الفصل التاسع

إضافة الكيماويات بمياه الري
Chemigation

(٩,١) مقدمة :

إن حقن المواد الكيماوية الزراعية مثل الأسمدة الصناعية (Fertilizers) ومبيدات الأعشاب (Herbicides) ومبيدات الحشرات (Insecticides) ومبيدات الديدان (Nematicides) ومبيدات الفطريات (Fungicides) وكيماويات التحكم في النمو (Growth regulators) إلى نظام الري اصبح يعرف بالري بإضافة الكيماويات (Chemigation). ويمكن استخدام نظم الري بالرش والتنقيط لإضافة المواد الكيماوية من خلال تلك النظم أثناء الري. أن الري بإضافة الكيماويات Chemigation هو عبارة عن حقن تلك المواد إلى مياه الري المتدفقة خلال الأنبوب الرئيسي لنظام الري. ولقد انتشرت هذه الطريقة بالري خلال السنوات الأخيرة، لكن طريقة إضافة الأسمدة الطبيعية إلى النباتات من خلال قناة الري مباشرة معروفة منذ مئات السنين. ولكن مع تطور تصميم نظم الري بالرش والتنقيط ووجود الأجهزة المطلوبة لحقن هذه الكيماويات إلى مياه الري المتدفقة خلال الأنابيب أدى إلى انتشار إضافة هذه المواد الكيماوية إلى المحاصيل الزراعية.

هناك أسماء عديدة لهذه الإضافات تعتمد على حسب نوع المادة الكيماوية المضافة مع مياه الري إلى المساحة المروية مثل الري بالأسمدة الصناعية (Fertigation) أو ما يسمى بالرسمدة، الري بمبيدات الأعشاب (Herbigation)، الري بمبيدات الحشرات (Insectigation)، الري بمبيدات الفطريات (Fungigation).

لذلك الري بالكيماويات (Chemigation) عبارة عن إضافة المواد الكيمائية مهما كان نوع هذه المادة مع مياه الري إلى التربة وأوراق النباتات. وتعتبر طريقة فعالة للاستفادة من هذه المواد المضافة، ولكي يتحقق ذلك لابد أن تناسب المادة المضافة نظام الري المستخدم. أن أهم شروط الري المطلوبة عند إضافة الكيماويات هي :

أ. توزيع منتظم نسبياً للمواد الكيماوية.

ب. مرونة التحكم في زمن الإضافة.

ج. أقل تكلفة مقارنة بطرق الإضافة الأخرى مثل استخدام الجرارات والطائرات.

د. أقل ضررا للمحصول مقارنة بإضافتها على الأرض مباشرة.

كذلك أن من أهم الأمور التي يجب آخذها في الاعتبار عند الري بإضافة الكيماويات هو احتمال تلوث المياه الجوفية والسطحية في حالة حدوث الآتي :

١. رجوع المواد الكيماوية التي تم حقنها إلى مصدر الماء، وذلك عند حدوث عطل ميكانيكي أو عند انقطاع كهرباء نظام الري المستخدم.

٢. رجوع المياه المتدفقة إلى نظام الحقن، ومن ثم تدفق هذه المياه من على جوانب خزان الحقن.

٣. استمرار تشغيل مضخة الحقن عند توقف مضخة نظام الري سوف يؤدي إلى انتقال المحلول الكيماوي إلى الخط الرئيسي لنظام الري مما قد يسبب في انتقاله إلى مصدر الماء.

٤. احتمال تلوث للمساحات المجاورة أو المياه السطحية للحقول المروية خاصة عند وجود رياح أو جريان سطحي.

أن مقارنة التكلفة عند إضافة الكيماويات مع مياه الري بطرق إضافة أخرى مثل استخدام الطائرات أو إضافة هذه المواد على سطح الأرض بواسطة الأيدي أو الآلات الزراعية الأخرى يعتمد على إجابة الأسئلة التالية :

openkanal.com

١. هل نظام الري المستخدم موجود في الحقل؟
٢. هل هناك حاجة لإضافة مياه الري؟
٣. كم عدد مرات إضافة الكيماويات خلال الموسم؟

تعتبر طريقة إضافة الكيماويات مع مياه الري أقل تكلفة بحوالي ٣٠-٥٠ ٪ من استخدام الطائرات أو الجرار الزراعي. وتقل هذه التكلفة مع زيادة عدد مرات الإضافة في الموسم. بالإضافة إلى وجود مميزات أخرى مثل المرونة في زمن الإضافة ومعدل الإضافة أثناء الموسم. وبالتالي يمكن إضافة الأسمدة الصناعية مع مياه الري بمعدلات مناسبة حسب حاجة النبات إلى ذلك، وحسب عمق الماء المضاف أثناء الرية مما يؤدي إلى تقليل تسرب النترات مع مياه الصرف إلى المياه الجوفية.

(٩,٢) المواد الكيماوية Chemical Materials

هناك عدة أنواع من المواد الكيماوية يمكن أضافتها مع مياه الري ، ولكن كل مادة يجب أن تستخدم بالطريقة المناسبة حسب الغرض من الاستخدام والخصائص الفيزيائية وكذلك مراعاة الإرشادات والاحتياطات المطلوبة عند الاستخدام. أكثر المواد الكيماوية استخداماً والتي سوف تناقش هي الأسمدة الصناعية والمبيدات الحشرية، وكذلك المواد التي تستخدم في تطهير نظم الري من الفطريات والطحالب والجراثيم.

للمواد الكيماوية خصائص فيزيائية تتحكم في طريقة الإضافة مع مياه الري. حيث قد تكون هذه المواد سهلة الإذابة في الماء أو هناك صعوبة في الإذابة وبالتالي تكون على شكل محلول مركز مع بقايا عالقة (مستحلب)، كذلك قد توجد هذه المواد مذابة في زيوت أو على هيئة غازات. ويمكن تقسيم هذه المواد من حيث الذوبان إلى الآتي :

١. المواد القابلة للذوبان :

تعتبر المواد الكيماوية القابلة للذوبان في الماء اسهل الكيماويات عند التحضير والاستخدام. وتختلف درجة قابلية الذوبان على حسب الخصائص الفيزيائية للمادة

وكذلك درجة حرارة الماء المذابة فيه ونوعية مياه الري. فمثلاً قدرة المياه على إذابة هـــذه المواد يمكن أن يحددها حموضة أو قلوية هذه المياه، أو وجود أملاح ذائبة في هذه المياه مثل كربونات أو نترات كل من الصوديوم أو الكالسيوم أو الماغنسيوم. أن حقـــن هذه الكيماويات يمكن أن يؤدي إلى حموضة أو قلوية المياه على حسب نـــوع المـــادة المضـــافة. زيادة قلوية المياه قد يؤدي إلى ترسب أملاح الكالسيوم والماغنسيوم مما قد يسبب انسداد بعض مكونات نظم الري مثل المنقطات. كذلك خفـــض رقم الـــ *PH* إلى اقل من ٦,٥ يمكن أن يسبب تآكل في بعض مكونات نظم الري. كذلك عند حقن اكثر من مادة كيماوية في نفس الوقت قد يؤدي إلى تكوين مادة غير قابلة للذوبان.

