الفصل الثالث

الرشاشات
Sprinkler Heads

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

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

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

obeikandi.com

الخـــبرة أو المحاولة والخطأ حتى يمكن الوصول إلى الرشاش المطلوب. كذلك يجب أن يؤخـــذ 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 مـــن الرشـــاش في زمن معين أو باستخدام معادلات رياضية حيث من المعلوم أن تصرف الرشاش يعتمد على المسافة بين الرشاشات (S_s) والمسافة بين الخطوط (S_L) ومعدل الإضافة (R_a). ويمكن حساب متوسط تصرف الرشاش المطلوب (Q_{sp}) من المعادلة التالية:

$$Q_{sp} = R_a \cdot S_s \cdot S_L \qquad (٣,١)$$

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

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

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 بـــ $\left(\frac{\pi}{4}d^2\right)$ والضاغط بـــ $\left(\frac{P_{sp}}{\gamma}\right)$ يمكن كتابة المعادلة كالتالي:

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

obeikandl.com

بشـــرط التعويض عن ضغط الرشاش بالكيلو بسكال، وقطر فوهة الرشاش بالمم، وتصرف الرشاش باللتر/ث.

ويـــتراوح معامل التصرف (C_d) للرشاشات الصغيرة من ٠,٩٥ إلى ٠,٩٨ ولكـــن 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 الكـــلي للرشـــاش هو مجموع التصرف لكل فوهة. وبصفة عامة يمكن القول أن العلاقة بين تصرف الرشاش وضاغط التشغيل يمكن التعبير عنها كالآتي:

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

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

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

حيث أن:

K = ثابت الرشاش يعتمد على خصائص الرشاش.

P_{sp_1} ، Q_{sp_1} = ضغط وتصرف الرشاش الأول.

P_{sp_2} ، Q_{sp_2} = ضغط وتصرف الرشاش الثـــاني.

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

obeikandi.com

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

$$D_w = 2.7\sqrt{d \cdot H_{SP}} \qquad (٣,٦)$$

حيث أن:

D_w = قطر دائرة البلل (متر).

d = قطر فوهة الرشاش (مم).

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

جدول رقم (٣,١) مواصفات الشركة المنتجة لأحد الرشاشات.

موديل 29JH							
القطر	الضغط (كيلوبسكال)	قطر البلل (متر)	التصرف (لتر/ث)	القطر	الضغط (كيلوبسكال)	قطر البلل (متر)	التصرف (لتر/ث)
٣,١٧٥ مم	١٣٨	٢٢,٣	٠,١٢٨	٣,٥٧٢ مم	١٣٨	٢٣,٢	٠,١٦٢
١/٨ بوصة	١٧٢	٢٢,٦	٠,١٤٣	٩/٦٤ بوصة	١٧٢	٢٣,٥	٠,١٨١
	٢٠٧	٢٣,٢	٠,١٥٧		٢٠٧	٢٤,١	٠,١٩٩
	٢٤١	٢٣,٥	٠,١٧٠		٢٤١	٢٤,٤	٠,٢١٥
أقل	٢٧٦	٢٣,٨	٠,١٨١	أقل	٢٧٦	٢٥,٠	٠,٢٣٠
ضغط	٣١٠	٢٤,١	٠,١٩٢	ضغط	٣١٠	٢٥,٣	٠,٢٤٤
موصى	٣٤٥	٢٤,٤	٠,٢٠٣	مطلوب	٣٤٥	٢٥,٦	٠,٢٥٧
بـه	٣٧٩	٢٤,٧	٠,٢١٣	موصى	٣٧٩	٢٥,٩	٠,٢٦٩
	٤١٤	٢٤,٧	٠,٢٢٢	بـه	٤١٤	٢٥,٩	٠,٢٨١
	٤٤٨	٢٥,٠	٠,٢٣١		٤٤٨	٢٦,٢	٠,٢٩٣
	٤٨٣	٢٥,٣	٠,٢٤٠		٤٨٣	٢٦,٥	٠,٣٠٣
	٥١٧	٢٥,٣	٠,٢٤٨		٥١٧	٢٦,٨	٠,٣١٣
	٥٥٢	٢٥,٦	٠,٢٥٦		٥٥٢	٢٦,٨	٠,٣٢٤
٣,٩٦٩ مم	١٣٨	٢٣,٨	٠,٢٠٠				
٥/٣٢ بوصة	١٧٢	٢٤,٤	٠,٢٢٤				
	٢٠٧	٢٥,٠	٠,٢٤٥				
	٢٤١	٢٥,٦	٠,٢٦٥				
	٢٧٦	٢٥,٩	٠,٢٨٣				
أقل	٣١٠	٢٦,٢	٠,٣٠٠				
ضغط	٣٤٥	٢٦,٨	٠,٣١٧				
مطلوب	٣٧٩	٢٧,١	٠,٣٣٢				
موصى	٤١٤	٢٧,١	٠,٣٤٧				
بـه	٤٤٨	٢٧,٤	٠,٣٦١				
	٤٨٣	٢٧,٧	٠,٣٧٥				
	٥١٧	٢٨,٠	٠,٣٨٨				
	٥٥٢	٢٨,٣	٠,٤٠١				

