الفصل الثامن

نظم الري ذات الحركة المستقيمة والمدفعية
Lateral - Move and Rain-guns systems

(٨,١) نظام الري ذو الحركة المستقيمة : Lateral-move Irrigation System

هو عبارة عن خط رش محوري لا يدور حول نقطة ولكنه يتحرك في خط مستقيم ليروى حقل مستطيل. كل برج يتحرك إلى الأمام. ويحافظ خط الرش على استقامته بسبب وجود أسلاك على أطراف الحقل وكذلك وجود أجهزة اليكترونية عند البرج الأخير. هذه الأجهزة مع الأسلاك يمكن بواسطتها المحافظة على استقامة خط الرش عن طريق زيادة سرعة أو تقليل سرعة البرج الأخير.

ويتميز هذا النظام عن المحوري في أن معدل الإضافة منتظم على طول خط الرش. نظراً لإستخدام رشاشات متساوية الحجم وعلى مسافات متساوية. كذلك لا يترك أركان الحقل بدون ري، ولايحتاج إلى رشاش مدفعي. ولكن هذا النظام يعتبر أكثر تكلفة من النظام المحوري لوجود أجهزة تحكم إضافية. كذلك تزيد التكلفة للنظام إذا تم استخدام خرطوم السحب المرن ذو التكلفة العالية. ولاينصح باستخدام هذا النظام عند وجود أراضي شاسعة ليست غالية الثمن وكذلك عندما تكون مياه الري قليلة حيث قد يكون الجريان السطحي كبيراً عند استخدام ذلك النظام.

وعند المقارنة بين نظام الري المحوري ونظام الري ذو الحركة المستقيمة نجد أن هناك إختلافات ميكانيكية حيث ان بداية خط الرش المحوري ثابتة ويدور حولها بقية الجهاز بينما بداية خط الرش في جهاز الحركة المستقيمة تتحرك بنفس السرعة

obeikandl.com

مـــع نهايـــة خط الرش في حركة مستقيمة. وهذا أدى إلى مشاكل أساسية لنظام الحركة المستقيمة والتي أمكن تجنبها مع نظام الري المحوري وهي:

١. لابـــد ان يكـــــون الماء تحت ضغط مناسب في خط الرش على طول الحقل المروي (بدلاً من نقطة ثابتة في المنتصف). هذا الماء يصل إلى أنبوب الرش من قـــناة حقلية صغيرة على طول أحد جوانب أو منتصف الحقل أو من أنبوب مرن من قناة حقلية صغيرة مفتوحة مع وجود مضخة مركبة على خط الرش أو مـــن مصدر مائي عن طريق خرطوم مرن يكون طوله كافي لنقل المياه من المصدر إلى خط الرش على طول الحقل.

٢. لابد من وجود مصدر طاقة (كهرباء أو ديزل) لتشغيل جهاز الري على طول الحقـــل المـــروي (بدلاً من نقطة ثابتة في المنتصف). الأجهزة التي تستخدم الكهرباء لابد من وجود اسلاك كهربائية قوية على طول الحقل وهذا يسبب بعض مشاكل في الصيانة.

٣. بدايـــة خـــط الرش (البداية التي تدخل المياه معها) لابد أن يتحرك ولابد من توجـــيه في خـــط مستقيم على طول الحقل (بدلاً من أن يكون ثابتاً). وهذا يحتاج إلى وجود اجهزة اليكترونية وتوصيلات على الخط وتحت الأرض على طول المسار حتى يمكن الحركة والسير في خط مستقيم.

٤. عـــند الوصـــول إلى نهاية الحقل لابد من رجوع الجهاز إلى نقطة البداية حتى يكمل الرية (بينما الجهاز المحوري يدور حول نقطة المحور باستمرار).

بسبب هذه الصعوبات السابقة فإن أجهزة نظام الري ذو الحركة المستقيمة ذات تكالـــيف أولـــية عالية وكذلك زيادة تكاليف التشغيل والصيانة عند المقارنة بأجهـــزة نظـــم الري المحوري. بالإضافة إلى ذلك عدم مقدرتها على الري عندما يكـــون مـــيل الأرض أكثر من ٣٪ في إتجاه السير و ٢٪ على طول خط الرش. وبالتالي فهي ليست شائعة الإستخدام كما هو الحال في نظم الري المحوري.

(٨,٢) تصميم نظام الحركة المستقيمة:

صـــمم هذا النظام للتغلب على مشكلة ترك الأركان بدون ري فى حالة الـــرى المحـــورى. يـــتحرك الـــنظام فى خط مستقيم أثناء الرش وبنفس السرعة. وتشـــمل خطوات التصميم الآتي:

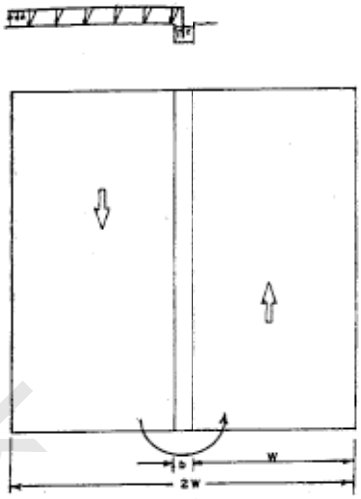
١. تخطيط شكل الحقل :

يكون الحقـــل أما مستطيلاً أو مربع الشكل ، كما هو موضح بالشكل رقم (٨,١) أو الشـــكل رقـــم (٨,٢) حيث (L_f) طول الحقل، (L) عرض الحقل المـــروي أو طـــول خط الرش، (W) نصف عرض الحقل المروي، (b) عرض الطـــريق والقـــناة، (R) طول خط الرشاشات. وتتم العمليات الحسابية أثناء التصميم حسب طريقة الري المستخدمة كما هو موضح بالأشكال السابقة.

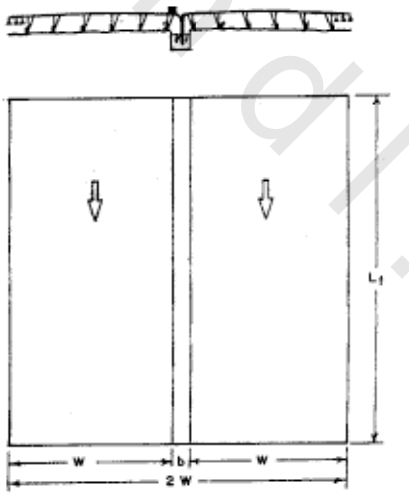
٢. إيجاد مصدر الماء :

يتم إمداد خط الرشاشات المتحرك بالماء بواسطة مضخة تسحب المياه من قناة موازية لإتجاه خط السير أو بواسطة خرطوم مرن يتراوح قطره من ٧٦-١٥٢ مم (٣-٦ بوصة) ويتم سحب الخرطوم بواسطة حبل من الصلب يلف حول بكـــرة كبيرة ونهايته مثبتة فى طرف الحقل وتدور البكرة بواسطة ضغط الماء نفســـه. أما القناة الحقلية المفتوحة تقسم الأرض إلى نصفين متماثلين. يتحرك الـــنظام ليروى أحد النصفين، الشكل رقم (٨,١) ثم يتم نقله ليروى النصف الأخـــر فى الإتجـــاه العكسى. فى بعض الأجهزة يوجد خط رشاشات على الجهـــاز الواحد ليروى النصفين معا فى نفس الوقت وبذلك يتم ري الحقل فى إتجاه واحد كما في الشكل رقم (٨,٢).

أن خطـــوات ومعادلات التصميم المستخدمة لهذا النظام يمكن الحصول عليها مباشـــرة أو إستنتاجها من تلك المستخدمة في تصميم نظام الري المحوري. أن الإختلاف بينهما متعلق بشكل الحقل المستطيل بينما المحوري على شكل دائرة وكذلـــك أن نظام الحركة المستقيمة لا يحتاج إلى رشاش مدفعي ، أيضاً نظام الحركة المستقيمة لايستخدم إلا في الحقول ذات الميول الصغيرة.



الشكل رقم (٨,١) نظام الحركة المستقيمة أثناء الري ليروي الحقل في إتجاهين متعاكسين.



الشكل رقم (٨,٢) نظام الحركة المستقيمة أثناء الري ليروي الحقل في إتجاه واحد.

obeikandl.com

٣. كفاءة الرى وعمق الماء المضاف :

يمكـــن استخدام كفاءات الري التقليدية أثناء تصميم نظام الري ذو الحركة المستقيمة. أما عند معرفة مستوى الكفاية لنسبة المساحة المروية فيتم استخدام كفاءات المصمم وكذلك نسبة الفواقد.

يمكن إيجاد عمق الماء الصافي (Dn) وعمق الماء المضاف (Dg) بنفس المعادلات السابقة المستخدمة في نظام الري المحوري، مع الأخذ في الاعتبار الاحتياجات الغســـيلية إذا وجدت. ويمكن أن تؤخذ نسبة الاستنفاذ على أنها ٣٠٪ للتربة الناعمة والمتوسطة القوام بينما للترب الرملية تكون ٤٠٪.