٢. المواد الغير قابلة للذوبان :

هـــي مـــواد كيماوية غير قابلة للذوبان في الماء، ولكن يمكن تكوين محلول تكـــون هذه المواد معلقة غير ذائبة عند خلط هذه المواد وتحريكها في خزان الحقن. وبالتالي يمكن الحصول على تركيز منتظم نسبياً عند حقنها مع مياه الري.

٣. المواد المذابة في الزيوت :

وهي كيماويات يتم أذابتها في زيوت ولكنها تحتاج إلى عناية جيدة بسبب قابليـــتها للاشتعال، ولذلك لابد من حقنها جيداً وخلطها مع مياه الري لأنها قد تنفصل عن مياه الري.

٤. المواد الغازية :

وهـــي مواد على هيئة غازات مثل الكلور وكذلك anhydrous ammonia ، وهـــذه المواد يمكن حقنها بسهولة. ولكن المشكلة الرئيسية هي قابلية هذه الغازات إلى التطاير عند إضافتها إلى النبات مع مياه الري بواسطة نظام الري.

أن الاخـــتلاف الرئيسي بين هذه المواد هو أن بعض هذه الكيماويات لابد مـــن خلطها مع التربة حتى يمكن الاستفادة منها. والبعض الآخر لابد من إضافتها على الغطاء الخضري. بينما البعض الآخر لابد من ترسبها في القاع كما هو الحال في المطهـــرات مع مكونات نظم الري. لذلك نجد أن كيفية إضافة هذه المواد يؤثر

على زمن الإضافة وكذلك على حجم الماء المطلوب أضافته مع هذه الكيماويات. لذلك نجد أن إضافة سماد النتروجين من خلال نظم الري وخاصة التنقيط يؤدي إلى زيـــادة نمو الطحالب وبعض الكائنات الدقيقة الذي قد يسبب انسداد المنقطات، وكذلـــك الرشاشـــات وكذلـــك بعض الأنابيب. في هذه الحالة يمكن استخدام المنظفات مثل الكلور لتنظيف نظام الري.

تشغيل نظم الري عند إضافة الكيماويات :

عـــند تشـــغيل نظـــم الـــري وإضافة الكيماويات أثناء الري لابد من اعتبار الاحتياطات التالية :

١ . لابد من حماية المزارع والبيئة.
٢ . معايرة نظام الحقن حتى يمكن إضافة الكمية المطلوبة.
٣ . إضافة الكمية المطلوبة من مياه الري في الوقت المناسب حتى يمكن تقليل مياه الجـــريان الســـطحي والتسرب العميق وبعثرة الرياح والتي قد تحمل مواد كيماوية مضافة إلى خارج الحقل.
٤ . يجـــب اســـتخدام نظـــام الري ذو التصميم الجيد مع المحافظة على الصيانة المستمرة، وذلك للحصول على توزيع متجانس للمواد المضافة.
٥ . تحقن الأحماض بعد المرشحات حتى لا يحدث تآكل لمكونات هذه المرشحات.
٦ . تحقن جميع المواد الكيماوية في الخط الرئيسي لنظام الري مع ملاحظة وجود مسافة كافية تسمح باختلاطها وإذابتها قبل الدخول إلى المرشحات.
٧ . يفضـــل إضـــافة الأسمدة إلى مياه الري على جرعات خفيفة حتى لا يحدث مشاكل مثل الترسب والتآكل.
٨ . ينصـــح بإجـــراء اختبار على المواد المضافة في البداية قبل خلط وحقن هذه الكيماويات لمعرفة درجة الذوبان مع مياه الري. هذا الاختبار سهل الإجراء وهو عبارة عن وضع كمية معينة في وعاء زجاجي سعته حوالي لتر واحد،

obeikandl.com

ثم خلطها مع مياه الري المستخدمة بالجرعات المطلوبة والمحددة والتي سوف تستخدم مع المحصول في الحقل. بعد ذلك يترك الوعاء حوالي ٢٤ ساعة، فإذا كان المحلول الناتج على شكل مستحلب أو لم تكن الإذابة تامة فإن احتمال ترسب جزء من المادة المضافة يكون كبير.

٩ . دائماً أضف الأحماض إلى المياه وليس العكس.

١٠. لا تخلط الكلور مع الأحماض لأن ذلك يكوّن غاز الكلور السام.

(٩,٣) المعايـــرة Calibration :

للحصول على الفائدة القصوى من الكيماويات المضافة إلى النبات بواسطة نظام الري ، وكذلك تجنب تلوث البيئة والمشاكل الصحية لابد من المعايرة السليمة لنظام الحقن الكيماوي ، كذلك فحص مكونات ذلك النظام قبل المعايرة والتأكد من سلامة وكفاءة هذه المكونات.

والمعايـــرة لـــنظام الحقـــن تعتبر طريقة مباشرة نسبياً ولكن تحتاج إلى الوقت والأدوات المناسبة، وكذلك الحسابات السليمة حتى يمكن الوصول إلى معدل الحقن الكيماوي المطلوب والمعايرة السليمة. وتتكون المعايرة السليمة من الخطوات التالية :

١. إيجاد المساحة المراد ريها ومعاملتها بالمواد الكيماوية بالهكتار.

٢. إيجاد الكمية المطلوب أضافتها من الكيماويات لكل هكتار.

٣. إيجاد الكمية الكلية من الكيماويات المطلوب أضافتها في الرية الواحدة كالآتي :

$$W_f = \frac{W_{ef} . A}{y} \qquad (٩,١)$$

حيث أن:

W_f = الوزن الكلي للمحلول الكيماوي.

W_{ef} = الوزن الفعلي للمادة الكيماوية المضافة للهكتار الواحد.

A = المساحة المروية بالهكتار.

y = نسبة تركيز المادة الكيماوية المضافة.

openkanar.com

٤. إيجاد زمن حقن الكيماويات إلى مياه الري إلى المساحة المراد ريها (ساعة، دقيقة) وهذه الخطوة تعتمد على عدة عوامل مثل زمن الري اليومي أو زمن الري للحقل، ومعدل إضافة مياه الري، وحجم مياه الري المطلوب أضافتها مع المواد الكيماوية. مع الأخذ في الاعتبار زمن مرور أو انتقال الكيماويات خلال مكونات (شبكة) نظام الري.

٥. إيجاد المحلول أو الخليط الكيماوي المناسب.

٦. إيجاد التصرف المناسب لنظام الحقن المستخدم كالآتي:

$$Q_f = \frac{W_f}{\rho T_f} \qquad (٩,٢)$$

$$Q_f = \frac{V_f}{T_f} \qquad (٩,٣)$$

حيث أن:

Q_f = تصرف جهاز الحقن (معدل الحقن).

T_f = زمن حقن المحلول الكيماوي إلى مياه الري.

