

الرشاشات

Sprinkler Heads

الرشاش هو أهم جزء في مكونات نظام الري بالرش. لذلك فإن اختيار الرشاش المناسب يتطلب معرفة معلومات ومعايير خاصة بشكل توزيع المياه من الرشاش وكذلك نوع نظام الرش المطلوب.

(٣،١) معايير اختيار الرشاشات Sprinkler Selection Criteria :

عند اختيار الرشاش المناسب لنظام الري بالرش فلا بد من معرفة ضغط تشغيل الرشاش المناسب وتصرف الرشاش وقطر دائرة البلب. ومن المعلوم أن هناك علاقة بين تصرف الرشاش وضغط التشغيل حيث أن تصرف الرشاش يتناسب مع الجذر التربيعي لضغط تشغيل ذلك الرشاش. أن اختيار الرشاش يتوقف على عدة عوامل من أهمها تكلفة الرشاش، ضغط التشغيل، تصرف الرشاش، قطر دائرة البلب، نموذج توزيع البلب، معدل الإضافة، التصميم الهندسي (حجم وشكل الفوهة، زاوية القذف) وحجم القطرات المائية الناتجة. وتتطلب خطوة اختيار الرشاش المناسب إلى الموازنة بين خصائص التشغيل للرشاش مع الاحتياجات الطبيعية لنظام الرش. بحيث يكون تصرف الرشاش كافي لإعطاء معدل الإضافة المناسب بالنسبة لمعدل التسرب الأساسي للتربة حتى يمكن إضافة عمق مياه الري المطلوبة في الزمن المناسب. كذلك لا بد أن يكون قطر البلب مناسب للمسافات بين الخطوط الفرعية والخط الرئيسي. وفي الواقع هناك عدة عوامل متداخلة عند اختيار الرشاش المناسب والتي قد تتطلب

الخسرة أو المحاولة والخطأ حتى يمكن الوصول إلى الرشاش المطلوب. كذلك يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند اختيار الرشاش المناسب زاوية الرش (القذف) بالنسبة لنوع المحصول. حيث تفضل الزاوية الأقل (١٨ - ٢١) عند وجود رياح شديدة.

تصرف الرشاش (Q_{sp}) : Sprinkler Discharge

يمكن معرفة تصرف الرشاش بالقياس حيث يمكن قياس حجم الماء الخارج من الرشاش في زمن معين أو باستخدام معادلات رياضية حيث من المعروف أن تصرف الرشاش يعتمد على المسافة بين الرشاشات (S_r) والمسافة بين الخطوط (S_L) ومعدل الإضافة (R_d). ويمكن حساب متوسط تصرف الرشاش المطلوب (Q_{sp}) من المعادلة التالية:

$$(٣,١) \quad Q_{sp} = R_d \cdot S_r \cdot S_L$$

كذلك يمكن حساب تصرف الرشاش النظري الخارج من فوهة الرشاش كالتالي:

$$(٣,٢) \quad Q_{sp} = C_d \cdot a \cdot \sqrt{2gH_{sp}}$$

حيث أن :-

Q_{sp} = التصرف الخارج من فوهة الرشاش.

C_d = معامل التصرف لفوهة الرشاش.

a = مساحة مقطع فوهة الرشاش.

g = عجلة الجاذبية الأرضية.

H_{sp} = الضاغط المائي عند فوهة الرشاش (ضاغط تشغيل الرشاش).

وبالتعويض في المعادلة السابقة عن مساحة الفوهة بـ $\left(\frac{\pi}{4} d^2\right)$ والضاغط بـ $\left(\frac{P_{sp}}{\gamma}\right)$

يمكن كتابة المعادلة كالتالي:

$$(٣,٣) \quad Q_{sp} = 0.00111 C_d \cdot d^2 \cdot P_{sp}^{0.5}$$

بشروط التعويض عن ضغط الرشاش بالكيلو بسكال، وقطر فوهة الرشاش بالمم، وتصرف الرشاش بالتر/ث.

ويتراوح معامل التصرف (C_d) للرشاشات الصغيرة من ٠,٩٥ إلى ٠,٩٨، ولكن في بعض الرشاشات يصل المعامل إلى ٠,٨٠. وعادة يقل معامل التصرف كلما زاد قطر فوهة الرشاش. أما في حالة استخدام رشاش ذو فوهتين فإن التصرف الكلي للرشاش هو مجموع التصرف لكل فوهة. وبصفة عامة يمكن القول أن العلاقة بين تصرف الرشاش وضغط التشغيل يمكن التعبير عنها كالتالي:

$$(٣,٤) \quad Q_{SP} = K \sqrt{H_{SP}}$$

كذلك وجد أن هناك علاقة بين ضغط وتصرف الرشاشات المتتالية على الخط الفرعي الواحد كالتالي:

$$(٣,٥) \quad \frac{Q_{SP1}}{Q_{SP2}} = \sqrt{\frac{P_{SP1}}{P_{SP2}}}$$

حيث أن:

K = ثابت الرشاش يعتمد على خصائص الرشاش.

Q_{SP1} ، P_{SP1} = ضغط وتصرف الرشاش الأول.

Q_{SP2} ، P_{SP2} = ضغط وتصرف الرشاش الثاني.

تتغير قيمة ثابت الرشاش (ثابت التناسب) K مع اختلاف تصرف الرشاش. لقد ساهم مصنع الرشاشات في خطوات التصميم الملائمة بتطوير جداول لخصائص فوهة الرشاش لأنواع مختلفة من الرشاشات. تبين هذه الجداول تصرف الرشاش وقطر البلب لضغوط تشغيل مختلفة لأنواع مختلفة من الرشاشات وأقطار الفوهات. يمثل جدول رقم (٣,١) توضيح للبيانات التي يوفرها هذا النوع من الجداول. ضغوط التشغيل الدنيا المقترحة المبينة أسفل الخط المتقطع في الجدول محددة من قبل المصنع لتعطي نموذج توزيع مناسب للمياه من الرشاش. هذا النوع من البيانات يكون دقيق ويمكن اعتباره قاعدة لتصميم النظام.

كذلك فإن المساحة المغطاة من الرشاش الدوار يمكن تقديرها من العلاقة التالية:

$$D_w = 2.7 \sqrt{d \cdot H_{sp}} \quad (3, 6)$$

حيث أن:

D_w = قطر دائرة البلبل (متر).

d = قطر فوهة الرشاش (مم).

H_{sp} = الضاغط المائي عند فوهة الرشاش (متر).

جدول رقم (٣,٩) مواصفات الشركة المنتجة لأحد الرشاشات.

موديل 29JH							
الضغط (كيلوبسكال)	قطر البلبل (متر)	التصرف (لتر/ث)	القطر	الضغط (كيلوبسكال)	قطر البلبل (متر)	التصرف (لتر/ث)	القطر
١٣٨	٢٢,٢	١١٦٢	٣,٥٧٢ مم	١٣٨	٢٢,٢	١١٢٨	٣,١٧٥ مم
١٧٢	٢٣,٥	١١٨١	٩/٦٤ بوصة	١٧٢	٢٢,٦	١١٤٣	١/٨ بوصة
٢٠٧	٢٤,١	١١٩٩		٢٠٧	٢٣,٢	١١٥٧	
٢٤١	٢٤,٤	١٢١٥		٢٤١	٢٣,٥	١١٧٠	
٢٧٦	٢٥,٠	١٢٣٠	أقل	٢٧٦	٢٣,٨	١١٨١	أقل
٣١٠	٢٥,٣	١٢٤٤	ضغط	٣١٠	٢٤,١	١١٩٢	ضغط
٣٤٥	٢٥,٦	١٢٥٧	مطلوب	٣٤٥	٢٤,٤	١٢٠٣	موصى
٣٧٩	٢٥,٩	١٢٦٩	موصى	٣٧٩	٢٤,٧	١٢١٣	به
٤١٤	٢٥,٩	١٢٨١	به	٤١٤	٢٤,٧	١٢٢٢	
٤٤٨	٢٦,٢	١٢٩٣		٤٤٨	٢٥,٠	١٢٣١	
٤٨٣	٢٦,٥	١٣٠٣		٤٨٣	٢٥,٣	١٢٤٠	
٥١٧	٢٦,٨	١٣١٣		٥١٧	٢٥,٣	١٢٤٨	
٥٥٢	٢٦,٨	١٣٢٤		٥٥٢	٢٥,٦	١٢٥٦	
١٣٨	٢٣,٨	١٢٠٠		١٣٨	٢٣,٨	١٢٠٠	٣,٩٦٩ مم
١٧٢	٢٤,٤	١٢٢٤		١٧٢	٢٤,٤	١٢٢٤	٥/٣٢ بوصة
٢٠٧	٢٥,٠	١٢٤٥		٢٠٧	٢٥,٠	١٢٤٥	
٢٤١	٢٥,٦	١٢٦٥		٢٤١	٢٥,٦	١٢٦٥	
٢٧٦	٢٥,٩	١٢٨٣		٢٧٦	٢٥,٩	١٢٨٣	
٣١٠	٢٦,٢	١٣٠٠	أقل	٣١٠	٢٦,٢	١٣٠٠	أقل
٣٤٥	٢٦,٨	١٣١٧	ضغط	٣٤٥	٢٦,٨	١٣١٧	ضغط
٣٧٩	٢٧,١	١٣٣٢	مطلوب	٣٧٩	٢٧,١	١٣٣٢	مطلوب
٤١٤	٢٧,١	١٣٤٧	موصى	٤١٤	٢٧,١	١٣٤٧	موصى
٤٤٨	٢٧,٤	١٣٦١	به	٤٤٨	٢٧,٤	١٣٦١	به
٤٨٣	٢٧,٧	١٣٧٥		٤٨٣	٢٧,٧	١٣٧٥	
٥١٧	٢٨,٠	١٣٨٨		٥١٧	٢٨,٠	١٣٨٨	
٥٥٢	٢٨,٣	١٤٠٦		٥٥٢	٢٨,٣	١٤٠٦	

معدل الإضافة : Application Rate

معدل العمق الذي تضيفه مجموعة من الرشاشات التي تعمل في آن واحد يسمى معدل الإضافة أو معدل الرش. ويقاس عادة بوحدات المليمتر لكل ساعة (مم/ساعة). تعتمد قيمة معدل الإضافة على قطر فوهة الرشاش والضغط والمسافة بين الرشاشات. ويزداد هذا المعدل مع زيادة قطر الفوهة أو ضغط التشغيل أو بتقليل المسافة بين الرشاشات. عادة ما تزود المصانع المنتجة للرشاشات للمشتري بالمعلومات عن قيم معدلات الإضافة لكل نوع من الرشاشات. ويمكن إيجاد معدل الإضافة بمعلومية D_g وكذلك T_i كالتالي :

$$(٣,٧) \quad R_a = \frac{D_g}{T_i}$$

ويمكن إيجاد متوسط معدل الإضافة عند وجود أكثر من رشاش مع تداعخل بين دوائر البيلل لهذه الرشاشات كالتالي :

$$(٣,٨) \quad R_a = \frac{Q_{sp}}{S_s \cdot S_L}$$

حيث أن :

R_a = معدل الإضافة.

D_g = عمق المياه المضافة.

T_i = زمن إضافة المياه.

Q_{sp} = تصرف الرشاش الواحد.

S_L = المسافة بين الخطوط الفرعية.

S_s = المسافة بين الرشاشات على الخط الفرعي.

العلاقة بين معدل التسرب ومعدل الإضافة:

هناك علاقة مباشرة عند تصميم نظام الري بين معدل الإضافة ومعدل التسرب بحيث يجب أن لا يتعدى معدل الإضافة معدل التسرب الأساسي للتربة حتى لا

يحدث مشكلة الجريان السطحي. ومعدل الإضافة الواجب إضافته إلى سطح التربة أثناء الري يعتمد على الآتي:

١. خصائص التسرب للتربة وميل الحقل وكذلك الغطاء النباتي.
٢. أقل معدل إضافة الذي يؤدي إلى نموذج توزيع منتظم وكفاءة مقبولة تحت ظروف الحقل.

ومن المعروف أن معدل التسرب يقل مع الموسم بسبب عوامل عديدة منها تأثير قطرات الماء على تفتيت حبيبات التربة وبالتالي إلى انسداد المسامات الموجودة بين هذه الحبيبات، ويزيد هذا التأثير مع زيادة حجم القطرات الناتجة من الرشاشات المستخدمة. كذلك وجود جذور النباتات وزيادتها في منطقة المجموع الجذري يقلل من معدل تسرب التربة بسبب زيادة التماسك بين حبيبات التربة. لذلك لا بد أن يكون معدل الإضافة أقل من أو يساوي معدل التسرب للتربة عند تصميم نظام الري بالرش حتى يمكن تجنب مشكلة الجريان السطحي خصوصاً في نهاية الموسم.

عند اختيار معدل الإضافة يجب اعتبار معدل التسرب عند بداية ونهاية الموسم ولا بد من اعتبار البيانات الحقلية عند إيجاد معدل التسرب وعند تصميم نظام الري. الجدول رقم (٣،٢) يبين أقصى معدلات إضافة مقترحة لنظم الري التقليدية المثقلة والمدفعية. والجدول مهنياً على المتوسط بالنسبة لحالات التربة أثناء ري جميع المحاصيل ماعدا البرسيم والعشب الأخضر. بالنسبة للتربة الغير مزروعة Bare Soil والتربة المفككة يجب تقليل هذه القيم التي بالجدول بنسبة حوالي ٢٥٪. أما عن زراعة البرسيم أو العشب الأخضر في أي نوع تربة تزداد هذه القيم بنسبة حوالي ٢٥٪. بالإضافة إلى ذلك عند استخدام نظم الري المدفعية تقلل قيم معدل الإضافة بالجدول بنسبة حوالي ٢٥٪ وذلك لأن هذه النظم تنتج قطرات مائية كبيرة ومعدلات إضافة لحظية عالية.