٤. زمن الرى (T_i) :

أثناء تشغيل النظام ستكون حركة الجهاز إلى الأمام حتى نهاية الحقل ثم العودة مرة ثانية إلى الخلف حتى نقطة البداية، وهذا يؤدي إلى أن الجهاز يقطع مسافة تســـاوي ضعف طول الحقل. أثناء سير الجهاز قد يكون هناك إضافة للمياه بواسطة الرشاشات أثناء حركة الجهاز إلى الأمام ثم إيقاف إضافة المياه وإعادة الجهـــاز إلى الخلـــف بدون إضافة للمياه (بدون ري). أو قد تكون الإضافة مســـتمرة مـــن الرشاشات أثناء السير إلى الأمام والعودة إلى الخلف. وهناك مميزات وعيوب لكل طريقة، إذا كانت الرشاشات مستمرة في الإضافة أثناء حـــركة الجهاز إلى الأمام والخلف سوف يؤدي ذلك إلى زيادة زمن الإضافة مـــع تقليل تصرف النظام ومعدل الإضافة المطلوب. بالإضافة إلى ذلك فإن التربة سوف تكون مبللة (رطبة) خاصة عند أطراف الحقل أثناء عودة الجهاز إلى الخلـــف وهـــذا قد يؤدي إلى إعاقة حركة العجلات (تغريز للعجلات) خاصـــة في بعض الترب. أما في الحالة الأخرى وهي أن الرشاشات لاتضيف المياه أثناء العودة إلى الخلف فإن زمن الإضافة سوف يقل.

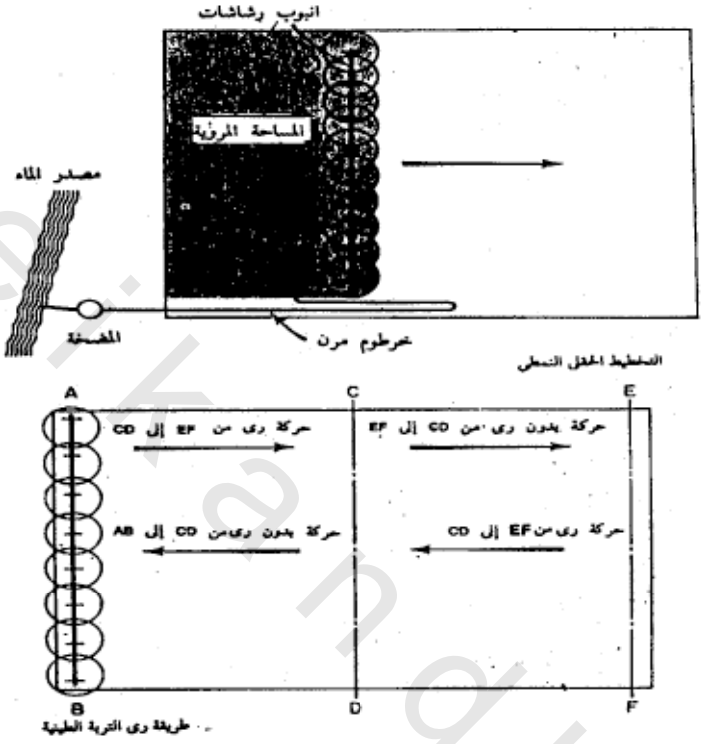
openkandeel.com

لذلك يمكن اتباع إحدى الخطوات التالية أثناء الري مع نظام الحركة المستقيمة حتى يمكن الرجوع إلى نقطة البداية على تربة جافة نسبياً بدلاً من التربة الرطبة:

١. الري أثناء الحركة الأمامية ثم الرجوع مباشرة بدون إضافة للمياه (من *A-B* وحتى *E-F*).
٢. الري أثناء السير على نفس السرعة في كلا الإتجاهين.
٣. الري لنصف طول الحقل ثم إيقاف الري واكمال الحركة الأمامية إلى نهاية الحقل بدون ري ، ثم العودة مع الري لنصف الحقل الغير مروي فقط مع استمرار الحركة إلى نقطة البداية بدون ري للنصف الأول من الحقل.
٤. الري كما في الخطوة رقم ٣ ولكن هناك حركة مستمرة وسريعة مع الري للنصف الأخير في كلا الإتجاهين بدلاً من إيقاف الري.

الغرض من الخطوة رقم ٣ حتى يمكن تجنب العودة مباشرة على أرض مروية ومبللة. وإلا أنها تشبه خطوة (١). بينما الغرض من خطوة (٤) حتى يمكن تقليل خطورة العودة مباشرة على أرض مروية رياً كاملاً في نهايتي الحقل. لذا نجد أن الخطوتين (٣) و (٤) تحتاج كل منها إلى إدارة وعمالة أكثر من (١) و (٢) .

تحريك العجلات في أرض مبللة قد لايسبب مشاكل في التربة الرملية ولكن في التربة الطينية قد تغوص العجلات في التربة ، وقد يصبح من الضروري الإنتظار عدة أيام حتى يجف سطح التربة. ولكن هناك طريقة للتغلب على هذه المشكلة وهي أن يقسم الحقل إلى جزئين ، الشكل رقم (٨,٣). نبدأ الري على الخط (*A-B*) ويتحرك الجهاز إلى منتصف الحقل حتى الخط (*C-D*) ثم يتوقف الري ويتحرك الجهاز بدون ري إلى الطرف الآخر من الحقل (*E-F*) ثم يبدأ الجهاز العودة مرة ثانية في الإتجاه المعاكس ويبدأ الري حتى منتصف الحقل عند (*C-D*). هذه المراحل قد تستغرق عدة أيام في الحقول الكبيرة وعندما يصل الجهاز إلى (*C-D*) يكون النصف الأول من الحقل قد أصبح على درجة من الجفاف تسمح بحركة الجهاز فوقه فيبدأ مرحلة الري التالية من الخط (*A-B*).



الشكل رقم (٨,٣) طريقة تشغيل نظام الري ذو الحركة المستقيمة أثناء الري عند اختلاف نوع التربة.

إن زمن الري قد يتغير على حسب طريقة الري المتبعة. لذلك يمكن إيجاد متوسط زمن الري اليومي في إتجاه واحد كالآتي:

$$T = \frac{24\left(L_f/V_i\right)}{\left(L_f/V_i\right)+\left(L_f/V_r\right)+T_r+T_c} = \frac{24\left(L_f/V_i\right)}{II} \qquad (٨,١)$$

أما متوسط زمن الري اليومي عند الري في إتجاهين يكون:

$$T = \frac{24\left[\left(L_f/V_i\right)+\left(L_f/V_r\right)\right]}{\left(L_f/V_i\right)+\left(L_f/V_r\right)+T_r+T_c} \qquad (٨,٢)$$

حيث أن:

T = متوسط زمن الري اليومي (ساعة).

Vi = سرعة الجهاز أثناء الري الرئيسي (متر/دقيقة).

Vr = سرعة الجهاز القصوى عند العودة بدون ري أو عند الري الخفيف (متر/دقيقة).

Tr = زمن الوقوف الكلي للدورة الواحدة اللازم لتغيير الإتجاه ، الوقود ، تحريك الخرطوم ... إلخ (دقيقة).

Tc = الزمن المسموح به في الدورة الواحدة لجفاف الحقل واحتمال حدوث عطل (دقيقة).

II = الفترة بين الريات (دقيقة).

أما زمن السير المثالي (زمن الري) Ti على طول الحقل أثناء الري هي:

زمن السير أثناء الري $$T_i = \frac{L_f}{V_i} \qquad (٨,٣)$$

بينما أقل زمن مطلوب للجهاز للسير على طول الحقل هي:

زمن العودة بدون ري $$T_{in} = \frac{L_f}{V_r} \qquad (٨,٤)$$

غالباً تكون فترة الري قصيرة تتراوح من ١ – ٤ يوم مع هذا النظام حيث أن قيمة نسبة الإستنفاذ صغيرة.

٥. تصرف النظام :

يمكن إيجاد تصرف النظام كالتالي :

$$Q_s = \frac{A \cdot D_g}{T} = \frac{L \cdot L_f \cdot D_g}{T} \qquad (٨,٥)$$

حيث أن :

Q_s = تصرف النظام.

L = طول خط الرش ويساوي عرض الحقل المروي.

L_f = الطول المروي من الحقل.

D_g = عمق الماء اليومي المطلوب إضافته.

أما التصرف المطلوب للرشاش الواحد على طول الخط يكون:

$$Q_{sp} = \frac{Q_s \cdot S_s}{L} \qquad (٨,٦)$$

٦. معدل الإضافة :

أن معدل الإضافة الناتج من هذا النظام يكون متساوي على طول خط الرش بعكس ما كان يحدث تحت نظام الري المحوري وذلك بسبب إن جميع الرشاشات المستخدمة متساوية في الحجم وعلى مسافات متساوية. هناك معادلات كثيرة يمكن استخدامها لإيجاد متوسط معدل الإضافة الواصل إلى سطح التربة بعد الأخذ بعين الاعتبار الفواقد منها :

$$R_a = \frac{L_f}{D_w} \cdot \frac{D_g \cdot R_e}{T_i} \qquad (٨,٧)$$

أو

$$R_a = \frac{L_f}{D_w} \cdot \frac{Q_s \cdot R_e}{L \cdot L_f} \qquad (٨,٨)$$

متوسط أقصى معدل إضافة من النظام :

$$R_{am} = \frac{4\,Q_s \cdot R_e}{\pi\, D_w \cdot L} \qquad (٨,٩)$$

متوسط أقصى معدل إضافة من الرشاش:

$$R_{am} = \frac{4\,Q_{sp} \cdot R_e}{\pi\, D_w \cdot S_s} \qquad (٨,١٠)$$

أن نموذج معدل الإضافة للرشاشات الثابتة المستخدمة في النظام يكون على هيئة نصف قطع مكافئ. معدل الإضافة يكون عالي تحت نظام الري ذو الحركة المستقيمة وبالتالي يحدث الجريان السطحي.