ρ = كثافة المحلول الكيماوي.

عند المعايرة لابد من الأخذ في الاعتبار نوع نظام الري. حيث يمكن تصنيف تلك النظم إلى نظم ثابتة أثناء الري مثل نظام الري بالتنقيط أو متحركة مثل النظام المحوري. حيث في النوع الأول يمكن خلط كمية من المواد الكيماوية وإضافتها إلى مساحة معينة أثناء عملية الري، بينما في النظم المتحركة يجب أن يتناسب معدل الحقن الكيماوي مع سرعة جهاز الري والمساحة المروية. كذلك يجب تحديد معدل الحقن وذلك بمعايرة نظام الحقن تحت الظروف الحقلية المستخدم فيها نظام الحقن. ويمكن تحديد معدل أولي للحقن باستخدام مياه نظيفة بدلاً من المحلول الكيماوي وبالتالي معرفة التصرف المطلوب من نظام الحقن، ولا يجب الاعتماد على معدل

التصـــرف المكتوب على مكونات نظام الحقن من الشركة المنتجة. لذلك لابد من تحديد ذلك في الحقل وتحديد معدلات التصرف تحت الظروف الحقلية. وذلك عن طـــريق تجميع أحجام معينة من نظام الحقن في خزان حتى يمكن الوصول إلى معدل التصـــرف المطلـــوب. ويجـــب ملاحظة أن أي تغيير في اللزوجة والكثافة للمواد الكيماوية يؤثر على معدل الحقن. كذلك يجب ملاحظة أن معدل الحقن لنظم الري المـــتحركة يكـــون عالياً نسبياً مقارنة بنظم الرش التقليدية والتنقيط. كذلك خلط المـــواد الكـــيماوية قبل أن تبدأ المعايرة وتحديد الكمية الكلية المطلوبة. ولابد من استخدام موازين وأدوات سليمة للخلط والقياس.

عند إضافة المادة الكيماوية من خلال نظم الري إلى الحقل فيتم قياس تركيز تلـــك المـــادة بوحدات مثل mg/l, gm/l , ppm , mmol/l , mol/m3 . وتكون كمية الســـماد الجافة مثلاً بوحدة كجم/هكتار/موسم وتختلف هذه الكمية حسب كمية مياه الري المضافة.

(٩,٤) نظام الحقن Injection System :

العوامل التي تؤثر على تصميم نظام حقن الكيماويات هي :

١- طريقة وسرعة الحقن .
٢- تركيز محلول المواد الكيمائية و دقة الإذابة.
٣- سعة خزان الحقن.
٤- منع تلوث مصدر الماء.

الأجهزة المطلوبة للحقن :

يـــتكون نظام أو جهاز الحقن عند إضافة الكيماويات مع الري بالرش من عـــدة مكونات تشمل مصدر للطاقة، مضخة حقن للمواد الكيمائية المضافة أثناء الـــري، خزانات حقن، محابس لمنع التدفق العكسي للسريان ومعايير قياس. وتعتبر مضـــخة الحقن هي الجزء الأساسي في هذا النظام. حيث لابد أن تكون دقيقة عند

حقن وخلط المواد المضافة بالمعدل المطلوب حسب نوع المحصول والتصرف المتدفق والمساحة المروية. كذلك تكون سهلة المعايرة والتدريج للحصول على معدلات حقن مختلفة، بالإضافة إلى مقاومة التآكل وسهلة الصيانة وذات متانة جيدة. هناك أنواع متوفرة من مضخات الحقن في الأسواق.

اختيار خزان الحقن :

أن من أهم الخصائص عند اختيار خزان الحقن لابد أن يكون ذو سعة كافية بحيث يحتوي على الكمية المطلوبة من المحلول الكيميائي للمساحة المروية بدون الحاجة إلى التعبئة مرة أخرى (حيث يكون $V_t \geq V_f$). ويمكن أيجاد حجم الخزان من المعادلة التالية :

$$V_t = \frac{n.W_f.A}{y} \qquad (٩,٤)$$

حيث أن :

V_t = حجم خزان الحقن المطلوب.

n = عدد مرات الإضافة بين التعبئة و الأخرى للخزان.

أما عند وجود المادة المضافة في حالة سيولة أو عند وجود بعض الشروط لخلط المادة المضافة كنسبة لتحضيره إلى سائل أو محلول مركز فتكون W_f عبارة عن الكمية المطلوبة من السائل المركز في الإضافة الواحدة وكذلك تكون ($\rho = 1$)، ويمكن الحصول على قيمة ρ من جداول. ولابد من ملاحظة أن كثافة المادة الكيماوية تزيد مع زيادة درجة حرارة الماء. والتحريك والخض في الخزان مطلوب خاصة لبعض المواد حتى يمكن أذابتها في الماء.

(٩,٥) معدل حقن الكيماويات إلى نظم الري :

تعتبر المعايرة عند إضافة المواد الكيميائية إلى المحصول أثناء الري هامة للغاية حتى يمكن إضافة الكمية المطلوبة حيث أن إضافة كميات قليلة لا تعطي النتائج المرغوبة، بينما الإضافة بكميات عالية يؤدي إلى زيادة التكاليف، بالإضافة إلى احتمال إصابة

المحصول وتلوث البيئة ببعض الأضرار. والمعايرة تحتاج إلى وقت و بعض الحسابات بالإضافة إلى بعض الأجهزة أو الأدوات.

ويجب الأخذ بعين الاعتبار بنوع نظام الري المستخدم حيث قد يحدد عدد أجهزة الحقن، مثل نظم الرش التقليدي حيث يمكن خلط هذه الكيماويات ثم الإضافة على دفعات. بينما نظم الري المتحركة مثل المحوري والسيار والمدفعي حيث يتم حقن الكيماويات إلى مياه الري باستمرار أثناء الري بمعدلات منتظمة، والتي تتوقف على معدل الإضافة، وسرعة الحركة، والمساحة المروية. مع ملاحظة أن مضخات الحقن المستخدمة مع نظم الري المتحركة يجب أن تكون دقيقة إلى حوالي ١٪ من أقصى معدل حقن.

نظم الري بالرش التقليدية :

تتميز نظم الري بالرش التقليدية عن نظم الري بالرش المتحركة بأنه يمكن إضافة المادة الكيميائية في أي وقت أثناء الري. فمثلا مبيدات الحشائش يمكن إضافتها في منتصف زمن الري أثناء عملية الري حتى يكون هناك مياه ري كافية لعملية الخلط. بينما تضاف مبيدات الحشرات في نهاية الري حتى يتم تجنب غسيل هذه المبيدات من على أوراق النبات. وهناك ثلاثة عناصر لابد من معرفتها أثناء المعايرة مع هذه النظم هي:

١- المساحة المروية للوضع الواحد.

٢- زمن إضافة أو حقن الكيماويات.

٣- كمية المواد المضافة لوحدة المساحة .