obeikandl.com

معدل الإضافة : Application Rate

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

$$R_a = \frac{Dg}{T_i} \qquad (٣,٧)$$

ويمكـــن إيجـــاد متوسط معدل الإضافة عند وجود أكثر من رشاش مع تداخل بين دوائر البلل لهذه الرشاشات كالتالي :

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

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:

هـــناك علاقـــة مباشرة عند تصميم نظام الري بين معدل الإضافة ومعدل التسرب بحيـــث يجـــب أن لا يتعدى معدل الإضافة معدل التسرب الأساسي للتربة حتى لا

obeikandl.com

يحدث مشكلة الجريان السطحي. ومعدل الإضافة الواجب أضافته 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 لابد 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 ولابد من اعتبار البيانات الحقلية عند إيجاد معدل التسرب وعند تصميم نظام الري. الجدول رقم (٣,٢) يبين أقصى معدلات إضافة مقترحة لنظم الري التقليدية المتنقلة والمدفعية. والجدول مبنياً 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 المروية مع توزيع مياه مقبولة وكفاءة جيدة تحت ظروف مناخية مناسبة حوالي ٣ مم/ساعة. أما عند درجة حرارة عالية

وســـرعة رياح شديدة فإن أقل معدل إضافة مطلوب سوف يكون أعلى من ذلك. إيجاد معدلات إضافة مطلوبة تحت الظروف المحلية تحتاج إلى خبرة ومعرفة جيدة.

عـــند معـــرفة أقل وأقصى معدل إضافة فإن المصمم عليه أن يختار معدل الإضـــافة المناســـب 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.