٧. سرعة الجهاز :

يجب ملاحظة إن هناك سرعة للجهاز أثناء الري الرئيسي وسرعة أخرى أثناء الري الخفيف أو أثناء عدم الري. ويمكن إيجاد هذه السرعات كالتالي:

$$V_i = \frac{L_f \cdot P_T}{T_{in}} = V_r \cdot P_T \qquad (٨,١١)$$

أما السرعة المناسبة أثناء الري هي:

$$V_i = \frac{L_f}{T_i} \qquad (٨,١٢)$$

حيث أن:

PT = نسبة السرعة في صندوق التحكم.

لذلك تكون $V_r \succ V_i$ (سرعة السير بدون ري عادة أكبر من السرعة أثناء الري).

٨. طول الحقل المروي:

يمكن حساب أقصى طول للحقل المروي يتم ريه بواسطة النظام في الحالات التالية:

أ. الري في إتجاه واحد فقط (العودة بدون ري) :

$$L_f = \frac{N_d \cdot T_d - 2T_r}{\left(\frac{1}{V_i} + \frac{1}{V_r} + \frac{T_h}{100}\right)} \qquad (٨,١٣)$$

ب. الري في الإتجاهين (ذهاباً وإياباً) :

$$L_f = \frac{N_d \cdot T_d - 2T_r}{2\left(\frac{1}{V_i} + \frac{T_h}{100}\right)} \qquad (٨,١٤)$$

حيث أن :

T_d = ساعات التشغيل اليومية وهي غالباً من ٢٢–٢٣ ساعة (ساعة/يوم).

obeikandl.com

N_d = عدد أيام التشغيل في الرية الواحدة.

T_h = زمن تغيير خرطوم الماء أثناء الري (دقيقة/١٠٠متر).

٩. اختيار قطر أنبوب خط الرش :

يـــتم اختيار قطر (أو أقطار) خط الرشاشات على أساس التكلفة الاقتصادية الكلية بحيث يعطى أقل قيمة سنوية لمجموع التكاليف الأولية وتكاليف الطاقة والتشـــغيل للخط موزعة على سنوات التشغيل. ويوجد الخرطوم المرن غالباً عند الأقطار ٥ بوصة (١٢٧ مم) و ٦ بوصة (١٥٢ مم).

١٠. اختيار الرشاشات :

تســـتخدم رشاشات متماثلة فى الحجم والتصرف وعلى أبعاد متساوية على طول خط الرش بطريقة مشابهة للنظام التقليدى. قد تستخدم منظمات ضغط مع هذه الرشاشات حتى يتم توزيع الضغط على طول خط الرشاشات خاصة فى الحقول الغير مستوية.

(٨,٣) هيدروليكا نظام الحركة المستقيمة:

فواقد الاحتكاك :

يمكن إيجاد فاقد الاحتكاك في نظام الحركة المستقيمة كالتالي:

$$H_f = J \cdot F \cdot \frac{L}{100} \qquad (٨,١٥)$$

$$h_{fx} = H_f \left[1 - \left(\frac{L - r}{L} \right)^{2.852} \right] \qquad (٨,١٦)$$

$$(H_x)_{av} = (H_e + H_f \pm \Delta Hz) - h_{fx} \qquad (٨,١٧)$$

$$(H_x)_{av} = H_L - h_{fx} \pm (\Delta Hz)_{av} \qquad (٨,١٨)$$

obeikandl.com

حيث أن:

r = المسافة من بداية خط الرش إلى النقطة x .

$(H_x)_{av}$ = متوسط الضاغط عند نقطة x .

H_L = الضاغط في بداية الخط.

h_{fx} = فاقد الاحتكاك من بداية خط الرش إلى نقطة x (فاقد الاحتكاك في المسافة r).

$(\Delta Hz)_{av}$ = متوسط فرق المنسوب بين بداية الخط ونقطة x المطلوبة.

ضاغط التشغيل:

يمكن إيجاد الضاغط عند أي نقطة على طول خط الرش كالآتي:

$$H_x = H_L - h_{fx} = H_e + H_f - h_{fx} \qquad (٨,١٩)$$

إن الضاغط عند بداية خط الرش (H_L) لايتغير كثيراً عند استخدام القناة المفتوحة لأن تغير فرق المنسوب على طول القناة يكون صغيراً. بينما يجب أن يؤخذ في الاعتبار التغير في (H_L) عند استخدام الخرطوم المرن بسبب فاقد الاحتكاك في الخرطوم وفرق المنسوب على طول الخط الرئيسي، وبالتالي يؤخذ متوسط (H_L) عند التصميم.

كذلك يمكن إيجاد ضاغط التشغيل في نظام الري ذو الحركة المستمرة المستقيمة في بداية خط التشغيل من إحدى المعادلات التالية:

أ . في حالة استخدام رشاشات بدون منظمات، ففي هذه الحالة يشابه النظام التقليدي حيث أن التصرف متساوي من كل رشاش. لذلك يكون ضاغط التشغيل في بداية الخط كالتالي:

$$H_L = H_{sp} + 0.75\,H_f + h_r \pm 0.5\,\Delta H_z + (h_f)_{minor} + (h_f)_{hose} \qquad (٨,٢٠)$$

حيث أن :

$(h_f)_{minor}$ = فاقد الاحتكاك الثانوي.

$(h_f)_{hose}$ = فاقد الاحتكاك في الخرطوم المرن.

obeikandl.com

ب. في حالة وجود رشاشات مع منظمات ضغط يكون H_L كالتالي:

$$H_L = H_e + H_f + h_r \pm \Delta H_z + (h_f)_{minor} + (h_f)_{hose} \quad (٨,٢١)$$

وفي هـــذه الحالة يحدث أقل ضاغط عادة في نهاية الخط. وتستخدم المنظمات عند استخدام الخرطوم بينما لايكون هناك حاجة إلى استخدامها عند وجود مياه الري في قناة مفتوحة. ومعامل هيزن-ويليام للخرطوم يساوي ١٥٠، أما معامل الفتحات فيشابه معامل الفتحات في النظام التقليدي.

فى هذا النوع من الرى بالرش تكون المسافة والتصرف للرشاشات على طول خـــط الـــرش متساوية وليس كما هو الحال فى النظام المحورى. لذلك فاقد الاحـــتكاك يمكن حسابه بنفس الطريقة المستخدمة فى النظام التقليدى. ويبلغ فـــاقد الاحـــتكاك فى نظام الحركة المستمرة المستقيمة حوالى ٦٣٪ من فاقد الاحـــتكاك الموجـــود فى خط الرش فى النظام المحورى الذى له نفس القطر والتصرف. أى أن فاقد الاحتكاك فى هذا النوع أقل من الرى المحورى.

عـــند حساب الفاقد بالاحتكاك وكذلك الضاغط المطلوب عند بداية الخط والضاغط الديناميكى الكلى للمضخة والقدرة المطلوبة مع مراعاة ارتفاع خط الرشاشات وحامل الرشاش عن سطح الأرض يمكن اتباع نفس الطريقة المتبعة فى الـــنظام التقلـــيدى.فى حالة استخدام خرطوم يجب إضافة الفواقد فى هذا الخرطوم وكذلك فى الخط الرئيسي المدفون. ويمكن الاستعانة بجداول لحساب الفاقد بالاحتكاك فى الخرطوم حسب نوع المادة المصنوع منها.

(٨,٤) أمثلة محلولة على نظام الحركة المستقيمة:

مثال ١:

نظـــام ري ذو حركة مستقيمة يستخدم لري حقل مستطيل (العرض ٤٠٠ م × الطول ١٢٥٠ م) فإذا كانت البيانات كالتالي مع العلم أن الري في إتجاه واحد:

$ETc = 7\ mm/day$

$(P_a) = 80\ \%$ مستوى الكفاية المطلوب

$(Dw) = 20\ m$ قطر دائرة البلل للرشاش

$Re = 0.94$, $LR < 0.1$, $Tr = 160\ min$

$2.5 < II < 5\ days$, $Vr = 22\ m/min$

$T = 20\ hr/day$, $Epa = 92\ \%$, $Oe = 1.0$

$Kc = 1.05$ (من الجدول)

المطلوب:

(١) تصرف النظام (٢) معدل الإضافة (٣) سرعة الجهاز اثناء الري.

