المادة :- تقانات الري الحديثة (الجزء العملي).

المرحلة :- الرابعة.

القسم :- علوم التربة والموارد المائية.

المحاضرة :- الرابعة.

مدرس المادة :- م.م عماد طارق دحام

2.5 ارتشاح الماء في التربة (الغيض) WATER INFILTRATION INTO SOIL

الارتشاح او الغيض يعني عملية دخول الماء في التربة من خلال سطحها. والارتشاح يحدث بكافة الاتجاهات ، الا ان الارتشاح العمودي نحو الاسفل هو الاكثر شيوعا في عالم الري. ان القوى الرئيسة المسببة لعملية الارتشاح هي قوى الشد الشعري المتأتية اصلاً من قوى تلاصق جزيئات الماء باسطح حبيبات التربة (قوى الشد السطحي) وقوة الجذب الارضي نحو الاسفل. ومن المفيد منذ البداية التمييز بين الارتشاح والنفاذية permeability والتزيز seepage والتخلل percolation والتشرب intake فالنفاذية هي قابلية التربة المشبعة على انتقال او حركة الماء بداخلها وتعد من صفات التربة في حين ان الارتشاح ليس صفة ثابتة وانما يتأثر بكثير من العوامل التي تؤثر في خصائص ونمط الارتشاح. اما التزيز فهو ظاهرة حركة الماء داخل او خلال جسم ترابي يكون عادة مشبعاً بالماء كالتزيز من قنوات الري الترابية او التزيز خلال سد ترابي وغيرها اما التخلل فهو حركة الماء (عادة نحو الاسفل) خلال جسم ترابي ليس بالضرورة ان يكون مشبعاً مثل تخلل ماء الري الزائد خلال عمق المنطقة الجذرية اي يخترق طبقة الجذور متحركاً بعيداً نحو الاسفل. ان الفروق بين الارتشاح والتزيز والتخلل نسبية اذ أن هناك من يستعمل مصطلح التخلل للتعبير عن الارتشاح (مثل المصادر العلمية الروسية). اما التشرب فهو ظاهرة دخول الماء الى التربة من خلال سطحها ، الا ان شكل هذا السطح غير بسيط كما في حالة المقطع العرضي لمجرى المرز furrow cross section اذ ان دخول وحركة الماء في التربة تكون في اتجاهين او ثلاثة وليس كما هي الحال في الارتشاح حيث يكون دخول الماء وحركته في التربة باتجاه واحد ونحو الاسفل عادة. لهذا فان وحدات الارتشاح تكون وحدات طول (L) اي حجم على وحدة المساحة على حين تكون وحدات التشرب هي وحدات حجم لكل وحدة طول من مجرى الجريان اي (L^3) وعلى هذا فان وصف التشرب يعتمد على نفس عوامل الارتشاح زائداً شكل مقطع الجريان بضمنه عمق الماء في المقطع.

واذا تابعنا عملية ارتشاح الماء في تربة عميقة متجانسة ذات محتوى رطوبي ابتدائي منتظم ومغطاة بعمق معين من الماء لاحظنا من القياس ان معدل دخول الماء في سطح التربة يقل مع الزمن كما هو موضح في الشكل (2.3). والسبب الرئيس لهذه القلة هو تناقص الانحدار الهايدروليكي hydraulic gradient عند سطح التربة. ويمكن ان تكون هناك عوامل اخرى تؤثر سلبياً في معدل الارتشاح كأنغلاق سطح التربة Soil surface sealing والقشرة السطحية surface crust. واذا استمرت عملية الارتشاح لفترة زمنية طويلة فان معدل الارتشاح يقترب من قيمة ثابتة ، P. وعموماً فان قيمة الثابت P يجب

المادة :- تقانات الري الحديثة (الجزء العملي).

