الملاحق

- ملحق (أ)
- ملحق (ب)

obeikandl.com

obeikandl.com

الملحق (أ)

الصرف وإصلاح الأراضى المثقلة بالمياه

Drainage and Reclamation of Water Logged Lands

١- تعريف الملوحة والغمر بالمياه:

يقال أن الأرض الزراعية مثقلة بالمياه، عندما تتأثر إنتاجيتها بارتفاع خط المياه الجوفية (High Water Table). فى الحقيقة فإن انتاجية الأرض الزراعية تتأثر عند غمر منطقة الجذور للنباتات بالماء، وبذا تصبح عديمة التهوية. عدم التهوية يقلل من إنتاجية المحصول، كما سيتم شرحه.

فى الواقع عمر النبات يتوقف على مواد الغذاء (Nutrients) مثل النترات، والشكل الذى يتم به إستهلاك النترات بواسطة النباتات يتم الحصول عليه بواسطة البكتريا، فى عملية تسمى عملية النترجة (Nitrification). تلك البكتريا تحتاج إلى الاكسجين لتعيش. الإمداد بالاكسجين ينقطع عندما تصبح الأرض عديمة التهوية، بما ينتج عنه موت تلك البكتريا وضعف إنتاج الغذاء للنبات (مثل النترات) وبالتالى ضعف نمو النبات والذى يقلل من إنتاجية الحاصلات. بالإضافة إلى ضعف التهوية للنباتات، فإنه تنتج مشاكل كثيرة أخرى فى حالة غمر المياه كما سيتم شرحه:

أ- عمليات الزراعة الطبيعية مثل ضبط الميول (Tilling) والحرث ...الخ. لا يمكن عملها بسهولة فى التربة الرطبة. فى الحالات الحادة قد ترتفع المياه فوق سطح الأرض، بما يجعل من المستحيل القيام بعمليات الزراعة. فى اللغة العادية مثل هذه الأرض تسمى أرض المستنقع (Swampy).

ب- بعض النباتات المحبة للماء مثل الحشائش، الأعشاب...الخ. تنمو فى الأرض المغمورة بالمياه، بما يؤثر ويتداخل مع نمو الحاصلات الزراعية.

ج- كذلك غمر المياه يؤدى إلى الملوحة. حيث فى حال إرتفاع خط المياه الجوفية، لو حدث أن أصبحت جذور النبات خلال تخوم الخاصية الشعرية (Capillary Fringe)، فإن المياه تظل تتبخر باستمرار بالخاصية الشعرية. بذا إستمرار التدفق العلوى للمياه من خط المياه الجوفية (Water Table) إلى سطح الأرض. مع هذا التدفق العلوى، فإن الأملاح المذابة فى المياه ترتفع كذلك نحو السطح، بما ينتج عنه ترسيب الأملاح فى منطقة الجذور للحاصلات الزراعية (Crops). تركيز تلك الأملاح القلوية الموجودة فى منطقة الجذور للنبات تحدث تأثير التآكل والتلف على الجذور، والذى يقلل من النشاط الأوسموزى للنبات ويعيق نمو النبات، وأخيراً ذبول النبات وموته. مثل هذه التربة تسمى التربة المالحة (Salinesoil). لذلك فإن غمر المياه يؤدى إلى الملوحة والذى ينتج عنه خفض إنتاجية الحاصلات الزراعية. لهذا السبب فإن الملوحة وغمر المياه يتم التعامل معهم كمشكلة مزدوجة، تحت عنوان الملوحة وغمر المياه. حيثما يوجد غمر للمياه فإنه لابد من وجود الملوحة.

٢- أسباب غمر المياه (Causes of Water Logging)

غمر المياه هو إرتفاع خط المياه الجوفية، والذى يمكن أن يحدث بسبب العوامل الآتية:

أ- الرى الكثيف المفرط:

عند تبنى سياسة الرى الكثيف والمفرط، فإن هذا يؤدى إلى الإسراف فى الرى والذى بالتالى يؤدى إلى زيادة تسرب مياه الرى نحو الخزان الجوفى (Percolation) والذى يترتب عليه إرتفاع خط المياه الجوفية. لهذا السبب، ولتجنب غمر المياه فإن سياسة الرى الفسيح أى المنتشر على مناطق متسعة يجب أن تكون البديل لسياسة الرى الكثيف.

ب- تسرب المياه خلال القنوات:

المياه يمكن أن تتسرب خلال قاع وأجناب القنوات المجاورة، والخزانات ...الخ، الموجودة عند مستوى أعلا من الأرض التى تتأثر، بما ينتج عنه إرتفاع خط المياه. هذا التسرب يكون زائدا، عندما تكون التربة عند أجناب القنوات والخزانات ...الخ. شديدة المسامية.

ج- العائق غير المسامى (Impervious Obstruction):

تسرب وإرتشاح (Scepage) المياه أسفل التربة يتحرك أفقياً (أى عرضيا) ولكن قد يجد عائق غير مسامى، والذى يسبب إرتفاع خط المياه على الجانب فوق التيار للعائق. بالمثل، الطبقة الصماء غير المسامية قد تكون أسفل الطبقات العليا للتربة المسامية. فى هذه الحالات، فإن إرتشاح المياه خلال التربة المسامية لايكون قادراً على الذهاب إلى الأعماق السفلى، وبالتالى، ينتج عن ذلك الإرتفاع السريع لخط المياه.

د- إرتشاح وتسرب المياه من الأراضى العالية القريبة:

المياه من الأراضى القريبة العالية قد تتسرب نحو أسفل التربة للأرض والذى يعمل على إرتفاع خط المياه الجوفية.

ه- الصرف الطبيعى غير المناسب:

التربة ذات الطبقة التحتية ذات المسامية والنفاذية القليلة (مثل الطفلة) أسفل الطبقات العليا من التربة المسامية، لاتكون قادرة على صرف المياه إلى مسافات عميقة فى التربة، وبالتالى، ينتج عن ذلك إرتفاع منسوب المياه فى التربة.

و- الصرف السطحى غير المناسب:

مياه الأمطار الساقطة فوق الأرض ومياه الرى الزائدة يتم إزالتها ولايسمح لها بالتسرب إلى أسفل فى حالة عدم توفير الصرف المناسب فإن المياه سوف تستمر فى الترشح والتسرب بإستمرار وسوف يرتفع منسوب خزان المياه الجوفية.

ز- المطر الزائد:

المطر الزائد يؤدى إلى الغمر المؤقت بالمياه، وعدم الصرف الجيد قد يؤدى إلى الغمر المستمر للمياه.

ح- الغمر بسبب فيضان المياه:

إذا حدث أن استمر غمر الأرض بالمياه، فإن النباتات المحبة للماء مثل الحشائش، الأعشاب، الخ يمكن أن تنمو والذى يعيق الصرف السطحى الطبيعى للتربة وبذا زيادة فرص غمر المياه.

ط- طبوغرافية الأرض غير المنتظمة أو المستوية:

فى حالة الأرض ذات الميول فإن المياه يتم صرفها سريعاً. فى حالة الأرض المستوية أو غير المنتظمة ذات الانخفاضات..الخ فإن الصرف يكون ضعيفاً جداً. كل تلك العوامل تؤدى إلى زيادة مكوث المياه على الأرض، بما يسبب زيادة الرشح وإرتفاع خط المياه.

٣- التحكم فى غمر المياه: (Water – Logging Control)

من الواضح أن غمر المياه يمكن التحكم فيه فقط إذا كانت كمية المياه فى التربة السفلية يمكن خفضها وعدم وصولها. للحصول على هذا، فإن المياه المتدفقة فى الخزان الأرضى يجب خفضها والتدفق الخارج من الخزان الأرضى يجب زيادته. الإجراءات المختلفة المستخدمة فى التحكم فى غمر المياه كالآتى:

أ- تبطين القنوات والمجارى المائية: يتم محاولة خفض رشح وتسرب المياه من القنوات والمجارى المائية وذلك بتبطينها حيث التبطين طريقة مؤثرة للتحكم فى غمر المياه.

ب- خفض شدة وحدة الرى: فى المساحات حيث احتمال غمر المياه، فإنه يتم خفض شدة الرى بدرجة كبيرة. جزء صغير فقط من الأرض التى يتم ريها يجب أن

يستقبل مياه المجرى المائى فى موسم معين. المساحات الباقية يمكن أن تستقبل المياه فى الموسم التالى، بالتعاقب.

ج- استخدام تعاقب المحصول Introducing Crop – Rotation: محاصيل معينة تحتاج إلى الماء الزائد ومحاصيل أخرى تحتاج إلى مياه أقل. إذا استمرت زراعة المحاصيل التى تحتاج إلى مياه زائدة فى الحقل، فإن فرص غمر المياه تكون كبيرة. ولتجنب ذلك، فإن المحصول الذى يحتاج مياه كثيرة يجب أن يليه محصول يحتاج إلى مياه أقل ثم محصول لا يحتاج إلى المياه. الأرز يمكن أن يعقبه القمح والقمح يليه محصول جاف مثل القطن.

د- أفضل استخدام للمياه (Optimum Use of Water): من المعروف أن كمية معينة ثابتة من مياه الرى تعطى أفضل نتائج. أقل من هذه أو أكثر من هذه يعمل على خفض المحصول. ولكن معظم الزراع غير مدركين لتلك التقنية حيث الشعور باستخدام الزائد من مياه الرى يزيد من المحصول وهذا وهم خاطئ. يمكن مراجعة هذا الخطأ بترشيد المزارعين. كذلك، فإن الإيراد أو الريع يجب أن لا يقدر على أساس المساحة المروية وليس على أساس كمية المياه المستخدمة. يجب الملاحظة الحاسمة عند مخرج المياه لايقاف تدفق المياه الزائدة.

ه- توفير الصرف المعترض (Providing Intercepting Drains): يجب توفير نظام صرف كفء لصرف مياه الأمطار ومياه الرى الزائدة. نظام الصرف الجيد يتكون من المصارف السطحية والمصارف تحت السطح.

و- تحسين الصرف الطبيعى للمساحة: لخفض الرشح والتسرب فإن المياه يجب عدم مكوثها فترة طويلة. يمكن المساعدة فى هذا الإتجاه بإزالة العوائق من مسار التدفق الطبيعى. حيث تتم إزالة الاشجار والاحراش...الخ مع تحسين ميول خطوط الصرف الطبيعى.