الحـــل

فترة الري يتم إختيارها على أنها تساوي ٣,٥ يوم حتى يكون بالأمكان عمل دورتين للري في الأسبوع الواحد. $\therefore II = 3.5\ day$

$$D_g = \frac{K_c \cdot ET_c}{Ed_a \cdot R_e \cdot O_e} = \frac{1.05 \times 7}{0.92 \times 0.94 \times 1} = 8.5\ mm$$

(١) تصرف النظام:

$$Q = \frac{L \cdot L_f \cdot D_g}{K \cdot T} = \frac{400 \times 1250 \times \frac{8.5}{1000}}{3.6 \times 20} = 59\ L/s$$

(٢) معدل الإضافة:

$$R_a = \frac{L_f \cdot D_g \cdot R_e}{D_w \cdot T} = \frac{1250 \times 8.5 \times 0.94}{20 \times 20} = 25\ mm/hr$$

openkandi.com

$$II = 3.5\ day = 3.5 \times 24 \times 60 = 5040\ min$$

$$T_c = II - \left(\frac{L_f}{V_r}\right) - T_r - II\left(\frac{T}{24}\right)$$

$$= 5040 - \left(\frac{1250}{2}\right) - 160 - 5040\left(\frac{20}{24}\right)$$

$$= 55\ min$$

(٣) سرعة الجهاز أثناء الري:

$$V_i = \frac{L_f\left(\frac{24}{T} - 1\right)}{\left(\frac{L_f}{Vr} + T_r + T_c\right)} = \frac{1250\left(\frac{24}{20} - 1\right)}{\left(\frac{1250}{2} + 160 + 55\right)} = 0.298\ m/min$$

مثال ٢:

حقـــل مستطيل أبعاده ٤٠٠ متر عرض × ١٢٥٠ متر طول ويوجد خرطوم مرن ينقل المياه من المصدر إلى خط الرشاشات، فإذا علمت بالبيانات التالية:

- عمق الماء الصافي = ٧,٤ مم.
- أقصى إحتياج مائي يومي = ٧ مم/يوم.
- قطر دائرة بلل الرشاش = ٢٠ متر.
- نسبة الماء الواصل إلى سطح التربة (R_e) = ٩٤٪.
- معامل الإحتياجات الغسيلية (L_R) < 0.1
- زمن تغيير الإتجاه والتوقف = ٢٠ دقيقة.
- كفاءة إضافة المصمم = ٩٢٪.
- فترة الري المتوقعة $2 < II < 5\ day$
- أقصى سرعة سير (V_r) = ٢ متر/دقيقة.
- المسافة بين الصمامات على الخط الرئيسي = ١٢٥ متر.
- يفضل الري عند حركة الجهاز في إتجاه واحد.
- نسبة الإستنفاذ = ٣٠٪.

obeikandl.com

المطلوب إيجاد : (١) تصرف النظام. (٣) سرعة سير الجهاز أثناء الري.
(٢) متوسط معدل الإضافة. (٤) عمق الماء المطلوب في الرية.

الحـــل

أن تصرف النظام يعتمد على زمن الري اليومي (T) ، بينما T تعتمد على فترة الري (II) وعلى سرعة الجهاز أثناء الري (V_i) .

يمكـــن اختيار فترة الري على أنها تساوي ٣,٥ يوم حتى يكون هناك دورتين للري في الأسبوع الواحد وهي فترة تقع في المجال المسموح به $2 < II < 5\ day$

$$\therefore II = 3.5\ day$$

أما إيجاد T فهو كالآتي:

المسافة بين الصمامات على الخط الرئيسي ١٢٥ متر

فـــيكون عـــدد الصمامات على الخط الرئيسي وبالتالي عدد التوقفات لتغيير موضع الخرطوم هي :

$$N_{stop} = \frac{1250}{125} = 10$$

$$\therefore T_r = 10 \times 20 = 200\ min$$

زمن العودة

$$T_{in} = \frac{L_f}{V_r} = \frac{1250}{2} = 625\ min$$

$$II = 3.5\ day = 3.5 \times 24 \times 60 = 5040\ min$$

يمكن حساب الزمن T بالاستنتاج من المعادلة السابقة لحساب T_c

$$\therefore T = \frac{24\left(II - T_i - T_r - T_c\right)}{II}$$

وبفرض أن $T_c = 0.0$

$$\therefore T = \frac{24\left(5040 - 625 - 200 - 0\right)}{5040} = 20\ hr$$

$$D_g = \frac{D_n}{Ed_a \cdot R_e \cdot O_e} = \frac{7.4}{0.92 \times 0.94 \times 1} = 8.5\ mm$$

$$Q_s = \frac{L \cdot L_f \cdot D_g}{T} = \frac{400 \times 1250 \times 8.5}{20 \times 3600} = 59\ L/s$$

obeikandl.com

$$R_a = \frac{L_f \cdot D_g \cdot R_e}{D_w \cdot T} = \frac{1250 \times 8.5 \times 0.94}{20 \times 20} = 25\ mm/hr$$

تابع المثال السابق: إذا علمت أن أقصى زمن للبلل (T_w) = ٧١ دقيقة . أوجد زمن الطوارئ (T_c)

$$T_c = II - \left(\frac{L_f}{V_r}\right) - T_r - II\left(\frac{T}{24}\right)$$

$$= 5040 - \left(\frac{1250}{2}\right) - 160 - 5040\left(\frac{20}{24}\right) = 55\ min$$

$$V_i = \frac{D_w}{T_w} = \frac{20}{71} = 0.28\ m/min$$

أو

$$V_i = \frac{L_f\left(\frac{24}{T} - 1\right)}{\left(\frac{L_f}{Vr} + T_r + T_c\right)} = \frac{1250\left(\frac{24}{20} - 1\right)}{\left(\frac{1250}{2} + 160 + 55\right)} = 0.298\ m/min$$

وتكون السرعة ٠,٢٩٨ م/دقيقة هي السرعة المقبولة لأنها أكبر.

$$T_i = \frac{L_f}{V_i} = \frac{1250}{0.298} = 4195\ min = 69.9\ hr$$

$$\therefore D_n = \frac{Q_s \cdot T_i \cdot DE_{pa} \cdot R_e}{L \cdot Lf}$$

$$= \frac{59 \times 3600 \times 69.9 \times 0.92 \times 0.94}{400 \times 1250} = 25.7\ mm$$

أو عمق الماء المطلوب في الرية الواحدة:

$$D_n = II \cdot ET_c = 3.5 \times 7 = 24.5\ mm$$

حيث أن $II = N_d$ لأن $D_n = N_d \cdot ET_c$

(٨,٥) نظام الرى المدفعى المتحرك :

يتكون هذا النظام من رشاش مدفعي ذو فوهة كبيرة مركب على عربة لها عجـــلات يصـــل إليه الماء عن طريق خرطوم مرن ملفوف في الغالب على بكرة موجـــودة في بدايـــة الحقل بجوار وحدة الضخ. قد يوجد في بعض الأحيان خط رئيسي يعمل على توصيل المياه من المضخة إلى الخرطوم المرن (راجع الأشكال من ٢,١١ : ٢,١٤). عند تصميم هذا النظام يراعى الآتي:

١. يجـــب أن يصمم النظام بحيث يخدم مسار واحد أو مسارين على الأكثر فى اليوم الواحد.
٢. فى حالة زيادة سرعة الرياح السائدة عن (٨ كم/ساعة) يراعى ألا يكون إتجاه المسار ضد إتجاه الرياح بقدر الإمكان.
٣. يجب أن يكون إتجاه المسارات مع إتجاه ميل الأرض إلى أسفل .
٤. قد يمكن استخدام رشاشات ذات فوهة صغيرة مع ضغط تشغيل عالى وذلك للحصـــول عـــلى قطرات مائية صغيرة خلال فترة الإنبات وكذلك موسم الأزهار، وذلك لتقليل أثر هذه القطرات على البادرة أو الأزهار.
٥. يمكن استخدام رشاشات ذات فوهة كبيرة خلال باقى الموسم وذلك لإعطاء الاحتياجات المائية المطلوبة للمحاصيل المزروعة.
٦. عندما يكون ضغط التشغيل كافياً يفضل أن تكون زاوية القذف منخفضة لأن ذلك يقلـــل من ارتفاع القذف وبالتالي من تأثير الرياح على انتظام توزيع المياه. ويجب أن يخرج تيار الماء من الفوهة خالياً من أي اضطرابات لأن ذلك سوف يؤثر على مدى القـــذف للرشـــاش. ويمكن حدوث الاضطرابات نتيجة التصميم غير الجيد لشبكة الأنابيب، أو التغيرات المفاجئة في أقطار الأنابيب وخشونة الأنابيب من الداخل.

