوسط أكبر 15%	qn متوسط أصغر 25%	qa متوسط	نهاية الخط مم /سا	وسط الخط مم/سا	اول الخط مم/سا	رقم علبة القياس
3.67	3.2	3.38	3.48	3.67	3.55	1
			3.22	3.41	3.48	2
			3.17	3.24	3.24	3
					93	كفاءة التجانس = التام



المحاضرة التاسعة

أساسيات علم الصرف الزراعي

الصرف الزراعي

تعريف الصرف الزراعي (البزل) :

هو عملية التخلص من المياه الفائضة عن حاجة النبات التي قد تتواجد فوق سطح الأرض وتحتها حيث تمتد جذور النباتات ، فإذا تواجدت مثل هذه المياه في الأراضي الزراعية لفترة طويلة قد تؤدي إلى أضرار جسيمة بالأرض وبالإننتاج النباتي بشكل عام .

أهداف الصرف الزراعي :

صرف الأراضي الزراعية عامل رئيسي وهام جداً لتحقيق الأمور التالية :

1. تحسين خواص التربة .

2. تحسين نوعية المحاصيل الزراعية .

3. زيادة الإنتاج .

أنواع الصرف الزراعي : تقسم عملية الصرف على أساس مكان تواجد المياه الزائدة إلى قسمين

1. **الصرف السطحي :** التخلص من المياه المتراكمة على سطح الأرض والزائدة عن حاجة

النباتات

2. **الصرف الباطني :** عملية تخفيض منسوب المياه الأرضية إلى الحد الملائم لجذور النباتات

فوائد الصرف الزراعي :

تختلف فوائد صرف الأراضي الزراعية باختلاف الظروف المناخية السائدة في المنطقة ، لذا يمكن تلخيص الفوائد بالنسبة للمناطق المناخية كما يلي :

1. فوائد الصرف في المناطق الرطبة وشبه الرطبة :

(1) التخلص من المياه الزائدة نتيجة الجريان السطحي بفعل الأمطار الغزيرة أو مياه الري .

(2) السيطرة على ارتفاع الماء الأرضي .

(3) تسهيل العمليات الزراعية .

(4) يساعد على انتشار جذور النباتات إلى الأسفل مما يؤدي إلى امتصاص مواد غذائية أكثر .

(5) يحسن من ظروف تكاثر بكتريا التربة المفيدة .

6) يحسن من خواص التربة من ناحية التهوية .

2. فوائد الصرف في المناطق الجافة وشبه الجافة :

1. خفض منسوب المياه الأرضية .
2. غسل الأملاح الزائدة من التربة في منطقة الجذور والمحافظة على مستوى ملحي معين فيها.
3. تحسين خواص التربة الطبيعية والكيميائية (بناء التربة ، والمسامية ، والتهوية) .

مصادر الماء الزائدة :

1. الإفراط في استخدام مياه الري .
2. الأمطار ومياه الفيضانات.
3. التسرب من القنوات والخزانات .
4. الماء الأرضي .

السيطرة على مصادر مياه الصرف :

1. تخفيض الماء الأرضي في بعض المناطق وحل مشاكل الصرف بالسيطرة على مصادر المياه الزائدة .
2. السيطرة على مصدر الماء الناتج عن الري الزائد من خلال :
 - زيادة كفاءة الري السطحي أو الري بالخطوط من خلال تسوية الأرض ، وإضافة الماء بالكميات المقررة ، أو استخدام الطرق الحديثة للري مثل الرش أو التنقيط.
 - تبطين قنوات الري للتقليل أو منع الفواقد المائية بالتسرب والحد من مشاكل الصرف .
 - زراعة نوع خاص من الأشجار على ضفاف قنوات الري يوصى بها في بعض الأحيان لغرض التخلص من مياه التسرب (الرشح) عن طريق الاستهلاك النباتي للمياه ، وتسمى هذه الطريقة بالبزل الاحيائي (Biological Drainage) .
 - عمل مبزل قاطع مواز لقناة الري يعمل على قطع المياه الراشحة من القناة ويمنع ذهابها الى الحقل .

دلائل مشاكل الصرف :

1. تراكم المياه فوق سطح الأرض خاصة في الأماكن المنخفضة .
2. ظهور تجمعات ملحية على سطح الأرض.
3. انتشار وتكاثر البعوض مما يدل على تراكم المياه فوق سطح الأرض.

4. انضغاط سطح التربة نتيجة استخدام المعدات الزراعية الثقيلة عليها.

5. صعوبة العمليات الزراعية نتيجة لتشبع التربة بالماء.

6. ضعف نمو النباتات واصفرار أوراقها .

الدراسات اللازمة لمشاريع الصرف :

يجب أن تحدد الغاية من الدراسات قبل البدء في تنفيذ أي مشروع صرف ، وبشكل عام تتم الدراسات عبر مرحلتين ، وتشمل ما يلي : 1-الدراسات الاستكشافية .2- الدراسات التصميمية . ويجب أن تتضمن هذه الدراسات العوامل الخاصة بتضاريس المنطقة ، والأملاح في التربة ، والماء الأرضي ، وكميات المياه الزائدة ، وتشمل هذه الدراسة على العناصر التالية :

1. دراسة المياه والأملاح الزائدة التي قد تشكل مشكلة في الوقت الحاضر أو في المستقبل .