ز- استخدام الرى بالرفع (Introduction of Lift Irrigation) الرى بالرفع يستخدم المياه الجوفية للرى. وهذا يساعد على خفض خط المياه خلال آبار الأنابيب..الخ.

لذلك فإنه يمكن إستبدال الرى بالقنوات بالرى بالرفع، فى المساحات المحتمل غمرها بالمياه.

٤- إستصلاح الأراضى المالحة والقلوية:

Reclamation of Saline and Alkaline Lands

استصلاح الأراضى هو العملية التى بها تحول الأرض غير القابلة للزراعة لتكون مناسبة للزراعة. الأراضى المالحة والمغمورة بالمياه تعطى حاصلات قليلة جداً، ولذلك، تكون غير مناسبة للزراعة، إلا فى حالة إستصلاحها. وقبل تلخيص العلاجات لإستصلاح مثل هذه الأراضى، فإنه سوف يتم أولا مراجعة العملية التى تصبح بها الرطوبة مالحة أو فى الحالات المتقدمة تكون قلوية.

كل تربة زراعية تحتوى على أملاح معدنية معينة – بعض من هذه الأملاح يكون مفيدا للنباتات حيث توفر الغذاء للنبات، بينما البعض الآخر يشكل خطورة على النبات. الأملاح الخطرة هذه تسمى الأملاح القلوية (Alkaline Salts) ومن أمثلتها العادية كربونات الصوديوم ($Na_2 Co_3$)، كبريتات الصوديوم ($Na_2 So_4$)، وكلوريد الصوديوم (Nacl) كربونات الصوديوم ($Na_2 Co_3$) أو القلوى الأسود• هو الأكثر ضرراً، أما كلوريد الصوديوم هو الأقل أذى. تلك الأملاح قابلة للذوبان فى الماء. فى حالة إرتفاع خط المياه، أو لو حدث أن جذور النبات أصبحت خلال تخوم الخاصية الشعرية، فإن المياه من خط المياه تبدأ فى التدفق إلى أعلى. كذلك الأملاح القلوية المذابة تتحرك إلى أعلى مع الماء حيث ترسب فى التربة خلال جذور النبات وكذلك على سطح الأرض. هذه الظاهرة لتحرك الاملاح إلى أعلى فى المحلول وتكون قشرة رقيقة على السطح (٥ إلى ٧,٥سم)، بعد تبخير المياه تسمى التزهر أو فقدان ماء التبلر (Efforescence). الأرض التى تأثرت بهذا التزهر تسمى التربة المالحة. المياه المالحة التى تحيط بجذور النباتات تقلل من النشاط الأسموزى للنبات، كما سيتم شرحه.

• يعرف بالقلوى الأسود (Black alkali) لأنه يذيب بعض المكونات العضوية للتربة، التى عندما تكون فى المحلول معها تبدو سوداء. لذلك، الأرض، تكون ملطعة بلطع سوداء.

حيث نظر جذور النبات تعمل كأغشية شبه نفاذه (Semi – Permeable membranes)، لذلك فإنه توجد مياه نقية على أحد أجناب الغشاء (أى الماء الذى سبق استخلاصه بواسطة الجذور) والمحلول الملحى عالى التركيز على الجانب الآخر. الآن، من المعلومات عن الكيمياء الطبيعية، يمكن إستنتاج أن الماء سوف يبدأ فى التدفق خارج الجذور بالاسموزى (Osmosis) وأن النبات سوف يموت بسبب نقص المياه.

مثل هذه التربة التى تأثرت بالاملاح تكون غير منتجه وتعرف بالتربة المالحة (Saline Soil). فى حالة استمرار التزهر وفقدان الماء لفترة أطول فإنه يحدث تفاعل التبادل القاعدى، خاصة إذا كانت التربة طفلية، وبذا تتحول الطفلة إلى الصوديوميه (Sodiumising the Clay)، بما يجعلها غير نفاذه وبالتالى عديمة التهوية وعالية عدم الإنتاجية. مثل هذه التربة تسمى التربة القلوية (Alkaline Soils). استصلاح التربة القلوية شديد الصعوبة.

استصلاح الأرض التى تأثرت بالملح:

من الواضح من المناقشة السابقة أنه يمكن تجنب التزهر فى حالة إستمرار خط المياه أسفل الجذور بمسافة كافية، بما لايمكن مياه الخاصية الشعرية من الوصول إلى جذور النبات. لذلك، فإن كل تلك الإجراءات التى تم إقتراحها لمنع غمر المياه تنطبق كذلك على منع الملوحة للأراضى. نظام الصرف الكفء المكون من الصرف السطحى والصرف تحت السطحى يجب أن يتم توفيره لخط المياه فى الأرض المالحة. بعض خفض خط المياه المرتفع بالصرف المناسب، فإن التربة يتم تحريرها من الأملاح الموجودة بواسطة عملية تسمى (Laching) أى نزع الأملاح المعدنية من التربة بغسيلها.

نزع الأملاح المعدنية من التربة (غسيل التربة) (Leaching)

فى هذه العملية، يتم غمر الأرض بالقدر المناسب من المياه. الأملاح القلوية الموجودة فى التربة، يتم إذابتها فى هذه المياه، والتى ترتشح إلى أسفل للوصول إلى

خط المياه أو الصرف بواسطة الصرف تحت السطحى. العملية يتم تكرارها حتى إنخفاض الأملاح فى الطبقة العليا للأرض حتى إمكان نمو بعض الحاصلات التى تقاوم الملح. هذه العملية تعرف بإذابة الأملاح المعدنية وإزالتها من التربة (Leaching). الحاصلات ذات المقاومة العالية للملح مثل البرسيم، علف الماشية، ...الخ. تنمو حاليا فى تلك الأرض التى تم غسيل الأملاح منها لموسمين أو ثلاثة حتى خفض الملوحة إلى الحد الذى يمكن من نمو الحاصلات العادية مثل الحنطة والقطن. الأرض يقال أنه تم استصلاحها (Reclaimed). عند وجود كربونات الصوديوم فى التربة المالحة، يتم إضافة الجبس ($Ca\ So_4$) إلى التربة قبل الغسيل لإزالة الاملاح المعدنية مع الخلط الجيد بالماء. تتفاعل كربونات الصوديوم ($Na_2\ Co_3$) مع الجبس ($Ca\ So_4$) مكونة ($Na_2\ So_4$) التى يمكن غسيلها وإزالتها من التربة كما سبق شرحه.

متطلبات غسيل التربة لإزالة الأملاح المعدنية

Leaching Requirement of the Soil (LR)

بهدف المحافظة على استمرار الوضع المناسب لملوحة التربة ولتجنب أى زيادة إضافية فى ملوحتها، فإنه يكون من الضرورى استخدام ماء للتربة يزيد عن الاستخدام الاستهلاكى (أى المتطلبات التى تحقق حاجة البخر والنتح). هذا الماء الزائد سوف يتدفق إلى أسفل مابعد جذور النبات إلى نظام الصرف تحت الأرض أو إلى الخزان الجوفى، مع غسيل وإزالة الأملاح الزائدة، والتى كان يمكن أن ترسب فى التربة بما يزيد من ملوحتها. هذا الماء الزائد، الذى يكون مطلوبا لتحقيق متطلبات الغسيل وإزالة الأملاح، يقدر عموما كنسبة مئوية لكل مياه الرى للإستخدام الحقلى لتوفير استخدام الاستهلاك وكذلك متطلبات غسيل الأملاح. هذه الكمية النسبية للمياه اللازمة لاستمرار الإتزان فى محتوى الأملاح للتربة، ثم حسابها حيث تقدر طبقاً للمعادلة الآتية:

متطلبات الغسيل (LR) (Leaching Requirement)

$$LR = \frac{Dd}{Di}$$

$$= \frac{\text{عمق الماء الذى تم صرفه لوحدة المساحة}}{\text{عمق مياه الرى المستخدمة لوحدة المساحة}} \qquad (1)$$

حيث:

Di = العمق الكلى لمياه الرى المستخدمة

Cu = (استخدام الاستهلاك) + Dd (الصرف خارج عمق المياه)

$$(2)\ LR = \frac{Dd}{Di} = \frac{Di - Du}{Di}$$

للإتزان الملحى، فإن النسبة $\frac{Dd}{Di}$ وجد أنها تساوى $\frac{Ci}{Cd}$ حيث Ci هو محتوى مياه الرى من الأملاح، Cd هو محتوى مياه الصرف أو مياه الغسيل من الأملاح.

حيث أن المحتوى من الأملاح يتناسب مع التوصيل الكهربى (EC)، فإن $\frac{Ci}{Cd}$ سوف تساوى =

$$= \frac{EC\ (i)}{EC\ (d)}$$

حيث:

EC (i) هو التوصيل الكهربى لمياه الرى

EC (d) هو التوصيل الكهربى لمياه الصرف (مياه الغسيل)

لذلك: فإن المعادلة رقم (1) يمكن كتابتها كالآتى:

$$(3) \qquad LR = \frac{Dd}{Di} = \frac{EC\ (i)}{EC\ (d)}$$

التوصيل الكهربى (EC) لمياه الصرف، أو مياه غسيل الأملاح أى EC (d) يمكن إفتراضها على أساس الحد المقبول للملح المسموح به للمحصول الذى ينمو، ولكن يفترض عموما أن يكون ضعف مقدار EC لمستخرج تشبع التربة (Saturation Soil Extract). أى EC (e). عندئذ المعادلة (3) يمكن كتابتها كالآتى:

$$LR = \frac{Dd}{Di} = \frac{EC\ (i)}{EC\ (d)} = \frac{EC\ (i)}{2\ EC\ (e)}$$

obeikandl.com

مثال:

يتم تقدير متطلبات الغسيل لإزالة الأملاح من التربة عندما تكون قيمة التوصيل الكهربى (EC) لمستخرج التربة المشبع ١٠ مللى مهو/سم (10 mm ho/cm) عند خفض ٢٥% من إنتاجية المحصول. ما هو العمق المطلوب للماء لاستخدامه فى الحقل إذا كان إستخدام الاستهلاك المطلوب للمحصول هو ٨٠ ملليمتر؟ قيمة EC لمياه الغسيل يمكن إفتراضها بشكل مناسب.