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

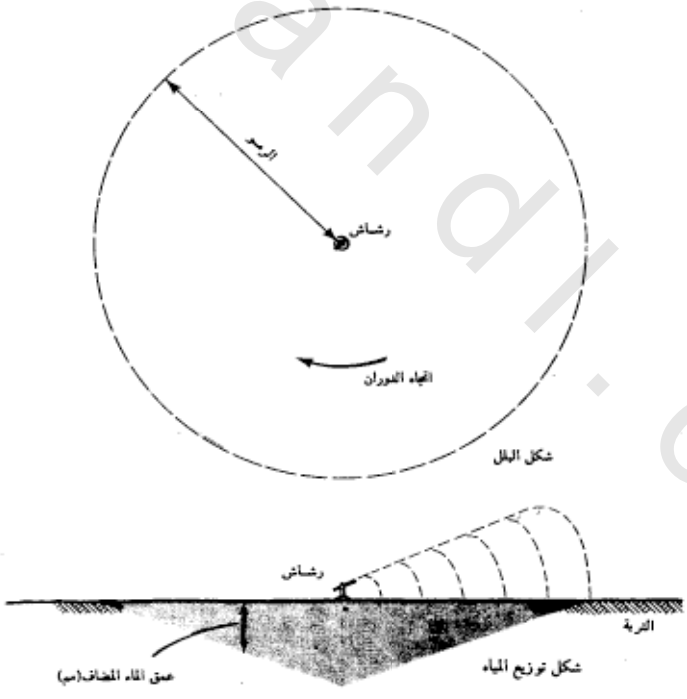
(٣,٢) أنواع الرشاشات: Sprinkler Types

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

١. الرشاشات الـــــدوارة Rotating Impact Sprinklers
٢. الرشاشات الثابتـــــــة Fixed Spray Nozzles
٣. الرشاشات المدفعية العملاقة Gun Sprinklers

١. الرشاشات الدوارة :

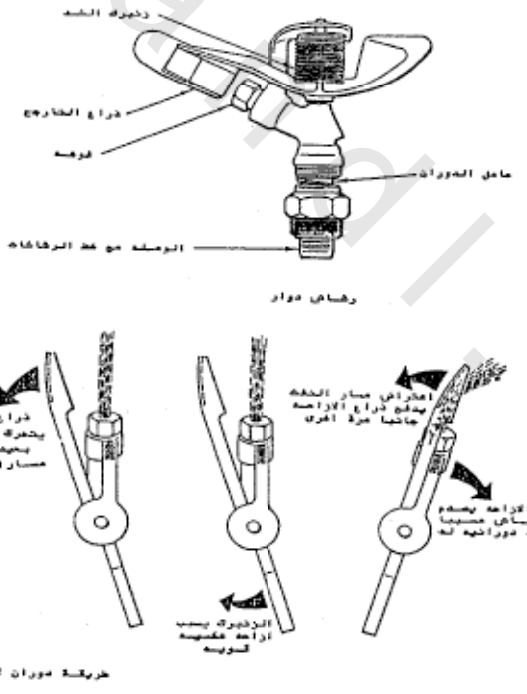
هي اكثر أنواع الرشاشات شيوعاً في نظم الري بالرش. ويعمل الرشاش عن طريق دفع المياه تحت ضغط خلال فتحة صغيرة أو فوهة إلى الهواء. ويتميز هذا النوع من الرشاشات بالدوران حول نفسه أثناء عملية الري. ويركب الرشاش الدوار عادة على حامل الرشاش وعلى مسافات من بعضها حسب التصميم. وعند تشغيل هذه الرشاشات يتم تساقط قطرات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



الشكل رقم (٣,١) شكلي البلل وتوزيع المياه الناتجين من رشاش واحد.

طريقة الدوران :

تـــدور هذه الرشاشات حول نفسها بفعل تأثير اندفاع المياه على شكل نافورة الـــتي تؤدى إلى تحريك الذراع المتأرجح (Swing arm) وتدفعه جانباً بعيداً عن نافورة المـــياه 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، الشـــكل رقم (٣,٢). ويمكن التحكم في سرعة الدوران بواسطة قوة الشد للزنبرك. ومن المهم أن يدور الرشاش بالسرعة المناســـبة حتى لا تترك مساحة معينة من الأرض بـــدون ري. وضغط التشغيل المطلوب لهذا النوع من الرشاشات يتراوح بين منخفض إلى متوسط أي بين ٢٠٠-٤٠٠ كيلوبسكال (٢ - ٤ ضغط جوى).

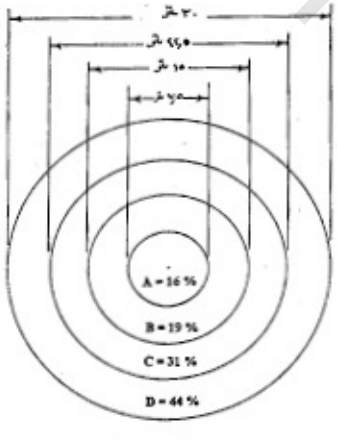


الشكل رقم (٣,٢) الرشاش الدوار وطريقة دورانه.