أقل معدل إضافة مطلوب لمعظم المحاصيل المرورية مع توزيع مياه مقبولة وكفاءة جيدة تحت ظروف مناخية مناسبة حوالي ٣ مم/ساعة. أما عند درجة حرارة عالية

وسرعة رياح شديدة فإن أقل معدل إضافة مطلوب سوف يكون أعلى من ذلك. إيجاد معدلات إضافة مطلوبة تحت الظروف المحلية تحتاج إلى خبرة ومعرفة جيدة. عند معرفة أقل وأقصى معدل إضافة فإن المصمم عليه أن يختار معدل الإضافة المناسب بالنسبة لنوع التربة ونظام الري والعمليات الزراعية في الحقل. فمثلاً بالنسبة لنظام الري المتنقل يكون من الأفضل أن تكون عدد النقلات اليومية بين ١ إلى ٣ نقلات مع تجنب الري أثناء الليل. بينما النظام الثابت (خاصة التشغيل الآلي) يمكن تشغيل النظام والري خلال الليل والنهار.

الجدول رقم (٣،٢) أقصى معدلات إضافة مقترح استخدامها للترب ذات الميول المختلفة.

الميل				قوام وقطاع التربة
١٦-١٢ %	١٢-٨ %	٨-٥ %	٥-٠ %	
أقصى معدل إضافة (مم/ساعة)				
١٣	٢٥	٣٨	٥٠	تربة رملية خشنة حتى عمق ١,٨ متر
١٠	١٩	٢٥	٣٨	تربة رملية خشنة على تربة مضغوطة
١٠	١٥	٢٠	٢٥	تربة رملية لومية خفيفة حتى عمق ١,٨ متر
٨	١٠	١٣	١٩	تربة رملية لومية خفيفة على تربة مضغوطة
٥	٨	١٠	١٣	تربة لومية طينية حتى عمق ١,٨ متر
٢,٥	٤	٦	٨	تربة لومية طينية على تربة مضغوطة
١,٥	٣	٤	٤	تربة طينية ثقيلة أو لومية طينية

(٣،٢) أنواع الرشاشات: Sprinkler Types

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الرشاشات المستخدمة في نظم الري بالرش المختلفة هي :

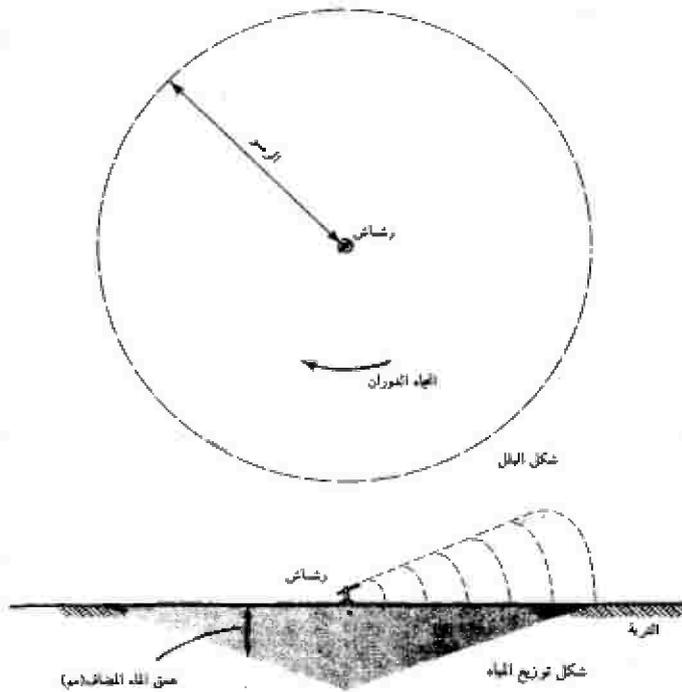
١. الرشاشات الدوارة Rotating Impact Sprinklers

٢. الرشاشات الثابتة Fixed Spray Nozzles

٣. الرشاشات المدفعية العملاقة Gun Sprinklers

١. الرشاشات الدوارة :

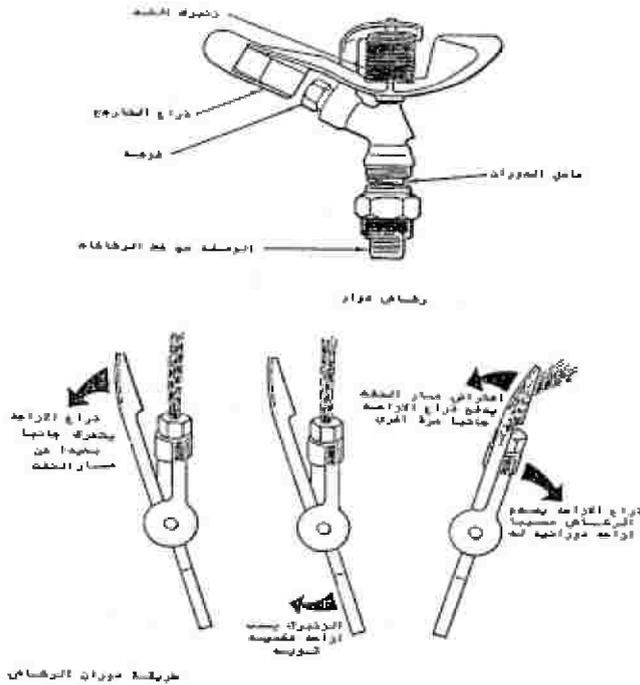
هي أكثر أنواع الرشاشات شيوعاً في نظم الري بالرش. ويعمل الرشاش عن طريق دفع المياه تحت ضغط خلال فتحة صغيرة أو فوهة إلى الهواء. ويتميز هذا النوع من الرشاشات بالدوران حول نفسه أثناء عملية الري. ويركب الرشاش الدوار عادة على حامل الرشاش وعلى مسافات من بعضها حسب التصميم. وعند تشغيل هذه الرشاشات يتم تساقط قطرات المياه بشكل يحاكي المطر الطبيعي. ويدور الرشاش في مستوى أفقي مما يجعل شكل البلب الناتج دائرياً أو جزءاً من الدائرة ، الشكل رقم (٣،١). وقد يكون الرشاش الدوار ذو فوهة واحدة أو ذو فوهتين لخروج المياه.



الشكل رقم (٣،١) شكلي البلب وتوزيع المياه الناتجين من رشاش واحد.

طريقة الدوران :

تدور هذه الرشاشات حول نفسها بفعل تأثير اندفاع المياه على شكل نافورة التي تؤدي إلى تحريك الذراع المتأرجح (Swing arm) وتدفعه جانباً بعيداً عن نافورة المياه ثم يعود مرة أخرى هذا الذراع بفعل وجود زنبرك يشده إلى وضعه الأصلي، ثم يصطدم مرة أخرى بنافورة المياه الخارجة من فوهة الرشاش وهكذا تتكرر هذه الحركة الترددية بشكل ثابت ويتولد عنها ضربات منتظمة تسبب دوران الرشاش حول نفسه، الشكل رقم (٣،٢). ويمكن التحكم في سرعة الدوران بواسطة قوة الشد للزنبرك. ومن المهم أن يدور الرشاش بالسرعة المناسبة حتى لا تترك مساحة معينة من الأرض بدون ري. وضغط التشغيل المطلوب لهذا النوع من الرشاشات يتراوح بين منخفض إلى متوسط أي بين ٢٠٠-٤٠٠ كيلوبسكال (٢ - ٤ ضغط جوي).

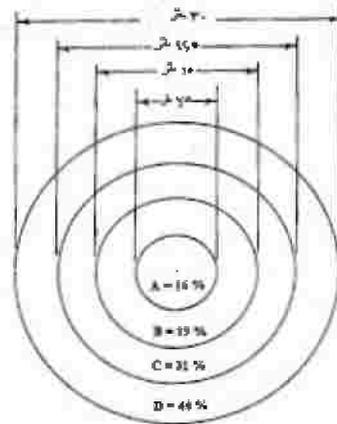


الشكل رقم (٣،٢) الرشاش الدوار وطريقة دورانه.

توزيع المياه : Water Distribution

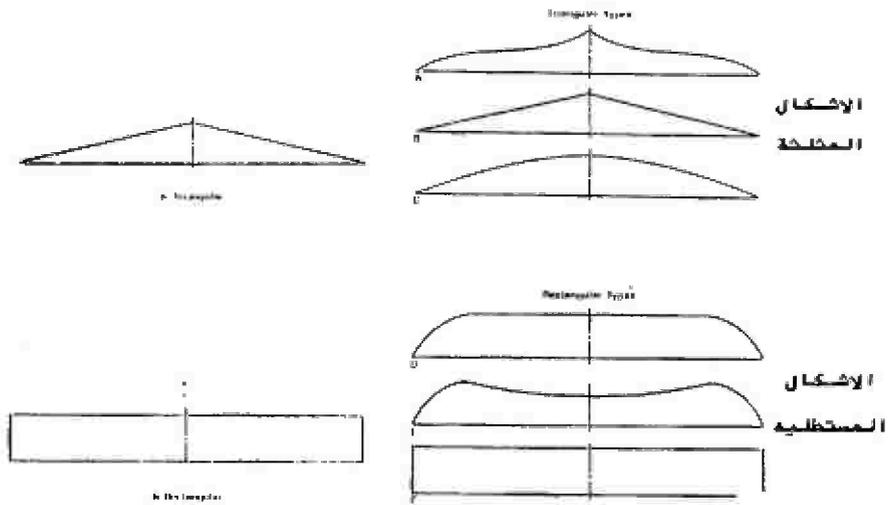
الهدف من استخدام الري بالرش هو توزيع مياه الري المضافة بالتساوي على المساحة المراد ريتها، وبالتالي الحصول على معدل عمق متساوي من المياه. ولكن من الصعب تصميم رشاش معين بحيث ينتج عنه توزيع منتظم للمياه على جميع أجزاء دائرة الببل. ويكون عادة عمق الماء المضاف من الرشاش الواحد أكبر بالقرب من الرشاش ثم يقل في اتجاه محيط دائرة الببل، بحيث يكون شكل الببل الناتج من التوزيع مثلثاً تقريباً.

وكلما ازداد نصف قطر دائرة الببل فإن المياه يتم توزيعها على مساحة أكبر. الشكل رقم (٣,٣) يوضح ذلك، فمثلاً دائرة ذات قطر ٣٠ متر ومساحتها ٧٠٧ م^٢ قسمت إلى أربعة أجزاء (D,C,B,A) كما هو موضح بالرسم بحيث يبعد كل جزء عن المركز ٧,٥ متر ثم تتضاعف حتى نهاية (D) ونجد أن مساحة (A) تمثل حوالي ٦٪ من المساحة الكلية ثم (B) حوالي ١٩٪، (C) حوالي ٣١٪، ثم (D) حوالي ٤٤٪ من المساحة الكلية وعند تشغيل الرشاش لري هذه المساحة فيكون توزيع المياه غير متساوية حيث أن عمق المياه يقل تدريجياً كلما زادت المسافة من المركز.

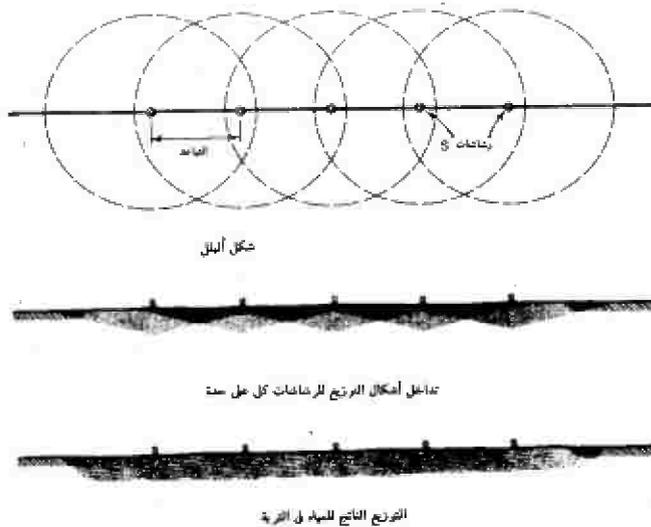


الشكل رقم (٣,٣) نسبة زيادة المساحة المروية بالنسبة لموقع الرشاش.

السبب في ذلك التوزيع أن الزمن لإضافة المياه يقل تدريجياً كلما زادت المسافة من الرشاش (أو بمعنى آخر أن المساحة المروية تزداد كلما اتجهنا بعيداً عن مركز دائرة الببل). وبالعكس إذا كانت المياه الخارجة من الرشاش يتم توزيعها على المساحة المروية بحيث أن كمية المياه الخارجة من فوهة الرشاش تزداد تدريجياً بمقدار زيادة المساحة المروية كلما اتجهنا بعيداً من المركز فإنه يمكن الحصول على أعماق مياه متساوية على جميع أجزاء دائرة الببل، كما يوضح الشكل رقم (٣،٤) الناتج من مقطع عرضي جانبي لتوزيع المياه الذي هو عبارة عن مثلث أو مستطيل وللحصول على توزيع منتظم على المساحة المراد ريهما يتم تشغيل عدة رشاشات دوارة متقاربة بحيث يحدث تداخل بين أشكال التوزيع الناتجة عنها، الشكل رقم (٣،٥)، وعلى هذا الأساس تحدد المسافات المطلوبة بين الرشاشات. بحيث يكون التداخل كافياً وذلك للحصول على انتظام جيد ويمكن زيادة انتظام التوزيع بوضع الرشاشات أكثر تقارباً حسب العوامل التي تؤثر على توزيع المياه من الرشاشات مثل سرعة واتجاه الرياح وارتفاع الرشاشات عن سطح الأرض. ويجب ملاحظة أن المسافة بين الرشاشات تؤثر على معدل إضافة المياه وعدد الرشاشات المطلوبة. ويمكن عمل اختبار حقل لانتظام توزيع المياه الناتج من الرشاشات وتوضع لذلك الغرض عدة أوعية صغيرة عند رؤوس شبكة مربعة بين الرشاشات. ثم يتم تشغيل النظام بما يعادل الزمن اللازم للري في موضع واحد ثم تجمع المياه المتساقطة في هذه الأوعية. وبقياس أعماق المياه المتجمعة في الأوعية يمكن الاستدلال على مدى انتظام توزيع مياه الري. وقد وجد أن الرشاش ذو الفوهة الواحدة يعطي انتظامية أقل من الرشاش ذو الفوهتين في معظم الظروف فيما عدا وجود رياح شديدة حيث يعطي انتظامية أعلى من ذو الفوهتين.