الحل:

القيم المعطاه هى:

EC (e) = قيمة التوصيل الكهربى (EC) لمستخرج التربة المشبعة

EC (i) = قيمة التوصيل الكهربى (EC) لمياه الرى

= ١,٢ مللى هو/ سم (1.2 millim ho/Cm)

Cu = الاستخدام الاستهلاكى

= ٨٠ ملليمتر

متطلبات مياه غسيل الأملاح طبقا للمعادلة رقم (3) هو:

$$LR = \frac{Dd}{Di} = \frac{EC\,(i)}{EC\,(d)}$$

حيث:

$EC_{(d)}$ هى قيمة EC لمياه الغسيل، التى يمكن إفتراضها أن تكون مساوية لضعف $EC_{(e)}$.

$$\therefore 2\,EC_{(e)} = 2 \times 10 \text{ mm ho/cm}$$

إستبدال القيمة السابقة، نحصل على:

$$LR = \frac{EC_{(i)}}{EC_{(d)}} = \frac{1.2 \text{ milli mho/cm}}{20 \text{ milli mho/cm}}$$

obeikandl.com

$$= \frac{1.2}{20} \times 100\%$$

$$= 6\%$$

لذلك، فإن متطلبات مياه الغسيل للأملاح هى ٦% (1) والأن باستخدام المعادلة رقم (2)، عندئذ

$$LR = \frac{Dd}{Di} = \frac{Di - Cu}{Di}$$

$$= \frac{Di - 80\,mm}{Di} \times 100\% \qquad (2)$$

وبمساواة المعادلة رقم (1) ورقم (2) عندئذ

$$6 = \left(\frac{Di - 80mm}{Di} \right) \times 100$$

أو

$$6\,Di = 100\,Di - 8000\,mm$$

أو

$$94\,Di = 8000\,mm$$

أو

$$Di = \frac{8000}{94}\,mm$$

$$= 85.1\,mm$$

لذلك، يكون عمق المياه المطلوب للرى هو = ٨٥,١ مليمتر

الصرف الأرضى: (Land Drainage)

الرى السطحى يكون نعمة فقط إذا تم تنفيذه بحرص شديد. كمية المياه التى يتم استخدامها تكون هى المطلوبة فقط للنبات، طبقاً لحاجة ذلك النبات، وكذلك خواص التربة التى يجب أن يعطى لها كل الاعتبار. الماء الزائد الذى لا يتم امتصاصه فى

obeikandl.com

منطقة الجذور للتربة، قد يتسرب ويساعد فى ارتفاع خط المياه. أحيانا، هذا الماء الذى يتسرب بالجاذبية قد تقابله طبقة صماء ولا يتم صرفه إلى خط المياه. كما تم شرحه، هذا الماء الزائد ليس فقط فاقد ولكن يمكن أن يكون ضاراً لإنتاجية المحصول. فى حالة إحتمال حدوث مثل هذه الحالات، فإنه يكون من الضرورى، إزالة هذا الماء الزائد وصرفه من أسفل التربة ثم عودته ثانياً إلى النهر، أو الترعة ..الخ أو لأى مكان آخر. لذلك، فإنه عند تصميم شبكة الرى يكون أحياناً توفير نظام صرف مناسب، لإزالة مياه الرى الزائد. هذا قد يكون ضرورياً فى المناطق حيث خط المياه الجوفية العالى وفى دلتا الأنهار، عند امتداد نظم الرى لمثل هذه المساحات. كذلك يكون نظام الصرف مطلوباً لصرف مياه الأمطار، وذلك لمنع تسربها وضمان التخلص منها.

يمكن توفير نوعين من الصرف وهما:

(١) الصرف السطحى

(٢) الصرف تحت السطحى أو الصرف تحت الأرض.

١ – الصرف السطحى: Surface Drainage or Open Drainage

الصرف السطحى هو إزالة الماء الزائد باستخدام وإنشاء الحفر المفتوحة (Open Ditches)، الصرف الحقلى (Field Drains)، والتدرج الأرضى (Land Grading) والمنشآت ذات العلاقة. عند إمتداد الرى إلى المناطق الجافة والقاحلة (Arid Regions)، فإن حفر الصرف تكون ضرورية لإزالة المياه اللازمة لإذابة وغسيل الاملاح غير المرغوبة من التربة وللتخلص من المطر الزائد. الحفر المفتوحة التى يتم إنشائها بهدف إزالة الزائد من مياه الرى المستخدم فى الحقل وكذلك إزالة مياه الأمطار، هذه الحفر تكون عريضة وضحلة وهى تسمى حفر الصرف السطحى الضحلة. حفر الصرف هذه تحمل مياه الأمطار إلى الصرف الخارجى والذى يكون قادراً على حمل فيض المياه ويكون بالعمق الكافى لتوفير المخارج للصرف تحت الأرض. مصارف المخرج هذه تسمى المصارف السطحية العميقة (Deep Surface Drains).

المصارف السطحية المنشأة لإزالة مياه الرى الزائدة المستخدمة فى المزارع ولمياه الأمطار، يجب أن لاتكون عميقة، لتتداخل مع عمليات الرى. ولذلك يتم تصميمها كمصارف سطح ضحلة.

التدرج الأرضى الذى ينتج عن ميل مستمر للأرض نحو الصرف الحقلى، وهو جزء هام من نظام الصرف السطحى. التدرج الأرضى أو التسوية الأرضية يكون ضروريا كذلك للرى السطحى.

المصارف السطحية الضحلة: (The Shallow Surface Drains)

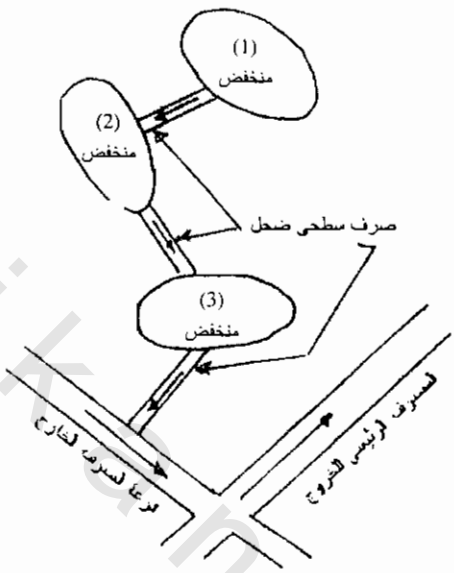
المصارف السطحية الضحلة تكون ذات مقطع القطع المكافئ. تحديدا يتم تصميمها لحمل مياه الأمطار العادية، زائد، مياه الرى الزائدة. فى كثير من الحالات يتم إهمال مياه الرى الزائدة حيث تصمم تلك المصارف فقط لتدفقات المياه السطحية الناتجة عن هطول المطر المتوسط. إنه ليس من المرغوب فيه إقتصادياً تصميم تلك المصارف لحالات العواصف المطيرة الاستثنائية. يمكن استخدام معادلات (Kutter's or Manning) لتصميم تلك المصارف، مع المحافظة على السرعة خلال حدود السرعة الحرجة، وبذا، تجنب ترسيب الغرين (Silling) أو التعرية وتآكل السطح (Scouring). وعموما فإن معادلة مانننج (Manning) تستخدم لتصميم المصارف السطحية الضحلة وكذلك العميقة.

المصارف السطحية العميقة: (Deep Surface Drains)

المصارف السطحية العميقة أو مصارف المخرج (Outlet Drains) تحمل تصرف مياه الأمطار من المصارف السطحية الضحلة، وكذلك مياه الشرب القادمة من المصارف المغطاة بالقرميد أو البلاطات ...الخ. (Tile Drains). لذلك فإنها تصمم لصرف كل من المصارف السطحية الضحلة وكذلك المصارف المغطاه. عموما يتم توفير مخرج فى وسط طبقة الصرف لحمل مياه التسرب، حيث يكون هذا المخرج بميل حاد ويكون مبطنا لتحمل سرعات التدفق العالية وبذا إعاقة نمو الحشائش. المقطع الممتلئ يكون مناسباً فقط للإستخدام أثناء حدوث العاصفة الممطرة.

المدخل السطحى: (Surface In Let)

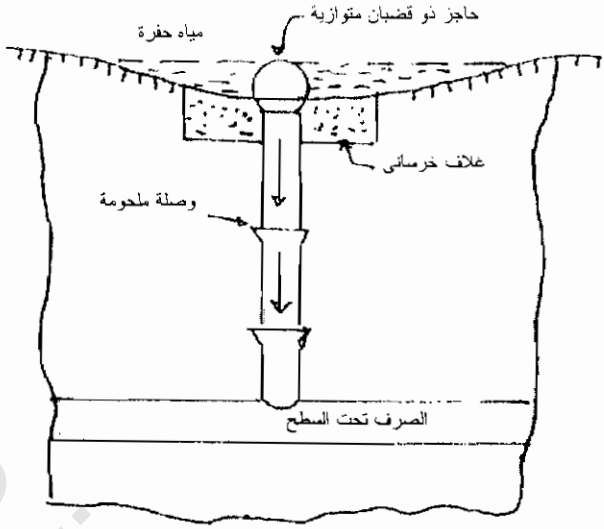
المياه السطحية من المنخفضات، حفر الطريق، والمزارع وما يتبعها من مبـــانى (Farm Steads) يمكن إزالته إما بتوصيلهم مع الصرف السطحى الضحل، والذى يسمى الصرف الحقلى العشوائى شكل (١).



شكل (١) نظام الصرف الحقلى العشوائى للصرف السطحى

أو بإنشاء مدخل مآخذ الذى يسمى المدخل المفتوح أو المدخل السطحى شكل (٢). المدخل السطحى عبارة عن منشأ يقام لحمل مياه الحفر إلى تحت الـــسطح أو مجـــرى الصرف من أنبوبة الفخار. يمكن استخدام أنبوبة حديد مجلفن. أحياناً يـــستخدم فتحـــة دخول مع أحواض الترسيب كمآخذ سطحية.