2. تحديد المنافذ الطبيعية للمياه والأملاح الزائدة .

3. تحديد مصدر المياه الزائدة .

4. تحديد الاحتياجات الصرفية ، أي تحديد كمية المياه والأملاح اللازم التخلص منها .

تتطلب الدراسات الاستكشافية للمنطقة المراد إنشاء مصارف فيها دراسة حالة الصرف السطحي وتحت السطحي ، ففي حالة الصرف السطحي لابد من التحري عن مصدر المياه الزائدة على سطح الأرض ، مثل : مياه الفيضانات ، والجريان السطحي من المناطق المجاورة ، والمياه الزائدة نتيجة أعمال الري .

أما في حالة الصرف تحت السطحي يجب أن تتركز الدراسات على الأمور الرئيسية التالية :

(1) دراسة حالة المياه الجوفية :

مثل تحديد مناسيب ارتفاع الماء الجوفي وتذبذباته السنوية ، وتحديد مصادر التغذية والاتجاه العام لحركته ودرجة ملوحته ، ويمكن تحقيق ذلك من خلال مراقبة الآبار الضحلة والعميقة المحفورة في المنطقة أو بحفر واستخدام آبار الرصد (آبار المراقبة) أو البيزومتريات

(2) تحديد قابلية الصرف للمشروع :

وذلك من خلال دراسة حالة منافذ المياه الزائدة وقابلية التربة للتخلص من المياه الزائدة والذي يمكن تقديره بقياس : النفاذية المشبعة للتربة . و عمق الطبقة الصماء .

(3) تقدير كلفة مشروع الصرف :

أي تقدير تكلفة إنشاء وتنفيذ المصارف بعد تخمين كلفة وحدة الطول للمصارف .

إن دراسة حالة الماء الجوفي يعد جزءاً رئيسياً من الدراسات الخاصة بتنفيذ شبكة الصرف (أي قياس منسوب الماء الجوفي ومعرفة العوامل التي تساعد على رفع وخفض منسوب الماء الجوفي)

تتأثر حالة المياه الأرضية بشكل عام بالعوامل التي تؤثر على تغذيته والعوامل التي تؤدي إلى استنزاف أو التسرب منه ، فيمكن تحديد نوع المسبب ونتيجته .

وسائل رصد الماء الأرضي :

شبكة الرصد تتألف من مجموعة آبار مراقبة وبيزومتريات تثبت في المنطقة لغرض جمع المعلومات عن مناسيب سطح الماء الأرضي والاختلافات في الضغوط الهيدروليكية للماء الأرضي في مواقع مختلفة ، وتوضع نقاط الرصد عادة باتجاهين ، موازياً للاتجاه المتوقع لحركة الماء وكذلك بالاتجاه الرأسي عليه .

وبشكل عام يمكن استخدام الوسائل التالية في رصد الماء الأرضي :

(1) آبار الضخ المتوفرة في المنطقة :

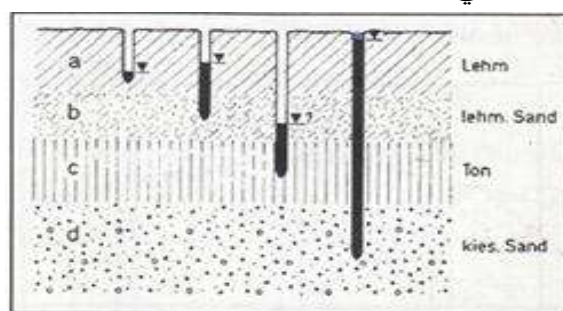
يمكن الاستفادة من آبار الشرب المتوفرة في المنطقة لمعرفة منسوب الماء الأرضي ، يتم الرصد يومياً قبل السحب من البئر ، وتكون هذه الآبار عادة ذات أقطار كبيرة نسبياً ، وتتراوح أعماقها ما بين 3 و 5 متر عن سطح الأرض .

(2) آبار الرصد (آبار المراقبة) :