الشكل رقم (٣، ٤) أشكال قطاعات توزيع المياه من الرشاشات الدوارة والثابتة.



الشكل رقم (٣، ٥) شكل البيل وتوزيع المياه تحت سطح الأرض من عدة رشاشات ذات دوائر بيل متداخلة.

حجم القطرات : Drop Sizes

ينتج من الرشاش عادة مدى واسع من أحجام القطرات فيتراوح القطر بين (٠,٥ - ٤ مم) . أما القطرات التي يزيد قطرها عن ذلك فتميل إلى الانقسام إلى قطرات أقل حجماً. تتساقط القطرات الصغيرة عادة بالقرب من الرشاش بينما تقطع القطرات الأكبر مسافات أبعد. ونجد أن حجم القطرات له أهمية كبيرة بالنسبة للمحصول والتربة. فالقطرات الكبيرة يمكن أن تحدث ضرراً بأوراق النباتات الطرية والمرهفة والتراب ضعيفة البناء وذلك بتفتيت الطبقة السطحية مما يؤدي إلى تناقص معدل التسرب للتربة (Soil Infiltration Rate) وهذه العملية يطلق عليها انسداد الفراغات المسامية في التربة (Soil Capping) ويجب في مثل هذه الحالات اختيار الرشاشات التي ينتج عنها قطرات صغيرة الحجم وذلك لتقليل الضرر الناتج بقدر الإمكان ويمكن التحكم في مدى أحجام القطرات بواسطة قطر الفوهة وضغط تشغيل الرشاش. عند زيادة ضغط تشغيل الرشاش فإن حجم القطرات يتناقص كثيراً.

٢. الرشاشات الثابتة : Fixed Spray Nozzles

هذا النوع من الرشاشات لا يدور حول نفسه أثناء عملية الري ، وتستخدم هذه الرشاشات عادة مع نظم الري بالرش المتحركة مثل نظام الري المحوري ، الشكل رقم (٣,٦). ويختلف قطر دائرة الببل حسب نوع الرشاش المستخدم وضغط التشغيل وتتميز هذه الرشاشات بأنها تحتاج إلى ضغط تشغيل منخفض ودوائر بلل صغيرة بالمقارنة بالرشاشات الدوارة. وكذلك يتم إضافة الماء باتجاه سطح الأرض. ويسمى نظام الري الذي يستخدم هذه الرشاشات بنظام الري بالضغط المنخفض (Low -Pressure Irrigation System) وتستخدم بكثرة في نظم الري المتحركة. وهذه الرشاشات تحتاج إلى ضغط تشغيل حوالي ١٠٠ كيلوبسكال أو أقل.



الشكل رقم (٣,٦) أنواع الرشاشات الثابتة.

توزيع المياه : Water Distribution

أثناء تشغيل هذه الرشاشات تندفع المياه من خلالها على شكل نافورة التي تصطدم بقصر يقوم بتحويل اتجاهها وتوزيعها إلى قطرات مائية ذات أحجام مختلفة على المساحة المرورية أو فوق المحصول. والقطرات المائية الناتجة من هذه الرشاشات تكون صغيرة الحجم بالمقارنة بالرشاشات الأخرى التي تعمل على نفس ضغط التشغيل. يتم توزيع المياه من هذه الرشاشات أثناء تحرك نظام الري حتى يمكن الحصول على توزيع منتظم ، ولابد من عمل التداخل المناسب بين هذه الرشاشات أثناء عملية الري. ويكون عادة عمق الماء المضاف من الرشاش الواحد أكبر بالقرب من الرشاش ثم يقل كلما ابتعدنا عن الرشاش. ويكون شكل الببل الناتج من التوزيع على شكل نصف قطع مكافئ تقريبا، وقد تستخدم هذه الرشاشات أثناء عملية الري فوق حوامل على خط الرشاشات أو معلقة إلى أسفل خط الرشاشات حسب نظام الري المستخدم أو لتقليل الفواقد المائية.

مميزات الرشاشات الثابتة :

- يمكن تلخيص مميزات هذه الرشاشات في النقاط التالية :-
- ١ . تحتاج لطاقة اقل لتشغيل النظام ، لأن هذه الرشاشات تعمل على ضغوط تشغيل منخفضة مقارنة بالرشاشات الأخرى .
 - ٢ . تؤدي إلى تحسين توزيع المياه حيث يمكن أن ترش المياه إلى اسفل باتجاه الأرض وليس إلى أعلى. وتركب على حوامل متجهة إلى أسفل بحيث تكون قريبة من سطح الأرض وهذا يؤدي إلى تقليل تأثير الرياح والحرارة.

ويعتبر العيب الرئيسي لاستخدام هذه الرشاشات أن مساحة دائرة الببل اصغر بكثير من دائرة الببل الناتجة من الرشاشات الدوارة وهذا يؤدي إلى زيادة معدل الإضافة. هذا المعدل يعتبر أكبر بكثير من معدل تسرب التربة لمعظم أنواع التربة، مما يؤدي إلى حدوث جريان سطحي على المساحة المروية ولكن يمكن تقليل مشكلة الجريان السطحي بعمل حراثة بطرق خاصة حتى يتم إبقاء الماء على السطح بالقرب من النبات، مثل عمل حواجز (بتون) صغيرة لمنع جريان المياه .

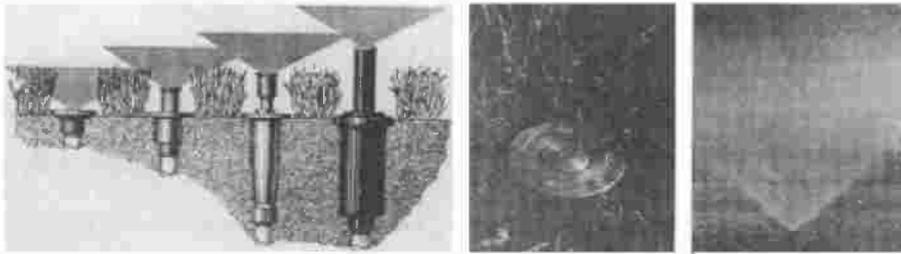
هناك نوع من الرشاشات الدوارة أو الثابتة يستخدم لأغراض معينة مثل ري العشب الأخضر الموجود في الحدائق أو الملاعب الرياضية وكذلك لري الشجيرات الصغيرة. هذه الرشاشات بعد تركيبها مع شبكة الأنابيب الموجودة تحت سطح الأرض تكون الرشاشات تقريباً على مستوى سطح الأرض أثناء عدم تشغيل النظام . ولكن أثناء الري تبدأ هذه الرشاشات في الارتفاع إلى أعلى فوق سطح الأرض حسب ارتفاع النبات المطلوب ريه (يتراوح هذا الارتفاع بين ٢,٥ - ١٠ سم) ، ولكن عند توقف النظام عن الري تبدأ الرشاشات في العودة مرة ثانية إلى الوضع الأصلي. كما يوضح ذلك الشكل رقم (٣,٧ أ).

هذه الرشاشات تسمى بالرشاشات القفازة Pop-up Heads ويمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين ، الشكل (٣,٧ ب) هما :

١. الرشاشات الثابتة القفازة Pop-up Spray Heads

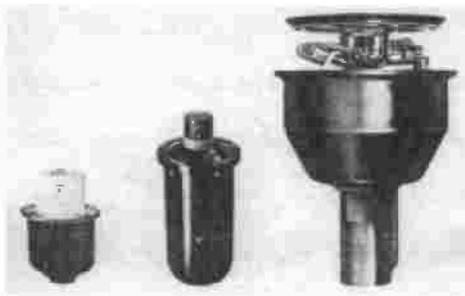
٢. الرشاشات الدوارة القفازة Pop-up Rotary Heads

وتتميز هذه الرشاشات بأنها تعطي تجانس منتظم ورذاذ خفيف. كل نوع من هذه الرشاشات يشمل أشكال مختلفة في التصميم ولكن تعمل بنفس الفكرة. بالنسبة لتصامات التركيب السريع القفازة فهي تستخدم للتوصيل بين الرشاش الدوار وأنايب شبكة الري أثناء الري. وتوجد على مستوى سطح الأرض.

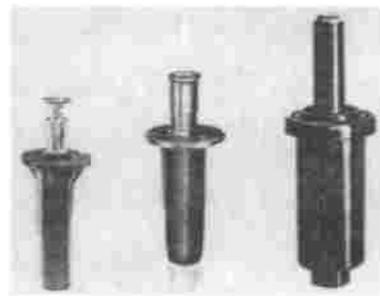


مقارنة بين الارتفاعات

(أ) أثناء وبعد الري



الدوارة القفازة



ب. الثابتة القفازة

الشكل رقم (٣,٧) أنواع الرشاشات القفازة التي تستخدم في ري الحدائق والملاعب.

٣. الرشاشات المدفعية : Rain Gun Sprinklers

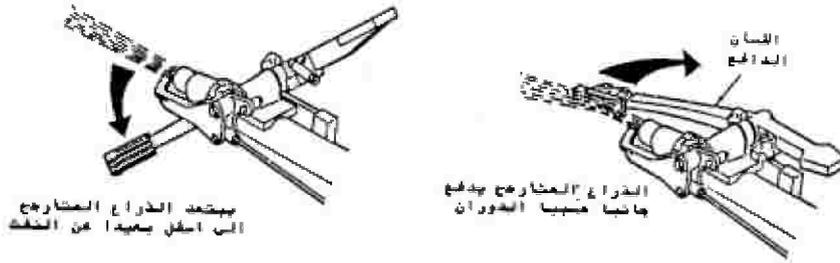
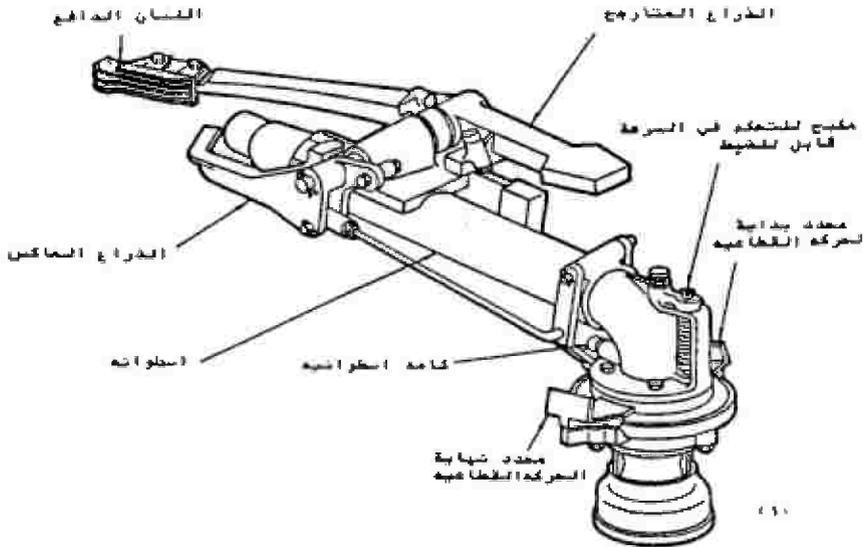
عبارة عن رشاشات دوارة كبيرة الحجم ، تعمل هذه الرشاشات تحت ضغوط تشغيل عالية وتعطي تصرفات عالية وقد يزيد قطر دائرة الابتلال لهذا النوع من الرشاشات عن ١٠٠ متر، ميكانيكية دوران هذه الرشاشات تقريباً تشبه ميكانيكية الدوران في الرشاشات الدوارة الصغيرة. وتركب هذه الرشاشات عادة على عربات لها عجلات يمكن لها أن تتكيف لتلائم المسافات المختلفة للحطوط أو الصفوف وارتفاعات المحاصيل. وتتحرك هذه العجلات بسرعات محسوبة أثناء عمليات الري في اتجاه معاكس للرش من عيوب هذه الرشاشات أنها تنتج قطرات مائية كبيرة الحجم وكذلك تأثر توزيع المياه بالرياح. وقد صممت هذه الرشاشات لتحمل القوى الكبيرة المؤثرة والناجمة عن معدلات التصريف الكبيرة وضغوط التشغيل العالية. ويمكن تصنيف هذه الرشاشات إلى نوعين :

١. الرشاش ذو الذراع المتأرجح.

٢. لرشاش ذو التربين المائي.

الرشاش ذو الذراع المتأرجح : Swing - arm raingum

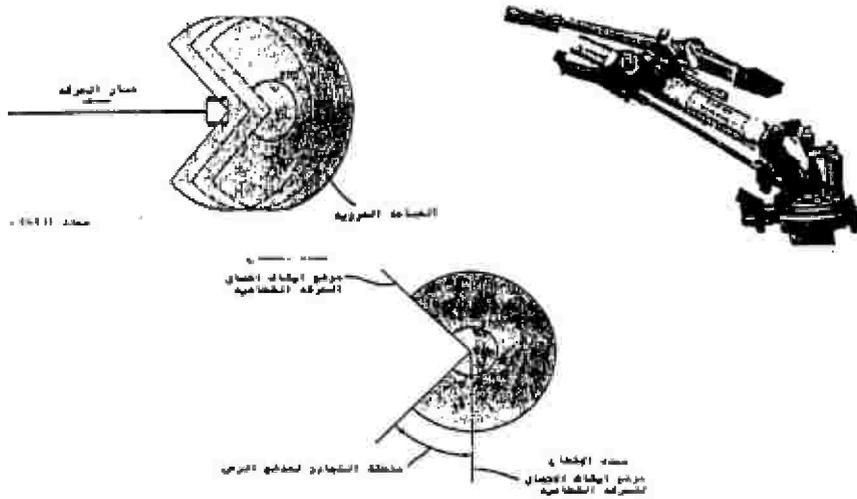
ويعمل هذا النوع من الرشاشات بطريقة مماثلة للرشاش الدوار الصغير ، الشكل رقم (٣،٨) ، فهو يدور بتأثير لسان مثبت عند نهاية ذراع متأرجح يتحرك بحرية إلى أعلى وأسفل ، وقد صمم شكل اللسان بحيث ينتج عن اصطدام تيار الماء به دفع الذراع المتحرك إلى الأسفل خارج مسار الماء، وفي نفس الوقت يدفع الذراع جانباً ليسبب دوراناً محدوداً لدفع الرش. وبعد خروج الذراع من مسار الماء وبفعل قوة الاتزان الناتجة من زنبرك يعود الذراع ليعترض مسار الماء ثانية، ويتلقى حينئذٍ مدفع الرش دفعة جانبية أخرى. وينتج عن تكرار هذه الدفعات المنتظمة والمتواصلة الحركة الدائرية البطيئة لدفع الرش. كما يساعد اللسان أيضاً على تفتيت تيار الماء إلى قطرات صغيرة أثناء الرش. ويمكن التحكم بسرعة الدوران لدفع الرش من خلال زاوية اللسان المتحرك ومكبج احتكاك قابل للضبط، ويستغرق الرشاش بين ٢ إلى ٥ دقائق ليكمل دورة واحدة.