توزيع المياه : Water Distribution

الهـــدف من اســـتخدام الري بالرش هو توزيع مياه الري المضافة بالتساوي على المســـاحة المراد ريها، وبالتالي الحصول على معدل عمق متساوي من المياه. ولكن مـــن الصعب تصميم رشاش معين بحيث ينتج عنه توزيع منتظم للمياه على جميع أجـــزاء دائـــرة الـــبلل. ويكون عادة عمق الماء المضاف من الرشاش الواحد اكبر بالقـــرب مـــن الرشاش ثم يقل في اتجاه محيط دائرة البلل، بحيث يكون شكل البلل الناتج من التوزيع مثلثاً تقريباً.

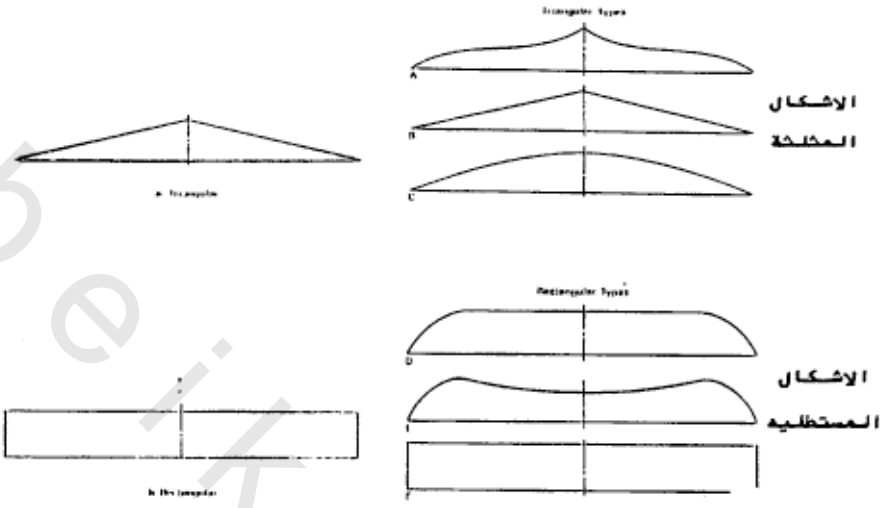
وكـــلما ازداد نصف قطر دائرة البلل فأن المياه يتم توزيعها على مساحة اكبر. الشكل رقم (٣,٣) يوضح ذلك، فمثلا دائرة ذات قطر ٣٠ متر ومساحتها ٧٠٧ م^2 قسمت إلى أربعة أجزاء (*D,C,B,A*) كما هو موضح بالرسم بحيث يبعد كـــل جزء عن المركز ٧,٥ متر ثم تتضاعف حتى نهاية (*D*) ونجد أن مساحة (*A*) تمثل حوالي ٦٪ من المساحة الكلية ثم (*B*) حوالي ١٩٪، (*C*) حوالي ٣١٪، ثم (*D*) حـــوالي ٤٤٪ من المساحة الكلية وعند تشغيل الرشاش لري هذه المساحة فيكون توزيـــــع المـــياه غير متســـاوية حيث أن عمـــق المياه يقل تدريجيا كلما زادت المسافة من المركز.



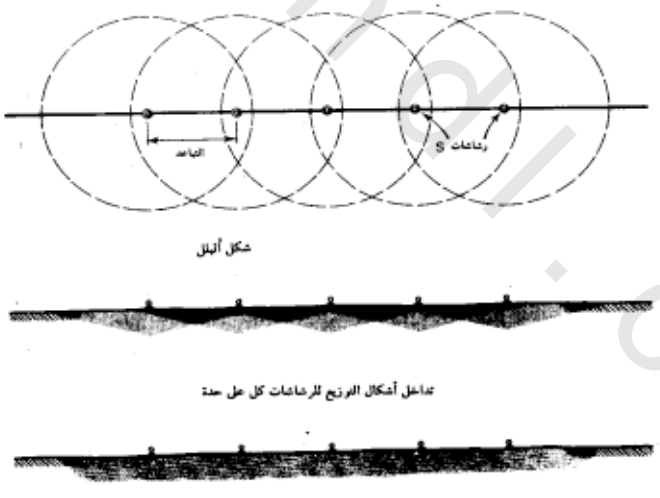
الشكل رقم (٣,٣) نسبة زيادة المساحة المروية بالنسبة لموقع الرشاش.