ويعتبر تحديد زمن الإضافة عاملاً مهماً بعد معرفة نوع المادة الكيماوية. وتعتبر النظم التقليدية والتنقيط اقل حساسية من النظم المتحركة بالنسبة لتحديد زمن الإضافة. في النظم التقليدية لابد من تشغيل الرشاشات لزمن لا يقل عن ١٥-٣٠ دقيقة قبل إضافة المادة الكيماوية حتى يمكن الوصول إلى انتظام افضل للرشاشات عند التوزيع.

إضافة الكلور Chlorination :

تضـــاف مـــادة الكلـــور إلى مياه نظام الري لمنع نمو الطحالب والأعشاب البكـــتيرية حـــتى لا تؤدي إلى انسداد الرشاشات الصغيرة. كذلك يضاف محلول الكلـــور إلى المـــياه السطحية لنفس الغرض السابق. الإضافة المستمرة لمادة الكلور تتطلب أن يكون تركيز الكلور في نهاية الطرف البعيد من نظام الري حوالي ١-٣ جزء في المليون. أما عندما تكون الإضافة على هيئة جرعات خفيفة فيكون تركيز الكلور في الطرف البعيد من نظام الري حوالي ٤٠ جزء في المليون لمدة لا تقل عن ٣٠ دقيقة من بداية التشغيل. زمن الإضافة والكمية المطلوب حقنها من الكلور إلى نظـــام الري تعتمد على عوامل متنوعة لنوعية المياه (رقم الـــ PH ، وتركيز الحديد وكـــبريت الهيدروجين). في البداية يفضل إضافة الكلور إلى نظام الري مرة واحدة على الأقل كل شهر وبعد إضافة أي سماد صناعي.

نظم الري بالرش المتحركة Moving Sprinkler Irrigation Systems :

تتطلب هذه النظم المعايرة الدقيقة عند حقن المواد الكيماوية مع مياه الري ، وذلـــك لأن الاخـــتلافات القليلة مع فترة ري طويلة قد تسبب انخفاض أو زيادة لمعـــدل الحقن ، وفي النهاية نتائج غير مرضية. سوف نتطرق إلى اكثر هذه النظم اســـتخداماً في الوقت الحاضر وهو نظام الري المحوري.حيث لابد من معايرة معدل الحقـــن الكـــيماوي المضـــاف إلى نظام الري المحوري والذي يعتمد على المساحة المروية. ويمكن إيجاد معدل الحقن للمساحة المروية بعد قياس العناصر التالية:

أ . محيط مسار البرج الأخير.

ب. المساحة المطلوب ريها بالهكتار.

ج. سرعة البرج الأخير .

ومـــن الأمـــور الهامة التي يجب اعتبارها عند المعايرة هو قياس سرعة دوران الـــبرج الأخـــير في الحقل أثناء الري قبل إضافة الكيماويات. لأن سرعة البرج قد تخـــتلف حسب نوع التربة وتضاريس الحقل، كذلك تختلف سرعة الجهاز عندما يتحرك بدون ري أو أثناء الري.

(٩,٦) مميزات وعيوب الإضافة بنظم الري بالرش :

المواد الكيماوية المضافة إلى التربة يمكن توزيعها بانتظام باستخدام نظم الري المختلفة، ولكن نظم الري بالرش هي التي يمكن استخدامها فقط لإضافة هذه المواد إلى الـــتربة وأوراق النـــباتات أثناء الرية الواحدة. ومن أهم مميزات الري بإضافة الكيماويات عند استخدام نظم الري بالرش هي :

١- يمكـــن إضافة المادة الكيمائية المطلوبة بسهولة مع التحكم في برنامج الإضافة حسب الأوقات المطلوبة.

٢- عدم الحاجة إلى استخدام آليات زراعية أخرى أثناء إضافة المواد الكيمائية مع مياه الري ، وبالتالي تقليل ضغط التربة والإصابة الميكانيكية للمحاصيل.

٣- تقليل المخاطرة للتعرض لهذه المواد أثناء الإضافة بواسطة المزارع مباشرة.

٤- التحكم الدقيق وتقليل الفواقد بإضافة الكمية المطلوبة عند كل ريه، وبالتالي لا يتم غسيل لهذه المواد عن طريق التسرب العميق.

٥- تقلـــيل التكالـــيف عـــند استخدام نظم الري بالرش مقارنة بالطرق التقليدية وبكفاءة عالية.

ولكـــن هناك بعض الجوانب السلبية عند استخدام نظم الرش في إضافة المواد الكيمائية هي:

١- احتمال تلوث مصدر الماء بالكيماويات المضافة إذا لم يوضع محبس لمنع التدفق العكسي للماء.

٢- الـــتوزيع الغير متجانس أثناء الإضافة إلى المحصول أو التربة قد يؤدي إلى تلوث المحصول أو المياه الجوفية.
٣- احتمال إضافة المواد الكيمائية بتركيز أعلى من المطلوب نتيجة خلط خاطئ أو توقف المضخة بينما مضخة الحقن تعمل.
٤- احـــتمال تلوث مصادر المياه السطحية أو بعض الأماكن الأخرى إذا لم يتخذ الاحتياطات اللازمة.
٥- زيادة التكاليف الأولية عند الري بالمواد الكيمائية حيث يحتاج ذلك إلى جهاز حقن كيماوي وخزان أو خزانات لذلك.

انتظامية الإضافة :

تعتبر انتظامية توزيع المياه على المساحة المروية مهمة عند إضافة الكيماويات. في العـــادة يـــتم خلـــط المواد المضافة جيدا مع مياه الري. ولذلك لابد من انتظامية الـــتوزيع للمياه للحصول على توزيع منتظم للمواد الكيميائية المضافة. في حالة نظم الري بالرش يقترح أن لا تقل قيمة معامل التجانس (*Cu*) عن ٨٥٪. ويمكن الحصول على ذلك بالتصميم الجيد لنظام الري. ويفضل عندما يكون فرق الضغط بين ضغط التشـــغيل الفعـــلي والضغط التصميمي اكثر من ٢٠٪ فأن النظام يتم إيقافه حتى لا يكـــون التوزيع غير منتظم وبالتالي الحصول على توزيع للمواد المضافة غير مقبول. ويفضل إضافة المواد الكيميائية عندما تكون الرياح هادئة (اقل من ٣,٥ كم/ساعة).

إضافة الأسمدة الكيماوية مع مياه الري (الرسمدة) Fertigation :

يـــتم إضـــافة الأسمـــدة الكيماوية (الصناعية) خلال نظم الري بالرش لإمداد النبات بالعناصر الغذائية التي يحتاجها النبات للنمو خاصة النتروجين. قد تكون هذه الأسمدة جافـــة أو سائلة ، وقد تتكون من عنصر واحد أو مركبة من عناصر النتروجين (*N*) والفوسفور (*P*) والبوتاسيوم (*K*) بنسب مختلفة. الأسمدة الجافة قبل أضافتها يتم إذابتها

بخلطهـــا مع الماء في خزان مفتوح ومنفصل بنسبة حوالي ١ كجم من السماد الجاف إلى ٨ لـــتر من الماء ثم بعد ذلك يتم حقنها إلى نظام الري. كذلك يمكن وضع هذه الأسمـــدة الجافـــة في خزان مضغوط مع تدفق كمية من مياه الري من الخط الرئيسي باستمرار حيث يتم إذابة هذه الأسمدة وحقنها مباشرة إلى نظام الري.