الشكل رقم (٣,٨) أجزاء الرشاش المدفعي ذو الذراع المتأرجح مع حركة الدوران.

يمكن لمدفع الرش أن تروى من خلال دورة كاملة ، ولكن الرشاشات القطاعية والتي تروى جزءا من دائرة خلف الجهاز تعتبر أكثر شيوعا، وفي هذه الحالة يتحرك الجهاز دائما فوق مسار جاف، الشكل رقم (٣,٩)، وعندما يصل الرشاش القطاعي إلى نهاية زاوية الدوران، يترد بسرعة كبيرة مرة أخرى إلى بدايتها، وهذا يتم بفعل سلسلة من الكامات الملساء تعرف بمحددات القطاع، فعندما تقترب

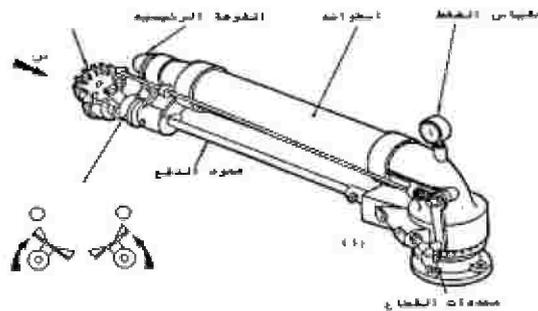
الكامة من نهاية مشوارها تتدحرج صاعدة إلى محدة القطاع وتطلق الذراع العاكس ليعترض مسار الماء، وبفعل قوة دفع تيار الماء للذراع يرتد مدفع الرش بسرعة كبيرة. وعند الرجوع إلى وضع البداية تتركب نفس الكامة على محدد ثاني والذي يخلص الذراع العاكس من تيار الماء. ويكون مدفع الرش عندئذ مهيباً لبداية السري مرة أخرى. ومواضع محددات القطاعات قابلة للضبط، بمعنى أنه يمكن ري أي قطاع وبأية زاوية مطلوبة، والقطاع المستخدم غالباً يغطي حتى زاوية ٢٧٠ درجة. وعلى أي حال يمكن التحكم في سرعة ارتداد المدفع وإعادة ضبطها إذا كانت القوة الناتجة أكثر من اللازم.



الشكل رقم (٣،٩) دوائر البلل للرشاش المدفعي ذو الذراع المتأرجح.

الرشاش ذو التربين المائي : Water Turbin Raingum

هذا الرشاش له مظهر مماثل للرشاش ذو الذراع المتأرجح ولكنه يتحرك بطريقة سلسلة ومتصلة وليس بالدفعات الصغيرة المتوالية، الشكل رقم (٣،١٠)، وتتم تلك الحركة بفعل ترين مائي يحصل على طاقته من النفط المائي الرئيسي لفوهة الرشاش أو من فوهة إضافية صغيرة قريبة منها، ودورة الرشاش تتم بواسطة دفع حامل تروس يتصل بالتربين من خلال صندوق تروس صغير. كما يتم التحكم بسرعة دوران الرشاش من خلال التحكم بسرعة عجلة التربين. ويمكن أيضا استخدام مدافع الرش ذات التربين المائية لري أجزاء من الدائرة لذا يزود الجهاز بأجزاء للكبح وحصر الحركة في المساحة المحددة. فعندما يصل الرشاش إلى نهاية المسار الدائري المحدد، يصطدم بالجزء المحدد للحركة مما يجعل التربين وصندوق التروس تدور حول محور عمود الحركة حتى يكون الجانب الآخر من عجلة التربين ومسار الماء في خط واحد. وهذا يحرك التربين في الاتجاه المعاكس ويعكس حركة مدفع الرش. ويتحرك مدفع الرش ببطء إلى الخلف على طول مساره حتى يصل إلى الجزء الآخر المحدد للحركة ومرة أخرى ينعكس اتجاه التربين وحركة مدفع الرش. وهكذا تتم حركة مدفع الرش ببطء إلى الأمام والخلف أثناء الري وهذا يختلف عن مدفع الرش ذو الذراع المتأرجح والذي يتحرك ببطء في اتجاه واحد ويعكس الاتجاه بسرعة كبيرة في الاتجاه الآخر.



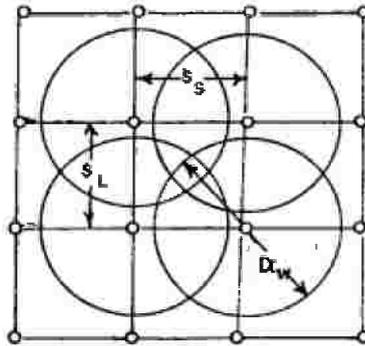
الشكل رقم (٣،١٠) أجزاء الرشاش المدفعي ذو التربين المائي.

(٣,٣) نماذج ترتيب الرشاشات : Sprinkler Spacing Patterns

هناك ثلاث نماذج أساسية عند ترتيب الرشاشات على الخطوط الفرعية في الحقل عند التصميم لنظام رش تقليدي. أشكال وأبعاد هذه النماذج يعتمد على قطر دائرة الرش للرشاش الواحد (D_w)، وسرعة الرياح أثناء عملية الرش، وتصرف الرشاش وأقصى معدل إضافة مسموح به على التربة. ومن المهم جداً عند اختيار المسافات بين الرشاشات والخطوط الفرعية هو أن يتم تغطية كاملة لمساحة الحقل بماء الرش وعدم وجود منطقة أو بقعة جافة لاتغطيتها مياه الري بالرش. لذلك لا بد من وجود التداخل المناسب بين دوائر اللبلل الناتجة من الرشاشات. ويمكن وصف الثلاث النماذج مع بعض النماذج المعدلة كالاتي :-

١. النموذج المربع : Square Pattern

الشكل رقم (٣,١١) يصف ترتيب الرشاشات على شكل نموذج مربع، حيث أن ($S_x = S_y$). ويستخدم هذا الترتيب عندما تكون المساحة المرورية مربعة أو قريبة من المربعة، وتتطلب وضع الرشاشات في أركان الحقل على شكل زاوية ٩٠ درجة وعلى طول حدود الحقل. وطول قطر المربع يساوي ($S_x \times 1,4$). والجدول رقم (٣,٣) يوضح متوسط المسافات في النموذج المربع عند سرعات رياح مختلفة. وعادة تكون المسافات في هذا النموذج أقل من تلك في حالة النموذج المثلث.



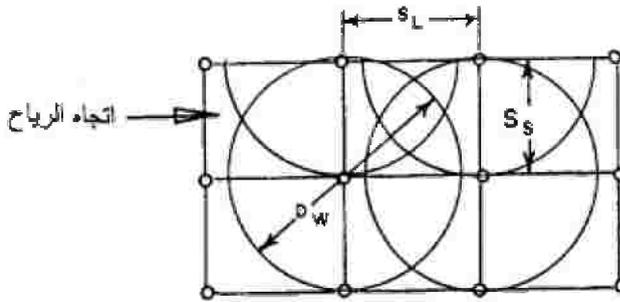
الشكل رقم (٣,١١) النموذج المربع.

الجدول رقم (٣,٣) متوسط المسافات بين الرشاشات على الخط الفرعي عند سرعات رياح مختلفة.

سرعة الرياح (كم/ساعة)	المسافة بين الرشاشات (S_r) كسبة مئوية من (D_w)
من صفر إلى ٦	٦٠ %
٦ إلى ١٢	٥٥ %
١٢ إلى ٢٠	٥٠ %

٢. النموذج المستطيل : Rectangler Pattern

في النموذج المستطيل تكون المسافات بين الرشاشات (S_r) وبين الخطوط الفرعية (S_f) ليست متساوية حيث أن $S_f > S_r$ ، الشكل رقم (٣,١٢). والنموذج المستطيل متعدد الاستخدام ، يستخدم للمساحات التي تكون غير مربعة الشكل ولكن تتطلب وجود رشاشات في الأركان وعلى طول الحدود. أيضاً يستخدم بكثرة في الأراضي ذات الرياح الشديدة. والجدول رقم (٣,٤) يوضح متوسط المسافات في حالة وجود السرعات التالية للرياح.



الشكل (٣,١٢) النموذج المستطيل.

الجدول رقم (٣,٤) متوسط المسافات بين الرشاشات على الخط الفرعي وبين الخطوط الفرعية عند سرعات رياح مختلفة.

سرعة الرياح (كم/ساعة)	المسافة بين الرشاشات (S_R) كنسبة مئوية من (D_{10})	المسافة بين الخطوط (S_L) كنسبة مئوية من (D_{10})
من صفر إلى ٦	% ٥٠	% ٦٥
من ٦ إلى ١٢	% ٤٥	% ٦٠
من ١٢ إلى ٢٠	% ٤٠	% ٦٠

مميزات النموذج المربع والمستطيل :

١. تستخدم للأشكال المطلوب ري الأركان فيها.
٢. لا يحدث بلل خارج الحقل حيث يمكن ترتيب الرشاشات في الأركان والجوانب واستخدام رشاشات تروى نصف دائرة أو أقل. وبالتالي يمكن استخدامها في المناطق التي يحظر فيها بلل خارج الحقل. ولكن يجب أن يؤخذ في الاعتبار تأثير الرياح.

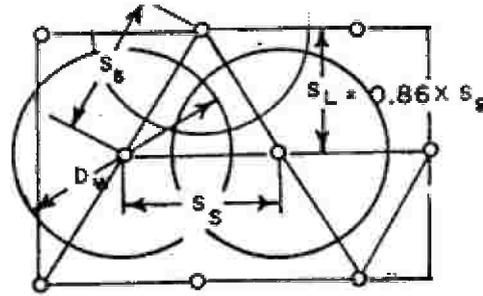
العيوب :

١. أقل انتظاما في توزيع المياه .
٢. زيادة نسبة التداخل الغير ضروري .
٣. تستخدم عدد رشاشات أكثر من النموذج المثلث .

٣. النموذج المثلث : Triangular Pattern

الشكل رقم (٣,١٣) يصف مثال لنموذج مثلث متساوي الأضلاع. الأضلاع الثلاثة المكونة للمثلث متساوية البعد بمقدار (S_R) . أما ارتفاع المثلث (النموذج المثلث) فهو (S_L) ويساوى ($S_R \times 0.866$) . يستخدم النموذج المثلث في الحقول الغير منتظمة الحدود Irregular Boundaries أو الحدود التي لا تتطلب رشاشات تروى جزء من الدائرة على طول الخط (أي أن كل الرشاشات تروى دائرة كاملة). وفي هذا الترتيب الذي لا يتطلب ترتيب الرشاشات على خط

مستقيم على طول الخطوط الفرعية لذلك تكون المسافة بين الرشاشات كبيرة بالمقارنة بالنماذج الأخرى. وبذلك يمكن ري مساحة كبيرة باستخدام عدد أقل من الرشاشات. والجدول رقم (٣,٥) يوضح متوسط المسافات بين الرشاشات (S_s) عند سرعات مختلفة للرياح .



الشكل رقم (٣,١٣) النموذج المثلث.

الجدول (٣,٥) متوسط المسافة بين الرشاشات في النموذج المثلث

المسافة بين الرشاشات (S_s) كنسبة مئوية من (D_w)	سرعة الرياح (كم/ساعة)
٥٥ %	من صفر إلى ٦
٥٠ %	من ٦ إلى ١٢
٤٥ %	من ١٢ إلى ٢٠

مميزات النموذج المثلث:

١. مناسب للرشاشات الدوارة .
٢. الحصول على انتظام وتجانس في توزيع المياه أكثر من النماذج الأخرى.
٣. يقلل من نسبة التداخل بين دوائر البلبل الغير ضروري.
٤. يمكن زيادة المسافة بين الرشاشات وبالتالي يمكن تقليل عدد الرشاشات المستخدمة مع المحافظة على توزيع جيد للمياه.

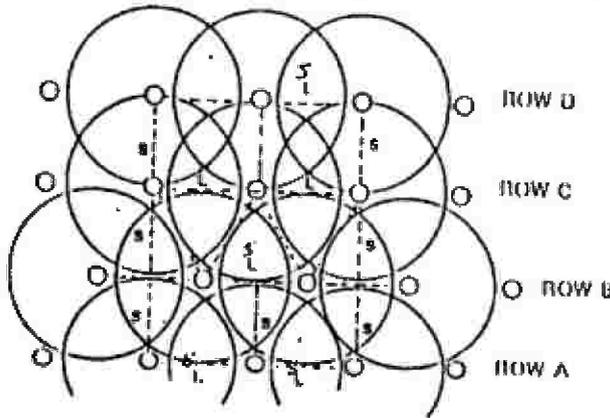
عيوب النموذج المثلث:

- قد يحدث بلل خارج المساحة المروية والذي لا يمكن تجنبه.