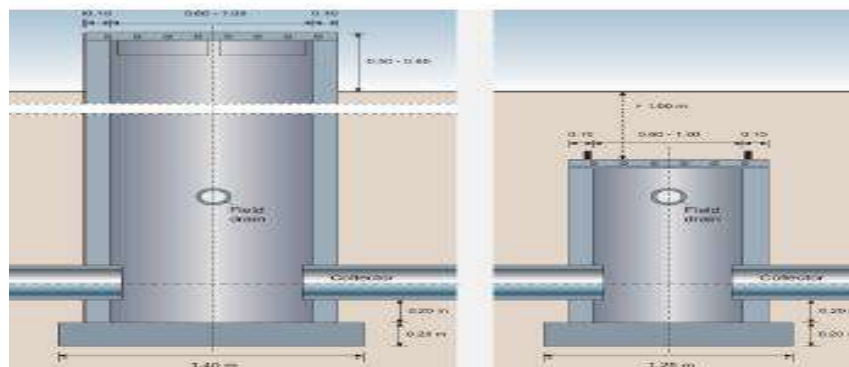
يتم حفر هذا النوع من الآبار بواسطة البريمة ، يوضع في كل بئر أنبوب معدني مثقب من الجوانب كي يسمح بمرور الماء بداخله ، يملأ الفراغ بين جدران الأنبوب والحفرة بمرشح يتكون من الحصى والرمل المدرج ، يساعد هذا المرشح على تسهيل عملية حركة الماء نحو البئر كما يمنع دخول حبيبات التربة الناعمة إلى داخل البئر فهذه الآبار تستخدم لتحديد مناسيب المياه الأرضية .

(3) البيزومتريات :

فهي عبارة عن أنابيب معدنية تثبت داخل التربة إلى العمق المراد قياس ضغط الماء فيه ، وهي غير مخرمة من الجوانب ، وأقطارها صغيرة ، فالماء يدخل من الطرف السفلي للأنبوب فقط ، وارتفاع الماء في الأنبوب يمثل قيمة الضغط عند تلك النقطة .



حركة الماء بدلالة البيزومتر



شكل (9-8): غرف التفتيش المستخدمة في شبكات الصرف المغطى

طرق قياس الماء الأرضي :

ويتم قياس مناسب الماء الأرضي بإحدى الطرق التالية :

1. جهاز القياس السمعي :

يتكون من أنبوب معدني قطره 2 سم وطوله 5 سم ، يتصل بشريط قياس ، ينزل إلى داخل أنبوب الرصد أو البيزومتر، وعندما يرتطم بسطح الماء الموجود في بئر الرصد فإنه يصدر صوتاً ، فعندها مباشرة تؤخذ القراءة بواسطة شريط القياس ، وبذلك تحدد منسوب الماء الأرضي في ذلك الموقع .

2. المؤشر الكهربائي :

يتكون هذا الجهاز من سلكين كهربائيين متصلة بأقطاب في الأطراف ، أحد الأقطاب العلوية متصل ببطارية والآخر متصل بمقياس أمبير دقيق ، فعندما تلامس الأقطاب السفلى سطح الماء تبدأ الدورة الكهربائية بالانغلاق وعندها يبدأ المؤشر يشير إلى مقدار عمق أو منسوب الماء الأرضي .

3. جهاز تسجيل منسوب الماء :

يتكون الجهاز من طوافة (عوامة) صغيرة وثقل يوازنها ، متصلان بمؤشر يعمل على تسجيل ارتفاع منسوب الماء الأرضي على ورق بياني بواسطة مجموعة عتلات ربط ، ويسجل هذا الجهاز باستمرار مناسب الماء الأرضي مع الزمن .

المسوحات الهيدرولوجية :

هو جمع المعلومات الخاصة بصفات التربة الفيزيائية والهيدرولوجية اللازمة لتصاميم البزل وأهمها:

1. النفاذية Hydraulic conductivity .
2. معدل الرشح Infiltration Rate .
3. الملوحة والقاعدية Salinity and Alkalinity .

نفاذية التربة :

تعد النفاذية صفة مهمة للتربة خاصة في حالة وضع التصاميم للمصارف ، فهي تدل على قابلية التربة لإمرار الماء خلالها ، أي أنها تعبر عن معدل أو سرعة مرور الماء خلال التربة ، ووحداتها هي (L / T) . وتقاس نفاذية التربة في المختبر (المعمل) أو في الحقل .

نظم الصرف الزراعي



شكل (8-8 أ) : إحدى الآلات المستخدمة في عمل المصارف الحقلية



شكل (8-8 ب) : صورة أخرى لإحدى الآلات المستخدمة في عمل المصارف الحقلية



تصنيف المصارف :

تصنّف المصارف حسب سعتها ووظيفتها، وبشكل عام تتكون شبكة الصرف من مجموعة مصارف ، لكل نوع منها وظيفة معينة ، والشكل رقم (3) يبين أنواع المصارف في أي نظام صرف متكامل :

1. المصارف الحقلية :

تتفد هذه المصارف في الحقول المراد استصلاحها لغرض جمع المياه السطحية الفائضة عن الحاجة ونقلها إلى المصارف المجمعة ، وتعمل أيضاً على تخفيض منسوب الماء الأرضي .

2. المصارف المجمعة الفرعية :

تكون سعتها أكبر من المصارف الحقلية ، ووظيفتها جمع المياه من المصارف الحقلية ونقلها إلى المصارف المجمعة الرئيسية .

3. المصارف المجمعّة الرئيسية :

سعة هذه المصارف تكون عادة كبيرة ، فهي تجمع المياه من المصارف المجمعّة الفرعية ونقلها إلى المصارف الرئيسية .