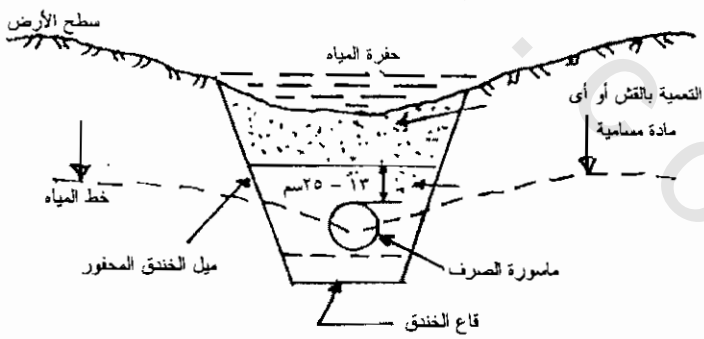
عند سطح الأرض يتم إنشاء حلقة خرسانية ممتدة حول المآخـــذ علـــى الأنبوبـــة الصاعدة (Riser) لمنع نمو النباتات ولتثبيته فى مكانه. على أعلا الأنبوبة الصاعدة يتم أحيانا توفير شبكة حديدية مناسبة (Grate) لمنع دخول الأعشاب الطافية إلى الأنبوبـــة. عند إنشاء المدخل فى أرض بها زراعات فإن المحيطة بالمدخل مباشرة يجب أن تكون محاطة بالحشائش.



شكل (٢) المدخل السطحى لصرف المياه السطحية فى أنبوبة الصرف

الصرف الفرنسى: (French Drain)

عندما تكون كمية المياه اللازم إزالتها من الحفر أو من المنخفضات صغيرة، فإنه يمكن إنشاء مدخل مسدود (Blind Inlet) فوق أنبوبة الصرف من الفخار أو القرميد (Tile Drain). المدخل المسدود يسمى كذلك المصرف الفرنسى. وهذه تنشأ بملأ خندق أنبوبة الصرف بمواد متدرجة مثل الزلط والرمل الخشن، أو بالقش أو بعيدان القمح الجافة أو أى مواد أخرى مشابهة كما فى الشكل (٣).

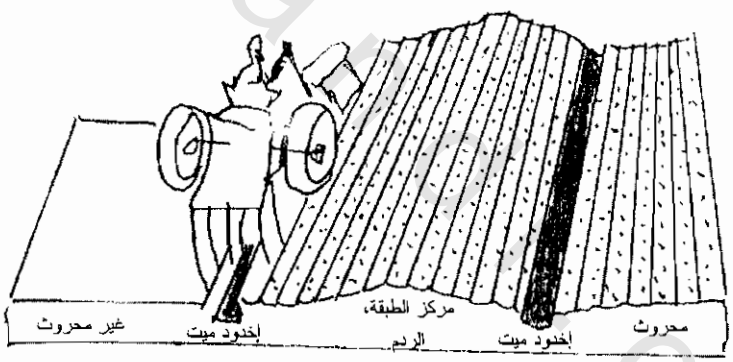


شكل (٣) المدخل المغلق لمدخل الصرف

مثل هذه المداخل ليست مؤثرة باستمرار. الفراغات فى مواد الردم للمدخل المسدود تصبح مملوءة مع مرور الوقت بما يقلل من كفاءتها. رغم أنها ليست مؤثرة بشكل مستمر، إلا أنها اقتصادية فى الإنشاء ولا تتداخل مع عمليات الزراعة.

فرشة التأسيس: (Bedding)

فرشة التأسيس هى طريقة الصرف السطحى التى تستخدم الأخاديد الميتة (Dead Furrows) كما فى الشكل (٤). المسافة بين اثنتين من الأخاديد المتجاورة تعرف بطبقة التأسيس (Bed)، حيث عمق هذه الطبقة يتوقف على خواص التربة وعمليات الحرث (Tillage). فى منطقة طبقة التأسيس يكون إتجاه الزراعة إما موازيا أو عموديا على الأخاديد الميتة. عمليات الحرث تكون موازية لطبقات التأسيس (Beds) تعيق حركة المياه إلى الأخاديد الميتة. الحرث يكون دائما موازيا للأخاديد الميتة. التأسيس يكون عملياً على الميول المستوية لأقل من ١٥%، حيث التربة تكون ذات نفاذية بطيئة والصرف ليس اقتصادياً.



شكل (٤) مقطع فى طبقة أساس يوضح طريقة الإنشاء

٢- الصرف تحت السطحى أو الصرف المغطى:

Subsurface Drainage or Tile Drainage

النباتات تحتاج إلى الهواء وكذلك إلى الرطوبة فى منطقة جذورها وذلك حياتها ونموها – الرى الزائد بمياه الرى الحقلى يكون حراً للتحرك نحو الصرف المغطى، فى حالة توفيره. هذا الماء يؤخر نمو النبات، لأنه يملأ مسام التربة ويعيق التهوية

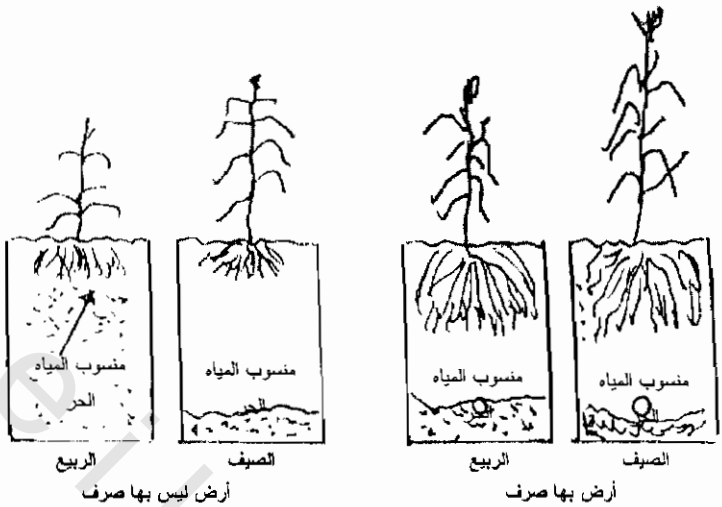
الجيدة. لذلك فإن الصرف السطحى يكون مطلوباً لإزالة الزائد من مياه الرى، وذلك لمعظم الحاصلات المزروعة على الطبوغرافية المستوية أو المتموجة على الجانب الآخر فإن المصارف تحت السطح تكون مطلوبة للتربة ذات الصرف الداخلى الضعيف وحيث يكون خط المياه الجوفية مرتفعا. إذا لم يحدث وجود طبقة صماء أسفل أرض الحقل وأن خط المياه الجوفية يكون منخفضاً، فإن الصرف الداخلى قد يكون كافياً مع عدم الحاجة إلى الصرف المغطى (Tile Drains). لتحقيق أقصى إنتاجية لمعظم الحاصلات، لذلك تكون الحاجة أساسية لكل من الصرف السطحى والصرف تحت السطح.

مميزات الصرف المغطى (تحت السطح): (Tile Drainage)

الصرف المغطى يساعد فى زيادة إنتاجية المحصول وذلك بصرف المياه أو بخفض خط المياه بالطريقة الآتية:

- إزالة الحرة التدفق بالجاذبية والتى غير متاحة مباشرة للنباتات.
- زيادة حجم التربة التى يمكن للنبات أن يمتص منها الغذاء.
- زيادة تدوير الهواء.
- زيادة نشاط البكتريا فى التربة، بذا تحسين بناء التربة بما يجعل غذاء النبات متاحاً بشكل أسرع.
- خفض برى التربة. التربة ذات الصرف الجيد تكون ذات قدرة عالية على الإمساك بالمياه، بما ينتج عنه خفض للتدفق السطحى وبالتالى خفض البرى والتآكل للتربة.
- خفض وإزالة المواد السامة مثل الصوديوم والأملاح المذابة الأخرى، التى عند وجودها بتركيزات عالية قد تؤخر نمو النبات.
- خفض الوقت والعمالة اللازمة للحرث والحصاد، حيث أن تلك المصارف لا تعيق العمليات الحقلية – فى حالة محصول مثل الحنطة، التأخير فى الإنبات قد يقلل الإنتاجية. كل تلك المشاكل تزال فى التربة ذات الصرف المغطى.

- الصرف بالقرميد (الصرف المغطى) يسمح بالجذور العميقة لتنمو وذلك يخفض خط المياه، خاصة خلال شهور الربيع كما فى الشكل (٥).



شكل (٥) تنمية الجذور لنمو المحصيل على الأرض التى بها صرف والأرض التى ليس بها صرف

ملاحظة: النبات ذو الجذور العميقة يمكنه استخلاص الماء من أعماق أكبر وبالتالى يمكنه تحمل الجفاف أفضل من ذلك ذو الجذور الضحلة. هذا بالإضافة إلى أن النباتات ذات الجذور العميقة تكون أكثر ضخامة ولذلك تكون قادرة على زيادة النتح والإرتشاح (Transpiration) وبالتالى زيادة الإنتاجية.

غلاف المرشحات: (Envelope Filters)

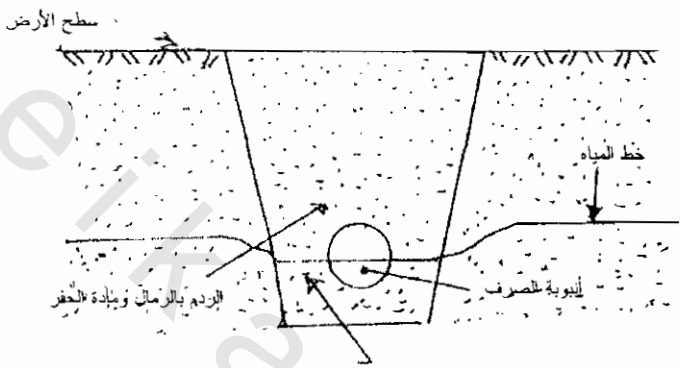
مصارف القرميد أو الفخار هى عادة أنبوبة صرف مصنوعة من مادة طفلية مسامية وتكون ذات مقطع مستدير. الأمطار قد تتراوح مابين ١٠سم إلى ٣٠سم. تلك الأنابيب يتم وضعها أسفل منسوب الأرض، مع التناكب مع بعضها (Butting) بواسطة وصلات مفتوحة.