٤. النموذج التعاقبي : Staggered Pattern

الشكل رقم (٣،١٤) يصف النموذج ذو الترتيب التعاقبي والذي يمثل خليط من النموذج المستطيل والنموذج المثلث. ويستخدم هذا النموذج لعدة أسباب من أهمها :

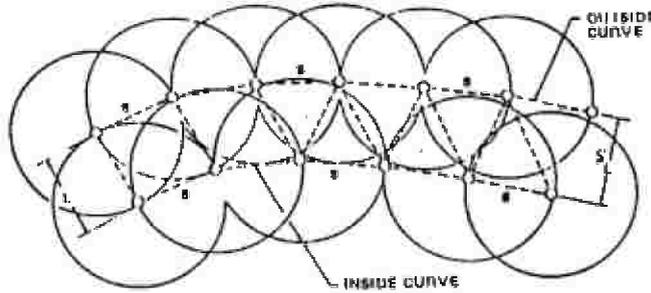
١. يساعد هذا النموذج عند وجود عوائق داخل الحقل المراد ريه مثل وجود الأشجار والتي تمنع من استخدام النماذج الأساسية مثل المستطيل في الشكل. فيؤدي إلى تفسير أبعاد الرشاشات وترتيبها كما هو الحال في صف (B). وبالرغم من ذلك فإن المسافات (S_x, S_y) تبقى كما هي بين الرشاشات والخطوط الفرعية. وبالمحافظة على المسافة فإن التوزيع الناتج يكون جيد بنفس الكفاءة التي في صفي (C . D) في النموذج المستطيل ، كما هو موضح في الشكل رقم (٣،١٤).
٢. النموذج التعاقبي يعتبر مثالي للحقول التي تتطلب رشاشات في الأركان وعلى طول الحدود الغير منتظمة الشكل .



الشكل رقم (٣،١٤) النموذج التعاقبي.

٥. النموذج الانزلاقي : Sliding Pattern

هذا النموذج يشبه النموذج التعاقبي في أنه خليط من النموذج المستطيل والمثلث، الشكل رقم (٣،١٥). والمسافات المستخدمة مساوية إلى تلك المسافات المستخدمة. في النماذج الأساسية، فيما عدا أن ارتفاع المثلث المتساوي الأضلاع في النموذج المثلث يقصر حتى يساوي الارتفاع في النموذج المستطيل. ويكثر استخدام هذا النموذج حول المساحات التي تأخذ شكل منحني، أو في الأراضي الكنتورية التي تتطلب رشاشات على طول الخطوط الكنتورية. أيضا يمكن استخدامه في الحالات التي تتطلب استخدام النموذج التعاقبي.

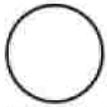


الشكل رقم (٣،١٥) النموذج الانزلاقي.

رشاشات أطراف الحقل :

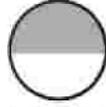
يجب اختيار رشاشات ذات تصرفات منخفضة عند ري أركان الحقل وحدوده الخارجية. بحيث يكون الرشاش الموجود في الركن يعطى ربع تصرف الرشاش الموجود داخل الحقل، والرشاش الذي في الطرف يعطى نصف التصرف وذلك للحصول على توزيع متجانس على جميع أجزاء الحقل وبالتالي معدلات رش متساوية. كما هو موضح في الشكل التالي :

$$360^{\circ} \times Q_{sp}$$



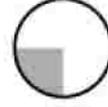
داخل الحقل

$$180^{\circ} \times 0.50 Q_{sp}$$



طرف الحقل

$$90^{\circ} \times 0.25 Q_{sp}$$



الركن

ويمكن استخدام الجدول رقم (٣,٦) عند تصميم النظام للمسافات بين الرشاشات والخطوط الفرعية عند عدم وجود بيانات من الشركة المنتجة عن معامل توزيع المياه. ويستخدم هذا الجدول في حالة وجود الخطوط الفرعية عمودية على اتجاه الخطوط الفرعية فقط.

الجدول رقم (٣,٦) المسافات المقترحة للرشاشات الدوارة التقليدية كنسبة مئوية من قطر دائرة الببل.

المسافة بين الرشاشات (S_R) كنسبة مئوية من (D_{bl})	المسافة بين الرشاشات (S_L) كنسبة مئوية من (D_{bl})	سرعة الرياح (كم/ساعة)
٪ ٦٥	٪ ٥٠	صفر
٪ ٦٠	٪ ٤٥	أقل من ٦
٪ ٥٠	٪ ٤٠	٦ - ١٢
٪ ٣٠	٪ ٣٠	أكثر من ١٢

(٣,٤) المسافة بين الرشاشات وبين الخطوط الفرعية :

Sprinklers and Laterals Spacing

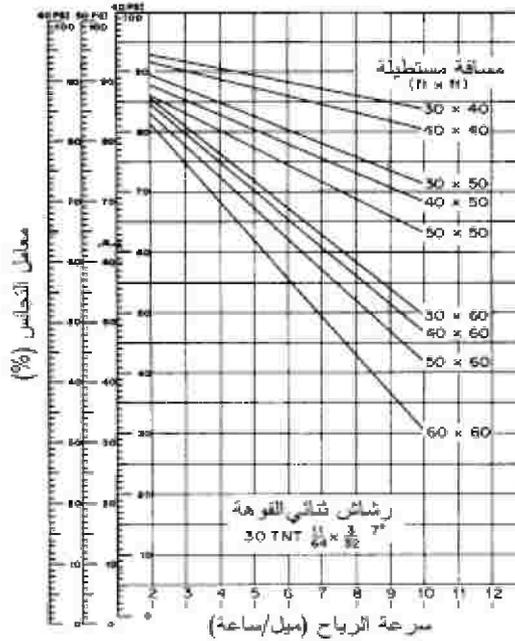
لا بد من تحديد المسافة بين الرشاشات الدوارة (S_R) على الخط الواحد وكذلك المسافة بين الخطوط الفرعية (S_L) وقد يتحكم في تحديدها نوع المحصول، أبعاد الحقل، سرعة واتجاه الرياح السائدة، نوعية الآلات المستخدمة في خدمة الأرض وكذلك قطر دائرة الببل للرشاش. وقد يكون الشكل العام لتوزيع

الرشاشات على الخطوط أما مثلث أو مربع أو مستطيل. ويمكن إيجاد المسافة بين الرشاشات والخطوط الفرعية بعد معرفة قطر البلب للرشاش. وبالتالي يمكن إيجاد S_L ، S_S بعد تحديد نموذج ترتيب الرشاشات المستخدمة على الخطوط الفرعية. يمكن استخدام المسافات المقترحة التالية بعد معرفة سرعة الرياح كالتالي :

S_L/D_w	S_S/D_w	سرعة الرياح (كم/ساعة)
٠,٦٥	٠,٦٠	صفر - ٨
٠,٥٠	٠,٥٠	٨ - ١٦
٠,٥٠	٠,٣٥	أكثر من ١٦

ويمكن استخدام هذه المسافات لمعظم النماذج. وعموماً تستخدم المسافات الأقل مثل ١٢×٩ متر ، ١٢×١٢ متر ، ١٥×٩ متر حسب سرعة الرياح السائدة للمحاصيل ذات الأسعار العالية. أما المحاصيل المتوسطة الثمن يمكن زيادة المسافات إلى ١٥×١٢ متر ، ١٥×١٥ متر ، ١٨×١٥ متر حسب سرعة الرياح السائدة. أما المسافات الأكبر فتستخدم للأشجار أو الشجيرات. ويجب الأخذ في الاعتبار أن تقليل هذه المسافات أو زيادتها سوف تؤثر على التكلفة الأولية لنظام الري بالرش لذلك لا بد من اعتبار العامل الاقتصادي عند التصميم.

يبين الشكل رقم (٣, ١٦) التغير في معامل الانتظامية مع سرعة الرياح ، والمسافات وضغط التشغيل للرشاشات ذي الفوهتين ، الموضوع على مسافات مستطيلة مختلفة. إن الاتجاهات الموضحة في الشكل هي نموذجية. حيث ينخفض معامل الانتظامية مع الزيادة في سرعة الرياح والمسافة بين الرشاشات. وهناك زيادة قلبية في الانتظامية مع زيادة ضغط التشغيل حتى نقطة معينة. إن ضغوط التشغيل المبنية كلها فوق ضغوط التشغيل الدنيا الموصى به من قبل الشركة المنتجة.



شكل (٣،١٦) تغير معامل الانتظامية (معامل التجانس) مع سرعة الرياح ومسافات الرشاشات وضغط التشغيل لنموذج رشاش معين ذو فوهتين.

تأدية الرشاش تعتمد على خصائص الرشاش وكذلك حجم الرشاش وضغط التشغيل. لذلك لا بد أن يكون تقييم الرشاش مبنياً على التقييم الحقلية. ولكن عند التصميم الأولي وفي حالة عدم وجود بيانات عن الرشاش المستخدم يمكن استخدام الجداول أرقام (٣،٧ إلى ٣،٩) لأغراض التخطيط والتصميم. هذه الجداول تساعد المصمم في تقدير معامل التجانس (Cu) عند وجود سرعات رياح ومعدلات إضافة مختلفة لمعظم المسافات بين الرشاشات والخطوط الأكثر استخداماً في نظم الرش التقليدية. والجداول تبين أحجام وضغوط التشغيل لكل مسافة بين الرشاشات والخطوط. والمعادلة ($Q_{sp}=R_d \cdot S_d \cdot S_L$) يجب استخدامها لإيجاد تصرف الرشاش حتى نحصل على معدل الإضافة المطلوب.

الجدول رقم (٣,٧) أداء ومواصفات الرشاشات عند مسافات ($S_0 \times S_L$) مختلفة تحت سرعة رياح منخفضة (أقل من ٨ كم/ساعة).

$S_0 \times S_L$	R_n (mm/hr) →	4.6-5.6	5.8-6.8	7.1-8.1	8.4-9.4	9.7-10.7	10.9-11.9	12.2-13.2
6x12	D_{nozzle} (mm)	2.38	2.78	3.18	3.18	3.57	3.18*2.38	3.18*2.38
	p_{sp} (kPa)	310.8	241.2	234.3	275.5	241.2	220.6	275.5
	Q_{sp} (m^3/hr)	0.36	0.5	0.57	0.66	0.77	0.84	0.95
	D_w (m)	21.95	21.95	22.56	23.78	24.39	22.56	23.17
	C_u (%)	84	84	84	84	84	90	90
9x12	d_{nozzle} (mm)	2.78	3.18	3.57	3.97	3.57*2.38	3.97*2.38	3.97*2.38
	p_{sp} (kPa)	310.8	324.5	310.8	275.5	261.8	241.2	297.1
	Q_{sp} (m^3/hr)	0.57	0.68	0.86	1.04	1.11	1.25	1.41
	D_w (m)	22.87	25.3	25.91	27.13	23.48	25.91	26.83
	C_u (%)	82	83	83	85	88	88	90
9x15	d_{nozzle} (mm)	3.18	3.57	3.97	3.97	4.37	3.97*3.18	4.37*2.38
	p_{sp} (kPa)	310.8	345.1	310.8	379.4	379.4	275.5	317.6
	Q_{sp} (m^3/hr)	0.7	0.91	1.11	1.23	1.41	1.64	1.77
	D_w (m)	25.3	26.22	27.44	27.74	29.57	26.52	28.05
	C_u (%)	86	86	84	85	86	86	90
12x12	d_{nozzle} (mm)	3.57	3.18*2.38	3.97*2.38	3.97*2.38	3.97*3.18	4.97*2.38	4.97*3.18
	p_{sp} (kPa)	241.2	275.5	241.2	275.5	241.2	275.5	297.1
	Q_{sp} (m^3/hr)	0.77	0.95	1.2	1.36	1.52	1.68	1.88
	D_w (m)	25.91	23.71	25.61	27.13	25.91	27.74	27.74
	C_u (%)	86	87	88	89	90	90	90
9x18	D_{nozzle} (mm)	3.57	3.97	4.37	4.76	4.76	5.16	5.56
	p_{sp} (kPa)	310.8	310.8	310.8	310.8	379.4	338.8	345.1
	Q_{sp} (m^3/hr)	0.86	1.11	1.29	1.54	1.73	1.93	2.16
	D_w (m)	25.91	27.44	28.66	30.49	31.1	31.4	32.32
	C_u (%)	88	89	88	85	87	84	89
12x15	D_{nozzle} (mm)	3.97	3.97*2.38	3.97*2.38	4.37*2.38	4.76*2.38	4.76*3.18	5.16*3.18
	p_{sp} (kPa)	241.2	241.2	310.8	275.5	275.5	310.8	310.8
	Q_{sp} (m^3/hr)	0.98	1.25	1.48	1.68	1.88	2.13	2.38
	D_w (m)	26.83	25.91	26.83	27.74	28.96	29.57	30.49
	C_u (%)	78	83	84	88	89	90	90
12x18	D_{nozzle} (mm)	3.97	4.37	4.76	5.16	5.56	5.16*3.18	5.56*3.18
	p_{sp} (kPa)	345.1	379.4	379.4	379.4	379.4	345.1	365.7
	Q_{sp} (m^3/hr)	1.18	1.41	1.7	1.98	2.27	2.54	2.82
	D_w (m)	27.74	29.57	31.1	31.71	32.62	30.79	32.01
	C_u (%)	83	85	85	84	86	88	86
18x18	D_{nozzle} (mm)	4.76	5.16	5.56	5.56	6.35	5.56*4.76	6.35*4.64
	p_{sp} (kPa)	413.7	448.0	448.0	552.0	469.6	345.1	345.1
	Q_{sp} (m^3/hr)	1.77	2.2	2.32	2.86	3.65	3.77	4.34
	D_w (m)	38.41	39.63	40.65	42.68	42.68	36.59	38.11
	C_u (%)	88	88	88	88	88	84	88

الجدول رقم (٣,٨) أداء ومواصفات الرشاشات عند مسافات ($S_0 \times S_L$) مختلفة تحت سرعة رياح متوسطة (من ٨-١٦ كم/ساعة).