4. المصارف الرئيسية :

تكون سعة هذه المصارف كبيرة جداً مقارنة بالأنواع الأخرى ، فهي تجمع المياه من المصارف المجمعّة الرئيسية ثم تلقي بها في المصب الذي يقع خارج المنطقة الزراعية.

أنواع المصارف :

1. المصارف المفتوحة :

هي المصارف المنفذة في الحقل على هيئة قنوات مفتوحة ، وهي تشبه إلى حد كبير قنوات الري ، غير أنّها تكون أعمق وتقع في المناطق المنخفضة من الحقل .



2. المصارف المغطاة :

هي مصارف أنبوبية تتدف وتدفن تحت سطح الأرض ، وهي عبارة عن أنابيب مخرمة في جدرانها الخارجية ، ويدخل ماء الصرف في هذه الأنابيب من خلال هذه الفتحات .

أولاً : المصارف المفتوحة :

مزايا المصارف المفتوحة :

- 1) تستطيع صرف ونقل كميات كبيرة من الماء لأن مقطعها العرضي كبير .
- 2) يمكن استعمالها أيضاً لصرف المياه الزائدة اليومية نتيجة الأمطار أو الفيضانات .
- 3) لا تحتاج إلى انحدار كبير وهذا مهم في الأراضي المستوية .
- 4) التعرف بسهولة على مناطق العطل والانسداد فيها .
- 5) يمكن تنظيف وصيانة المصرف في أي وقت يتطلبه الأمر .
- 6) التكاليف الابتدائية للمشروع منخفضة نسبياً .

عيوب المصارف المفتوحة :

1. تشغل المصارف المفتوحة مساحات واسعة من الأراضي الزراعية قد تصل نسبتها إلى حوالي 15 % من مساحة المنطقة .
2. تعيق سير وحركة المكائن والآلات الزراعية .
3. تحتاج إلى صيانة وتنظيف مستمرين مما يزيد من تكاليف الصيانة .
4. تحتاج إلى إنشاء جسور فوق المصارف لعبور الأشخاص والمواشي والمعدات والمكائن الزراعية .
5. تشكل مكاناً ملائماً لنمو الأعشاب وانتشار الحشرات الضارة بالصحة العامة والاقتصاد .

ثانياً : المصارف المغطاة :

هي المصارف المدفونة تحت سطح الأرض ومخفيه عن النظر ، يشمل هذا النظام على المصارف الحقلية والمجمعة والرئيسية ، وتكون جميعها تحت سطح الأرض .

مزايا الصرف المغطى :

1. توفر 10 - 15 % من الأراضي الزراعية مقارنة بالمصارف المفتوحة .
2. لا تحتاج إلى كثير من المنشآت كالجسور والقناطر .
3. لا تسمح بنمو الأعشاب أو تكاثر الحشرات .
4. تحتاج إلى صيانة أقل مما تحتاجه المصارف المفتوحة .
5. يمكن إجراء جميع العمليات الزراعية الآلية بسهولة وبدون عوائق .

عيوب الصرف المغطى :

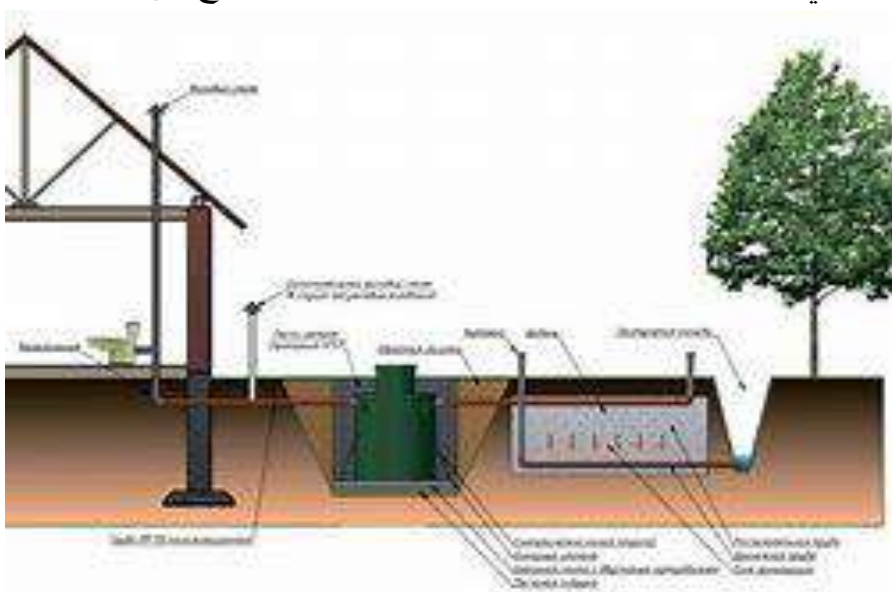
1. تكون تكاليفه الابتدائية عالية .
2. عدم إمكانية التخلص من المياه السطحية الزائدة بسرعة أو بسهولة إلا بعد عمل منافذ أو فتحات سطحية خاصة لهذا الغرض .
3. صعوبة التعرف على مكان الانسداد أو الضرر في المصارف المغطاة .
4. يحتاج تخطيطها وتنفيذها إلى خبرات ومهارات فنية .
5. احتمال انسداد المصارف الصغيرة بسرعة نتيجة لتراكم الترسبات أو الأملاح فيها أو نتيجة لتغلغل جذور النباتات داخل المصارف .