(٨,٦) عوامل التخطيط والتصميم :

عند تخطيط حقل ما لريه بواسطة نظام رش مدفعي فهناك عوامل يتطلب دراستها وإيجاد ها قبل الشروع في تصميم وتنفيذ ذلك النظام ، ومن أهم هذه العوامل هي:

١. المسافة بين المسارات : Tow Path Spacing

يتأثر مدى انتظـــام توزيع المياه من الرشاش المدفعى بعدة عوامل منها سرعة الـــرياح واتجاههـــا – زاوية الرش – نوع فوهة الرشاش – ضغط التشغيل. ويمكن الحصـــول على كفاءة جيـــدة لإنتظام توزيع المياه إذا كانت المسافة بين المسارات مرتبطة بسرعة الرياح (شكل ٨,٤). فمثلا يمكن الحصول على كفـــاءة جيدة فى التوزيع إذا كانت المسافة بين المسارات ٨٠٪ من قطر الرش فى حالة سرعة الرياح الخفـــيفة. والجدول رقم (٨,١) يبين ذلك. ويمكن إيجاد المسافة بين المسارات من المعادلة التالية :

$$W = D_w \times \%dia \qquad (٨,٢٢)$$

حيث أن :

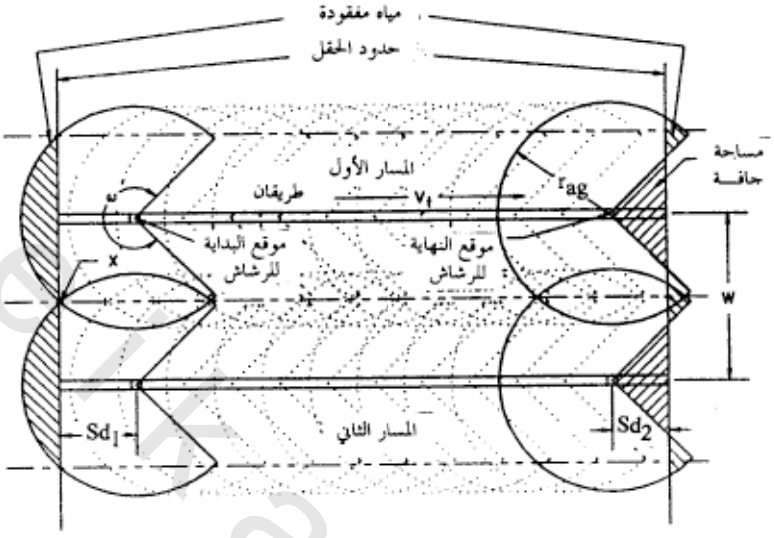
W = المسافة بين المسارات.

D_w = قطر دائرة البلل.

$\%\ dia$ = النسبة المئوية للمسافة من قطر دائرة البلل.

الجدول رقم (٨,١) يبين النسبة المئوية للمسافات القصوى بين مسارات مسدسات الرشاشات المدفعية (العملاقة) إلى قطر دائرة الرش عند سرعات رياح مختلفة .

متوسط سرعة الرياح (كم/ساعة)	النسبة المئوية للمسافة بين المسارات الى قطر دائرة الرش
صفر	٨٠٪
صفر – ٨	٧٠٪ – ٧٥٪
٨ – ١٦	٦٠٪ – ٦٥٪
أكثر من ١٦	٥٠٪ – ٥٥٪



الشكل رقم (٨,٤) رسم تخطيطي يوضح المسافة بين المسارات ومواقع البداية والنهاية للرشاش المدفعي في المسار الواحد.

٢. سرعة الجهاز Travel Speed :

كما سبق القول فإنه يفضل أن يصمم النظام بحيث يبدأ المسار وينتهي بحدود الأرض بحيث يتم خدمة مسار واحد أو مسارين على الأكثر في اليوم الواحد. ويمكن إيجاد السرعة من المعادلة التالية :

$$V = \frac{Q_{gun}}{W \times D_g} \qquad (٨,٢٣)$$

كذلك يمكن إيجاد زمن الري (T_i) من المعادلة التالية :

$$T_i = \frac{L_f}{V} \qquad (٨,٢٤)$$

حيث أن :

L_f = طول الحقل.

V = سرعة الجهاز.

٣. تصرف النظام:

تصرف النظام هو تصرف الرشاش المدفعي ، و يمكن إيجاد تصرف أي رشاش من العلاقة العامة بين ضغط التشغيل وتصرف الرشاش والتي يمكن صياغتها كالتالي:

$$Q_{SP} = Q_{gun} = K\sqrt{P} \qquad (٨,٢٥)$$

وبالتالي يمكن حساب Q_{gun} لعدة رشاشات مدفعية ذات فوهات مختلفة. ويمكن استخدام الجدول (٨,٢) لقيم K عند وجود فوهات مختلفة. كما يمكن استخدام الجدول (٨,٣) لتحديد قيم تصرف الرشاش المدفعي مباشرة بمعلومية ضغط التشغيل وقطر فوهة الرشاش.

الجدول رقم (٨,٢) تصرف النظام المدفعي عند استخدام رشاشات مدفعية ذات فوهات مختلفة الأقطار.

قطر الفوهة (مم)	K التصرف (لتر/ث) الضغط (ك.بسكال)	قطر الفوهة (بوصة)	K التصرف (جالون/دقيقة) الضغط (رطل/بوصة^2)
٢٠	٠,٤٤٥١	٠,٨	١٨,٥٣
٢٥	٠,٦٩٩١	١,٠	٢٩,١٠
٣٠	١,٠٢١	١,٢	٤٢,٥١
٣٦	١,٣٨٢	١,٤	٥٧,٥٢
٤١	١,٨١٢	١,٦	٧٥,٣٩

الجدول رقم (٨,٣) تصرف الرشاشات المدفعية عند ضغوط تشغيل مختلفة.

الضغط عند الفوهة (kPa)	قطر الفوهة (مم)				
	٢٠	٢٥	٣٠	٣٦	٤١
	تصرف الرشاش (لتر/ث)				
٤١٤	٩,٠	١٤,٢	٢٠,٨	–	–
٤٨٣	٩,٨	١٥,٥	٢٢,٤	٣٠,٣	–
٥٥٢	١٠,٤	١٦,٤	٢٤,٠	٣٢,٥	٤٢,٦
٦٢١	١١,٠	١٧,٣	٢٥,٦	٣٤,٤	٤٥,١
٦٨٩	١١,٧	١٨,٣	٢٦,٨	٣٦,٣	٤٧,٦
٧٥٨	١٢,٣	١٩,٢	٢٨,١	٣٨,٢	٤٩,٨
٨٢٧	١٢,٩	٢٠,٢	٢٩,٣	٣٩,٧	٥٢,٠

obeikandl.com

ويمكن إيجاد تصرف نظام الرش المدفعي من المعادلة التالية:

$$Q_S = \frac{D_g \times A}{T_i} \qquad (٨,٢٦)$$

٤. قطر البلل:

يمكـــن إيجـــاد قطر البلل للرشاش المدفعي من علاقة ضغط التشغيل وقطر فوهة الرشاش مع قطر البلل التي يمكن صياغتها كالتالي:

$$D_W = K1\sqrt{d \cdot P} \qquad (٨,٢٧)$$

والجدول (٨,٤) يبين مقدار أقطار البلل لبعض الرشاشات على زاوية قذف ٢٤° وتحت ضغوط تشغيل مختلفة. ويمكن القول أن قطر البلل سوف يزيد أو يقل حوالي ١٪ لكل درجة قذف واحدة عند الزيادة أو النقصان.

الجدول رقم (٨,٤) أقطار البلل لبعض الرشاشات عند ضغوط تشغيل مختلفة.

الضـــغط عند الفوهة (kPa)	قطر الفوهة (مم)				
	٢٠	٢٥	٣٠	٣٦	٤١
	قطر البلل (متر)				
٤١٤	٨٧	٩٩	١١١	—	—
٤٨٣	٩١	١٠٤	١١٦	١٣٣	—
٥٥٢	٩٤	١٠٨	١٢٠	١٣٩	١٤٦
٦٢١	٩٨	١١١	١٢٥	١٤٣	١٥١
٦٨٩	١٠١	١١٤	١٢٨	١٤٦	١٥٥
٧٥٨	١٠٤	١١٧	١٣١	١٤٩	١٥٨
٨٢٧	١٠٧	١٢٠	١٣٤	١٥٢	١٦٣

ومن المعلوم أن هناك رشاشات مدفعية ذات زاوية قذف تتراوح بين ١٨-٣٥°. زاويـــة القذف العالية تعطي اقصى قطر بلل عند وجود رياح ذات سرعة منخفضة وأقـــل ضرراً بالنسبة للمحصول والتربة. أما زاوية القذف المنخفضة تعطي توزيع للمياه أكثر انتظاماً في حالة الرياح المتوسطة إلى العالية السرعة ولكن تعطي قطرات

مائـــية أكبر ذات تأثير على التربة والمحصول. وزاويا القذف بين ٢٣-٢٥ ^{o} تعتبر مرضية لظروف الإستخدام العامة.

٥. مواقع البداية والنهاية:

عـــند استخدام الرشاش المدفعي لري حقل ما يتم تحريك الرشاش المدفعي إلى موقـــع بداية في الحقل ثم يتحرك بسرعة معينة بعد تشغيل الرشاش إلى أن يصل موقـــع الـــنهاية لنهاية الحقل، بعد ذلك يتم تحريك الرشاش إلى مساحة أخرى من الحقـــل كمـــا يوضح ذلك الشكل (٨,٤). ويمكن إيجاد المسافة بين موقعي البداية والنهاية في مساحة الري الأولى كالتالي ، شكل (٨,٤):

مسافة نقطة البداية من جانب الحقل تكون:

$$Sd_1 = \frac{2}{3} r_{ag} \qquad (٨,٢٨)$$

أما مسافة موقع النهاية من جانب الحقل الآخر فتكون:

$$Sd_1 = \frac{2}{3} r_{ag} \left(1 - \frac{360 - \omega}{180}\right) = \frac{2}{3} r_{ag} \left(\frac{\omega - 180}{180}\right) \qquad (٨,٢٩)$$

حيث أن:

S_{d1} = المسافة من موقع البداية إلى جانب الحقل (متر).