$S_0 \times S_L$	R_w (mm/hr) →	4.6 - 5.6	5.8 - 6.8	7.1 - 8.1	8.4 - 9.4	9.7 - 10.7	10.9 - 11.9	12.2 - 13.2
6 x 12	D_{nozzle} (mm)	2.38	2.78	3.18	3.18	3.57	3.18*2.38	3.18*2.38
	P_{sp} (kPa)	310.8	241.2	234.3	275.5	241.2	220.6	275.5
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.36	0.5	0.57	0.66	0.77	0.84	0.95
	D_w (m)	19.82	19.51	20.43	21.95	21.95	20.43	21.64
	C_w (%)	84	84	84	84	84	85	86
9 x 12	d_{nozzle} (mm)	2.78	3.18	3.57	3.97	3.57*2.38	3.97*2.38	3.97*2.38
	P_{sp} (kPa)	310.8	324.5	310.8	275.5	261.8	241.2	297.1
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.57	0.68	0.86	1.04	1.11	1.25	1.41
	D_w (m)	20.43	22.87	23.17	24.39	21.34	23.17	24.09
	C_w (%)	85	82	83	84	85	88	90
9 x 15	d_{nozzle} (mm)	3.18	3.57	3.97	3.97	4.37	4.76	4.37*2.38
	P_{sp} (kPa)	310.8	345.1	310.8	379.4	379.4	345.1	317.6
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.7	0.91	1.11	1.23	1.41	1.64	1.77
	D_w (m)	22.87	23.48	24.7	25	26.52	27.74	25.3
	C_w (%)	86	86	84	85	86	86	90
12 x 12	d_{nozzle} (mm)	3.57	3.18*2.38	3.97*2.38	3.97*2.38	3.97*3.18	3.97*2.38	3.97*3.18
	P_{sp} (kPa)	241.2	275.5	241.2	275.5	241.2	275.5	297.1
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.77	0.95	1.2	1.36	1.52	1.68	1.88
	D_w (m)	22.87	21.04	23.17	23.78	23.17	25	25
	C_w (%)	83	83	84	87	86	86	90
9 x 18	D_{nozzle} (mm)	3.57	3.97	4.37	4.76	4.76	5.16	5.56
	P_{sp} (kPa)	310.8	310.8	310.8	310.8	379.4	358.8	345.1
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.86	1.11	1.29	1.54	1.73	1.93	2.16
	D_w (m)	23.17	24.7	25.91	27.44	28.05	28.35	28.96
	C_w (%)	84	84	84	84	86	86	87
12 x 15	D_{nozzle} (mm)	3.97	3.97*2.38	3.97*2.38	4.37*2.38	4.76*2.38	4.76*3.18	5.16*3.18
	P_{sp} (kPa)	241.2	241.2	310.8	275.5	275.5	310.8	310.8
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.98	1.25	1.48	1.68	1.88	2.13	2.38
	D_w (m)	24.09	23.17	24.09	25	25.91	26.52	27.44
	C_w (%)	76	76	76	83	84	85	88
12 x 18	D_{nozzle} (mm)	3.97	4.37	4.76	5.16	5.56	5.16*3.18	5.56*3.18
	P_{sp} (kPa)	345.1	379.4	379.4	379.4	379.4	352.0	365.7
	Q_{sp} (m ³ /hr)	1.18	1.41	1.7	1.98	2.27	2.54	2.82
	D_w (m)	25	26.52	28.05	28.66	29.27	27.74	28.66
	C_w (%)	77	81	83	84	85	80	82
18 * 18	D_{nozzle} (mm)	4.76	5.16	5.56	5.56	6.35	5.56*4.76	6.35*4.64
	P_{sp} (kPa)	413.7	448.0	448.0	552.0	469.6	345.1	345.1
	Q_{sp} (m ³ /hr)	1.77	2.2	2.5	2.86	3.45	3.77	4.34
	D_w (m)	32.62	33.64	35.06	36.28	37.8	31.1	33.84
	C_w (%)	80	82	83	84	84	78	83

الجدول رقم (٣،٩) أداء ومواصفات الرشاشات عند مسافات ($S_R \times S_L$) مختلفة تحت سرعة رياح شديدة (أكبر من ١٦ كم/ساعة).

$S_R \times S_L$	R_n (mm/hr) →	4.6 - 5.6	5.8 - 6.8	7.1 - 8.1	8.4 - 9.4	9.7 - 10.7	10.9 - 11.9	12.2 - 13.2
6 x 12	D_{nozzle} (mm)	2.38	2.78	3.18	3.18	3.57	3.57	3.97
	P_{sp} (kPa)	310.8	241.2	234.3	275.5	241.2	310.8	254.9
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.36	0.5	0.57	0.66	0.77	0.88	0.98
9 x 12	D_w (m)	16.46	17.68	18.29	18.9	19.82	20.73	21.34
	C_u (%)	84	85	85	84	85	83	83
	d_{nozzle} (mm)	2.78	3.18	3.57	3.97	3.97	4.37	3.97*2.38
	P_{sp} (kPa)	310.8	324.5	310.8	275.5	317.6	310.8	297.1
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.57	0.68	0.86	1.04	1.14	1.29	1.41
9 x 15	D_w (m)	18.29	20.43	20.73	21.95	22.26	22.56	21.65
	C_u (%)	80	84	84	85	86	87	84
	d_{nozzle} (mm)	3.18	3.57	3.97	3.97	4.37	4.76	5.16
	P_{sp} (kPa)	310.8	345.1	310.8	379.4	379.4	345.1	310.8
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.68	0.91	1.11	1.23	1.41	1.64	1.79
12 x 12	D_w (m)	20.43	21.04	22.26	22.56	23.78	24.7	25
	C_u (%)	84	82	87	88	88	88	89
	d_{nozzle} (mm)	3.57	3.97	4.37	4.37	4.76	4.37*2.38	4.37*3.18
	P_{sp} (kPa)	241.2	241.2	241.2	345.1	310.8	275.5	297.1
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.77	0.98	1.23	1.36	1.52	1.68	1.88
9 x 18	D_w (m)	20.43	21.34	21.95	23.48	24.7	22.56	22.56
	C_u (%)	82	81	80	86	85	85	87
	d_{nozzle} (mm)	3.57	3.97	4.37	4.76	4.76	5.16	5.56
	P_{sp} (kPa)	310.8	310.8	310.8	310.8	379.4	345.1	345.1
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.86	1.11	1.29	1.54	1.73	1.93	2.16
12 x 15	D_w (m)	20.73	22.26	23.17	24.7	25.3	25.61	25.91
	C_u (%)	72	75	81	84	86	86	88
	d_{nozzle} (mm)	3.97	3.97	4.37	4.76	5.16	5.16	5.16*3.18
	P_{sp} (kPa)	241.2	379.4	378.4	372.5	345.1	345.1	310.8
	Q_{sp} (m ³ /hr)	0.98	1.23	1.41	1.68	1.88	2.16	2.38
12 x 18	D_w (m)	21.65	22.56	23.17	24.7	25.61	25.91	24.7
	C_u (%)	77	78	80	80	82	83	78
	d_{nozzle} (mm)	3.97	4.37	4.76	5.16	5.56	5.56	5.56*3.18
	P_{sp} (kPa)	345.1	379.4	379.4	379.4	379.4	448.0	365.7
	Q_{sp} (m ³ /hr)	1.18	1.41	1.7	1.98	2.27	2.52	2.82
18 x 18	D_w (m)	22.56	23.78	25.3	28.96	28.96	30.18	25.91
	C_u (%)	68	74	78	84	85	86	80
	d_{nozzle} (mm)	4.76	5.16	5.56	5.56	6.35	6.35	6.35*4.76
	P_{sp} (kPa)	413.7	448.0	448.0	552.0	469.6	552.0	345.1
	Q_{sp} (m ³ /hr)	1.77	2.2	2.52	2.86	3.45	3.82	4.34
	D_w (m)	27.74	28.96	30.18	32.32	34.15	35.86	30.49
	C_u (%)	64	66	68	80	82	83	78

كذلك لا بد من معرفة ضغط التشغيل للرشاش المستخدم حتى يمكن الحصول على التصرف المطلوب. ولكن هناك مدى أو حدود معروفة لضغوط تشغيل الرشاشات الدوارة يمكن الاستعانة بها أثناء الحلول. والجدول التالي يوضح تلك الضغوط:

أحجام الرشاشات الدوارة d_{nom} مم (بوصة)	مدى ضغط تشغيل الرشاشات P_{op} كيلوبسكال (رطل/بوصة ^٢)
٢,٤ - ٢ (٣٢/٣ - ٦٤/٥)	١٤٠ - ٣١٠ (٤٥ - ٢٠)
٢,٨ - ٣,٦ (٦٤/٩ - ٦٤/٧)	١٧٠ - ٣٤٥ (٥٠ - ٢٥)
٤ - ٤,٤ (٦٤/١١ - ٣٢/٥)	٢٠٥ - ٣٨٠ (٥٥ - ٣٠)
٤,٨ - ٥,٥ (٣٢/٧ - ١٦/٣)	٢٤٠ - ٤١٥ (٦٠ - ٣٥)

مع ملاحظة أن الجانب المنخفض من مدى الضغوط المينة أعلاه يجب زيادته بمقدار ٣٥ إلى ٧٠ كيلوبسكال (٥ إلى ١٠ رطل/بوصة^٢) عند وجود تربة غير مزروعة حيث قد تتعرض لانسداد المسامات بين حبيبات التربة. وكذلك تجنب الضغوط العالية حتى يمكن توفير الطاقة وتقليل الفاقد بالتبخر وبعثرة الرياح. لذلك عند اختيار الرشاش لا بد من اعتبار العوامل التالية:

١. أن يكون تصرف الرشاش كافي لإعطاء معدل الإضافة المطلوب.
٢. أن لا يتجاوز معدل الإضافة الواصل إلى سطح التربة معدل التسرب الأساسي للتربة.
٣. أن لا يكون معدل الإضافة منخفض لكي يتم إضافة الاحتياجات المائية المطلوبة في زمن مقبول حتى يمكن تقليل الفواقد المائية وزمن التشغيل للنظام.
٤. أن يكون قطر دائرة البلب للرشاش متناسق مع المسافات بين الرشاشات والخطوط.
٥. يجب ملاحظة العلاقة بين زاوية القذف للرشاش مع سرعة الرياح. ويفضل عادة في حالة الرياح الشديدة أن تكون زاوية القذف منخفضة.

المسافة الاقتصادية بين الرشاشات والخطوط : Best Economic Spacings

من المعروف أن تقليل المسافة بين الرشاشات والخطوط الفرعية تؤدي إلى زيادة عدد الخطوط والرشاشات وبالتالي زيادة التكاليف الاقتصادية لمشروع نظام الري، والعكس صحيح في حالة زيادة المسافة. كذلك فإن مقدار هذه المسافة تؤثر على انتظامية توزيع المياه سلباً أو إيجاباً على المساحة المروية. ويمكن تحقيق انتظامية عالية عندما تكون المسافة بين الرشاشات (S_r) أو الخطوط الفرعية (S_f) تساوي ٤٠٪ من قطر دائرة الببلل الفعال ($S_r = S_f = 0.40 D_w$). ولكن هذه المسافة تؤدي إلى زيادة التكاليف كذلك ينتج معدل رش عالي. والقطر الفعال (D_w) يمكن إيجاد بعد طرح ١٠٪ من القطر المحسوب بواسطة الشركة المنتجة (حيث يتم إيجاد القطر بواسطة الشركة عندما تكون سرعة الرياح صفراً) وذلك عندما تكون سرعة الرياح تتراوح من صفر حتى ٥ كم/ساعة، أما إذا زادت سرعة الرياح عن ذلك فيطرح أيضاً ١,٥٪ من القطر المحسوب بواسطة الشركة عن كل ١ كم/ساعة زيادة عن ٥ كم/ساعة. ويمكن إيجاد قطر الببلل الفعال عند زيادة سرعة الرياح عن ٥ كم/ساعة كالتالي :

$$(٣,٩) \quad D_w = D_{wm} [1 - 0.10 - 0.015(V - 5)]$$

حيث أن :

D_{wm} = القطر المحسوب بواسطة الشركة المنتجة للرشاشات.

V = سرعة الرياح (كم/ساعة).

ويجب ملاحظة أن المسافات الاقتصادية تؤدي إلى تقليل معامل التجانس إلى حوالي ٧٥٪، ولكن يمكن زيادته بتقليل المسافات بين الرشاشات والخطوط. ولكن يمكن استخدام هذه المسافات عندما تكون سرعة الرياح متوسطة.

(٣,٥) العوامل المؤثرة على توزيع مياه الرشاشات :

Factors affecting Sprinkler Distribution

أن الهدف من استخدام الري بالرش هو توزيع مياه الري بالتساوي على المساحة المراد ربيها ، وبالتالي الحصول على عمق متساوي من المياه وبالتالي تقليل كمية الفاقد من المياه المضافة. وهناك عوامل تؤثر على توزيع المياه بدرجات مختلفة، وأهم هذه العوامل هي :

١. ضغط تشغيل الرشاش.
٢. اتجاه وسرعة الرياح.
٣. حجم ونوع الرشاش.
٤. المسافة بين الرشاشات على الخطوط.
٥. التآكل في فوهة الرشاش.
٦. تغيير مواقع الخطوط الفرعية.
٧. ارتفاع الرشاش عن سطح الأرض.