المحاضرة العاشرة

أنواع شبكات الصرف

1. شبكات الصرف الرأسية (الآبار):

تستخدم للسيطرة على منسوب الماء الأرضي بحفر عدة آبار في المنطقة المراد تخليصها من المياه الفائضة وهو يستخدم في المناطق التي يكون فيها منسوب ، إلا أن استخدام هذه الطريقة محدود جداً ، عن حاجة النباتات الماء الأرضي مرتفع وتكون نوعية المياه بشكل عام صالحة للزراعة ، ففي هذه الحالة يعمل هذا النظام على تجهيز الحقول بمياه الري وبنفس الوقت يقوم بأداء عملية الصرف معاً . تكاليف هذا النظام مقارنة مع نظام الصرف الأفقي تكون قليلة ، كذلك كلفة صيانته قليلة جداً ، كما أنه يمكن بهذا النظام تخفيض منسوب الماء الأرضي إلى عمق أكثر مما هو عليه الحال في نظام الصرف الأفقي ، غير أنه غير اقتصادي للمشاريع الصغيرة ، علاوة على أنه من الصعب التخلص من المياه السطحية المتجمعة نتيجة للعواصف المطرية بهذا النظام . يفضل استخدام هذا النوع في الأراضي ذات الزراعة الكثيفة مثل البساتين لأنها لا تحتاج الى مساحات واسعة .



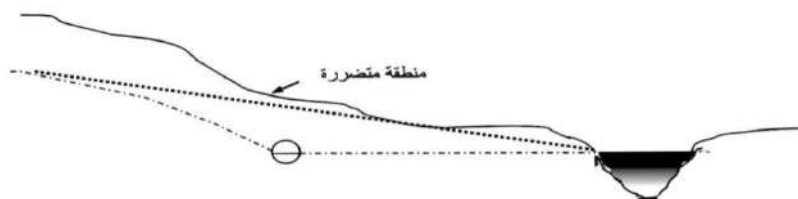
2. شبكات الصرف الأفقية :

تعد هذه الشبكة الأكثر استخداماً لأغراض الصرف الزراعي وتنقسم إلى قسمين :

1. المصارف القاطعة :

يستخدم هذا النوع من المصارف لغرض قطع المياه المتحركة من جهة معلومة وإيقاف حركتها الجانبية والتخلص من المياه . ويتم إنشاء مثل هذه المصارف بشكل عمودي

على اتجاه حركة المياه . وتكون أكثر فاعلية في حالة وجود طبقة صماء على عمق يتراوح ما بين (4 - 5) متر من سطح الأرض .



شكل رقم (4) : مقطع يبين موضع المصرف القاطع

2. المصارف المخففة :

ينشأ هذا النوع من المصارف على أعماق مختلفة تحت سطح التربة بهدف التخلص من المياه الفائضة عن حاجة النباتات وتخفيض منسوب الماء بعيداً عن منطقة الجذور ويتحرك الماء الأرضي عادة نحو المصارف ، نتيجة للقوة المحركة الناتجة عن الفرق في انحدار الجهد الكلي للماء بين ما هو موجود في التربة وما هو موجود في المصرف . وعادة تستخدم هذه الأنواع في الحقول لتخفيض منسوب الماء الأرضي في الحقل .

أنماط شبكات صرف التخفيف :

يعتمد شكل شبكة الصرف على طبيعة تضاريس الأرض المراد تنفيذ المصارف فيها . بشكل عام تكون الشبكة فعالة في حالة إنشاؤها في المناطق المنخفضة التي تتجمع عادة فيها المياه الزائدة ، والشكل (رقم 5) يبين الأنماط المختلفة لشبكات الصرف المخففة :

■ المنظومة المتوازية :

تشتمل على مصارف حقلية رأسية على المصرف الرئيس ، المسافة بينها عادة تكون غير محددة ، بل معتمدة على ظروف الموقع ، وتستخدم في المناطق المنبسطة والمنظمة الشكل ذات نفاذية متجانسة .

■ منظومة هيكل عظام السمكة :

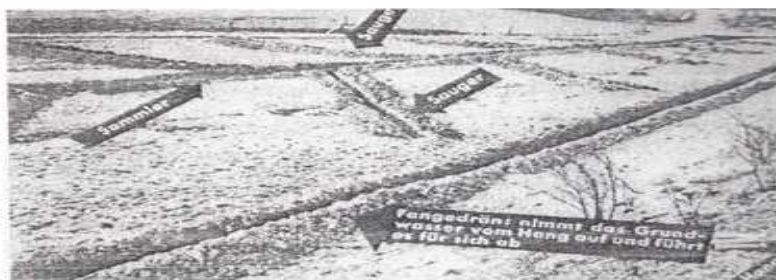
تتبع هذه الطريقة في التخطيط عندما تكون الأرض منحدرية بانتظام من الجانبين إلى الوسط ، وعليه يوضع المصرف المجمع في المنطقة المنخفضة ، وتوضع المصارف الحقلية على جانبي المجمع بحيث تلتقي معه من الجانبين بزاوية حادة .