مميزات الطريقة المتبعة عند إضافة الأسمدة مع نظم الرش يمكن تلخيصها في الآتي :

أ – تشـــغيل نظام الري بالرش في البداية حتى يتم بلل سطح الأرض أو الغطاء الخضري للنبات.

ب – حقن الأسمدة بعد ذلك إلى نظام الري لفترة حوالي ساعة أو أكثر.

ج – وجـــــود زمن كافي لغســـيـــل شبكة الأنابيب من الأسمدة قبل إيقاف نظام الري.

ويجب ملاحظة أن زيادة زمن إضافة الأسمدة يؤدي إلى الحصول على توزيع منـــتظم للأسمـــدة، بالإضافة إلى تقليل احتمال احتراق الغطاء الخضري أثناء الرش وتقلـــيل تآكل الأنابيب. أيضاً تشغيل النظام بدون أسمدة في نهاية زمن الري يؤدي إلى غســـيل أوراق النبات من الأسمدة العالقة وتحريكها إلى منطقة المجموع الجذري مما يحسن من كفاءة الري.

هناك بعض المشاكل قد تحدث أثناء إضافة الأسمدة من خلال نظام بالرش من أهمها :

١– تطايـــر جزء من هذه الأسمدة قبل الوصول إلى النبات أو التربة، مثل تطاير الأمونيا في الحالة الغازية.

٢– عدم قابلية بعض الأسمدة للذوبان في الماء.

٣– فصل مركبات الخليط وترسب بعض العناصر داخل الأنابيب.

٤– المشاكل المصاحبة لنوعية مياه الري.

obeikandi.com

ويمكن إيجاد معدل الحقن (تصرف جهاز الحقن) للسماد من العلاقة التالية :

$$Q_f = \frac{W_f . A}{\rho . T_r . T_i} \qquad (٩,٥)$$

حيث أن :

T_r = النسبة بين زمن التسميد وزمن الري.

في الـــنظام التقليدي تعتبر A هي المساحة المروية في الوضع الواحد بينما T_r تعادل نسبة أو جزء من زمن الإضافة. بينما في النظم المتحركة تعتبر A هي المساحة المروية لـــلحقل في الرية الواحدة، بينما T_f تعادل زمن الدورة الواحدة، أما T_r تساوي واحد. ولمعرفة تركيز العناصر الغذائية في مياه الري يمكن استخدام العلاقة التالية :

$$C_f = \frac{W_{ef}}{dg . T_r} \qquad (٩,٦)$$

$$C_f = \frac{W_{ef}}{(dg)_f} \qquad (٩,٧)$$

أما عند اختيار التركيز المطلوب يمكن إيجاد معدل الحقن من العلاقة التالية :

$$Q_f = \frac{C_f . Q_s}{y . \rho} \qquad (٩,٨)$$

أما عند استخدام أسمدة جافة بدلا من المحلول تكون كمية السماد الجافة المضافة كالتالي:

$$W_d = \frac{C_f . Q_s}{y} \qquad (٩,٩)$$

حيث أن :

C_f = تركيز السماد في ماء الري أو التركيز المطلوب للإضافة (كجم/لتر).

$(dg)_f$ = عمق ماء الري في الدورة الواحدة أثناء فترة حقن أو ضخ الأسمدة (مم).

W_d = معدل إضافة (تطبيق) السماد الجاف (كجم/ساعة).

لهـــذا يجب دراسة المركبات الكيميائية للأسمدة المستخدمة عند تصميم نظم الحقـــن والري، وكذلك تحليل التربة والماء لتحديد مدى ملائمة مركبات الأسمدة. فمـــثلاً عـــند حقـــن الأمونيا تؤدي إلى ارتفاع رقم الـــ *PH* مما يؤدي إلى ترسب الكالســـيوم والماغنسيوم الذائبان في الماء وتغطية السطح الداخلي لجدران الأنابيب الداخلـــية، وكذلك انسداد المنقطات في حالة نظام الري بالتنقيط. ويمكن التغلب عـــلى هـــذه المشـــكلة بحقن مادة تيسير الماء (*Water softener*) قبل حقن الأمونيا للتخلص من عسر الماء ، ولكن ذلك يزيد من تكاليف التسميد.

معظـــم أمـــلاح النتروجين (الآزوت) واليوريا تذاب بسهولة في الماء. أما النـــتروجين الذي مركب مع أسمدة أخرى تحت اسم سماد الفوسفور فهي لا تعتبر ســـهلة الذوبان في الماء بسبب تفاعل الفوسفور مع الماء والتربة. ونجد أن كبريتات الأمونيوم (*21-0-0*) ونترات الأمونيوم (*34-0-0*) واليوريا (*44-0-0*) أسمدة تستخدم على نطاق واسع مع نظم الري بالرش.

أمـــا البوتاســـيوم سهل الحقن، وأكسيد البوتاسيوم الشائع استعماله يذوب بسهولة في الماء ويتحرك السماد داخل التربة وليس من السهل طرده خارج منطقة الجذور. أما أسمدة الفوسفور ليس من السهل إذابتها في الماء وحقنها في نظام الري، لهذا تستخدم مادة أخرى تعتبر ال حد ما أنها قابلة للذوبان وهي مادة ثلاثي السوبر فوســـفات (*0-45-0*) *Treble-superphosphate* . وهـــناك عـــدة أنواع من فوسفات الأمونـــيوم تعتبر قابلة للذوبان في الماء. ويجب الاهتمام بنوعية مياه الري عند حقن الأسمدة الفوسفاتية فعندما يكون رقم ال *PH* أعلى من ٧,٥ في مياه الري وتحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم فإن الأسمدة الفوسفورية تترسب في شبكة الري مما يعـــيق ســـريان الماء. في هذه الحالة يجب استعمال حامض الفوسفوريك كسماد فوســـفوري مـــع غســـيل الشـــبكة بحامض الكبريتيك مباشرة بعد حقن حامض الفوســـفوريك. الفوســـفور لا يـــتحرك من مكانه في التربة لأنه يصبح غير قابل للذوبـــان بمجرد ملامسته للكالسيوم في التربة. لهذا عند إضافة الأسمدة المحتوية على

الفوسفات بواسطة نظم الرش فإنها تتجمع على سطح التربة ولاتصل إلى جذور النبات المزروع ولكن يستفيد منها المحصول الثاني وذلك عند حرث التربة في الموسم التالي. أما اليوريا ونترات النتروجين تظل على هيئة محلول في التربة وتتحرك مع مياه التربة، ولهذا فهي معرضة للفقد بالغسيل تحت منطقة الجذور عند وجود تسرب عميق. بينما الأمونيا حساسة للحرارة والرطوبة فعند تبخر المياه من سطح التربة بعد الري فتكون الأمونيا عرضة للفقد كغاز من التربة في هذا الوقت خاصة مع الأراضي القلوية.