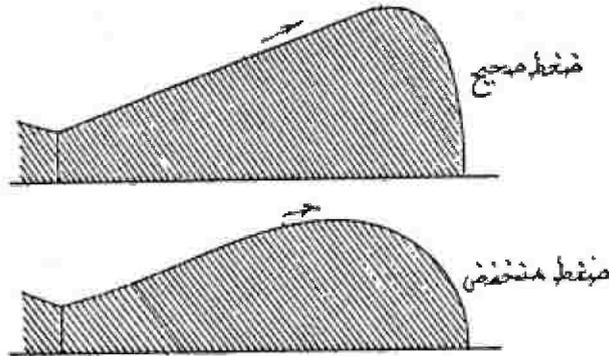
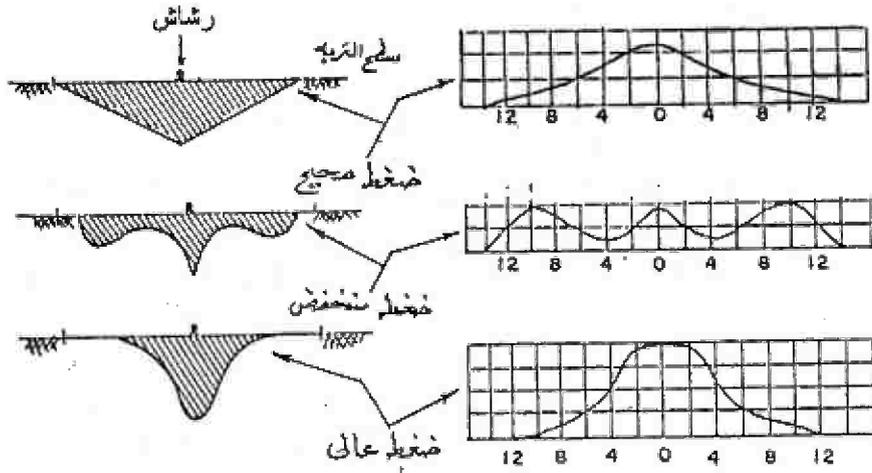
ويمكن تلخيص أهمية كل من هذه العوامل في الآتي :

١. ضغط تشغيل الرشاش : Sprinkler Operating Pressure

يعتبر ضغط تشغيل الرشاش عامل هام في توزيع المياه من الرشاش وذلك للأسباب التالية، الشكل رقم (٣,١٧) :-

- أ. عند تشغيل الرشاش على الضغط الصحيح المقترح من الشركات المنتجة فإنه يمكن الحصول على توزيع أكثر تجانساً.
- ب. انخفاض ضغط التشغيل عن الضغط المطلوب فإن حجم القطرات الناتجة تزداد وبالتالي تنساقط المياه على شكل حلقات داخل دائرة الابتلال ويكون التوزيع غير منتظم على المساحة المروية.

ج. عند تشغيل الرشاش على ضغط عالي فإنه يقلل من حجم القطرات المائية الساقطة وبالتالي تتساقط قريبا من الرشاش فتقل دائرة البلل وبالتالي تتركز المياه حول الرشاش، بالإضافة إلى أن الفاقد من المياه عن طريق الرياح ودرجة الحرارة تزداد.



الشكل رقم (٣، ١٧) تأثير ضغط التشغيل على توزيع المياه من الرشاش.

تغير الضغط على طول خط الرشاشات : Pressure Variation

في معظم الحالات، نظام الري يجب أن يروى بانتظام على طول الحقل. وحيث أن الرشاشات تتوقف تأديتها على ضغط التشغيل. كذلك نجد أن فاقد الاحتكاك في الأنابيب والصمامات ... إلخ وكذلك الاختلاف في منسوب الأرض تؤدي إلى تغير الضغط مما يؤثر على مقدار التصريف الخارج من الرشاشات كما يوضح ذلك الجدول رقم (٣,١٠).

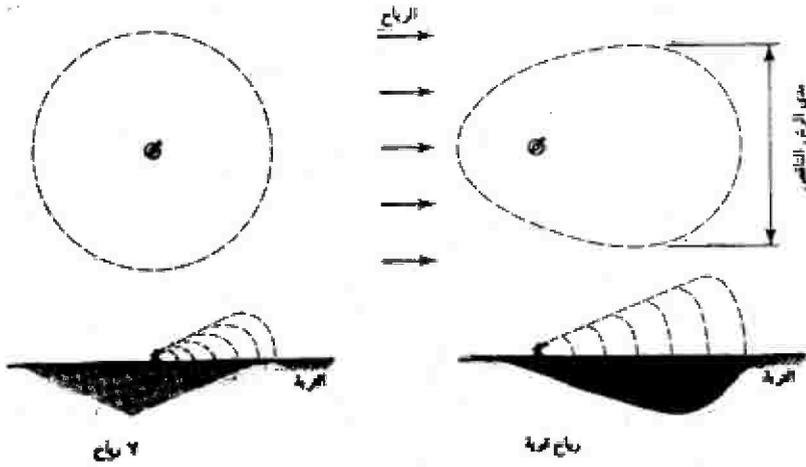
الجدول رقم (٣,١٠) يوضح مقدار الاختلاف بين ضغط التشغيل ومقدار التصريف بين أول وآخر رشاش على الخط

مقدار الاختلاف في الضغط التشغيل (%)	مقدار الاختلاف في التصريف (%)
٥	٢ - ٣
١٠	٥
٢٠	١٠
٣٠	١٥
٥٠	٢٤
١٠٠	٥٠

وينصح بعض المصممون في نظم الري بالرش أن يخفض فاقد الاحتكاك المسموح به إلى ١٠٪ بدلا من ٢٠٪، وكذلك اختلاف التصريف إلى ٥٪ بدلا من ١٠٪. وذلك حتى يمكن تقليل الطاقة المستخدمة وبالتالي تقليل التكاليف الناتجة عن الطاقة.

٢. اتجاه وسرعة الرياح :

تعتبر اتجاه وسرعة الرياح أيضا من العوامل المؤثرة على انتظام توزيع المياه من الرشاشات، الشكل رقم (٣,١٨)، ويصعب التحكم في سرعة واتجاه الرياح لذلك لا بد من الأخذ في الاعتبار هذا العامل عند التصميم وخاصة اتجاه الخطوط الفرعية حتى يمكن الحصول على توزيع منتظم أثناء الري.



الشكل رقم (٣، ١٨) تأثير الرياح على توزيع المياه من الرشاشات.

ويمكن تقليل تأثير الرياح السائدة باتباع الآتي :

- أ . تقليل المساحة بين الخطوط الفرعية.
- ب. الري أثناء الليل حيث تقل سرعة الرياح.
- ج. وضع الخطوط الفرعية عمودية على اتجاه الرياح السائدة.

٣. حجم ونوع الرشاش :

يجب استخدام حجم ونوع الرشاش المناسب لكل نظام ري مع الأخذ في الاعتبار نوع المحصول وكذلك ارتفاعه. فالرشاشات التي تستخدم للري تحت الأشجار يجب أن تتميز بصغر زاوية الرش لتقليل بلل الأوراق والمجموع الخضري وتقليل التداخل بين الرشاشات. أما المناطق شديدة الرياح فإن الرشاش المناسب هو الذي له زاوية رش منخفضة ١٨-٢١ درجة، إلا أن معظم الشركات المنتجة تنتج رشاشات ذات زوايا ٢٢-٢٤ درجة حتى يمكن الحصول على توزيع منتظم تحت مختلف الظروف. وعادة تكون زاوية الرش (زاوية القذف) أقل في حالة الرياح الشديدة مقارنة في

حالة الأجواء الهادئة. ويوجد رشاشات تروى دائرة أو نصف دائرة أو أقل من ذلك، وبالتالي يجب اختيار الرشاش المناسب للمهدف المطلوب.

٤. المسافة بين الرشاشات على الخطوط :

في حالة وجود رياح يجب أن يكون هناك تداخل بين دوائر الببلل الناتجة من الرشاشات حتى يمكن الحصول على توزيع متجانس وبالتالي تقليل تأثير الرياح. ويمكن الحصول على ذلك من جداول الشركات المنتجة حسب الرشاش المستخدم ويمكن الاسترشاد من الجدول رقم (٣،٥) لإيجاد المسافة بين الخطوط الفرعية. وعادة تكون قيم المسافات بين الرشاشات والخطوط مضاعفات العدد ٣. وتعتمد قيم هذه المسافات على ترتيب الرشاشات، سرعة الرياح، تصرف الرشاش، وأقصى معدل إضافة مسموح به على التربة.

٥. التآكل في فوهة الرشاش :

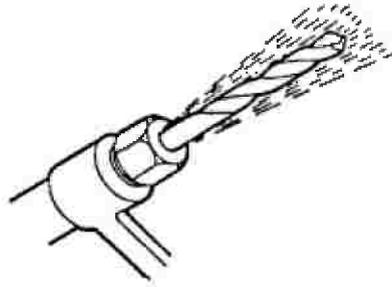
يجب التأكد عند القيام بعملية الصيانة لنظام الري بالرش من التآكل الموجود في فوهة الرشاشات. ويمكن التأكد من ذلك بدفع ذراع مثقاب برمي (Twist drill) له نفس قطر الفوهة إلى داخل الفوهة أثناء تشغيل الرشاش، الشكل رقم (٣،١٩). فإذا حدث تآكل للفوهة فإن رذاذ المياه ستندفع خارجة حول الذراع تبعاً لمقدار التآكل كما يلي:-

تآكل بسيط : مدى اندفاع المياه يتراوح من ١,٥ - ٢,٥ متر.

تآكل متوسط : مدى اندفاع المياه يتراوح من ٣,٠ - ٤,٥ متر مع تكون نافورة خفيفة.

تآكل شديد : مدى اندفاع المياه يتراوح من ٣,٠ - ٤,٥ متر مع تكون نافورة شديدة.

والتآكل الشديد يعنى انه لابد من زيادة قدرة المضخة بنسبة قد تصل إلى ١٧% حتى يمكن الحصول على ضغط التشغيل المناسب. وهذا سوف يؤدي إلى زيادة التكلفة والإسراف في مياه الري.

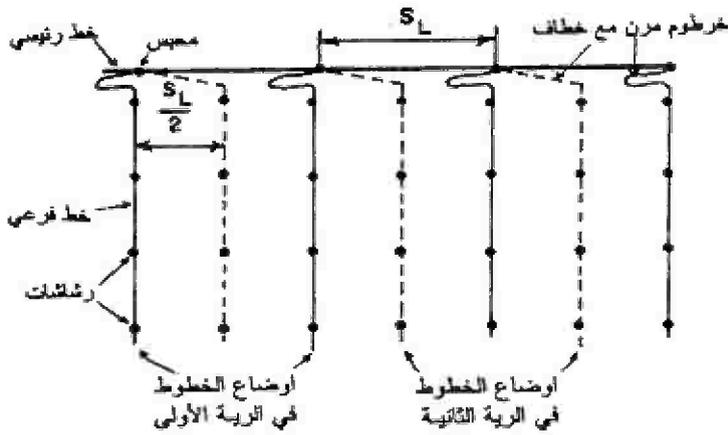


الشكل رقم (٣،١٩) التآكل في فوهة الرشاش.

٦. تغيير مواقع الخطوط الفرعية:

من بين ممارسات التشغيل والإدارة التي يمكن أن تزيد من تجانس توزيع مياه الري في نظام الري بالرش المتنقل هو تغيير مواقع الخطوط الفرعية وذلك بإزاحتها بمقدار $\frac{1}{2} S_L$ بين كل رية وأخرى كما هو مبين في الشكل رقم (٣،٢٠). ولا تستخدم هذه الطريقة في تبادل المواقع مع النظام الثابت أو المحوري أو السيار.

أثناء تصميم نظام الري بالرش المتنقل قد يحدث أن توزيع المياه الناتج من الرشاشات التي على الخطوط الفرعية غير متجانس على المساحة المرورية وبالتالي تكون هناك أماكن من الحقل تروى بأكثر من حاجتها بينما الأماكن الأخرى تصل إليها كمية من المياه أقل من حاجتها. وللتغلب على مشكلة توزيع المياه يتم استخدام طريقة تغيير مواقع الخطوط الفرعية بين الريّة والريّة الأخرى التي تليها بحيث يتم إزاحة موقع الخط الفرعي في الريّة التالية مسافة مقدارها $\frac{1}{2} S_L$ في اتجاه الري وبالتالي يحدث توازن في توزيع المياه أثناء الموسم.



الشكل رقم (٣,٢٠) طريقة تغيير أوضاع خطوط الرشاشات أثناء الري.

ويبين الشكل رقم (٣,٢٠) كيفية استخدام هذه الطريقة، حيث توجد فتحات أو مخارج المياه على الخط الرئيسي على مسافة مقدارها S_L ومركب عليها محابس ذات خطاف متصلة بخراطوم مرن يمكن توصيله إلى الخط الفرعي بسهولة. في هذه الطريقة توضع الخطوط الفرعية في الريّة الأولى مقابل المحابس، أما الريّة الثانية التي تليها يتم تغيير أماكن الخطوط الفرعية وتوضع في منتصف المسافة (الشكل) بين المحابس أي على مسافة مقدارها $\frac{1}{2}S_L$ من الأوضاع السابقة. وهكذا يتم تبادل المواقع لهذه الخطوط أثناء الموسم. ويجب أن يكون الخرطوم المستخدم مرن وطوله أكبر قليلاً من $\frac{1}{2}S_L$ حتى يمكن توصيله إلى الخطوط الفرعية في الأوضاع المتغيرة. وبالتالي يمكن استخدام هذه الطريقة عند وجود مشاكل في تصميم النظام أو عند وجود اختلاف في سرعة الرياح أثناء الموسم أو عند زيادة أو تقليل نسبة التداخل بين دوائر البزل الناتجة من الرشاشات بسبب تغيير أحجام الرشاشات.

٧. ارتفاع الرشاش عن سطح الأرض :

يفضل أن يكون ارتفاع الرشاش مرتبط بارتفاع المحصول حيث أن زيادة ارتفاع الرشاش عن سطح الأرض يؤدي إلى زيادة الفواقد المائية بسبب تأثير الرياح ودرجة الحرارة ، وهذا يؤدي إلى انخفاض كفاءة التوزيع للمياه الخارجة من الرشاش.

عوامل اختيار الرشاشات :

هناك عوامل يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار نوع الرشاش المناسب لنظام الري بالرش المراد استخدامه وهي:

١. نوع النظام والرشاشات المراد استخدامها.
٢. شكل الحقل المراد ريه.
٣. نوع المحصول أو المحاصيل المراد ريهها.
٤. نوع وكمية المياه المتوفرة من المصدر.
٥. نوع التربة ومعدل التسرب للتربة.
٦. توزيع المياه من الرشاشات.
٧. ضغط التشغيل المطلوب لهذه الرشاشات.
٨. نوع المناخ المحلي مثل سرعة واتجاه الرياح ودرجة الحرارة الجوية.
٩. حجم قطرات الماء الناتجة وقطر دائرة الرش.