S_{d2} = المسافة من موقع النهاية إلى الجانب الآخر من الحقل (متر).

ω = الجزء المبلل من الدائرة $\left(180^o \le \omega \le 360^o\right)$.

كذلك نجد أن عرض المسار يكون $W = 1.5\, r_{ag}$.

كذلك يمكن إيجاد زمن التوقف في موضعي البداية والنهاية للرشاش المدفعي كالتالي:

$$Td_1 = Td_2 = \frac{Sd_1 + Sd_2}{2V} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\omega}{360} \cdot \frac{r_{ag}}{V} \qquad (٨,٣٠)$$

حيث أن:

T_{d_1} = زمن التوقف في موقع البداية من الحقل.

obeikandl.com

T_{d_2} = زمن التوقف في موقع النهاية من الحقل.

V = سرعة حركة الرشاش أثناء الري بين الموقعين.

وبالستالي يكون متوسط عمق الماء المضاف في نهاية كل مسار عند كل جانب من الحقل يكون $\frac{1}{2}D_g$ ثم يزداد هذا العمق إلى D_g عندما تكون المسافة زادت إلى r_{ag} من بداية أو نهاية الحقل.

٦. معدل التغطية Rate of Irrigation Coverage :

معرفة معدل ما يتم ريه من المساحة بواسطة الرشاش خلال ساعة يكون مفيداً في حالة التخطيط والتصميم. وهذا المعدل دالة للسرعة والمسافة بين المسارات ، ويمكن إيجاده كالتالي:

$$RIC = \frac{W \cdot V}{K} \qquad (٨,٣١)$$

حيث أن:

RIC = معدل تغطية الري (هكتار/ساعة).

K = ثابت تحويل = ١٦٦,٧.

W = المسافة بين المسارات (متر).

V = سرعة السير (متر/دقيقة).

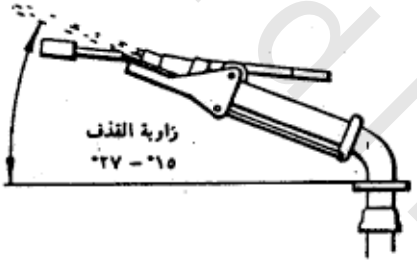
(٨,٧) معايير اختيار الرشاش المدفعي:

المعايير التي تؤخذ في الاعتبار عند اختيار الرشاش المدفعي هي حجم ونوع فوهة الرشاش، وزاوية القذف، والتصميم الهيكلي للرشاش ومعدل الإضافة للرشاش المدفعي. أما ظروف التشغيل التي تدخل في الاختيار هي خصائص تسرب التربة، وقوام وبناء التربة، وخصائص المحصول، والعمق المطلوب إضافته،

وفـــترة الري، والمسافة بين المسارات وعدد المسارات الفعلية في اليوم ، وسرعة واتجاه الرياح .

١. زاوية القذف:

معظم الرشاشات المدفعية لها زاوية قذف تتراوح بين ١٨° إلى ٣٢°، شكل (٨,٥). وبالـــتالي زيـــادة زاوية القذف يؤدي إلى ارتفاع نافورة المياه الخارجة من الرشاش وبالتالي زيادة مساحة التغطية وكذلك يقلل من تأثير سقوط القطرات على المحصول أو الأرض حيث يصغر حجم القطرة مع زيادة الارتفاع في الهواء. مما يعني أن أقصى زاوية قذف تعطي أقصى قطر بلل عند وجود رياح ذات سرعة منخفضة وأقـــل ضرراً بالنسبة للمحصول والتربة، أما زاوية القذف المنخفضة تعطي توزيع للمياه أكثر انتظاماً في حالة الرياح المتوسطة إلى العالية السرعة ولكن تعطي قطرات مائـــية اكبر ذات تأثير على التربة والمحصول. وزاويا القذف بين ٢٣-٢٥ ° تعتبر مرضية لظروف الاستخدام العامة.



الشكل رقم (٨,٥) متوسط زوايا القذف بالنسبة للرشاش المدفعي.

٢. معدل الإضافة : Application Rate

يمكن إيجاد معدل الإضافة لرشاش مدفعي يروي دائرة بلل كاملة أو جزء من الدائرة من المعادلة التالية:

$$R_a = \frac{K \cdot Q_{gun}}{3.14 \times r_a^{\,2}} \left(\frac{360}{\omega} \right) \qquad (٨,٣٢)$$

وعـــند حساب المسافة المغطاة والمبتلة بالرشاش على أساس ٩٠٪ من نصف قطر الرش لكي تعطى معدل الرش التقريبي لمعظم المساحة المبتلة تكون المعادلة كالتالي :

$$R_a = \frac{K \cdot Q_{gun}}{3.14 \times \left(0.9ra\right)^2}\left(\frac{360}{\omega}\right) \qquad (٨,٣٣)$$

حيث أن :

R_a = معدل الإضافة (مم/ساعة).

K = ثابت تحويل (٣٦٠٠ للوحدات المترية).

Q_{gun} = تصرف الرشاش المدفعي (لتر/ث).

r_a = نصف قطر دائرة البلل للرشاش المدفعي (متر).

ω = زاوية دوران الرشاش أو جزء الدائرة المبلل (درجة).

وهـــذه المعادلة تعتبر أكثر المعادلات استخداماً عند وجود رياح أثناء عملية الري حيث تأخذ عامل الرياح في الاعتبار.

ويمكن حساب أقصى معدل إضافة للرشاش المدفعي من المعادلة التالية:

$$R_{am} = \frac{4}{\pi} R_a \qquad (٨,٣٤)$$

أيضا يمكن إيجاد عمق الماء المضاف لكل رية باستخدام جهاز الري بالرش المدفعي المتحرك من المعادلة التالية :

$$D_g = K \cdot \frac{Q_{gun}}{V \cdot W} \qquad (٨,٣٥)$$

حيث أن:

D_g = عمق الماء المضاف (مم).

K = ثابت تحويل (٦٠ للوحدات المترية).

Q_{gun} = تصرف الرشاش المدفعي (لتر/ث).

V = سرعة السير للعربة(متر/دقيقة).

W = عرض المسار (متر).

openkandi.com

(٨,٨) خطوات التصميم:

لتوضـــيح خطـــوات تصميم نظام رش مدفعي متحرك بأسلوب سهل سيتم عرض المثال المحلول التالي والذي يوضح خطوات التصميم بطريقة أكثر وضوحاً من كتابة خطوات التصميم. كل خطوة سيتم مناقشتها من خلال المثال التالي. ولكن قبل ذلك سوف نناقش إيجاد فاقد الاحتكاك في الخرطوم المرن وكيف يمكن إيجاده.

فاقد الاحتكاك:

تستخدم أنابيب لنقل الماء من المصدر إلى الرشاش المدفعي بحيث تكون طويلة وذات مـــرونة جـــيدة وتكون قوية لتتحمل الضغط العالي وكذلك السحب والأنثناء أثناء تشـــغيل أو تحريك الرشاش المدفعي. وتكون ذات كفاءة جيدة بحيث يكون الأنبوب أو الخرطوم عبارة عن وصلة واحدة ويكون متوسط الطول حوالي ٤٠٠ متر.

ويمكـــن إيجـــاد فاقد الاحتكاك في الخرطوم المرن للرشاش المدفعي عند معرفة قطر الخرطوم من المعادلات التالية:

١. للخرطوم المرن الذي قطره الداخلي أقل من ١٢٥ مم (٥ بوصة):

$$J = \frac{100H_f}{L} = K_1 \frac{Q_g^{1.75}}{d^{4.75}} \qquad (٨,٣٦)$$

٢. للخرطوم المرن الذي قطره الداخلي أكبر من ١٢٥ مم (٥ بوصة):

$$J = \frac{100H_f}{L} = K_2 \frac{Q_g^{1.83}}{d^{4.83}} \qquad (٨,٣٧)$$

حيث أن:

J = انحدار فاقد الاحتكاك (متر/١٠٠متر).

H_f = فاقد الاحتكاك (متر).

L = طول الأنبوب (متر).

Q_g = تصرف الرشاش (لتر/ث).

obeikandl.com

K_1 = ثابت تحويل للوحدات المترية = ٧,٨٩ × ١٠$^{-٧}$.

K_2 = ثابت تحويل للوحدات المترية = ٩,٥٨ × ١٠$^{-٧}$.

d = قطر الخرطوم المرن (مم).

أكـــثر الأقطار المستخدمة مع الرشاش المدفعي تتراوح بين ٢ إلى ٥ بوصة (٢٥ مم إلى ١٢٧ مم) ولكن الأكثر استخداماً هي ٩٠ مم ، ٧٣,٦ مم.

وعـــربة الرشاش المدفعي تتحرك أما بواسطة الطاقة الهيدروليكية باستخدام الماء أو بواســـطة الطاقة الكهربائية باستخدام محركات كهربائية صغيرة. كذلك يؤخذ في الاعتبار فاقد الاحتكاك خلال حامل الرشاش المدفعي.

مثال محلول:

إذا كانت البيانات المعطاة كالتالي:

طول الحقل = ٨٠٠ متر.

عرض الحقل = ٤٠٠ متر.

موقع البئر في منتصف الحقل.

