المحاضرة الثالثة: كفاءة الري وتبطين القنوات

كفاءة الري irrigation efficiency

يتم نقل ماء الري من مصـــادره إلى الحقول وتجهيزه للمحاصـــيل الزراعية بطرق مختلفة، وبعبارة أخرى فأن ماء الري ينقل من نقطة ضـخه وحتى مكان اسـتغلاله من قبل النبات، وعليه يتخلل هذه العملية بعض الفاقد المائي تؤثر على كفاءة الري، وفيما يلي بعض المصـطلحات المتنوعة لكفاءة الري والتي يمكن من خلال معرفتها التوصـل إلى الأسلوب الأمثل في إيصال الماء بكفاءة عالية:

1-كفاءة نقل الماءconveance efficiency

هي كفاءة نقل الماء من مصـدر الضـخ حتى وصـوله بداية الحقل، يشـمل ذلك حسـاب الفاقد المائي نتيجة للتبخر والرشح من قنوات نقل الماء إضافة لتلك الفواقد الناتجة عن طريق النتح من قبل النباتات النامية على ضفاف القناة. ويمكن تقدير هذه الكفاءة باستخدام المعادلة التالية:

$$E_c = 100\frac{W_f}{W_r} \text{ ..... } (1)$$

E_c= كفاءة نقل الماء

W_f = كمية المياه الواصلة إلى بداية الحقل

W_r= كمية المياه التي يتم ضخها من المصدر

2- كفاءة إضافة الماء.APPLICATION EFF

وهي تمثل نسـبة كمية المياه المخزونة في المنطقة الجذرية للمحصـول في التربة إلى كمية المياه الواصـلة إلى بداية الحقل.

$$E_a = 100\frac{W_s}{W_f} \text{ ..... } (2)$$

E_a= كفاءة إضافة الماء

W_s= كمية المياه المخزونة في منطقة الجذور

W_f= كمية المياه الواصلة إلى بداية الحقل

إن كفاءة إضافة المياه تبين مصادر الفاقد المائي في الحقل، والتي تكون على هيئة فاقد جريان سطحي (R_f) وفاقد تسرب عميق (D_f) أسفل منطقة الجذور، وعليه فأن:

$W_f = W_s + R_f + D_f$ .....(3)

إذن:

$$E_a = 100\frac{W_f - (R_f + D_f)}{W_f} \text{ .....(4)}$$

وهذا يوضح بأن الفاقد المائي لا يعتمد على طريقة الري المتبعة فقط، وإنما على جملة من العوامل المشاركة في زيادة حجم الفاقد والتقليل من كفاءة الري وتشمل هذه على: (1) مقدار التصرف (2) خواص التربة (3) العمق (4) النفاذية (5) تركيب طبقات التربة (6) مدى استواء سطح الأرض (7) خواص النبات.

بناء على ما تقدم يتبين بأن كفاءة الري بطريقة الري السطحي تتراوح ما بين 40% و 60%، أما بطريقة الري بالرش فهي 60% – 75%، وطريقة الري بالتنقيط فتصل إلى أكثر من 90%.

3- كفاءة استعمال الماءwater use efficiency

وهي نسبة كمية الماء المستغل بفائدة من قبل النبات خلال موسم النمو لتلك المياه المنقولة إلى الحقل.

$$E_u = 100\frac{W_u}{W_d} \text{ .....(5)}$$

E_u = كفاءة استعمال الماء

W_u= كمية الماء المستغل بفائدة من قبل النبات

W_d= كمية الماء المنقول إلى الحقل

4-كفاءة خزن الماء.STORAGE EFF

هي نسبة كمية الماء المخزون في منطقة الجذور إلى كمية الماء المستنفذ من قبل النبات قبل الري.

$$E_s = 100\frac{W_s}{W_n} \text{ .....(6)}$$

E_s = كفاءة خزن الماء

W_s= كمية الماء المخزون في منطقة الجذور

W_n= كمية الماء المستنفذ بواسطة النبات في منطقة الجذور

وتصـــبح قيمة كفاءة الخزن مهمة جداً حينما لا تكون كمية الماء المخزون في منطقة الجذور كافية خلال فترة الري لما لها من تأثير على عملية غسل الأملاح من التربة وضرورة زيادته إلى القدر الذي يضمن ذلك.