obeikandl.com

السبب في ذلك التوزيع أن الزمن لإضافة المياه يقل تدريجيا كلما زادت المسافة من الرشاش (أو بمعنى أخر أن المساحة المروية تزداد كلما اتجهنا بعيدا عن مركز دائرة البلل). وبالعكس إذا كانت المياه الخارجة من الرشاش يتم توزيعها على المساحة المروية بحيث أن كمية المياه الخارجة من فوهة الرشاش تزداد تدريجيا بمقدار زيادة المساحة المروية كلما اتجهنا بعيدا من المركز فأنه يمكن الحصول على أعماق مياه متساوية على جميع أجزاء دائرة البلل، 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 ريها 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 كافيا وذلك للحصول على انتظام جيد ويمكن زيادة انتظام التوزيع بوضع الرشاشات اكثر تقاربا 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 حقلي 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 تجميع 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 البلل وتوزيع المياه تحت سطح الأرض
من عدة رشاشات ذات دوائر بلل متداخلة.

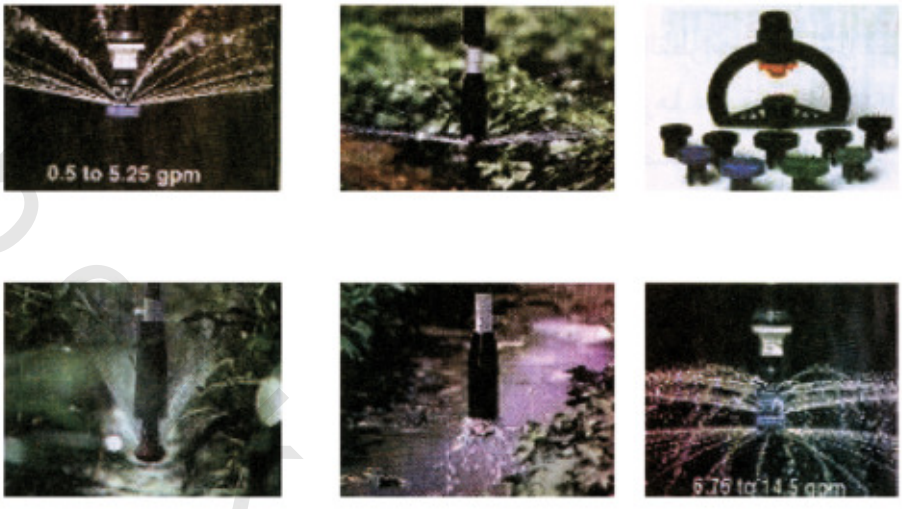
obeikandl.com

حجم القطرات : Drop Sizes

ينـــتج من الرشاش عادة مدى واسع من أحجام القطرات فيتراوح القطر بـــين (٠,٥ – ٤ مـــم) . أمـــا القطرات التي يزيد قطرها عن ذلك فتميل إلى الانقســـام إلى قطرات أقل حجما. 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 ضررا بـــأوراق النـــباتات الطرية والمرهفة والترب ضعيفة البناء وذلك بتفتيت الطبقة الســـطحية ممـــا يؤدى إلى تناقص معدل التسرب للتربة (Soil Infiltration Rate) وهـــذه العملية يطلق عليها انسداد الفراغات المسامية في التربة (Soil Capping) ويجـــب في مثل هذه الحالات اختيار الرشاشات التي ينتج عنها قطرات صغيرة الحجم وذلك لتقليل الضرر الناتج بقدر الإمكان ويمكن التحكم في مدى أحجام القطـــرات بواسطة قطر الفوهة وضغط تشغيل الرشاش. عند زيادة ضغط تشغيل الرشاش فأن حجم القطرات يتناقص كثيراً.