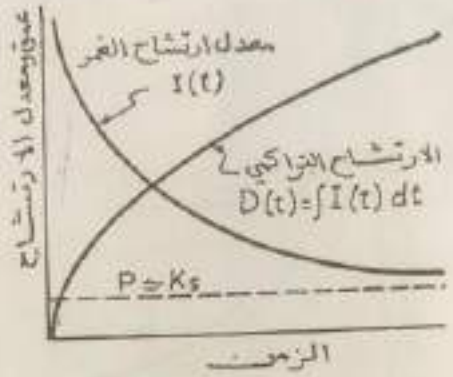
المرحلة :- الرابعة.

القسم :- علوم التربة والموارد المائية.

المحاضرة :- الرابعة.

مدرس المادة :- م.م عماد طارق دحام

ان تكون مساوية للايصالية المائية للتربة المشبعة ، K_s الا ان انحباس وانحصار الهواء بين دقائق التربة يمنع التربة من الوصول الى حالة التشبع الكامل التي عندها يكون المحتوى الرطوبي للتربة (على اساس الحجم) يساوي مسامية التربة porosity. ولهذا السبب فان P تكون اقل من K_s بقليل.



الشكل (2.3) تغير معدل الارتشاح [I (t)] والارتشاح التراكمي [D (t)] مع الزمن في حالة التربة

2.5.1 اهمية الارتشاح والعوامل المؤثرة

The Role Of Infiltration And The Influencing Factors

لعملية الارتشاح دور بالغ الاهمية من الناحية العملية في تصاميم نظم الري. فخصائص ارتشاح الماء في التربة هي التي تحدد معدل الارواء application rate الذي لايؤدي الى حدوث سيح سطحي تحت انظمة الري بالرش. ويعتمد تحديد افضل طول للمرز furrow وللشريط border في الري السطحي على خصائص ارتشاح الماء في التربة. ان الخيبة في مراعاة عملية الارتشاح بشكل وافٍ يؤدي حتماً الى ارواء غير متناسق وضائعات مائية عالية بسبب التخلل العميق والسيح السطحي.

ان كثيراً من العوامل المسيطرة على عملية الارتشاح هي نفسها التي تؤثر في حركة الماء وتوزيعه في التربة اثناء وبعد عملية الارتشاح. ولعل من اهم العوامل المؤثرة في عملية الارتشاح هي : خصائص التربة ، والمحتوى الرطوبي الابتدائي ، ومعدل الارواء الذي يعتمد على طريقة الري. وهناك عوامل اخرى مثل القشرة السطحية وانغلاق سطح التربة ، وانحباس الهواء داخل التربة ، وخصائص الماء الفيزيائية والكيميائية ودرجة حرارة الماء وعمق الماء على سطح التربة وغيرها.

المادة :- تقانات الري الحديثة (الجزء العملي).

المرحلة :- الرابعة.

القسم :- علوم التربة والموارد المائية.

المحاضرة :- الرابعة.

مدرس المادة :- م.م عماد طارق دحام

من خصائص التربة الأساس التي تؤثر في عملية الارتشاح هي القوام والتركيب. ومن خصائص التربة الاخرى الاكثر تعقيداً هي شكل خصائص رطوبة التربة soil – moisture characteristics والايصالية المائية hydraulic conductivity. يبين الشكل (2.4) خصائص ارتشاح الماء لترب مختلفة القوام اذ يتبين بأن الارتشاح يزداد بازدياد خشونة التربة والعكس.

الشكل (2.4) تأثير قوام التربة في معدل ارتشاح الماء في التربة

ويعد المحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة من العوامل الاساس والمهمة التي تؤثر في عملية الارتشاح. ومن الاخطاء الشائعة التي يقع فيها مهندس الري اعتماده في التصميم خصائص ارتشاح لتربة بمحتوى رطوبي ابتدائي يختلف عن المحتوى الرطوبي الابتدائي الذي ستكون عليه التربة اثناء الري بعد تنفيذ المشروع وتشغيله. لذا من الضروري تثبيت المحتوى الرطوبي للتربة عند قياس خصائص ارتشاح الماء للتربة المعنية ومن ثم تعديله حسب المحتوى الرطوبي الابتدائي المرغوب. او ان يتم قياس خصائص الارتشاح عندما تكون التربة بمحتوى رطوبي ابتدائي يماثل المحتوى الرطوبي الابتدائي قبيل الري الفعلي. ويبين الشكل (2.5) تأثير المحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة على معدل ارتشاح الماء في تربة بمحتوى رطوبي ابتدائي مختلف.