الخنادق التى توضع فيها يتم ملئها بالرمل ومواد الحفر كما هو موضح فى الشكل (٦). كلما أمكن ذلك فإنه يجب عدم وضع تلك الأنابيب المثقبة أسفل طبقة أقل مسامية. لأنه فى هذه الحالة، قد تظل جافة حيث تكون الأرض فوق طبقة التربة غير المسامية مغمورة بالمياه، حيث المياه لاتكون قادرة على الوصول إلى الصرف – عند وضع

أنابيب الصرف فى تربة ذات مسامية قليلة، فإنها عموما تحاط بواسطة مرشحات زلطية مدرجة والتى تسمى غلاف المرشحات شكل (٧)- غلاف المرشح يؤدى وظيفتين:

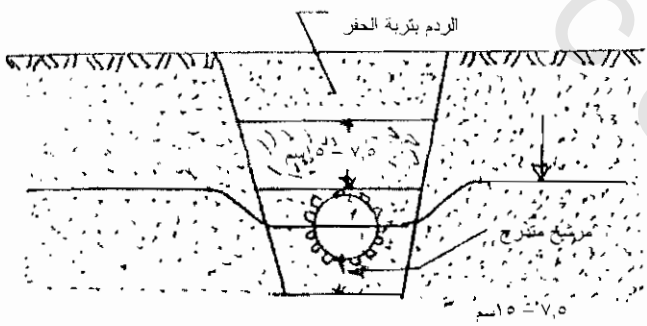
١- منع دخول مواد التربة فى أنبوبة الصرف.

٢- زيادة تأثير قطر أنبوبة الصرف وبالتالى زيادة معدل التدفق إلى داخل الإنبوبة.



شكل (٦) مقطع فى الصرف فى التربة المسامية (بدون أى مرشح)

المرشح يتكون من تدرجات مختلفة، مثل الزلط، الرمل الخشن، المادة الخشنة (الأكبر حجما) يتم وضعها فوق الأنبوبة الفخار مباشرة، ثم خفض الحجم بالتدريج نحو سطح التربة – أدنى سمك للمرشح هو ٧,٥سم. المرشح المدرج يمكن استبداله أحياناً بواسطة تدرج واحد، طبقاً للمتاح واعتبارات التكلفة شكل (٧).



شكل (٧) مقطع فى الصرف فى تربة أقل مسامية (بمرشح متدرج)

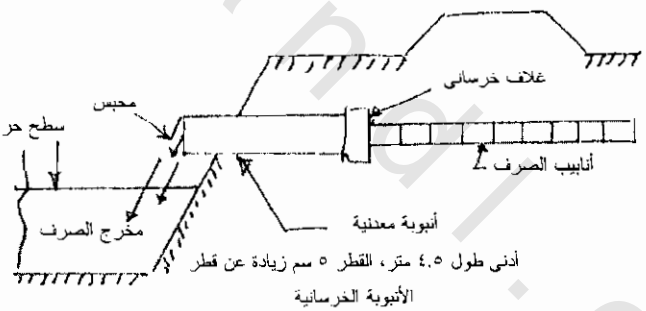
المخارج لأنابيب الصرف أو الصرف المقفل:

Outlets for Tile Drains or Closed Drains

المياه التى يتم صرفها بواسطة أنابيب الصرف من الفخار المثقب يتم صرفها فى مصارف أكبر، والتى تسمى المصارف السطحية العميقة. المياه من أنابيب الصرف المثقبة يمكن صرفها فى مخارج تلك المصارف اما بالجاذبية أو بالضخ، طبقاً للمتاح من المخارج بالجاذبية أو مخارج الضخ كما سيتم وصفه.

مخارج الجاذبية: (Gravity Outlets)

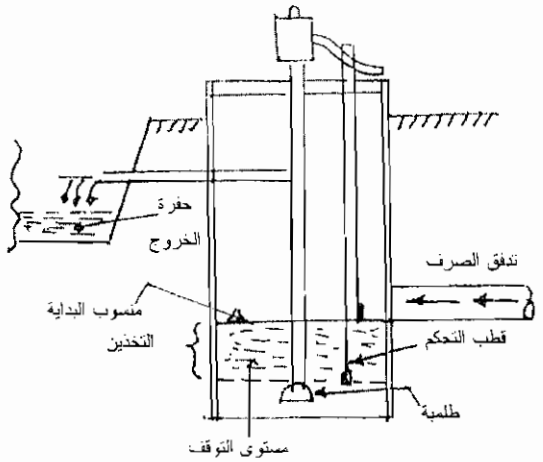
إذا كان مستوى طبقة التأسيس ومستوى الامداد الكلى لمخرج المصرف أدنى من مستوى قاع أنبوبة الصرف المثقبة، عندئذ فإن الماء يمكن صرفه بسهولة بفعل الجاذبية. يتم توفير أنبوبة معدنية مموجة ذات مغلاق متدلى (Flap Shutter) لمنع دخول القوارض وذلك عند نقطة المخرج. فى حالة احتمال خطورة التدفق العكسى لمياه الفيضان فى الأنبوبة من الصرف السطحى العميق، عندئذ يمكن توفير محبس لاحكام الفيضان شكل (٨).



شكل (٨) مخرج الجاذبية لأنابيب الصرف الخرسانية

مخارج الضخ: (Pump Outlets)

عندما يكون مستوى القاع لمخرج الصرف أعلا عن ذلك لصرف الأنبوبة المثقبة، فإنه يتم تجهيز مخرج المضخة كما فى الشكل (٩). وهو يتكون من مضخة التحكم الآلى ذات حوض تخزين صغير. مخارج المضخة مكلفة وتحتاج تقنية. لذلك، يتم دراسة وبحث تعميق مخرج المضخة، حيث يتم مقارنة تكاليف إقامة وصيانة مخرج المضخة مع ذلك لحفر وصيانة مخارج الصرف العميقة، وذلك قبل الاختبار النهائى.

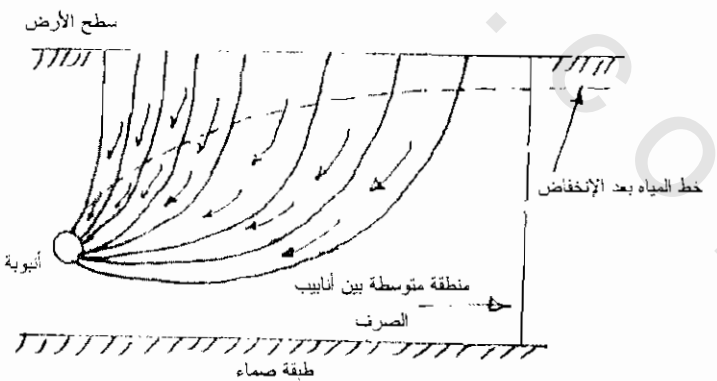


شكل (٩) مخرج المضخة لصرف أنبوبة الصرف

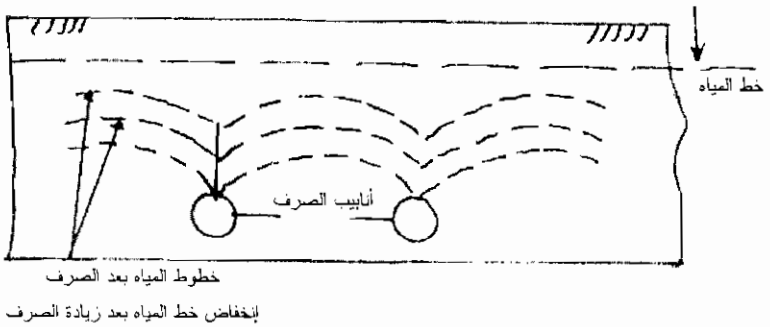
منحنى الانخفاض أو تحرك المياه فى أنبوبة الصرف:

(Drawdown Curve or Movement of Water Into Tile Drainage)

فى التربة المشبعة، تتدفق المياه إلى أنبوبة الصرف على طول المسار الموضح فى الشكل (١٠-أ). وحيث أن كمية المياه التى تتحرك بين أى خطين تدفق تكون واحدة، فإن الانخفاض سيكون أكبر قرب الأنبوبة عنه عند النقط البعيدة. بعد صرف التربة المشبعة ليوم مثلا، فإن خط المياه الناتج سيكون كما هو موضح فى الشكل (١٠-أ، ١٠-ب).



شكل (١٠-أ) منحنى الإنخفاض باستخدام أنبوبة صرف واحدة



شكل (١٠-ب) منحنى الإنخفاض باستخدام سلسلة من الأنابيب

مع سلسلة من أنابيب الصرف، فإن مستوى المياه تحت التربة مباشرة فوق الأنابيب، تكون أدنى من المنسوب المتوسط بينهم.

عند توفير المرشح حول أنبوبة الصرف لإحاطة الصرف بتربة مسامية زائدة، عندئذ فإن إجمال الإنخفاض سيكون أكبر. معدل إنخفاض خط المياه يتوقف أساسا على نفاذية التربة والفواصل بين أنابيب الصرف. فى هذه الحالة، الماء يتحرك أفقياً مسافة تزيد عن الرأسى قبل وصولها إلى الصرف، النفاذية الأفقية للتربة ذات أهمية كبيرة. نفاذية معظم أنواع التربة تقل مع العمق. هذا التغير فى النفاذية يؤثر على شكل خطوط التدفق ومعدل هبوط خط المياه.

عمق وفواصل أنابيب الصرف:

أنابيب الصرف المقفلة عموما تكون بفواصل بالمسافة التى تمكن من خفض خط المياه أسفل منطقة جذور النباتات بالعمق الكافى بالنسبة لمعظم النباتات يجب أن تكون النقطة العليا لخط المياه لاتقل عن ١ إلى ١,٥ متر أسفل منسوب الأرض، ذلك رغم أن هذه المسافة قد تتغير من ٠,٧ إلى ٢,٥ متر، طبقاً لنوع التربة ولنوع المحصول.

أنابيب الصرف يمكن أن توضع عند حوالى ٠,٣ متر أسفل أعلا منسوب مطلوب لخط المياه.

معامل الصرف: (Drainage Coefficient)

المعدل الذى يتم به إزالة المياه بالصرف يسمى معامل الصرف. ويقدر بعمق الماء بالسنتيمتر أو المتر المطلوب إزالته فى ٢٤ ساعة من مساحة الصرف. يتوقف

معامل الصرف إلى حد كبير على سقوط الأمطار ولكنه يتغير مع نوع التربة، ونوع المحصول، درجة الصرف السطحى...الخ. قيمة معامل الصرف الموصى بها هى ١% من متوسط سقوط المطر السنوى المطلوب إزالته فى اليوم.