٢. الرشاشات الثابتة : Fixed Spray Nozzles

هـــذا الـــنوع مـــن الرشاشات لا يدور حول نفسه أثناء عمليـــة الري ، وتســـتخدم هذه الرشاشات عادة مع نظم الري بالرش المتحركة مثل نظام الري المحـــوري ، الشـــكل رقم (٣,٦). ويختلف قطر دائرة البلل حسب نوع الرشاش المســـتخدم وضـــغط التشغيل وتتميز هذه الرشاشات بأنها تحتاج إلى ضغط تشغيل مـــنخفض ودوائـــر بلل صغيرة بالمقارنـــة بالرشـــاشات الدوارة. وكذلك يتم إضـــافة المـــاء باتجـــاه سطـــح الأرض. ويسمى نظام الري الذي يستخدم هذه الرشاشـــات بـــنظام 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

أثـــناء تشغيل هذه الرشاشات تندفع المياه من خلالها على شكل نافورة التي تصطدم بقرص يقوم بتحويل اتجاهها وتوزيعها إلى قطرات مائية ذات أحجام مختلفة عـــلى المســـــاحة المـــروية أو فـــوق المحصول. والقطرات المائية الناتجة من هذه الرشاشات تكون صغيرة الحجم بالمقارنة بالرشاشات الأخرى التي تعمل على نفس ضـــغط التشـــغيل. يتم توزيع المياه من هذه الرشاشات أثناء تحرك نظام الري حتى يمكـــن الحصـــول على توزيع منتظم ، ولابد من عمل التداخل المناسب بين هذه الرشاشـــات أثناء عملية الري. ويكون عادة عمق الماء المضاف من الرشاش الواحد اكـــبر بالقرب من الرشاش ثم يقل كلما ابتعدنا عن الرشاش. ويكون شكل البلل الـــناتج مـــن الـــتوزيع على شكل نصف قطع مكافئ تقريبا، وقد تستخدم هذه الرشاشات أثناء عملية الري فوق حوامل على خط الرشاشات أو معلقة إلى اسفل 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 . تؤدى 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 يؤدى إلى تقليل تأثير الرياح والحرارة.

ويعتبر العيب الرئيسي لاستخدام هذه الرشاشات أن مساحة دائرة البلل اصغر بكثير من دائرة البلل الناتجة من الرشاشات الدوارة وهذا يؤدى إلى زيادة معدل الإضافة. هذا المعدل يعتبر اكبر بكثير من معدل تسرب التربة لمعظم أنواع الترب، مما يؤدى 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).

obeikandl.com

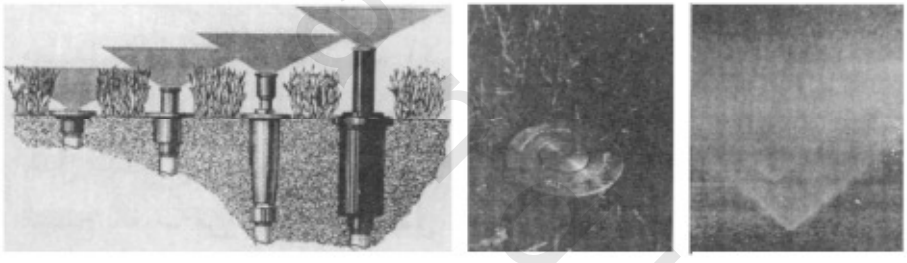
هـــذه الرشاشـــات تسمى بالرشاشات القفازة Pop-up Heads ويمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين ، الشكل (٣,٧ ب) هما :