ويلاحظ من الشكل (2.5) انه بغض النظر عن المحتوى الرطوبي الابتدائي للتربة فان معدل الارتشاح بعد زمن كافي يقترب من نفس القيمة التي تساوي تقريباً الايصالية المائية المشبعة للتربة ، P.

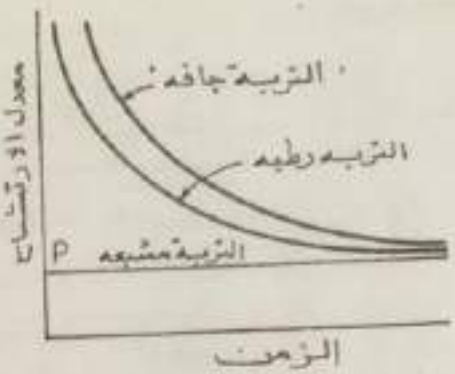
المادة :- **تقانات الري الحديثة (الجزء العملي)**.

المرحلة :- **الرابعة**.

القسم :- **علوم التربة والموارد المائية**.

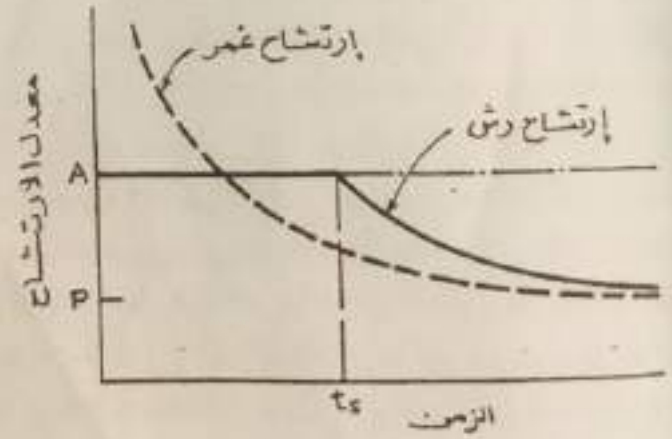
المحاضرة :- **الرابعة**.

مدرس المادة :- **م.م عماد طارق دحام**



الشكل (2.5) تأثير المحتوى الرطوبي الابتدائي في معدل ارتشاح التربة

وتؤثر طريقة الارواء او تجهيز الماء الى سطح التربة في معدل الارتشاح. وبشكل عام يمكن تقسيم طرق تجهيز الماء الى سطح التربة على ثلاث انواع رئيسة : الغمر، الرش، والتنقيط. فتحت ظروف الغمر تمتص التربة الماء على اقصى معدلات ممكنة او مايسمى بطاقة الارتشاح infiltration capacity . اما تحت حالة الرش فان التربة تمتص الماء بمعدلات تساوي معدلات رش الماء الواصلة الى سطح التربة ، اي ان الارتشاح لايمكن ان يزيد عن شدة تجهيز ماء الرش الى سطح التربة. الا انه بعد فترة زمنية معينة (تعتمد على نوع التربة وشدة الرش) تصبح طاقة الارتشاح مساوية الى شدة الرش. بعدما تصبح طاقة الارتشاح اقل من شدة الرش مما يؤدي الى تجمع الماء على السطح وحدوث السيح السطحي. ويبين الشكل (2.6) توضيحاً مبسطاً لهذه الحالة الذي فيه t_e هو زمن تشبع سطح التربة والذي بعده يصبح السيح السطحي ممكناً في حالة استمرار الرش.