(٣، ٦) أمثلة محلولة:

مثال ١ :

في نظام توزيع رشاشات مستطيل إذا كانت سرعة الرياح ١٥ كم/ساعة وإذا كانت نسبة التداخل بين دوائر الابتلال على الخط الواحد ٥٠٪، S_s تساوى ١٢ متر ما قيمة D_w .

الحل:

$$D_w = \frac{S_s}{0.50} = \frac{12}{0.50} = 24 \text{ m}$$

إذا كانت نسبة التداخل ٦٠٪، S_L تساوي ١٨ متر. ما قيمة D_w

$$D_w = \frac{18}{0.60} = 30 \text{ m}$$

مثال ٢:

أوجد عدد الرشاشات اللازمة لتغطية هكتار واحد ومعدل الإضافة للرشاش. إذا كان تصرف الرشاش ١٩ لتر/دقيقة. إذا كان ترتيب الرشاشات مع المسافات كالتالي:

١. نماذج مربعة ١٢ متر.
٢. نماذج مستطيلة ١٢×٩ متر.
٣. نماذج مثلثة ١٢ متر.

الحل:

المساحة الكلية

عدد الرشاشات المطلوبة = $\frac{\text{المساحة الكلية}}{\text{المساحة التي يخدمها النموذج الواحد}}$

$$1. \quad N_{SP} = \frac{A_t}{A_{Pattern}} = \frac{10000}{12 \times 12} = 69.4 = 69$$

$$R_a = \frac{Q_{SP}}{S_s \times S_L} = \frac{19 \times 60}{12 \times 12} = 7.9 \text{ mm/hr}$$

$$2. \quad N_{SP} = \frac{A_t}{A_{Pattern}} = \frac{10000}{9 \times 12} = 92.6 = 92$$

$$R_a = \frac{Q_{SP}}{S_s \times S_L} = \frac{19 \times 60}{9 \times 12} = 10.6 \text{ mm/hr}$$

$$3. \quad S_L = 12 \text{ m} \quad S_L = 0.86 S_s \quad S_s = 12/0.86 = 13.95 \text{ m}$$

ويجب تعديل المسافة بين الرشاشات إلى المسافة العملية وهي المسافات التي تقبل القسمة على ٣ حيث أطوال أنابيب الري المتوفرة في الأسواق غالباً ٦ متر أو ٩ متر.

$$\therefore S_s = 15 \text{ m}$$

$$N_{SP} = \frac{A_i}{A_{Pattern}} = \frac{10000}{\frac{1}{2} \times 12 \times 15} = 111.1 = 111$$

$$R_o = \frac{Q_{SP}}{\frac{1}{2} \times S_s \times S_L} = \frac{19 \times 60}{0.5 \times 15 \times 12} = 12.66 \text{ mm/hr}$$

مثال ٣:

رشاش تصرفه ١,٢ م^٣/ساعة وقطر الببل له ٣٠ متر عند ضغط تشغيل ٣,٥ بار. احسب تصرف الرشاش وقطر الببل عند ضغط تشغيل ٢,٥ بار.

الحل:

أولاً: حساب تصرف الرشاش عند ضغط ٢,٥ بار:

$$\therefore \frac{Q_{SP2}}{Q_{SP1}} = \sqrt{\frac{P_{SP2}}{P_{SP1}}} \quad \text{من معادلة (٣,٥)}$$

$$\therefore Q_{SP2} = Q_{SP1} \sqrt{\frac{P_{SP2}}{P_{SP1}}} = 1.2 \times \sqrt{\frac{2.5}{3.5}} = 1.2 \times 0.845 = 1.01 \text{ m}^3/\text{hr}$$

ثانياً: حساب قطر الببل للرشاش عند ضغط ٢,٥ بار:

$$\therefore D_w = 2.7 \sqrt{d \cdot H_{SP}} \quad \text{من معادلة (٣,٦)}$$

$$\therefore \frac{D_{w2}}{D_{w1}} = \sqrt{\frac{H_{SP2}}{H_{SP1}}} = \sqrt{\frac{P_{SP2}}{P_{SP1}}} \quad \text{نستنتج أن:}$$

$$\therefore D_{w2} = D_{w1} \sqrt{\frac{P_{SP2}}{P_{SP1}}} = 30 \times \sqrt{\frac{2.5}{3.5}} = 30 \times 0.845 = 25.35 \text{ m}$$

مثال ٤:

رشاش قطر فوهته ٣,٥ مم ومعامل الفوهة ٠,٧٥ يعمل تحت ضغط ٣٤٠ ك.بسكال وضع في نظام مربع لري مساحة ٣ هكتار. سرعة الرياح السائدة في

المنطقة ٣ كم/ساعة احسب: تصرف الرشاش، قطر البلب الفعال، معدل الإضافة، عدد الرشاشات.

الحل:

أولاً: حساب تصرف الرشاش :

$$H_{sp} = \frac{P_{sp}}{\gamma} = \frac{340}{9.81} = 34.66 \text{ m}$$

$$Q_{sp} = C_d \cdot a \cdot \sqrt{2gH_{sp}} \quad \text{من معادلة (٣,٢)}$$

$$Q_{sp} = 0.75 \times \frac{\pi}{4} \left(\frac{3.5}{1000} \right)^2 \sqrt{2 \times 9.81 \times 34.66} = 0.000188 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_{sp} = 0.188 \text{ Lit/sec} = 0.68 \text{ m}^3/\text{hr}$$

يمكن أيضاً استخدام معادلة (٣,٣) في حساب تصرف الرشاش

$$Q_{sp} = 0.00111 C_d \cdot d^2 \cdot P_{sp}^{0.5}$$

$$Q_{sp} = 0.00111 \times 0.75 \times 3.5^2 \times 340^{0.5} = 0.188 \text{ Lit/sec}$$

ثانياً: حساب قطر البلب للرشاش :

$$\therefore D_w = 2.7 \sqrt{d \cdot H_{sp}} \quad \text{من معادلة (٣,٦)}$$

$$\therefore D_w = 2.7 \sqrt{3.5 \times 34.66} = 29.74 \text{ m}$$

ولحساب قطر البلب الفعال نتبع معادلة رقم (٣,٩)

$$D_w = D_{wn} [1 - 0.10 - 0.015(V - 5)]$$

وحيث أن سرعة الرياح أقل من ٥ كم/ساعة تصبح المعادلة

$$D_w = D_{wn} [1 - 0.10] = 0.90 D_{wn}$$

$$D_w = 0.90 D_{wn} = 0.90 \times 29.74 = 26.77 \text{ m}$$

ثالثاً: تحديد المسافة بين الرشاشات وبين الخطوط $S_s = S_L = ?$

حسب سرعة الرياح ٣ كم/ساعة ومن جدول (٣,٣) نحدد S_s ، S_L

$$S_s = S_L = 0.60 D_w = 0.60 \times 26.77 = 16.06 \text{ m}$$

ويجب تعديل هذه المسافة إلى المسافة العملية وهي المسافات التي تقبل القسمة على ٣ حيث أطوال أنابيب الري المتوفرة في الأسواق غالباً ٦ متر أو ٩ متر.

$$\therefore S_s = S_L = 15 \text{ m}$$

رابعاً: حساب معدل الإضافة:

$$R_o = \frac{Q_{sp}}{S_s \times S_L} = \frac{0.68}{15 \times 15} \times 1000 = 3.02 \text{ mm/hr} \quad \text{من معادلة (٣,٨)}$$

خامساً: حساب عدد الرشاشات المطلوبة لمساحة ٣ هكتار

$$N_{sp} = \frac{A_i}{A_{Pattern}} = \frac{A_i}{S_s \times S_L} = \frac{3 \times 10000}{15 \times 15} = 133.3 = 133 \text{ sp}$$

مثال ٥:

رشاش قطر فوهته ٤,٣٧ مم ومعامل الفوهة ٠,٨٠ يعمل تحت ضغط ٢,٨ بار وضع في نظام مستطيل في منطقة ذات سرعة رياح عالية وتساوي ١٤ كم/ساعة مستخدماً لترية معدل تسربها ٨ مم/ساعة. احسب: تصرف الرشاش، قطر الببلل الفعال، المسافات البينية للرشاشات، ومدى ملائمة هذا الرشاش لنوع التربة؟

الحل:

أولاً: حساب تصرف الرشاش :

$$H_{sp} = \frac{P_{sp}}{\gamma} = \frac{2.8 \times 100}{9.81} = 28.54 \text{ m}$$

$$Q_{sp} = C_d \cdot a \cdot \sqrt{2gH_{sp}} \quad \text{من معادلة (٣,٢)}$$

$$Q_{sp} = 0.80 \times \frac{\pi}{4} \left(\frac{4.37}{1000} \right)^2 \sqrt{2 \times 9.81 \times 28.54} = 0.000284 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_{sp} = 0.284 \text{ Lit/sec} = 1.02 \text{ m}^3/\text{hr}$$

يمكن أيضاً استخدام معادلة رقم (٣,٣) في حساب تصرف الرشاش

$$Q_{sp} = 0.00111 C_d \cdot d^2 \cdot P_{sp}^{0.5}$$

$$Q_{sp} = 0.00111 \times 0.80 \times 4.37^2 \times 280^{0.5} = 0.284 \text{ Lit/sec}$$

ثانياً: حساب قطر البلب للرشاش :

$$\therefore D_w = 2.7 \sqrt{d \cdot H_{sp}} \quad \text{من معادلة رقم (٣,٦)}$$

$$\therefore D_w = 2.7 \sqrt{4.37 \times 28.54} = 30.15 \text{ m}$$

ولحساب قطر البلب الفعال نتيجة وجود سرعة الرياح نستخدم معادلة رقم (٣,٩)

$$D_w = D_{w0} [1 - 0.10 - 0.015(V - 5)]$$

$$D_w = 30.15 \times [1 - 0.10 - 0.015(14 - 5)] = 30.15 \times 0.765 = 23.1 \text{ m}$$

ثالثاً: تحديد المسافة بين الرشاشات وبين الخطوط $S_s = S_L = ?$

حسب سرعة الرياح ١٤ كم/ساعة ومن جدول رقم (٣,٤) نحدد S_s ، S_L

$$S_s = 0.40 D_w = 0.40 \times 23.1 = 9.24 \text{ m} \quad \therefore S_s = 9 \text{ m}$$

$$S_L = 0.60 D_w = 0.60 \times 23.1 = 13.86 \text{ m} \quad \therefore S_L = 15 \text{ m}$$

رابعاً: حساب معدل الإضافة:

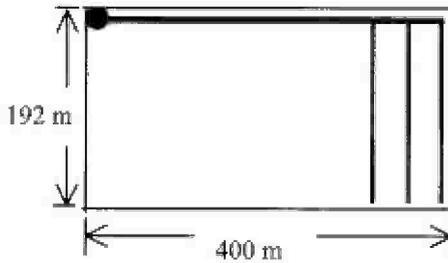
$$R_a = \frac{Q_{sp}}{S_s \times S_L} = \frac{1.02}{9 \times 15} \times 1000 = 7.55 \text{ mm/hr} \quad \text{من معادلة رقم (٣,٨)}$$

$$\therefore I_b = 8 \text{ mm/hr}$$

$$\therefore I_b > R_a$$

إذا الرشاش مناسب لتلك التربة.

مثال ٦ :



حدد مواصفات الرشاش المناسب في نظام رش تقليدي تم تخطيطه كما في الشكل. إذا علمت أن المنطقة المقام بها التخطيط ذات مناخ حار، وسرعة الرياح السائدة بها ١٢ كم/ساعة، ومعدل التسرب للتربة ١٠ مم/ساعة.

الحل:

أولاً تحديد S_s :

الخطوط الفرعية موضوعة بمحاذاة الضلع ١٩٢ متر من الأرض ، أي أن المطلوب اختيار مسافة بين الرشاشات S_s مناسبة لتغطية الطول ١٩٢ متر أو أكبر طول من هذه المسافة

S_s (m)	9	12	18
Nsp	21.33	16	10.66
L irrigation (m)	189	192	180

$$\therefore S_s = 12 m$$

$$\therefore S_L = 12 m \text{ or } 15 m \text{ or } 18 m$$

ثانياً تحديد S_L :

الخط الرئيسي موضوع بمحاذاة الضلع ٤٠٠ متر من الأرض ، أي أن المطلوب اختيار مسافة بين الخطوط S_L مناسبة لتغطية الطول ٤٠٠ متر أو أكبر طول من هذه المسافة

S_L (m)	12	15	18
NL	33.33	26.66	22.22
L irrigation (m)	396	390	396

$$\therefore S_L = 12 \text{ m or } 18 \text{ m}$$

يفضل اختيار المسافة ١٨ متر حتى يكون النظام مستطيل

$$\therefore S_S = 12 \text{ m} \quad \therefore S_L = 18 \text{ m}$$

ثالثاً : اختيار الرشاش :

حيث سرعة الرياح السائدة (١٢ كم/ساعة) نستخدم جدول مواصفات الرشاشات رقم (٣,٨) ولمعدل إضافة أقل من ١٠ مم/ساعة (٤-٨,٤) (٩,٤) (الصف الأول)، ولمسافات بينية ١٢×١٨ م (العمود الأول) فنقطة تلاقي القيمتين تحدد مواصفات الرشاش:

$$d_{\text{nozzle}}(\text{mm}) = 5.16$$

$$P_{\text{sp}}(\text{kg/cm}^2) = 3.87$$

$$Q_{\text{sp}}(\text{m}^3/\text{hr}) = 1.98$$

$$D_w(\text{m}) = 31.71$$

$$\text{Cu}(\%) = 84$$

حساب معدل الإضافة الفعلي للرشاش المختار:

$$R_a = \frac{Q_{\text{sp}}}{SS \times S_L} = \frac{1.98}{12 \times 18} = 9.2 \text{ mm/hr}$$

ونلاحظ أن قيمة معدل الإضافة الناتج أقل من معدل التسرب للتربة وهذا

هو المطلوب.