■ منظومة الخطين المجمعين :

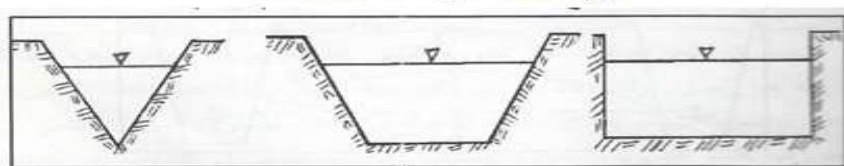
يشتمل هذا النوع على مصارف حقلية متوازية تلتقي بمجمعين متوازيين يقعان على جانبي المنخفض ، يستخدم عادة هذا النظام في المناطق ذات الانخفاض الطبيعي ويخترقها مجرى مائي .

■ النظام العشوائي أو الطبيعي :

يستخدم هذا النظام عادة في الحقول التي لا تحتاج إلى صرف تام بواسطة مصارف حقلية ذات مسافات متساوية ، وعليه يمكن استخدام هذا النظام في المناطق التي تحتاج إلى صرف جزئي بهدف صرف المساحات المتضررة الصغيرة أو بعض المساحات المعزولة، ويمتاز هذا النظام بالمرونة في اختيار مواقع المصارف الحقلية ، علاوة على أنه اقتصادي لأن الأنابيب المجمعة توضع عادة في المناطق المنخفضة، كما توضع المصارف الحقلية في المنخفضات الفرعية المتضررة.



أنواع أقنية الصرف الحقلية والمجمعة

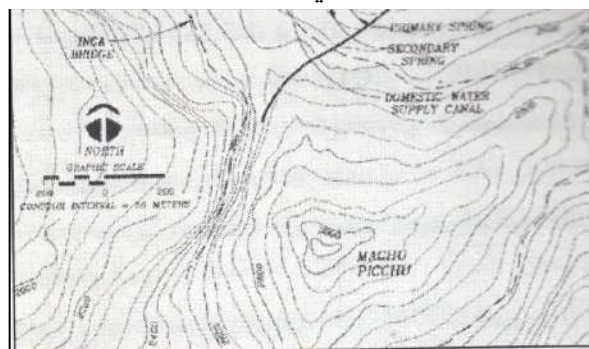
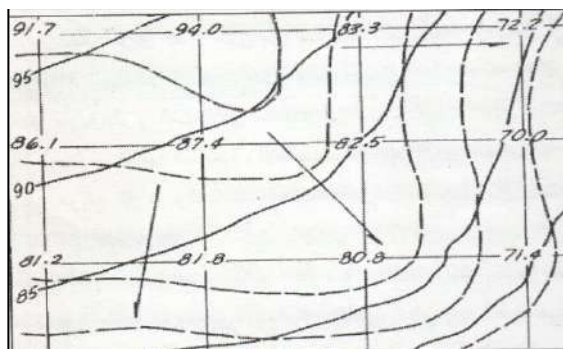


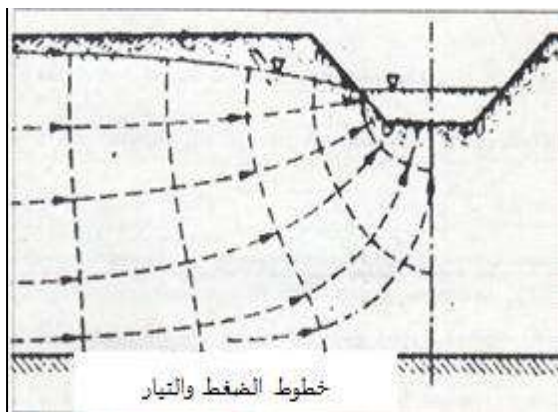
مقاطع مختلفة لأقنية الصرف المكشوفة

تخطيط مواقع المصارف :