فى المساحة المروية، التصرف خلال أنابيب الصرف قد يتغير مابين ١٠ إلى ٥٠% من إجمالى المياه المستخدمة. حيث أن المساحة الكلية ليست مروية فى نفس الوقت، فإن مساحة الصرف المطلوب استخدامها لحساب تدفق أنبوبة الصرف ليست واحدة عند كل المساحة التى تحتوى على أنابيب الصرف، ولكن تقدر من المساحة المروية. القيمة المناسبة لمعامل الصرف يمكن أن تؤخذ تقدر طبقاً للظروف المحلية. القيم من ١ إلى ٢,٥سم/اليوم للتربة الطبيعية المعدنية و ١,٢٥ إلى ١٠سم/اليوم للتربة العضوية لمختلف أنواع الحاصلات، وهذه القيم إقترحت للمناطق الرطبة.

مثال:

نظام الصرف بالأنابيب الفخار، لصرف ١٢ هكتار، التدفق عند طاقة تصميمية لمدة يومين، بعد العاصفة الممطرة. إذا كان النظام مصمم باستخدام معامل الصرف ١,٢٥سم، كم من الأمتار المكعبة من الماء سيتم إزالتها خلال تلك الفترة.

الحل:

معامل الصرف بمقدار ١,٢٥سم يعنى أنه سيتم إزالة مياه بعمق ١,٢٥سم من مساحة الصرف بالصرف خلال ٢٤ ساعة.

حجم المياه الداخلة للصرف فى اليوم

$$= \frac{١,٢٥}{١٠٠} \times (١٢ \times ١٠^{٤}) \text{ متر مكعب اليوم}$$

= ١٥٠٠ متر مكعب فى اليوم.

حجم المياه الذى يمر خلال الصرف خلال يومين من التدفق

= ١٥٠٠ × ٢ = ٣٠٠٠ متر مكعب.

مساحة الصرف: (Drainage Area)

المساحة التى يتم صرفها بنظام أنابيب الصرف تسمى مساحة الصرف. أحياناً، يتم إزالة المياه السطحية كذلك بواسطة أنابيب الصرف. فى هذه الحالة، فإن مساحة غمر المياه ستكون هى مساحة الصرف حتى وإن كانت ليست مجهزة كلية بأنابيب الصرف.

حجم أنابيب الصرف:

أنابيب الصرف يتم تصميمها طبقاً لمعادلة ما نتج لحمل صرف معين يتم تعيينه بواسطة معامل الصرف ومساحة الصرف. يتم وضع الأنابيب على ميل طولى معين يتراوح من ٠,٠٥ إلى ٣%. أدنى تدرج مناسب هو ٠,٢%. عند عدم توفر الميل المناسب فإنه يمكن خفض التدرج فى الميل إلى ٠,١%. طبقاً للميل المتاح لسطح التربة وعمق المخرج، فإنه يمكن إعطاء قيمة مناسبة. للميل الطولى للأنابيب. قطرها يمكن تقديرة بسهولة من معادلة ما ينتج. أدنى قطر للأنابيب يوصى به هو من ١٠-١٥سم. أدنى قطر للأنابيب المثقبة يمكن خفضه وفى هذه الحالة تكون عدم الإستقامة للوصلات أو التشققات ليست مشكله.

مثال:

عين القطر عند المخرج لنظام صرف ٦ هكتار، إذا كان معامل الصرف هو ١سم وتدرج الميل للأنابيب هو ٠,٣%. إفترض معامل التجعد (Rugosity Coefficient) للمادة هو ٠,٠١١.

الحل:

معامل الصرف ١سم يعنى أن ١سم من الماء من مساحة ٦ هكتار تدخل الأنابيب كل يوم.

حجم الماء المار فى الأنابيب فى اليوم = $\left(\frac{١}{١٠٠} \times ٦ \times ١٠^{٤}\right)$ متر مكعب

= ٦٠٠ متر مكعب

حجم الماء المار فى الأنابيب فى الثانية = $\frac{٦٠٠}{٣٦٠٠ \times ٢٤}$ = $\frac{١}{١٤٤}$ م^٣/ث

∴ Q = $\frac{١}{١٤٤}$ متر مكعب/ثانية

الآن:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} - S^{\frac{1}{2}}$$

بالنسبة للأنبوبة المستديرة ذات قطر D، عندئذ

$$A = \frac{\Pi D^2}{4},\ P = \Pi D,\ R = \frac{D}{4}$$

أو

$$\frac{1}{144} = \frac{1}{0.011} \times \left(\frac{\Pi D^2}{4}\right) .. \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \left(\frac{0.3}{100}\right)^{\frac{1}{2}}$$

أو

$$\frac{1}{144} \times \frac{0.011 \times 4}{\Pi} = \frac{D^2 . D^{2/3}}{(4)^{2/3}} \times \frac{1}{\sqrt{333.3}}$$

أو

$$\frac{0.011 \times 4 \times 2.52 \times 18.26}{144 \times \Pi} = D^{8/3}$$

$$D = (0.00447)^{3/8}$$

D = ٠,١٣٢ متر

= ١٣,٢ سم

مواد الأنابيب:

الأنابيب المستخدمة فى الصرف تصنع عادة من الطفلة أو من الخرسانة، بأطوال قصيرة. أحياناً، قد تصنع من الصلب المغطى بالبنتيومين من الداخل ومن الخارج.

obeikandl.com

المواسير البلاستك المموجة والمثقبة أصبحت مفضلة بسبب خفة وزنها وسهولة تداولها.

مقارنة بين الأنابيب من الطفلة ومن الخرسانة:

الأنابيب الخرسانية ذات النوعية الجيدة شديدة المقاومة للتجمد وإذابة الجليد ولكن يمكن أن تتلف فى التربة القلوية أو الحامضية. المواد من الطفلة لاتتأثر بالتربة الحامضية أو القلوية عند التعرض للحالات المستمرة من التجمد وانصهار الجليد وجد أن الأنابيب الخرسانية آمنة عن الأنابيب من الطفلة، ذلك رغم أن الأنابيب من الطفلة تقاوم التلف بفعل التجمد. كلا نوعى الأنابيب يجب أن يكون له القوة الكافية لتحمل الأحمال الاستاتيكية والأحمال الصدمية التى تنقل إليها من التربة التى فوقها.

الأنابيب الجيدة من الطفلة أو من الخرسانة يجب أن يكون لها الخواص الآتية:

١- مقاومة العوامل الجوية والتلف فى التربة.

٢- الامتصاص المنخفض للماء أى الكثافة العالية.

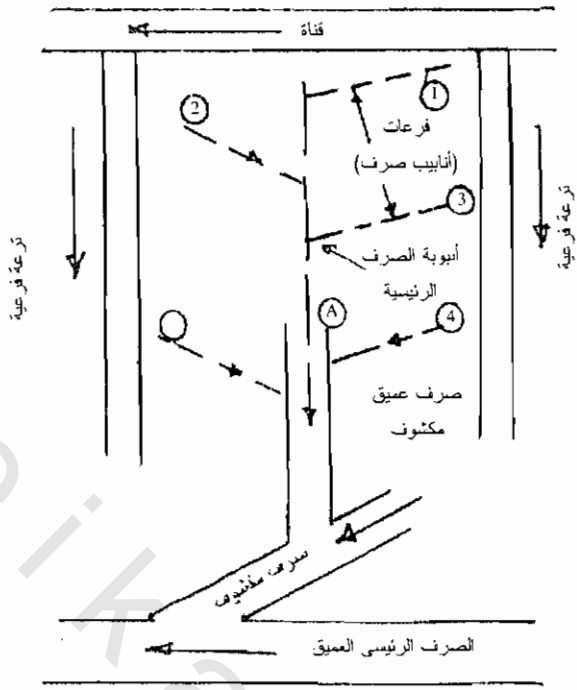
٣- التجانس فى الشكل وسمك الجدار...الخ.

٤- عدم وجود عيوب مثل التشققات...الخ.

٥- القوة الكافية لمقاومة الأحمال الاستاتيكية والأحمال الصدمية المصممة عليها.

وضع أنابيب الصرف: (Layout of Tile Drains)

أنابيب الصرف قد تكون مصفوفة بطرق مختلفة، طبقاً لطبوغرافية الأرض. عموماً التفرعات من أنابيب الصرف (Laterals) تمر خلال معظم مساحة الصرف وتتصل بخط الصرف الرئيسى (Mains) والذى بالتالى يصرف خلال المخارج فى المصارف العميقة المفتوحة. شبكة بسيطة من نظام الصرف موضحة فى الشكل (١١).

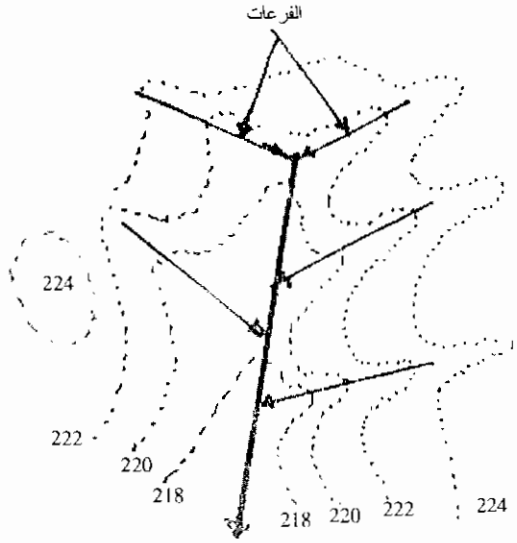


شكل (١١) المخطط العام لشبكة أنابيب الصرف

بدائل مختلفة ممكنة لأوضاع نظم أنابيب الصرف موضحة فى الشكل (١٢)، حيث سيتم مناقشتها.

١ – النظام الطبيعى (Natural System)

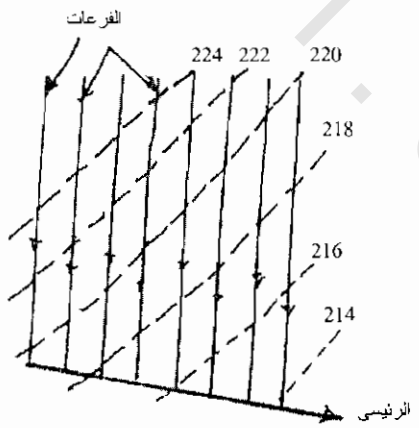
النظام الطبيعى يستخدم عموما فى الأرض ذات الطبوغرافية المتدحرجة حيث يكون المطلوب صرف مساحات معزولة. التفرعات الرئيسية والفرعيات المتصلة يتم توفيرهم فى مسلك طبيعى كما فى الشكل (١٢-أ). هذا النظام مناسب عندما لايتم الصرف بكل الأرض. النظام مرن إلى حد ما ويسمح بالصرف المحلى حيث يكون مطلوبا.