أما الأسمدة الأكثر استخداما أثناء الري بالرش مع وجود بعض المشاكل هي :

1- Urea-ammonium nitrate solution

2- Ammonium nitrate (NH_4NO_3)

3- Ammonium sulfate $(NH_4)_2SO_4$

4- Urea NH_3 فاقد كبير في

5- Calcium nitrate $Ca(NO_3)_2$

6- Potassium nitrate KNO_3

7- Liquid ammonium phosphates (غالباً يترسب في نظام الري)

8- Some dry ammonium phosphates (غالباً يترسب في نظام الري)

9- Phosphoric acid (يمكن أن يترسب في نظام الري)

10- Glycerophosphoric acid (تكاليف عالية)

11- Potassium chloride (صعوبة في الإذابة)

12- Potassium oxide

أما العناصر الغذائية الثانوية(Trace elements) التي يحتاجها النبات بكميات قليلة والتي يمكن إضافتها بواسطة نظم الري بالرش فهي :

1-Magnesium sulfate

2-Zinc sulfate and zinc chelates

3-Manganese sulfate and manganese chelates

4-Copper sulfate and copper chelates

5-Solubor (boron)

6-Molybdenum

هناك أسمدة لا يجب إضافتها بواسطة نظم الري بالرش والتنقيط حيث يكون هناك مثلاً فقد لغاز الأمونيا أو ترسب على السطح الداخلي للأنابيب وهي :

1-Aqua ammonium - زيادة فاقد النتروجين والكالسيوم يترسب مع الماء العسر

2-Anhydrous amminium- زيادة فاقد النتروجين وسوف يترسب مع الماء العسر

3-Single superphosphate-غير قابلة للذوبان

4-Concentrated or treble superphosphate - غير قابلة للذوبان

5-Some dry ammonium phosphates-غير قابلة للذوبان

6-Potassium sulfate-صعوبة في الإذابة

7-Magnesium sulfate - صعوبة في الإذابة

8-Almost all N-P-K dry fertilizers- تحتوي على superphosphate الغير قابل للإذابة

9- Liming materials- غير قابلة للذوبان

10-Elemental sulfur- غير قابلة للذوبان

11- Ammonium polyphosphate-يترسب مع الماء العسر

(٩,٧) الإدارة الحقلية للكيماويات :

يتطلب من الإدارة المشرفة على إضافة المواد الكيميائية أثناء الري عن طريق نظم الري إتباع خطوات الإدارة الحقلية الأساسية وهي :

١- إضافة مياه الري المطلوبة فقط إلى المحصول بانتظامية بقدر الإمكان.

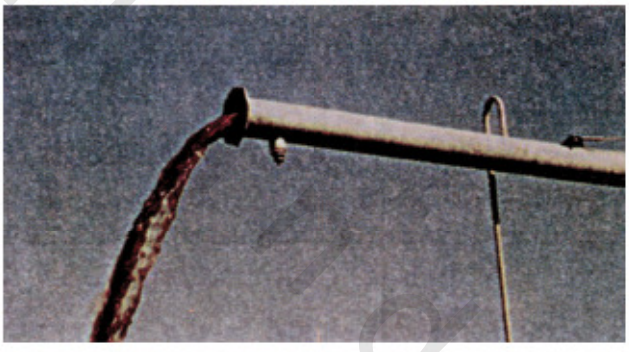
٢- المحافظة على الأدوات والأجهزة المستخدمة في حالة تشغيل جيدة.

٣- غسل النظام بعد كل استخدام للتخلص من بقايا الكيماويات المترسبة في الخزانات والمضخات وأجهزة الحقن وشبكة نظام الري ، كما يوضح الشكل رقم (٩,١) نظام خط رش محوري أثناء غسيل النظام.

٤- لابد من مراعاة تطبيق احتياطات السلامة الشخصية والبيئية أثناء الإضافة.

٥- أتباع طريقة معايرة دقيقة وجيدة.

٦- يجب دائما قراءة وأتباع التعليمات والاحتياطات المكتوبة الخاصة بكل مادة كيميائية من قبل الشركة المنتجة.



ب. خروج المياه نظيفة بعد الغسيل

الشكل رقم (٩,١) تأثير غسيل نظام الرش للتخلص من الشوائب.

لذلك عند تطبيق هذه الخطوات فإن احتمال تلوث المياه السطحية أو الجوفية سوف يقل بدرجة كبيرة. ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن عمق المياه المتسربة والتي تحتوي على المواد الكيماوية تتوقف على كل من معدل الإضافة من نظام الري ، وزمن الري، وقوام التربة، وكذلك المحتوى الرطوبي للتربة قبل الري. الجدول رقم (٩,١) يوضح متوسط عمق الماء المتسرب عندما يكون معدل العمق المضاف ٢٥ مم لمجموعة من الترب ذات محتوى رطوبي مختلف وسعة تخزينية مختلفة.

الجدول رقم (٩,١) متوسط عمق الماء المتسرب لكل تربة عند إضافة ٢٥ مم.

قوام الترب Soil Texture	رملية Sandy	لومية Loam	طينية Clay
متوسط السعة التخزينية	٨٠ مم/متر	١٤٠ مم/متر	١٩٠ مم/متر
المحتوى الرطوبي (٪)			
٧٥	٤٨ مم	٢٨ مم	٢٢ مم
٥٠	٢٤ مم	١٤ مم	١١ مم
٢٥	١١ مم	٩ مم	٧ مم

خطوات التشغيل:

هناك خطوات لابد من أتباعها عند استخدام المواد الكيماوية حتى يمكن المحافظة على الأجهزة والأدوات المستعملة في حالة تشغيل جيدة واهم هذه الخطوات هي :

١- إصلاح جميع التسربات.

٢- صيانة مستمرة للخراطيم واستبدالها عند الحاجة.

٣- صيانة جميع فوهات الرشاشات حتى تعطي التصرف المطلوب.

٤- استبدال فوهات الرشاشات المتآكلة لأن ذلك قد يسبب زيادة تصرف تلك الرشاشات، أو لا تدور بانتظام مما يسبب سوء في توزيع المياه .

٥- الصيانة والمحافظة على جميع الأجزاء ومفاتيح التشغيل والإيقاف والأسلاك الكهربائية.

كذلك عند استخدام الري بإضافة الكيماويات لابد من مراعاة الحالات التالية :

١. لا تستخدم الري مع الكيماويات عند وجود مشكلة الجريان السطحي.
٢. تذكر أن أطراف حدود الحقل المروية بواسطة نظام الري بالرش تروى برشاشات ذات تصرف اقل مقارنة بمنتصف الحقل.
٣. مراقبة خروج المياه من المنقطات والرشاشات أثناء التشغيل حتى يمكن معرفة مواقع الانسداد.
٤. المحافظة على ضغط التشغيل المطلوب خاصة في نهاية شبكة نظام الري للحصول على توزيع منتظم للمياه على المساحة المروية.
٥. يفضل استخدام أقصى سرعة دوران للجهاز المحوري عند الري بإضافة المبيدات الحشرية. وذلك لأن السرعات البطيئة مع زيادة زمن الإضافة قد تؤدي إلى تلوث البيئة.