5-كفاءة المقنن المائي

$$E_{cu} = 100\frac{W_{cu}}{W_d} \quad \text{.....(7)}$$

E_{cu} = كفاءة المقنن المائي

W_{cu}= المقنن المائي للمحصول

W_d= كمية الماء المفقودة بواسطة التسرب العميق والتبخر وتلك المستنفذة من قبل منطقة الجذور.

وبدلالة هذه الكفاءة يمكن معرفة مقدار الماء المفقود بالتبخر والتســـرب العميق نتيجة كثافة الغطاء النباتي ونفاذية التربة العالية، ونوع التربة، ونظام توزيع المجموعة الجذرية للمحصول.

6- كفاءة توزيع الماء efficiency of water distribution

تبين هذه الكفاءة دلالة مدى تجانس توزيع الماء ضـمن منطقة الجذور، مما يؤدي إلى اسـتجابة النبات للنمو بشـكل جيد في حالة التوزيع المتجانس وبعكسه في حالة عدم التوزيع بشكل متجانس ضمن منطقة الجذور، وهذا يؤدي إلى جفاف قطاع التربة مما يتطلب عندئذٍ إضـــافة الماء لتجنب ما قد ينجم من جفاف وظهور الأملاح. ومعادلة كفاءة توزيع الماء يمكن أن تكتب بالصيغة التالية:

$$E_d = 100\left(1-\frac{y}{d}\right) \quad \text{.....(8)}$$

E_d = كفاءة التوزيع

d= متوسط عمق الماء المخزون في منطقة الجذور

y= الزيادة أو النقصان عن معدل عمق الماء القياسي في منطقة الجذور

يمكن بواسـطة هذه المعادلة تقييم طريقة الري نفسـها بمواقع مختلفة، كما يمكن بواسـطتها المقارنة بين كفاءة التوزيع لطرق الري المختلفة. القيم المنخفضة لكفاءة التوزيع تعني ضرورة إضافة كمية ماء إضافية أكثر بالإضافة إلى زيادة فترة التشغيل وما يرافقها من زيادة في التكاليف مقارنة بقيم كفاءة التوزيع العالية.

تبطين قنوات الري:

يقصد بالتبطين، إكساء سطح القناة الترابي بمادة ثابتة غير نفاذة، أو بأي مادة شبيهة أخرى، والغرض من ذلك هو تقليل فاقد الرشح، بالإضافة إلى بعض المنافع الأخرى التي يمكن أن يوفرها التبطين، ويمكن تلخيص هذه الفوائد بما يلي:

1- السيطرة على الرشح:

بالتأكيد أن عملية التبطين تقلل من الفاقد المائي نتيجة للرشح، فالقناة المبطنة تكلف تقريباً من 2 إلى 2.5 مرة بقدر القناة غير المبطنة، ففي حالة وجود كميات كبيرة من الفاقد نتيجة للرشح، فإن عملية التبطين في مثل هذه الحالة تعطي مردود اقتصادي كبير، خاصة كونها توفر جزء كبير من الماء الذي عادة لا يقدر بثمن. والجدول (4) يبين مقدار فاقد الرشح في القنوات المختلفة.

2- منع تغدق الترب الزراعية:

يسبب عادة الرشح من القنوات ارتفاع الماء الأرضي في الأراضي الزراعية المحيطة بالقنوات، وهذا يؤدي إلى انتقال الأملاح المختلفة لسطح التربة التي بدورها تجعل التربة غير صالحة للزراعة. وهذه العملية تدعى تغدق (تشبع) الترب، فتبطين القنوات يمنع الرشح ويحافظ على التربة الزراعية، فتنفيذ مشاريع الصرف الزراعي بالإضافة إلى تبطين القنوات يساعد على استصلاح الأراضي الغدقة المتضررة.

3- زيادة سعة القناة:

يمكن زيادة سعة القناة بواسطة التبطين، فالقناة التي يكون سطحها مبطن وناعم تبدي مقاومة أقل لجريان الماء فيها، فبالتالي يتدفق الماء بسرعة أكبر، أي أن التصرف يكون أكبر مقارنة مع القناة غير المبطنة، وعادة تتم إعاقة تدفق المياه في القنوات غير المبطنة بواسطة الأعشاب النامية في أرضية القناة وجوانبها. فالتبطين يزيد من سعة القناة، وبالتالي يقلل من مقطع القناة، وبذلك تكون أبعاد مقاطع القنوات في المشاريع الجديدة اقل، وبالتالي تقلل من الأعمال الترابية عند حفرها. وهذا يؤدي إلى الوفرة الكبيرة في أعمال الحفر والردم وكذلك في المساحة الزراعية.