الشكل (2.6) ارتشاح الماء في التربة تحت حالة الرش بشدة ثابتة تساوي A

المادة :- تقانات الري الحديثة (الجزء العملي).

المرحلة :- الرابعة.

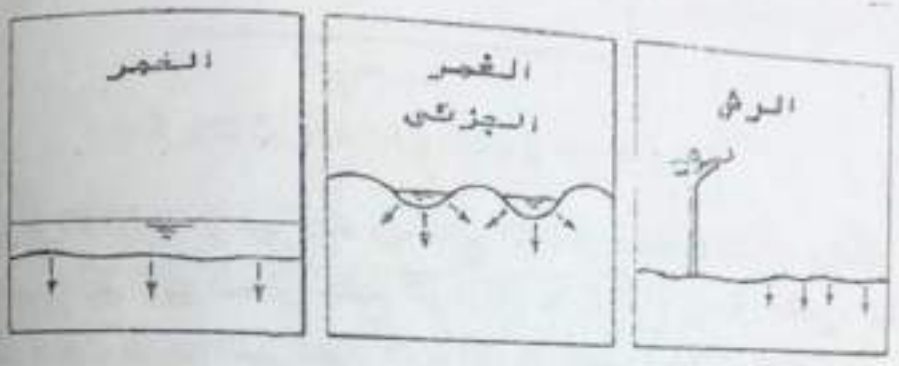
القسم :- علوم التربة والموارد المائية.

المحاضرة :- الرابعة.

مدرس المادة :- م.م عماد طارق دحام

2.5.2 قياس الارتشاح

هناك عدة طرق لقياس الارتشاح وتشرب الماء في التربة ويعتمد اختيار الطريقة المناسبة على طريقة الري المراد استخدامها في التصميم (انظر الشكل 2.7). وبشكل عام يمكن تقسيم المعدات المتوفرة لهذا الغرض على :



الشكل (2.7) الارتشاح تحت طرق مختلفة من الري

مقياس ارتشاح غمر (مغياض)، ومقاييس ارتشاح رش. فاذا كانت طريقة الري تعتمد الغمر الكلي لسطح التربة كما في حالة الري الشريطي border irrigation والري بالاحواض (في الري السطحي) فيفضل استخدام المغياض الحلقي او الاسطواني. اما عندما يكون الغمر جزئياً كما في حالة الري بالمروز فيفضل استخدام طريقة المرز المسدود blocked furrow infiltrometer او طريقة الجريان الداخل – الجريان الخارج inflow – outflow method. اما في حالة الري بالرش فان آلية الارتشاح تختلف بصورة واضحة عن تلك التي تحدث في ظروف الري السطحي، وعلى هذا فان الطريقة المثالية لقياس معدل الارتشاح تكون باستعمال المرشات sprinklers بمعدلات مختلفة من الرش، بالكاد تكفي لابقاء الماء بعمق قليل جداً على سطح التربة. تجري فحوصات هذه الطرق على مساحة صغيرة لاتتجاوز المتر المربع الواحد في حالة المغياض الاسطواني وطول قصير نسبياً في حالة المغياض المروزي furrow infiltrometer، الا ان هناك طرقاً اخرى تعتمد في قياس الارتشاح على طول الشريط او المرز بكامله او على مساحة كامل الحوض باعتماد طريقة الجريان الداخل – الجريان الخارج او على مايسمى بطريقة الموازنة المائية الحجمية لمضمار الري irrigation run. وسيرد شرح لهذه الطرق المتطورة في فصل تصميم

المادة :- تقانات الري الحديثة (الجزء العملي).

المرحلة :- الرابعة.

القسم :- علوم التربة والموارد المائية.

المحاضرة :- الرابعة.