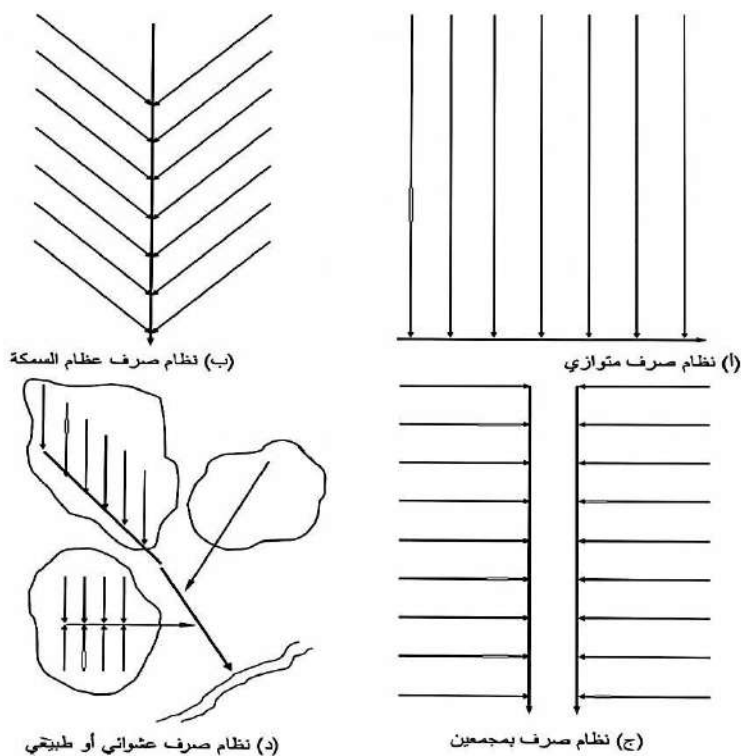
إنَّ أهم الأمور الواجب مراعاتها عند تحديد مواقع المصارف هي :

1. إعداد وتهيئة خارطة كنتورية لتوضح تضاريس المنطقة المراد تصميم شبكة صرف فيها .
2. من واقع ارتفاع المياه الأرضية في آبار المراقبة ترسم خارطة كنتورية تبين اتجاه ومصدر حركة الماء الأرضي .





3. اختيار المواقع المنخفضة في الحقل لتنفيذ حفر المصارف فيها ، هذا الموقع يساعد على حركة الماء إليها ويخفض أيضاً من تكاليف إنشائها .
4. تنفذ المصارف في تربة غير معرضة للانسيابات وبعيدة عن أماكن حدوث الزوايح الترابية .
5. يختار أقصر طول ممكن للمصارف ، ويفضل أن تكون المصارف مستقيمة بقدر الإمكان لتخفيض التكاليف .
6. اختيار ميل جانبية ملائمة للتربة في حالة الصرف المفتوح كي لا تتهار جوانب القنوات .
7. إنشاء المصارف خلال المواسم الزراعية المناسبة ، بحيث تسهل حركة المعدات والحفارات ولا تكون هناك أضرار كبيرة بالمزروعات أثناء العمل .



شكل رقم (5) أنماط مختلفة لشبكات صرف التخفيف

عمق المصارف الحقلية :

يتوقف عمق المصارف على عدة عوامل منها ما يلي :

1. منسوب الماء الأرضي في الحقل .
 2. ارتفاع منسوب الماء داخل المصرف المجمع
 3. مدى تجانس طبقات التربة وعمق الطبقة الصماء عن سطح الأرض .
 4. نوع التربة ، فهي تؤثر من خلال النفاذية على تحديد المسافة بين المصارف وبالتالي تؤثر على ارتفاع الماء بواسطة الخاصية الشعرية .
 5. نوع النبات ، عادة تحتاج جميع النباتات إلى أن تكون منطقة الجذور غير غدقة (غير مشبعة بالماء) ، وتختلف أعماق هذه المنطقة حسب نوع النبات ، فمثلاً عمق هذه الطبقة للمراعي تتراوح بين 50 - 70 سم ، وللحبوب بين 85 - 125 سم ، وللقطن بين 150 - 200 سم ، وللفاكهة بين 150 - 250 سم .
 6. نوع الميكنة والمعدات المتوفرة لأغراض الحفر .
- وبشكل عام إذا زاد عمق المصارف عن الحد المطلوب فإنَّ التكلفة تزداد ، وبنفس الوقت أن الزيادة بالعمق قد تساعد على تحسين خواص التربة وتساعد على زيادة إنتاجية المحصول لوحدة المساحة ، ولكن إذا ازد العمق عن حد معين فإن الإنتاجية لا تزيد مع زيادة العمق بعد هذا الحد .

أنواع أنابيب الصرف :

1. الأنابيب البلاستيكية :

تصنع هذه الأنابيب من اللدائن ، وتصنع بأشكال وأقطار مختلفة ، وتتراوح أقطارها ما بين 5 و 30 سم ، وتكون جدرانها إما ملساء أو متعرجة ، فمنها الصلب ومنها المرن ، وجميع الأنواع تجهز جدرانها بثقوب إما دائرية أو على هيئة شقوق طولية الشكل ، ومن خلال هذه الثقوب يتحرك الماء الأرضي داخل الأنابيب .

2. الأنابيب الفخارية :

تصنع هذه الأنابيب من مادة الطين المفخور ، تتراوح أقطارها عادة ما بين 5 و 15 سم وبأطوال (30 و 60 و 90 سم) ، وغالباً ما يستخدم الطول 30 سم ، وعند وضعها في داخل التربة يدخل الماء الأرضي فيها من خلال الفراغات البينية بين كل أنبوب وآخر ، تمتاز برخص ثمنها وتوفرها محلياً وبمقاومتها العالية للتأثيرات الكيميائية في التربة .