صيانة نظام الحقن :

لمنع حدوث ترسب بقايا المواد الكيميائية المضافة في مكونات نظام الرش والحقن لابد من غسيل بعد كل استخدام بمياه نظيفة أو باستخدام بعض المذيبات حسب نوع المادة المضافة.

ويمكن إيجاد زمن الغسيل (Flushing Time) لنظم الري بالرش التي تكون فيها الرشاشات على مسافات متساوية ولها تصرف ثابت من العلاقة التالية :

$$T_{fw} = t_l(0.577 + \ln N_{sp}) \qquad (٩,١٠)$$

$$t_l = \frac{a \cdot Ss}{Q_{sp}} \qquad (٩,١١)$$

حيث أن :

T_{fw} = زمن غسيل نظام الري والحقن بعد الإضافة.

t_l = زمن سريان الماء بين آخر رشاشين في نهاية نظام الري.

openkandoo.com

N_{sp} = عدد الرشاشات الكلية على الخط.

a = مساحة مقطع الأنبوب الموجود عليه الرشاشين.

وتعتمد هذه المعادلة على أن سرعة تحرك أو سريان المواد المضافة تساوي متوسط سرعة سريان الماء المتدفق في الأنبوب.

أما عند استخدام نظام الري المحوري فيمكن إيجاد زمن الغسيل في حالة عدم وجود رشاش مدفعي في نهاية خط الرش وعند استخدام أنبوب ذو قطر واحد من العلاقة التالية:

$$T_f = \frac{A.R}{2Q_s} ln\left(\frac{R+L}{R-L}\right) \qquad (٩,١٢)$$

كذلك عند وجود نظام ري محوري له قطر واحد وبه رشاش مدفعي فأن زمن الغسيل يكون:

$$T_f = \frac{A.R^2}{2B(Q_t - Q_g)} ln\left(\frac{B+L}{B-L}\right) \qquad (٩,١٣)$$

ويمكن إيجاد B من المعادلة التالية:

$$B = R \cdot \left[\frac{Q_t}{(Q_t - Q_g)}\right]^{0.5} \qquad (٩,١٤)$$

أما عند استخدام خط رش محوري يتكون من أكثر من قطر فيمكن استخدام العلاقة التالية :

$$T_f = \frac{R^2}{2B(Q_t - Q_g)} \left\{ a_1 \cdot ln\left(\frac{B+L_1}{B-L_1}\right) + a_2 \cdot ln\left[\left(\frac{B+L_2}{B-L_2}\right) \times \left(\frac{B-L_1}{B+L_1}\right)\right] ... + a_n . ln\left[\left(\frac{B+L_n}{B-L_n}\right)\left(\frac{B-L_{n-1}}{B+L_{n-1}}\right)\right]\right\} \qquad (٩,١٥)$$

حيث أن :

$a_1, a_2, ...a_n$ = مساحة مقطع الأنابيب ذات الأقطار المختلفة.

L = طول الأنبوب الأول الذي قطره d_1 حتى نقطة المحور.

L_2 = المسافة بين نهاية الأنبوب الثني الذي قطره d_2 ونقطة المحور(يشمل طول الأنبوب الذي قطره d_1 + طول الأنبوب الذي قطره d_2).

L_n = المسافة بين نهاية الأنبوب الأول الذي قطره d_n ونقطة المحور.

لذلك لابد من تشغيل النظام لزمن T_f على الأقل حتى يمكن صيانة النظام من ترسب بقايا المواد الكيميائية أثناء الإضافة حتى لا يحدث تآكل لمكونات النظام.

الاحتياطات الشخصية :

لوجـــود مواد كيماوية قد تضاف مع مياه الري وهي مواد قد تحتوي على مخاطرة نتيجة الاستخدام ، لذلك لابد من أخذ احتياطات السلامة الشخصية التالية للأفراد القائمين بعملية الري والإضافة :

- قراءة تعليمات المنتج على المادة الكيماوية بدقة وإتباع ذلك جيداً.
- لابد من ارتداء الملابس ذات الوقاية المناسبة مثل الأحذية وتغطية الأيدي وبعض أجهزة الوقاية في موقع الحقن.
- لابد من الحذر الشديد عند حقن مبيدات الحشرات أو مبيد النيماتودا إلى نظام الري لأنها سامة.
- للوقاية ودقة الإضافة يستخدم نظام حقن منفصل للمبيدات عن نظام حقن الأسمدة.
- توضـــع بعض العلامات التحذيرية عند إضافة المبيدات في الحقل المروي حتى يمكن الابتعاد من ذلك المكان أثناء عملية الإضافة. مع تحذير أصحاب المناحل القريبة.
- تجنب استخدام محاصيل الحقل المروي مباشرة بعد الإضافة.
- تنظيف الملابس الواقية والأيدي والوجه جيداً بعد الإضافة.
- ترتيـــب مكـــان الحقن والمحافظة عليه نظيف، وكذلك إتلاف الأوعية الفارغة ودفنها في حفرة بعمق لا يقل عن ٥٠ سم، وعدم رميها في الأماكن المجاورة.

الاحتياطات البـــيئية:

للمحافظة على البيئة المحيطة يجب أتباع الاحتياطات التالية:

- مراقبة أجهزة وأدوات الحقن باستمرار.
- تحقن المبيدات فقط عندما يكون نظام الري في حالة الري.
- لا تحقن المبيدات عندما تكون حالة الطقس لا تسمح بذلك حتى لا يتم بعثرتها عـــلى المساحات المجاورة التي لا تروى. عندما تكون سرعة الرياح عالية يفضل إيقاف النظام عن الري.
- لا يفضل استمرار عملية الري بإضافة الكيماويات عند سقوط أمطار.
- في حالـــة حـــدوث تلوث للبئر يتم إيقاف الحقن، ويتم سحب المياه بواسطة المضخة من البئر لعدة ساعات.
- تجنـــب إضافة المبيدات من خلال نظم الري عند وجود مياه سطحية دائمة أو شـــبه دائمـــة في الحقل، لأن ذلك قد يضر بالحياة الفطرية خاصة عند وجود حيوانات أو طيور .... الخ.
- ترتيـــب مكـــان الحقن والمحافظة عليه نظيف، وكذلك إتلاف الأوعية الفارغة ودفـــنها في حفرة بعمق لا يقل عن ٥٠ سم، وعدم رميها في الأماكن المجاورة مثل البرك والقنوات.
- العمـــل عـــلى إيجاد تفكير علمي وتشريعات قانونية تحقق السلامة الشخصية والبيئية عند استخدام المواد الكيماوية في الزراعة.
- السعي إلى توعية المزارع ورفع مستواه العلمي والثقافي في الأمور المتعلقة ببيئته، وعلى الأخص فيما يتعلق بتلوث المحصول والماء والتربة.

obeikandl.com

(٩,٨) أمثلة محلولة:

مثـــال ١ :

المطلـــوب إضـــافة ٤٤ كجم نتروجين/هكتار أثناء ري حقل مساحته ٢ هكتار مســـتخدماً كـــبريتات الأمونيا $2NH_4SO_4$. أوجد وزن المادة الكيماوية المطلوبة وحجم خزان الحقن. إذا علمت أن نسبة النتروجين فيها ٢٠٪.