مدرس المادة :- م.م عماد طارق دحام

الري بالمرزوز. اما في الفصل الحالي فنكتفي بتوضيح مختصر لقياس الارتشاح بطريقة المناض الحلقي او الاسطواني ring or cylinder infiltrometer test نظراً لاهمية هذه الطريقة وشيوع استخدامها كونها الطريقة الاساس المعتمدة في قياس الارتشاح.

يتألف المنياض النموذجي الاحادي الاسطوانة من اسطوانة معدنية مفتوحة النهايتين بقطر داخلي لايقل عن 250 ملم وطول 400 ملم وسمك جدار 1.5 ملم (يجب ان لايزيد سمك الجدار عن 2 ملم). ولغرض تسهيل الخزن والنقل يمكن صنع الاسطوانات باقطار مختلفة بحيث تدخل احداها في الاخرى. فمثلاً يمكن صنع اسطوانات باقطار داخلية قدرها 250, 300,290,280,270,260 ملم . ومن معدات المناض صفيحة الطرق او الدفع وتكون من الحديد بسمك لايقل عن 13ملم ، مربعة الشكل طول ضلعها يزيد بمقدار 10 سم عن قطر اكبر اسطوانة فحص. ويمكن لحم weld عروات Lugs معدنية مناسبة على الوجه الاسفل للصفيحة لغرض المحافظة على الصفيحة متمركزة على الخط المركزي الشاقولي للاسطوانة اثناء الطرق ، (لاحظ الشكل 2.8أ). ولتسهيل حمل ونقل صفيحة الدفع يمكن لحم مقبض من انبوب حديدي بقطر 13 ملم في وسط احدى حافات الصفيحة. ومن المعدات الاخرى اللازمة للفحص هي مطرقة الدفع وهي من الحديد ووزنها يتراوح بين (14—10) كغم ويمكن صنعها باشكال مختلفة كما يتضح ذلك من الشكل (2.8ب). ومن المعدات الاخرى اللازمة للفحص هو حاوية او وعاء ماء بسعة (12—10) لتر في حالة توفر مصدر قريب لماء الري ويمكسه فيجب نقل وتأمين كمية مناسبة من الماء الى موقع الفحص لاتقل عن 200 لتر. كذلك يتطلب الفحص مقياس خطاف hook gage كالمبين في الشكل (2.9) ، وساعة توقيت ، واستمارة تدوين المعلومات كالمبينة في الجدول (2.5). ولغرض اجراء الفحص يتم اولاً اختيار المواقع المناسبة له بحيث تعكس هذه المواقع التربة المعنية المراد فحص خصائص ارتشاح الماء فيها. ويجب تجنب المواقع الحاوية على تشققات عميقة ناتجة من الانكماش Shrinkage كما يجب ايضاً اخذ نماذج من تربة الموقع لتخمين المحتوى الرطوبي للتربة عند الفحص ويفضل اخذ هذه النماذج من اعماق مختلفة مثل 5 سم و15 سم و 25 سم من سطح التربة . ويجب ايضاً وصف ظروف وحالة الغطاء السطحي للتربة وتثبيت نوع المحصول المزروع ومرحلة نموه.