شكل (١٢-أ) النظام الطبيعى

٢- نظام المصبعة (الشبكة) الحديدية (Grid Iron System)

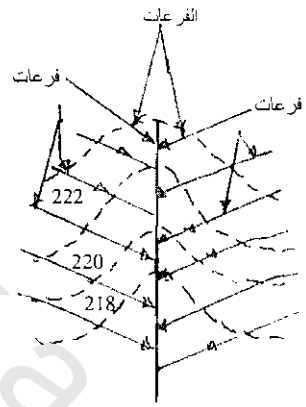
نظام الصرف المكون من فرعات رئيسية وفرعية موضح فى الشكل (١٢-ب). فى هذا النظام، يتم توفير الفرعيات على جانب واحد من الفرع الرئيسى (Mains) كما هو موضح. هذا النظام يتم تبنيه عندما تكون الأرض مستوية عمليا، أو حيث يكون ميل الأرض بعيدا عن الفرع الرئيسى الثانوى على جانب واحد، وعندما تكون كل المساحة يلزم صرفها.



شكل (١٢-ب) نظم الشبكة الحديدية

٣- نظام عظام السمكة (Herring Bone System)

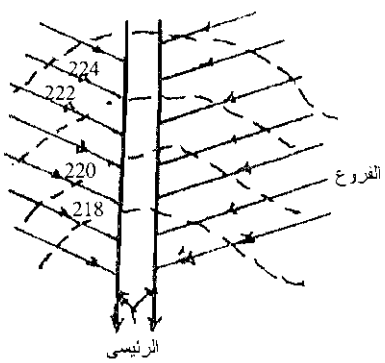
فى إطار هذا الوضع، تتصل الفرعات مع الفرع الرئيسى أو الفرع الرئيسى المساعد على كل جانب بالتبادل كما فى الشكل (١٢-جـ). يتم استخدام هذا الوضع عندما يكون الفرع الرئيسى موجودة فى منخفض الأرض على طول الفرع الرئيسى يكون ذات صرف مضاعف، ولكن لكونه فى منخفض، فإنه من المحتمل أن يتطلب زيادة فى الصرف عنه فى حالة الأرض على الميول المجاورة.



شكل (١٢-جـ) نظام عظام السمكة

٤- النظام ذو الفرع الرئيسى المزدوجة (Double Main)

هذا النظام له اثنين من الفروع الرئيسية مع وجود فروع منفصلة لكل منهما كما فى الشكل (١٢-د). يستخدم هذا الوضع عندما يكون قاع المنخفض متسعا. هذا النظام يقلل من طول الفروع ويلغى الكسر فى ميل الفرع عند طرف المنخفض.

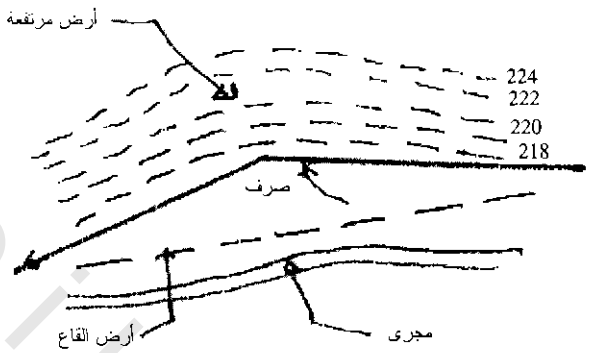


شكل (١٢- د) نظام الخط الرئيسى للصرف المزدوج

obeikandl.com

٥- نظام أنابيب الصرف المتقاطعة:

فى هذا النظام، لاتوجد فروع صرف. يتم استخدام الفروع الرئيسية عند طرف نهاية الميل كما هو موضح فى الشكل (١٢-هـ). هذا النظام مفضل عندما يكون المصدر الرئيسى للصرف من أرض مرتفعة Hilly Land.



شكل (١٢- هـ) نظام أنابيب الصرف المعترضه

عموما، كل الفروع الرئيسية والفرعية يجب أن تكون بعيدة عن الأشجار، حيث الجذور لتلك الأشجار يمكنها بسهولة دخول الوصلات المفتوحة للمواسير حيث عندئذ يحدث الإنسداد للنظام.

oberkandl.com

الملحق (ب)

نوعية المياه المطلوبة للرى

كما فى حالة أن كل المياه ليست مناسبة للإستخدام الآدمى، فإن كل المياه ليست مناسبة لحياة النبات. المياه المحتوية على الملوثات، التى تكون ضارة لنمو النبات، ليست مناسبة للرى.

نوعية مياه الرى المناسبة تتأثر بمكونات التربة إلى حد كبير التى سيتم ريها بالماء. نوع معين من المياه قد يكون ضاراً فى حالة استخدامه فى نوع معين من التربة، ولكن نفس نوعية المياه قد تكون مقبولة أو حتى مفيدة فى رى نوع آخر من التربة. مختلف أنواع الملوثات التى يمكن أن تجعل المياه غير مناسبة للرى يمكن تقسيمها كالآتى:

١- تركيز الرواسب فى الماء.

٢- التركيز الكلى لأملاح الصوديوم فى الماء.

٣- نسبة أيونات الصوديوم إلى الكاتأيونات الآخرى.

٤- تركيز العناصر السامة الموجودة فى الماء.

٥- تركيز البيكربونات بالنسبة لتركيز الكالسيوم زائد المغنسيوم.

٦- التلوث البكتيرى.

تأثير تلك الملوثات كالآتى:

١- الراسب: (Sediment)

تأثير الراسب الموجود فى مياه الرى يعتمد على نوع الأرض المروية. عند ترسيب الرواسب الدقيقة من الماء على التربة الرملية، فإن الخصوبة تتحسن. ولكن،

obeikandl.com

إذا كانت الرواسب ناتجة عن نحت وبرى مساحات من الأرض، فإنها يمكن أن تقلل الخصوبة أو تقلل نفاذية التربة. المياه الحاملة للرواسب تخلق مشاكل فى قنوات الرى، حيث ترسب والذى يترتب عليه زيادة تكاليف الصيانة. عموما، المياه الجوفية أو المياه السطحية من الخزانات ...الخ. ليس بها رواسب كافية لإحداث مشاكل حادة فى الرى.

٢ - *التركيز الكلى للأملاح المذابة:*

الأملاح المذابة فى الماء للصوديوم ($Na_2 Co_3$)، ($Na_2 SO_4$)، (Nacl) و ($Na_2 NO_4$) و للمغنسيوم مثل ($Mg SO_4$)، ($Mg d_2$) وللبوتاسيوم (Kcl)، $K NO_3$، للكالسيوم مثل $Ca\ C_2$ ...الخ. عند وجود تلك الاملاح فى مياه الرى (أو فى التربة المروية) قد تسبب مضار لنمو النباتات والحاصلات. عند وجود مثل هذه الأملاح بكميات وفيرة، فإنها تقلل النشاط الأوسموزى فى النباتات لمنع التهوية المطلوبة وإعاقة نمو النبات. الضرر الذى يحدث لنمو النبات يتوقف على تركيز الأملاح الموجودة فى محلول التربة أو مستخلص التربة (أى عينة الماء المأخوذة من التربة المشبعة)، والتى تحتوى على أملاح تزيد عن تركيز الأملاح الموجودة فى مياه الرى. أنه فى حالة الاستخدام المستمر للمياه المالحة فى الرى، فإنها تترك خلفها كمية من الأملاح فى التربة المروية، والتى قد تؤدى معا إلى زيادة تركيز الأملاح فى الحاصلات فيما بعد، حتى لو كان تركيز الأملاح فى مياه الرى ليس عالياً. لذلك، فإن مياه الرى يجب أن يكون محتواها من الأملاح أقل كثيراً عن القيم التى يمكن تحملها لنمو النبات. على أساس مثل هذه الحالات فإن التركيز الحرج للملح فى مياه الرى يمكن تحديده طبقاً لحالة الملح فى التربة، ونوع الحاصلات. عموماً، الأملاح التى تزيد عن ٧٠٠ ملجرام/لتر تعتبر ضارة لبعض الحاصلات والأملاح التى تزيد عن ٢٠٠٠ ملجرام/ لتر تكون ضارة لكل الحاصلات.

تركيز الاملاح فى مياه الرى أو فى مستخلص التربة يتم قياسه بتعيين التوصيل الكهربى للمياه المالحة، بمساعدة جهاز قياس التوصيل الكهربى. يقدر التوصيل الكهربى بالميكروموهوز/سم أو بالمليموهوز/سم (Micromhos/cm or Millimohos/cm). وذلك عند درجة حرارة معينة، وهى مرتبطة تقريباً بالمحتوى من الأملاح المذابة بالملجرام/لتر طبقاً للمعادلة

الأملاح المذابة بالملجرام/لتر = التوصيل الكهربى بالميكروموهو/سم × ٠,٦٥

عندما يكون التوصيل الكهربى لمياه الرى حتى ٢٥٠ ميكروموهو/سم عند ٢٥°م فإنها تصنف كمياه ذات توصيل كهربى منخفض ويرمز لها (C1).

عندما تكون القيمة ما بين ٢٥٠ إلى ٧٥٠ فإنها تكون مياه ذات توصيل متوسط (C2).

عندما تكون القيمة ما بين ٧٥٠ إلى ٢٢٥٠ فإن الماء يكون عالى التوصيل (C3).

عندما تكون القيمة أعلا من ٢٢٥٠ فإنها تصنف بالمياه ذات التوصيل العالى جداً (C4).