الحـــل

$$W_f = \frac{W_{ef}.A}{y}$$

$$= \frac{44x2}{0.20} = 440kgm - (2NH_4SO_4)$$

أمـــا حجـــم خزان الحقن عندما تكون درجة حرارة الماء ١٠ درجة مئوي وكثافة سماد الأمونيا ٠,٧٨ كجم/لتر هو:

$$V_f = \frac{W_f}{\rho} = \frac{440}{0.78} = 564Litre$$

مثال ٢ :

أراد مـــزارع أن يخفـــض كمية النتروجين في ماء الري إلى ١٠٠ ملليجرام /لتر. احســـب عدد الليترات التي يجب أن تضاف في الساعة من محلول نتروجين كثافته ١,٢٢ كجم/لتر إذا كان معدل التصرف ٠,٦٨ لتر/ثانية، ونسبة النتروجين ٣٢٪.

الحـــل

$$Q_f = \frac{C_f.Q_s}{\rho.y}$$

$$Q_f = \frac{(100 \times 0.68) \times 0.36}{1.33 \times 32} = 0.56\ L/hr$$

obeikandl.com

مثال ٣ :

نظـــام ري تقليدي نصف ثابت له أربعة خطوط فرعية طول كل منها ٤٠٠ متر والمســـافة بين الخطوط ١٨ متر. كذلك يوجد نظام محوري طول خط الرش ٤٠٠ مـــتر. فـــإذا اســـتخدم محلول سمادي (اليوريا) للإضافة مع الري حيث أن نسبة النـــتروجين ٣٢٪، بكمية ١,٣٢ كجم/لتر. أوجد معدل الحقن إذا كانت الكمية المضافة ٤٠ كجم/هكتار من عنصر النتروجين مع كل نظام ري.

الحـــل

تركيز عنصر النتروجين في السائل السمادي يكون :

$$C_f = 1.32 \times 32/100 = 0.42\ kg/L$$

بالنسبة للنظام نصف الثابت تكون المساحة المروية بأربعة خطوط في الوضع الواحد هي:

$$A = (4 \times 400 \times 18) / 10{,}000 = 2.88\ ha$$

إذا تم افتراض الآتي للنظام النصف ثابت:

حتى يكون هناك زمن كاف للغسيل $T_f = 11\ hr,\ T_r = 0.5$

يكون معدل الحقن كالتالي:

$$Q_f = (40 \times 2.91) / (0.42 \times 0.5 \times 11) = 49.87\ L/hr$$

بالنسبة للنظام المحوري تكون المساحة المروية:

$$A = \pi R^2 = \pi (400)^2 = 502654.8\ m^2 = 50.27\ ha$$

أيضا إذا تم افتراض أن زمن الدورة كان ٢٤ ساعة للنظام المحوري يكون معدل الحقن:

$$Q_f = (40 \times 50.27) / (0.42 \times 1.0 \times 24) = 199.5\ L/hr$$

openkandi.com

مثال ٤:

نظام ري محوري له المواصفات التالية:

$$L = 402\ m,\quad ra = 3\ m\ ,\quad d = 0.163\ m,\quad Q_S = 3240\ Lpm$$

الحـــل

$$T_f = \frac{A.R}{2Q_s} ln\left(\frac{R+L}{R-L}\right)$$

$$Q_s = \frac{3240}{1000} = 3.24\ m^3/min$$

$$R = L + r_a = 402 + \frac{6}{2} = 405\ m$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4} = \pi \frac{(0.163)^2}{4} = 0.021\ m^2$$

$$T_f = \frac{0.021 \times 405}{2 \times 3.24} ln\left(\frac{405+402}{405-402}\right) = 7.3\ min$$

لذلـــك يحـــتاج نظـــام الـــري إلى ٧,٣٠ دقيقة للتشغيل بعد الانتهاء من إضافة الكـــيماويات بمـــياه الري حتى يمكن التخلص من بقايا المواد المضافة في مكونات النظام مثل الأنابيب والرشاشات.

مثال ٥ :

عـــند استخدام نظام ري محوري له نفس المواصفات السابقة ولكن يوجد به رشاش مدفعي في نهاية الخط له تصرف ٤٨٠ لتر/دقيقة. أوجد زمن الغسيل.

الحـــل

$$T_f = \frac{A \cdot R^2}{2B\left(Q_t - Q_g\right)} ln\left(\frac{B+L}{B-L}\right)$$

$$Q_g = 0.48\ m^3/min$$

$$Q_t = Q_s + Q_g = 3.24 + 0.48 = 3.72\ m^3/min$$

$$B = R \cdot \left[\frac{Q_t}{(Q_t - Q_g)}\right]^{0.5} = 405 \times \left[\frac{3.72}{(3.72 - 0.48)}\right]^{0.5} = 434\ m$$

$$\therefore T_f = \frac{0.021 \times 405^2}{2 \times 434\,(3.72 - 0.48)} ln\left(\frac{434 + 400}{434 - 400}\right) = 4\ min$$

مثال ٦ :

نظـــام ري محوري لا يوجد به رشاش مدفعي، المسافة ٦ متر على طول خط الرش المحـــوري، هذا الخط يتكون من قطرين بحيث الجزء الأول قطره ١٩٨ مم وطوله ١٩٢ مـــتر، أمـــا الجزء الثاني قطره ١٦٣ مم وطوله ٢١٠ متر. وتصرف النظام ٣٢٤٠ لتر/دقيقة. احسب زمن الغسيل.

الحـــل

$$T_f = \frac{R^2}{2B(Q_t - Q_g)}\left\{a_1 \cdot ln\left(\frac{B+L_1}{B-L_1}\right) + a_2 \cdot ln\left[\left(\frac{B+L_2}{B-L_2}\right) \times \left(\frac{B-L_1}{B+L_1}\right)\right] \ldots + a_n ln\left[\left(\frac{B+L_n}{B-L_n}\right)\left(\frac{B-L_{n-1}}{B+L_{n-1}}\right)\right]\right\}$$

$$B = R \cdot \left[\frac{Q_t}{(Q_t - Q_g)}\right]^{0.5}$$

$L_1 = 192\ m$, $L_2 = 192 + 210 = 402\ m$

وبالتعويض في المعادلة يكون :

$$Tf = 7.94\,min$$

obeikandl.com