سرعة الرياح منخفضة تتراوح بين (صفر إلى ٥ ميل/ساعة).

كفاءة الإضافة (E_a) = ٧٠٪.

أقصى احتياج مائي للمحصول المراد زراعته وهو الذرة = ٥,٦ مم/يوم.

نوع التربة رملية ومعدل الإضافة المسموح به = ٢٥,٤ مم/ساعة.

السعة التخزينية للتربة = ٧٦,٢ مم.

الري على جوانب الحقل مقبول وعملي.

أوجد:

- تخطيط النظام.
- تصرف النظام.

obeikandl.com

- حجم فوهة الرشاش.
- سرعة السير للجهاز.
- ضغط التشغيل في بداية الخرطوم المرن والمسحوب.

الحـــل

الطـــريقة التي سوف تتبع في تصميم نظام الرش المدفعي لكي يتناسب مع البيانات المعطاة هي كالتالي:

أولاً: تحديـــد أقل معدل تصرف مسموح به للنظام ثم بعد ذلك اختيار مواصفات الرشاش التي تتناسب مع التصرف المحدد.

ثانـــياً: تحديـــد عـــرض المسار المناسب ثم سرعة السير التي تعطي العمق المضاف المطلـــوب حســـب جدولة السير العملية ويمكن اختبار تلك الخيارات حتى الوصول إلى المطلوب.

تحديد معدل التصرف الأقل:

على افتراض أن الفترة بين الريات يوم واحد وبالتالي يكون عمق الماء الصافي:

$$D_n = II \cdot ET_c = 1 \times 5.6 = 5.6\ mm$$

وبالتالي يكون عمق الري الكلي المضاف:

$$D_g = \frac{D_n}{E_a} = \frac{5.6}{0.70} = 8\ mm$$

وحيث أن الفترة بين الريات يوم واحد، وعلى افتراض أن زمن الري اليومي ٢٣ ساعة/يوم فيمكن حساب أدنى معدل تصرف للنظام للمساحة المروية كالتالي:

$$Q_s = Q_g = \frac{D_g \cdot A}{T_i} = \frac{0.008 \times (800 \times 400)}{23} = 111.3\ m^3/hr = 30.9\ L/sec$$

اختيار الرشاش المدفعي:

لـــيس هناك قيود على اختيار الرشاش للتربة الرملية ومحصول الذرة من حيث معدل الإضافة وتأثير القطرات، وبالتالي يمكن اختيار الفوهة المناسبة ذات الضغط المنخفض

نسبياً. من الجدول (٨,٤) يمكن اختيار الرشاش المدفعي المناسب (ذو تصرف يساوي أو أكبر من التصرف الأدنى وهو ٣٠,٩ لتر/ث) فنجد أن الرشاش ذو قطر فوهة ٣٦ مم (١,٤ بوصة) عند ضغط ٥٥٢ ك.بسكال يعطي تصرف ٣٢,٥ لتر/ث. هذا التصرف قريب جداً من التصرف الأدنى المحسوب سابقاً، وبالتالي رشاش مدفعي واحد كافي لرش المساحة الكلية للحقل البالغة ٣٢ هكتار.

تحديد عرض المسار:

من الجدول (٨,٣) والمبني على زاوية القذف ٢٤° فإن الرشاش المختار الذي قطر فوهته ٣٦ مم (١,٤ بوصة) من المتوقع أعطاء قطر بلل حوالي ١٣٩ متر عند ضغط ٥٥٢ ك.بسكال. ومن الجدول (٨,١) عند سرعة رياح ٨ كم/ساعة نجد أن عرض المسار يكون حوالي ٧٥٪ من قطر البلل.

$$W = D_w \times \%dia = 139 \times 0.75 = 104.25m$$

عرض المسارات عملياً للطول ٨٠٠ متر من الحقل يمكن تقريبها إلى أقرب ٣ أمتار كالتالي:

عدد المسارات	عرض المسار (متر)	عرض المسار الفعلي لأقرب ٣ متر (متر)
٧	١١٤,٢٨	١١٤
٨	١٠٠	٩٩
٩	٨٨,٨٨	٩٠
١٠	٨٠	٨١
١١	٧٢,٧٣	٧٢
١٢	٦٦,٦٧	٦٦

بناءاً على ما سبق فإن أقرب عرض مسار مقبولة وعملية للقيمة المحسوبة لهذا التصميم (١٠٤,٢٥متر) هي ٩٩ متر. وبالتالي يكون عدد المسارات المطلوبة هي ٨ مسارات.

obeikandl.com

سرعة السير:

من المرغوب فيه أن يتم ري مسار واحد في اليوم الواحد. وحيث أن عدد المسارات ٨ مسارات ، فيجب افتراض أن الفترة بين الريات ٨ أيام. وبالتالي يكون عمق الماء الكلي المضاف يساوي:

$$D_g = 8 \times 8 = 64\ mm$$

وبالتالي تكون سرعة السير تساوي:

$$V = \frac{K \cdot Q_{gun}}{D_g \cdot W} = \frac{60 \times 30.5}{64 \times 99} = 0.29\ m/min$$

وبالتالي يكون زمن السير المطلوب لمسافة ٤٠٠ متر لكل مسار هو:

$$T_i = \frac{L}{V} = \frac{400}{0.29 \times 60} = 23\ hr$$

وهذا تصميم مقبول حيث لم يتعدى الزمن المحسوب الزمن المفروض وهو ٢٣ ساعة في اليوم ، وبالتالي يمكن حساب التصرف المطلوب للرشاش بعد حساب الزمن الفعلي كالتالي:

$$Q_g = D_g \cdot W \cdot V = \frac{64 \times 99 \times 0.29}{60} = 30.62\ L/sec$$

وهذا التصرف قريب من التصرف ٣٠,٩ لتر/ث الذي تم اختياره سابقاً كمعدل تصرف ادنى للرشاش. وبالرجوع إلى المعادلة $P_i = P_2\left(\frac{Qg_1}{Qg_2}\right)^2$ فإن ضغط تشغيل الرشاش يمكن تخفيضه من ٥٥٢ ك.بسكال (٨٠ رطل/بوصة٢) إلى تقريباً ٥٤٢ ك.بسكال (٧٧ رطل/بوصة٢). وهذا التخفيض سوف يقلل التصرف من ٣٠,٩ لتر/ث إلى ٣٠,٦٢ لتر/ث.

الضغط عند بداية الخط المرن:

عند اختيار قطر الخط المرن سوف يكون القطر ١١٤ مم مناسب للتصرف ٣١,٥ لتر/ث. ومن الجدول رقم (٨,٥) فإن تقدير فاقد الضغط للقطر ١١٤ مم هو ٤٧,٤٦ كيلوبسكال /١٠٠ متر للتصرف ٣١,٥ لتر/ث.

الجدول رقم (٨,٥) فاقد الضغط نتيجة الاحتكاك في الخط المرن (كيلوبسكال/١٠٠متر) لتصرفات مختلفة في أنابيب مختلفة القطر.

التصرف (لتر/ث)	قطر الأنبوب المرن المصنوع من البولي اثلين				
	٦٣ مم (٢,٥ بوصة)	٧٦ مم (٣ بوصة)	١٠٢ مم (٤ بوصة)	١١٤ مم (٤,٥ بوصة)	١٢٧ مم (٥ بوصة)
	فاقد الضغط بالاحتكاك بالكيلوبسكال لكل ١٠٠ متر من طول الأنبوب				
٦,٣	٣٦,١٦				
٩,٥	٧٦,٨٤	٣١,٦٤			
١٢,٦	١٢٦,٥٦	٥٤,٢٤			
١٥,٨		٨١,٣٦	٢٠,٣٤		
١٨,٩		١١٥,٢٦	٢٩,٣٨	١٣,٥٦	
٢٥,٢			٥١,٩٨	٢٩,٣٨	
٣١,٥			٧٩,١	٤٧,٤٦	٢٤,٨٦
٣٧,٩			١١٠,٧٤	٦١,٠٢	٣٦,١٦
٤٤,٢				٨١,٣٦	٤٧,٤٦
٥٠,٥				١٠٣,٩٦	٦١,٠٢
٥٦,٨					٧٦,٨٤
٦٣,١					٩٤,٩٢

وباستخدام المعادلة $\left(J = \frac{100\, H_f}{L} = K \frac{Q_g^{1.75}}{D^{4.75}} \right)$ كأساس للإستنتاج فإن فاقد الضغط المتوقع P_f لخرطوم مرن طوله ٢٠١ متر وتصرفه ٣٢,٤٥ لتر/ث يكون:

$$P_f = 47.46\left(\frac{32.45}{31.5}\right)^{1.75} \times \frac{201}{100} = 100.5\, kPa$$

وبالتالي يكون ضغط التشغيل في بداية الخط المرن كالتالي مع افتراض أن الحقل مستوي:

$$P_L = P_g + P_f + P_t + P_r + P_{cv}$$

حيث أن:

P_g = ضغط الرشاش المدفعي = ٥٥١,٦ كيلوبسكال (لهذا المثال).

P_f = فاقد الضغط الناتج من الاحتكاك في الخرطوم = ١٠٠,٥ كيلوبسكال.

P_t = فاقد الضغط من العربة والمحرك = ٥٥ كيلوبسكال.