4- تقليص تكاليف الصيانة:

إن القنوات غير المبطنة عادة تكون بحاجة إلى تكلفة عالية لديمومة عملها بشكل مناسب، وهذه التكاليف تشتمل على الصيانة السنوية والتي يمكن تلخيصها بما يلي:

أ-إزالة المواد المترسبة من فترة إلى أخرى.

ب-صيانة طفيفة.

ج-إزالة الأعشاب والنباتات المائية.

فالتبطين يقلل من هذه التكاليف إلى حد كبير، كما أن القنوات المبطنة تقلل من تكاليف الصيانة لديمومتها ولتعمل بشكل مناسب.

5-التخلص من أخطار الفيضانات:

تتعرض القنوات غير المبطنة لمخاطر الفيضانات، خاصة عند حدوث انكسار في جوانبها، بينما تكون القنوات المبطنة بمواد متماسكة يصعب حصول مثل هذه الفيضانات.

أنواع التبطين

1- التبطين باستعمال تربة قليلة النفاذية:

وهي عبارة عن مادة طينية تمنع التسرب بمقدار قد يصل إلى حوالي 80%، ومن عيوب هذه التربة بأنها تتشقق عندما تتعرض للجفاف، لذا فهي تلائم القنوات التي لا تعمل بالمناوبات، أما خلطة الخلطة التي تصلح للاستعمال فهي كالاتي:

أ - خلطة من الرمل والطين (50% - 75% رمل، 30% - 40% طين)

ب - خلطة من الحصى والطين (30% - 40%)

ج - خلطة من الرمل ونسبة كبيرة من الطين (30%-40% رمل، 70%-6% طين)

د - خلطة من الغرين والطين (30%- 5% طين، 60% - 4% غرين ، 10% رمل)

طريقة التبطين:

(1) تجهز أرضية وقاع القناة حسب المقطع التصميمي

(2) ترص التربة جيداً وترش بالماء قبل وضع الطين

(3) تقسم أرضية القناة وجوانبها على هيئة مربعات أو مستطيلات الشكل (أبعادها تتراوح ما بين 3 و 4 متر) بواسطة قطع خشبية في الاتجاه الطولي

(4) توضع خلطة الطين في كل مربع بعد الأخرى مع عمل فواصل تمدد، ويتغير سمك طبقة الطين حسب نوع خلطة الخلطة من 5 إلى 18 سنتمتر

(5) يغطى السطح بالرمل أو القش، ويبلل تماماً لمدة أسبوعين.

2- التبطين بالحجارة:

تعتبر هذه من أقدم الطرق المستخدمة في أعمال التبطين، هذه تسمح بتدفق الماء بسرعات عالية قد تصل إلى $م^3/ثا$، وعادة توضع الحجارة إما بدون خلطة أو باستعمال خلطة لغرض زيادة قوة التماسك، ففي الحالة الأولى لا تمنع التسرب من القنوات، إنما تزيد من مقاومة القناة للتعرية، أما التبطين باستخدام الخلطة فهو يمنع التسرب بشرط أن ترتب الحجارة بشكل رتيب، وقد تتعرض طبقة التبطين لضغوط مائية لأعلى نتيجة المياه الموجودة أسفل التبطين

وبدون مخرج. ولتقليل هذا الخطر تترك ثقوب على مسافات 1.0 متر – 1.2 متر بدون خلطة. أما إذا كانت تربة التأسيس رملية أو غرينية يجب وضع مرشحات أسفل مدخل هذه الفتحات.

3- **التبطين بالخرسانة:**

4- هذه أقوى طريقة للتبطين، لأنها يمكن أن تنقل الماء بسرعات عالية تصل إلى 3م/ثا، وهي تقلل من تكاليف مقاطع القنوات، علاوة على أنها تقلل أو تمنع نمو الأعشاب، وإذا عني بتصميمها وتنفيذها فهي قد تدوم إنشاء

لفترات طويلة قد تصل إلى 40 سنة أو أكثر.

وتنفذ عملية التبطين على هيئة مسطحات لا تزيد أبعادها عن 5 × 5 متر للحد من التشققات نتيجة التمدد والانكماش، وتملأ الفواصل بين المربعات بمادة من البيتومين والمطاط. وسمك الخرسانة عادة يتراوح بين 7.5 و 10 سم، والميول الجانبية لا تزيد عن 1 : 1 ، والتبطين ق تتم بإحدى الطرق التالية:

أ- التبطين بصب الخرسانة في الموقع:

هذه أرخص طريقة للتبطين بالخرسانة، وفيها توضع الخرسانة مباشرة على تربة التأسيس، ونسبة الأسمنت إلى الحصى تساوي 1 : 7 أو 1 : 6 ، على أن يكون 80% من الحصى يقل قطره عن 18 مم، وأكبر حجم فيه لا يزيد عن 37 مم. أما الرمل فيجب أن يكون متدرج في الحجم ونسبته إلى الحصى تتراوح ما بين 38% – 49%.