١. الرشاشات الثابتة القفازة Pop-up Spray Heads

٢. الرشاشات الدوارة القفازة Pop-up Rotary Heads

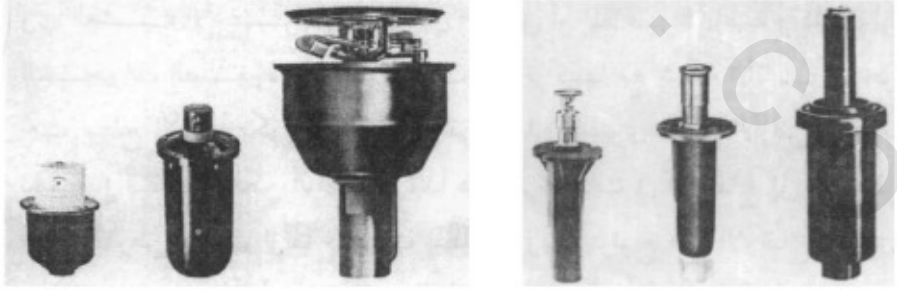
وتتميز هذه الرشاشات بأنها تعطى تجانس منتظم ورذاذ خفيف. كل نوع من هذه الرشاشات يشمل أشكال مختلفة في التصميم ولكن تعمل بنفس الفكرة.

بالنســـبة لصمامات التركيب السريع القفازة فهي تستخدم للتوصيل بين الرشـــاش الـــدوار وأنابيـــب شبكة الري أثناء الري. وتوجد على مستوى سطح الأرض.



(أ) أثنـــاء وبعد الري

مقارنة بين الارتفاعات



ب. الثـــابتة القفـــازة

الدوارة القفـــازة

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

٣. الرشاشات المدفعية : Rain Gun Sprinklers

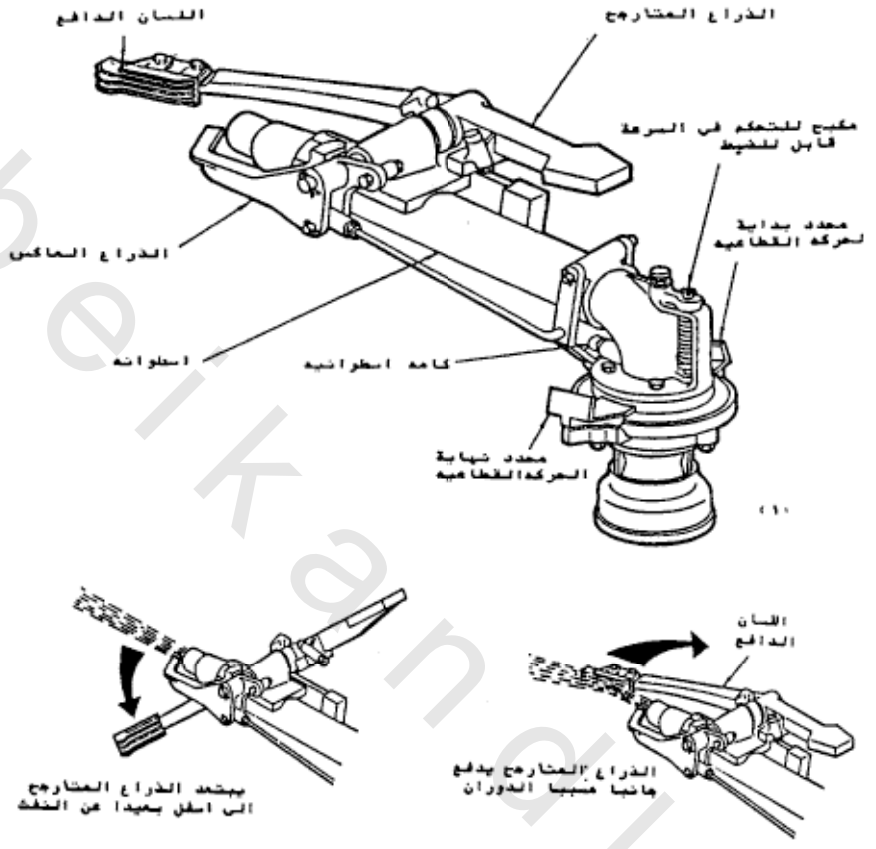
عبارة عن رشاشات دوارة كبيرة الحجم ، تعمل هذه الرشاشات تحت ضغوط تشغيل عالية وتعطى تصرفات عالية وقد يزيد قطر دائرة الابتلال لهذا النوع من الرشاشات عن ١٠٠ متر، ميكانيكية دوران هذه الرشاشات تقريباً تشبه ميكانيكية الدوران في الرشاشات الدوارة الصغيرة. وتركب هذه الرشاشات عادة على عربات لها عجلات يمكن لها أن تتكيف لتلائم المسافات المختلفة للخطوط 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 لتتحمل القوى الكبيرة المؤثرة والناتجة عن معدلات التصرف 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