3. الأنابيب الأسمنتية :

تصنع من مادة الخرسانة ، ويمكن أن تكون أقطارها أكبر من 20 سم وبطول 60 سم وعادة تتأثر هذه الأنابيب بالأملاح الموجودة بالتربة ، خاصة أملاح الكبريتات ، وعليه يجب استخدام الأسمنت المقاوم للملوحة في تصنيع هذا النوع من الأنابيب .

4. الأنابيب المعدنية :

تستخدم هذه الأنابيب عندما تكون المصارف غير عميقة ، وذلك لقدرتها على تحمل الأثقال والقوى المسلطة عليها ، وتستخدم كمصببات وعند تقاطعات الطرق في الحقل .



مواصفات أنابيب الصرف المغطى :

يجب أن تتوفر بعض المواصفات في أنابيب الصرف كي تكون صالحة للاستخدام ، ومن أهم هذه المواصفات ما يلي :

- (1) عدم وجود تشققات في جدران الأنابيب .
- (2) يجب أن تكون الأنابيب مستقيمة ومنتظمة الشكل .
- (3) لها القدرة على مقاومة التغيرات الجوية ، وتحمل عمليات الإنجماد والذوبان المتعاقبة التي قد تحدث داخل التربة .
- (4) لها القدرة على تحمل الأثقال نتيجة لحركة الآليات والمعدات الزراعية الثقيلة .

فحص واختبار الأنابيب :

يجب أن تجرى بعض الفحوصات على الأنابيب قبل استخدامها لغرض الحصول على أفضل النتائج وللتأكد من تطابق مواصفاتها وتحقيقها للأغراض المصنوعة من أجلها ، ومن أهم هذه الاختبارات ما يلي :

1. اختبارات طبيعية :

الغرض من هذا النوع من الاختبار للتأكد من سلامة الأنبوب ، ويجب أن يتضمن هذا الاختبار التأكد من خلو الأنابيب من الشقوق والتكسرات وانتظام المقطع واستقامته ، بالإضافة إلى اختبار مدى مقاومة الأنابيب لعمليات الانجماد والذوبان للثلوج ، ثم اختبار قدرة الأنابيب على تحمل الأثقال وقوة السحق .

2. اختبارات قياسية :

يتم في هذا الاختبار التأكد من مدى مطابقة أبعاد الأنابيب من ناحية الأقطار والسمك والاستدارة للمواصفات .

3. اختبارات كيميائية :

تتضمن هذه الاختبارات معرفة مدى مقاومة الأنابيب للأملاح ومقاومة جدرانها للنحر ، خاصة في حالة وجود أملاح الكبريتات في التربة مثل كبريتات الصوديوم والمغنيسيوم .

المرشحات :

هي المادة التي تغلف أنبوب الصرف الحقلي ، ووظيفتها الأساسية منع دخول حبيبات التربة الناعمة المتحركة نحو المصرف مع الماء الأرضي ، وكذلك تحسين ظروف تدفق الماء من المنطقة المحيطة بالمصرف نحو الأنابيب .

تستخدم أنواع متعددة من المواد كمرشحات ، مثل :

1. رمل وحصى مدرج :

يعد هذا النوع من أفضل الأنواع المستخدمة كمرشحات للصرف المغطى ، حيث أنها تقاوم التملح .

2. حجر مكسر :

يستخدم كمرشح إلا أنه يعتمد على نوع الحجر الأصلي خاصة من ناحية تركيبه وكمية الأملاح فيه .

3. طبقات من الصرف الزجاجي :

تعمل بشكل جيد في حجز الحبيبات الناعمة ، ولكن تقل كفاءتها إذا احتوت مياه الصرف على مركبات الحديد لأنه يسبب غلق مساماتها .

4. مواد عضوية :

مثل : بقايا ألياف الكتان أو الجوت أو ليف النخيل : هذا النوع رخيص الثمن غير أن هذه المواد تعفن وتتحلل بسرعة مع الزمن .

قبل وضع المرشحات حول أنابيب الصرف يجب مراعاة بعض المواصفات أو الشروط الواجب توفرها في هذه المرشحات

أهم الشروط الواجب توفرها في المرشحات:

1. يجب أن تكون نفاذيتها للماء أكبر من نفاذية التربة الطبيعية التي يقع فيها المصرف المغطى .

2. يجب ان يكون تدرج المرشحات كافياً وكفياً بمنع حبيبات التربة من خلال فتحات المصرف أو الفواصل بين الوصلات .

3. يجب أن يكون حجم حبيبات المرشح مناسباً بحيث لا يدخل من خلال فتحات المصرف أو الفواصل البينية.

4. يجب أن يكون سمك المرشح حول الأنبوب لا يقل عن 7.5 سم .

5. يفضل أن لا تحتوي المرشحات على حبيبات تزيد أقطارها عن 8 سم وأن لا تزيد نسبة الحبيبات الناعمة (0.07 مم) عن 5 % .