P_r = ارتفاع حامل الرشاش (٣ متر) = ٢٩,٦٥ كيلوبسكال.

P_{cv} = فاقد الضغط في المحبس = ٢٤ كيلوبسكال.

$$P_L = 551.6 + 100.5 + 55 + 29.65 + 24 = 760.75\ kpa$$

(٨,٩) أمثلة محلولة على نظام الرى المدفعى المتحرك:

مثال ١:

باستخدام بيانات مثال التصميم السابق وإذا كان الرشاش المدفعي يروي قطاع بلل زاويته ٢٨٥° بينما الجزء الجاف له زاوية ٧٥ °.

المطلوب إيجاد:

١. مواقع البداية والنهاية للري في الحقل مع الزمن.

٢. طول الخرطوم المرن المطلوب.

٣. الضغط في بداية الخرطوم.

الحـــل

- مسافة موقع البداية من جانب الحقل:

$$Sd_1 = \frac{2}{3} r_{ag} = \frac{2}{3}\left(\frac{138}{2}\right) = 46m$$

- مسافة موقع النهاية من الجانب الآخر من الحقل :

$$Sd_1 = \frac{2}{3} r_{ag}\left(\frac{\omega - 180}{180}\right) = \frac{2}{3}\left(\frac{138}{2}\right) \times \left(\frac{285 - 180}{180}\right) = 26.8m$$

openkanal.com

المجمـــوع الكلي لزمن الوقوف يكون مساوياً للوقت الإضافي المطلوب للسير على طـــول المسار بسرعة ٠,٢٩ متر/دقيقة في المثال السابق. ويجب أن يتم تقسيم ذلك الوقت على مواقع البداية والنهاية.

$$Td_1 = Td_2 = \frac{Sd_1 + Sd_2}{2V} = \frac{46 + 26.8}{2 \times 0.29} = 126\ min$$

أو باستخدام الحل الثاني

$$Td_1 = Td_2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{\omega}{360} \cdot \frac{r_{ag}}{V} = \frac{2}{3} \times \frac{285}{360} \times \frac{128/2}{0.29} = 126\ min$$

الخرطوم المرن يمكن تقصيره بحد أقصى يساوي:

$$\Delta L = \frac{1}{2}\left(Sd_1 + Sd_2\right)$$

$$\Delta L = \frac{1}{2}\left(46 + 26.8\right) = 36.4\ m$$

وهذا سوف يؤدي إلى تقليل التكاليف الأولية بالإضافة إلى تقليل فاقد الضغط الناتج من الاحتكاك من ١٠٠,٥ كيلوبسكال إلى فاقد احتكاك حسب الطول الأخير كالتالي:

$$P_f = 100.5 - 100.5 \times \left(\frac{36.4}{201}\right)$$

$$= 100.5 - 18.2 = 82.3\ kpa$$

أما الضغط في بداية الخط سوف يكون:

$$P_L = 760.75 - 18.2 = 742.6\ kpa$$

مثال ٢:

يـــراد استخدام رشاش مدفعي زاوية القذف له ٢٤° وقطر الفوهة ٣٠ مم وضغط التشـــغيل ٦٥٠ كيلوبســـكال. إذا علمت أن زاوية البلل للرشاش ٣٣٥° والفاقد بالتبخر ٧٪ من تصرف الرشاش. المطلوب إيجاد معدل الإضافة لهذا الرشاش.

الحـــل

$$\because Q = K\sqrt{P}$$

obeikandl.com

$\because$ $d = nozzle\ diameter = 30\ mm$

ومن الجدول رقم (٨,٢) $K = 1.021$

$$\therefore Q = 1.021\sqrt{650} = 26.03\ L/s$$

بعد الفاقد بالتبخر $Q_{gun} = Q(1-E) = 26.03(1-0.07) = 24.21\ L/s$

وباستخدام Linear interpoltion لتقدير قطر دائرة البلل من الجدول رقم (٨,٤) يمكن إيجاده كالتالي:

$$D_w = 125 + \left[\frac{(650-621)}{(689-621)}\right] \times (128-125) = 126.3\ m$$

$$\therefore r_a = \frac{126.3}{2} = 63.15\ m$$

$$\therefore R_a = \frac{Q_{gun}}{\pi \times (0.9\, r_a)^2} \times \frac{360}{335} \times 360$$

$$= \frac{24.21}{\pi \times (0.9 \times 63.15)^2} \times \frac{360}{335} \times 360$$

$$= 9.23\ mm/hr$$

مثال ٣:

رشـــاش مدفعي قطر فوهته ٢٥ مم، ذو ضغط تشغيل ٥٥٢ كيلوباسكال، زاوية القذف له ٢٦ ° وزاوية البلل للرشاش ٣٢٠ °، يروي حقل الماء الكلي المتاح لتربته ١٢٠مـــم/مـــتر، نســـبة الاستنفاذ ≤٥٠ ٪، عمق الجذور للمحصول ٨٠ سم ، الاستهلاك المائي اليومي للمحصول ٨ مم/يوم، كفاءة الإضافة ٧٥٪، سرعة الرياح ٧ كم/ساعة، اقصى طول لمسار المدفع ٤٢٠ متر، زمن التشغيل الكلي لايزيد عن ٢٢ ساعة في اليوم، وزمن وضع الرشاش لري مسار جديد يساوي ساعة ونصف.

أحسب:

١. تصرف الرشاش المدفعي

٢. المساحة التي يرويها الرشاش المدفعي في المسار الواحد.

obeikandl.com

٣. سرعة الجهاز أثناء الري.
٤. معدل الإضافة.
٥. المساحة الكلية التي يمكن ريها باستخدام هذا المدفع خلال فترة الري.

الحـــل

أولاً: حساب تصرف الرشاش المدفعي :

من الجدول رقم (٨,٣) لرشـــاش مدفعي قطر فوهته ٢٥ مم وضغط التشغيل ٥٥٢ ك.بسكال نعين تصرف الرشاش المدفعي

$$Q_{gun} = 16.4\ L/sec$$

ثانياً: حساب المساحة التي يرويها الرشاش المدفعي في المسار الواحد:

من الجدول رقم (٨,٤) لرشـــاش مدفعي قطر فوهته ٢٥ مم وضغط التشغيل ٥٥٢ ك.بسكال نعين قطر البلل إذا كانت زاوية القذف ٢٤ °

$$D_W = 108\ m$$

نحسب قطر البلل المقابل لزاوية قذف ٢٦°

$$D_{W2} = D_{W1} + \frac{1}{100}(\alpha_2 - \alpha_1) \times D_{W1} = 108 + \frac{1}{100}(26-24) \times 108 = 110.16\ m$$

من الجدول رقم (٨,١) نعين نسبـــة التداخل لمسارات البلل عند سرعة رياح ٧ كم/ساعة

$$\%\ dia = 70 - 75\% = 72.5\%$$

نحسب المسافة بين المسارات

$$W = D_W \times \%\ dia = 110.16 \times \frac{72.5}{100} = 80\ m$$

حساب طول الحقل المروي

$$L_f = L_{max} + r_a = L_{max} + \frac{D_W}{2} = 420 + \frac{110.16}{2} = 475\ m$$

حساب المساحة التي يرويها الرشاش المدفعي في المسار الواحد.

$$A_{one} = W \times L_f = 80 \times 475 = 38000\ m^2 = 3.8\ ha$$

حساب عمق الصافي لماء الري وفترة الري وعمق الماء المضاف

$$D_n = Mad \times Taw = \frac{50}{100} \times 120 \times 0.80 = 48\ mm$$

$$II = \frac{D_n}{ET_c} = \frac{48}{8} = 6\ day$$

$$D_g = \frac{D_n}{E_a} = \frac{48}{0.75} = 64\ mm$$

ثالثاً: حساب سرعة الجهاز أثناء الري

$$V = \frac{Q_{gun}}{W \times D_g} = \frac{16.4}{80 \times 64} = 0.0032\ m/sec = 11.5\ m/hr$$

رابعاً: حساب معدل الإضافة

$$R_a = \frac{Q_{gun}}{3.14 \times \left(0.9ra\right)^2}\left(\frac{360}{\theta}\right) = \frac{16.4}{3.14 \times \left(0.9 \times 55.08\right)^2} \times \left(\frac{360}{320}\right) \times 3600 = 8.61 mm/hr$$

$$R_{am} = \frac{4}{\pi} R_a = \frac{4}{\pi} \times 8.61 = 10.96\ mm/hr$$

حساب زمن الري:

$$T_i = \frac{L_{max}}{V} = \frac{420}{11.5} = 36.5\ hr$$

عدد الساعات الكلية المتاحة للري خلال فترة الري

$$T_{total} = N_d \times T_d = 6 \times 22 = 132\ hr$$

الزمن الكلي بين بدايات ري المسارات:

$$T_{one} = T_i + T_r = 36.5 + 1.5 = 38\ hr$$

عدد المسارات التي يمكن ريها خلال فترة الري:

$$N_S = \frac{T_{total}}{T_{one}} = \frac{132}{38} = 3.47 = 3$$

خامساً: المساحة الكلية التي يمكن ريها باستخدام هذا المدفع خلال فترة الري

$$A_{total} = A_{one} \times N_S = 3.8 \times 3 = 11.4\ ha$$

obeikandl.com