ضغوطفإذا كانت أسطح التبطين معرضة لقوى خارجية مثل الضغوط الت رابية وضغوط المياه لأعلى أو لأسفل، يجب أن تجهز الخرسانة بالتسليح بالحديد كما هو متبع في تصميمات الخرسانة المسلحة. وفي حالة عدم وجود ترابية يكون غرض التسليح فقط هو منع حدوث تشققات نتيجة لانكماش أو تمدد الخرسانة، ومقاومة أية تأثيرات غير مرئية أخرى مثل الهبوط.

ب-التبطين برش الخرسانة على أسطح الأرضيات تحت ضغط:

تستخدم هذه الطريقة لتبطين القنوات ذات التصريف الصغيرة، ترش الرضيات والجوانب بالخلطة إلى السمك المطلوب باستعمال المدفع الأسمنتي الذي يرش الخلطة تحت ضغط الهواء على شبكة من حديد التسليح موضوعة على تربة التأسيس بقطر 3 مم تفصلها مسافات بينية تتراوح بين 10 – 15 سم في الاتجاهين، مع ترك فواصل للتمدد والانكماش، وسمك طبقة التبطين تتراوح بين 4 سم و 6 سم، وذلك حسب طبيعة التربة وتصرف القناة، هذا النوع من التبطين ملائم للقنوات التي تشق في أرض طبيعية.

جـ- التبطين ببلاطات خرسانية سابقة الصب:

هذا النوع يعد غير اقتصادياً في المشاريع الصغيرة، وهو أقل مقاومة لضغوط المياه وانتفاخ التربة، ولكنه غير مكلف من ناحية الصيانة والتصليح، كما أن عملية تنفيذه وصيانته لا تتطلب مهارات عالية أو معدات خاصة. فالبلاطات الجاهزة تصنع بسمك 5 – 6.5 سم، أما الطول والعرض فيختلفان حسب أبعاد القناة، وعادة يكون الطول ما بين 20 و 60 سم

5- **التبطين بالبيتومين أو الإسفلت:**

تمتاز هذه الطريقة بكونها مرنة ويسهل إصلاحها، وتتكون الخلطة من البيتومين والحصى والرمل المتدرج، وتوضع في أماكن التبطين بسمك 6 مم وهي في درجة حرارة مرتفعة، وهذا النوع من التبطين من أرخص الطرق، ولكنها لا تلائم الترب الطينية التي تتعرض للانكماش الشديد عند الجفاف. أما عيوب هذه الطريقة فهي:

أ- عمرها أقل من الخرسانة الإسمنتية

ب- لا تسمح بسرعات كبيرة (لا تزيد عن 1.0 م/ثا)

ج- تتعرض للتلف نتيجة نمو بعض الأعشاب فيها

د- تحتاج إلى صيانة مستمرة على فترات تتراوح بين 2 – 3 سنوات

هـ-تناسب القنوات الصغيرة

6- **التبطين بالأغشية:**

تبطن القنوات بأنواع مختلفة من الأغشية المطاطية أو البلاستيكية بسمك من 0.2 – 1.0مم، توضع هذه الطبقات على أرضية وجوانب القنوات وتدفن نهاياتها بالتراب وترص في مكانها، وهذه الطبقات تتحمل أشعة الشمس الشديدة وثقل الأقدام، ولكن يفضل أن تغطى بطبقة من التربة بسمك 15 سم، وأحياناً تستخدم تحت الخرسانة لمنع التسرب.

7- **التبطين بمواد تغلق مسامات التربة:**

تعالج أرضية وجوانب القنوات بمواد صماء تمنع الرشح، وتجري عدة دراسات لغاية الآن لحقن هذه المواد مثل البنتونايت في المياه المتدفقة في القناة لغرض إغلاق مسامات التربة. ولكن هذه الطريقة لم تثبت نجاحها الدائم لغاية الآن، وهذه العملية قد تحدث تلقائياً بسبب وجود مواد الغرين العالقة في الماء التي تغلق المسامات.