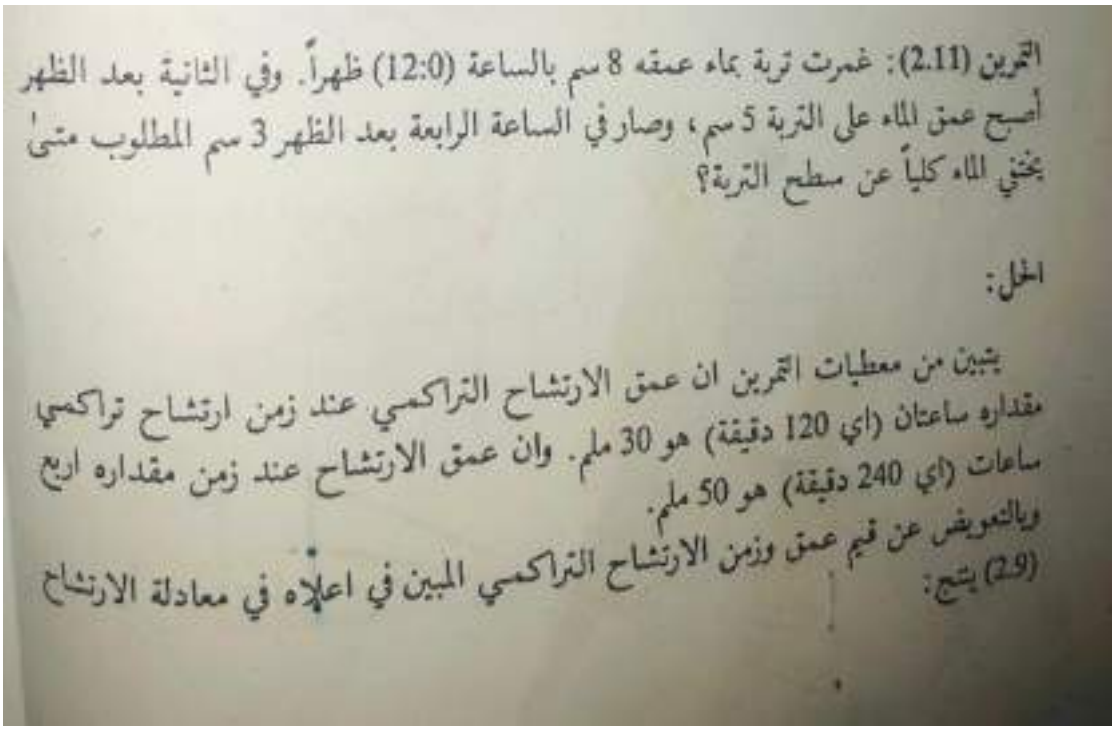
المادة :- **تقانات الري الحديثة (الجزء العملي)**.

المرحلة :- **الرابعة**.

القسم :- **علوم التربة والموارد المائية**.

المحاضرة :- **الرابعة**.

مدرس المادة :- **م.م عماد طارق دحام**



التمرين (2.11): غمرت تربة بماء عمقه 8 سم بالساعة (12:0) ظهراً. وفي الثانية بعد الظهر أصبح عمق الماء على التربة 5 سم، وصار في الساعة الرابعة بعد الظهر 3 سم المطلوب متى يختفي الماء كلياً عن سطح التربة؟

الحل:

يتبين من معطيات التمرين ان عمق الارتشاح التراكمي عند زمن ارتشاح تراكمي مقداره ساعتان (اي 120 دقيقة) هو 30 ملم. وان عمق الارتشاح عند زمن مقداره اربع ساعات (اي 240 دقيقة) هو 50 ملم.

وبالتعويض عن قيم عمق وزمن الارتشاح التراكمي المبين في اعلاه في معادلة الارتشاح (2.9) ينتج:

المادة :- تقانات الري الحديثة (الجزء العملي).

المرحلة :- الرابعة.

القسم :- علوم التربة والموارد المائية.

المحاضرة :- الرابعة.

مدرس المادة :- م.م عماد طارق دحام

$30 = C\,(120)^m$ -(1)

$50 = C\,(240)^m$ -(2)

وبحل المعادلتين (1), (2) ينتج:

$m = 0.737\,,\ C = 0.88$

وبذلك فان دالة عمق الارتشاح هي $(D = 0.88\,t^{0.737})$

ومن هذه الدالة يمكن ايجاد زمن اختفاء الماء على سطح التربة عند عمق ارتشاح تراكمي مقداره 80 ملم على الوجه الآتي:

$80 = 0.88\,t^{0.737}\ ,\ \therefore t = 455\ \text{min}$

أي عند الساعة 7:35 يختفي الماء تماماً.