مناسبة تلك الأنواع الأربعة من المياه تناقش فى الجدول التالى:

م	نوع المياه	الاستخدام فى الرى
١	المياه ذات الملوحة المنخفضة (C1) التوصيل ما بين ١٠٠ إلى ١٥٠ ميكروموهوز/سم عند ٢٥°م	تستخدم لرى كل الحاصلات تقريباً. قد توجد القليل جداً من القلوية والتى تتطلب الغسيل بالماء لإزالتها (Leaching) ولكنها مناسبة فى ظروف الرى العادية عدا فى حالة التربة ذات النفاذية المنخفضة جداً.
٢	المياه ذات الملوحة المتوسطة (C2) التوصيل ما بين ٢٥٠ إلى ٧٥٠ ميكروموهوز/سم عند ٢٥°م	يمكن استخدامها فى حالة عمل كمية متوسطة من غسيل الأملاح. يمكن رى النباتات ذات التحمل الطبيعى للأملاح بدون التحكم فى الملوحة وخفضها.
٣	المياه عالية الملوحة (C3) حيث التوصيل ما بين ٧٥٠ إلى ٢٢٥٠ ميكروموهوز/سم عند ٢٥°م	لايمكن استخدامها فى التربة ذات الصرف المحدود. يتم إتخاذ الإجراءات للتحكم فى الملوحة حيث يمكن فقط زراعة النباتات التى تتحمل الملوحة العالية.
٤	المياه ذات الملوحة العالية جداً (C4) حيث التوصيل من ٢٢٥٠ وأعلا ميكروموهوز/سم عند ٢٥°م	عموماً غير مناسب للزراعة

لاحظ أن C1، C2، C3، تمثل الزيادة فى الخطورة من تركيز الأملاح.

نسبة أيون الصوديوم إلى الكاتأيونات الأخرى:

معظم أنواع التربة يحتوى على أيونات الكالسيوم والمغنسيوم وكميات صغيرة من أيونات الصوديوم. نسبة أيونات الصوديوم هى عموماً أقل من ٥% لكل الكاتأيونات القابلة للتبادل. إذا زادت هذه النسبة إلى حوالى ١٠% أو أكثر فإن الشكل الحبيبى للتربة ينعدم، وتصبح التربة أقل نفاذية ويصعب حرثها. فهى تبدأ فى التقشير عندما تكون جافة، وعندما يزداد رقمها الهيدروجينى (pH) نحو ذلك للتربة القلوية. لذلك فإن التربة ذات المحتوى العالى من الصوديوم تكون لدنه، لصقة عندما تكون رطبة ومعرضة لتكوين الكتل الطينية (Clods)، وقد تتقشر عند الجفاف.

لذلك فإن نسبة أيون الصوديوم فى مياه الرى يجب أن يتم التحكم فيها، وهى عموما تقاس بمعامل يسمى نسبة امتصاص الصوديوم (Sodium Absorbtion Ratio) (SAR)، والتى تمثل خطورة محتوى الماء على الصوديوم.

تعرف نسبة امتصاص الصوديوم (SAR) بالآتى:

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}$$

حيث تركيز الأيونات يقدر بالمللى مكافئ للتر (meq/L). يتم الحصول على المللى المكافئ بقسمة تركيز الملح بالملجرام فى اللتر على وزنه المكافئ أى الوزن الذرى + التكافؤ.

عندما تقع قيمة (SAR) بين صفر إلى ١٠، فهى تسمى الماء المنخفض الصوديوم (S1)، وتسمى الماء متوسط الصوديوم (S2) ما بين ١٨ إلى ٢٦، وتسمى الماء عالى الصوديوم (S3) عندما تزيد نسبة امتصاص الصوديوم عن ٢٦ (S4). مناسبة تلك الأنواع الأربعة لمياه الرى سيتم تناوله فى الجدول التالى. بإضافة الجبس (Caso4) إلى الماء أو إلى التربة فإن قيمة نسبة امتصاص الصوديوم (SAR) منخفض.

مناسبة أنواع المياه المحتوية على الصوديوم فى الرى

م	نوع المياه	الاستخدام فى الرى
١	المياه ذات المحتوى المنخفض من الصوديوم (S1) نسبة الامتصاص للصوديوم ما بين صفر إلى ١٠	يمكن استخدامها لرى كل أنواع التربة ولمعظم الحاصلات باستثناء تلك ذات الحساسية العالية للصوديوم مثل أشجار الفاكهة ذات النواة (Stone Fruit) كالخوخ والتمر والمشمش...الخ.
٢	المياه ذات المحتوى المتوسط من الصوديوم (S2) حيث نسبة امتصاص الصوديوم من ١٠ إلى ١٨	يشكل خطورة على التربة ذات الحبيبات الدقيقة والتى تحتاج إلى إضافة الجبس..الخ ولكن يمكن استخدامها على التربة ذات الحبيبات الخشنة أو العضوية ذات النفاذية الجيدة.
٣	المياه ذات المحتوى العالى من الصوديوم (S3) وحيث نسبة امتصاص الصوديوم ما بين ١٨ إلى ٢٦	قد تكون ضارة على كل أنواع التربة غالباً، وتتطلب الصرف الجيد، وإضافة الجبس والغسيل لإزالة الاملاح...الخ وذلك لتوفير الرى الجيد.
٤	المياه ذات المحتوى العالى جداً من الصوديوم (S4) نسبة إمتصاص الصوديوم أعلا من ٢٦	عموما هذه المياه غير مناسبة للرى.

ملاحظة: S1، S2، S3، تمثل الزيادة المضطردة فى الخطورة بسبب الصوديوم القابل للتبادل.

تركيز العناصر ذات السمية الشديدة:

عدد كبير من العناصر قد يكون ساما للنبات. الآثار القليلة من عنصر البورون يعتبر أساسى لنمو النبات، ولكن التركيزات أعلى من ٠,٣ جزء فى المليون تكون خطيرة على النقل (Nuts) أى الجوز واللوز، وكذلك على الفواكه الحامضية (الليمون والبرتقال)، ولكن القطن ونبات الحبوب كالحنطة والشعير ومحاصيل الخضروات

يمكنها تحمل البورون، بينما التمور، البنجر، النبات من الفصيلة الزنبقية (Asparagus) تتحمل إلى حد ما. حتى فى حالة المحاصيل التى تتحمل فإن تركيز البورون يجب أن لا يزيد عن ٤ جزء فى المليون، البورون يوجد عموماً فى مختلف أنواع الصابون. مياه الصرف التى تحتوى على الصابون...الخ، يجب لذلك أن تستخدم بحرص شديد فى الرى.

السيلينيوم حتى فى التركيزات المنخفضة، يعتبر سام ويجب تجنبه.

تركيز البيكربونات بالنسبة إلى تركيز الكالسيوم والمغنسيوم:

التركيز العالى لأيون البيكربونات قد ينتج عنه ترسيب بيكربونات الكالسيوم والمغنسيوم من محلول التربة، بما يزيد من المقدار النسبى لأيونات الصوديوم والذى يسبب مخاطر الصوديوم.

التلوث البكتيرى:

التلوث البكتيرى لمياه الرى ليس من المشاكل الحادة، إلا فى حالة رى المحاصيل التى تؤكل نيئة بالمياه الملوثة. المحاصيل مثل الأقطان ...الخ التى يتم تصنيعها بعد الحصاد يمكن استخدام مياه الصرف.

مثال:

ما هو تقسيم مياه الرى ذات الخواص التالية:

- تركيز Na، Ca، Mg هو ٢٢، ٣ و١,٥ملى مكافئ على اللتر على التوالى والتوصيل الكهربى هو ٢٠٠ ميكروموهوز/سم عند ٢٥°م.
- ما هى المشكلة التى يمكن أن تنشأ باستخدام هذا الماء على التربة ذات الحبيبات الدقيقة؟
- ما هو العلاج المقترح للتغلب على تلك المشكلة؟

oberkandl.com

الحل:

أ- $$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}$$

$$= \frac{22}{\sqrt{\frac{3+1.5}{2}}} = \frac{22}{\sqrt{2.25}}$$

$$= \frac{22}{1.5} = 14.67$$

إذا كانت نسبة امتصاص الصوديوم (SAR) ما بين ١٠ إلى ١٨ فإن المياه تصنف كمياه متوسطة المحتوى من الصوديوم، وتمثل بالرمز (S2) كما في الجدول السابق (٢).

التوصيل الكهربى هو ٢٠٠ ميكروموهوز/سم عند ٢٥°م. طبقاً للجدول (١) فإن الماء يسمى ذو التوصيل المنخفض (C1)، إذا كانت قيمة التوصيل الكهربى ما بين ١٠٠ إلى ٢٥٠ ميكروموهوز/سم عند ٢٥°م فإنه عندئذ يكون ماء من الدرجة (C1). لذلك، فإن هذا الماء يصنف (S2,C1) ماء.

ب- فى التربة ذات الحبيبات الناعمة يمكن للمياه متوسطة الصوديوم (S2) أن تخلق المشاكل الآتية:

- أن تصبح التربة أقل نفاذية.
- تبدأ فى التقشير عند الجفاف.
- تصبح لدنه ولاصقة عند البلل.
- يزداد الرقم الهيدروجينى نحو التربة القلوية.

جـ- إضافة الجبس ($Ca\ SO_4$) إما للتربة أو للماء يمكن من التغلب على مشكلة الصوديوم. الغسيل للتربة بالماء لإذابة الأملاح قد يؤثر على إزالة المحتوى من الملح والذى قد يزداد بعد ذلك بإضافة الجبس.

obeikandl.com

References المراجع

1- Raw – K. N. C. J. George and K. S Ramasastri "Potential Evapotranspiration. India 1971 pp A2-1-14.

2- Chow V. T. "Ed Handbook of applied Hydrology" McGraw Hill. New York 1984.

3- Alexander Binnie "The variation in Rain fall" Ins. Civil Engrs (London) Vol 109.

4- Weinser, C. J. "Hydrometeorology" Chapman and Hall Limited London U.K 1990.

5- Chow V. T. "Open Channel Hydraulics" McGraw Hill, New York 1989.

6- Davis C. V. and T. E. Sorensen "Handbook of Applied Hydraulic" McGraw Hill Book Co. New York 1989.

7- Rao. K. L. "Indian's Water Wealth" Orient Longman New Delhi 1990.

8- Greager W. P., I. P. Justin and Julian Hinds "Engineering of Dams" Vol I, Willey 1996.

9- Barrows, H. K. "Water Power Engineering", McGraw Hill Book Co. Inc. New York 2001.

10- Sowers. G. G. and H. L. Sally, "Earth and Rockfill Dams". Asia Publishing Co. New Delhi 1992.

obeikandl.com