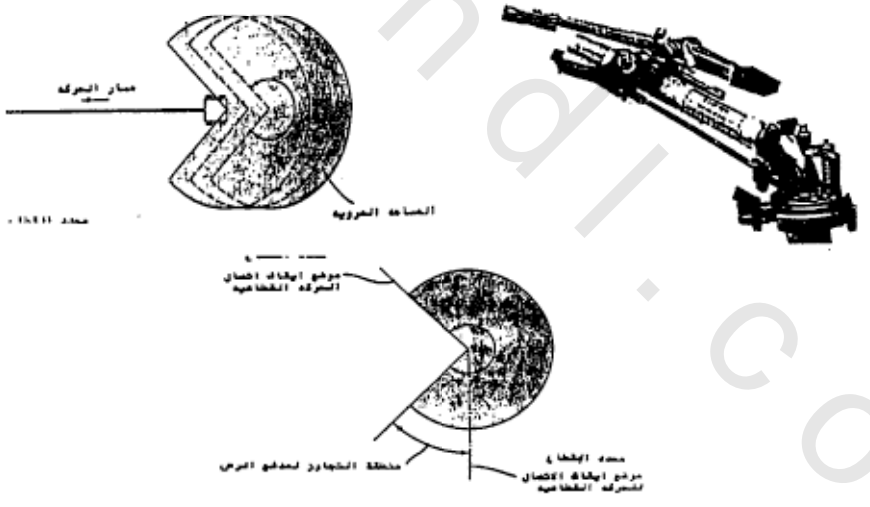
ويعمل هذا النوع من الرشاشات بطريقة مماثلة للرشاش الدوار الصغير ، الشكل رقم (٣,٨) ، فهو يدور بتأثير لسان مثبت عند نهاية ذراع متأرجح يتحرك بحرية إلى أعلى وأسفل ، وقد صمم شكل اللسان بحيث ينتج عن اصطدام تيار الماء به دفع الذراع المتحرك إلى الأسفل خارج مسار الماء، وفى نفس الوقت يدفع الذراع جانبا ليسبب دوراناً محدودا لمدفع الرش. وبعد خروج الذراع من مسار الماء وبفعل قوة الاتزان الناتجة من زنبرك يعود الذراع ليعترض مسار الماء ثانية، ويتلقى حينئذ مدفع الرش دفعة جانبية أخرى. وينتج عن تكرار هذه الدفعات المنتظمة والمتواصلة الحركة الدائرية البطيئة لمدفع الرش. كما يساعد اللسان أيضا على تفتيت تيار الماء إلى قطرات صغيرة أثناء الرش. ويمكن التحكم بسرعة الدوران لمدفع الرش من خلال زاوية اللسان المتحرك ومكبح 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.

يمكـــن لمدفع الرش أن تروى من خلال دورة كاملة ، ولكن الرشاشات القطاعية والتي تروى جزءا من دائرة خلف الجهاز تعتبر أكثر شيوعا، وفى هذه الحالة يتحرك الجهـــاز دائمـــا فـــوق مسار جاف، الشكل رقم (٣,٩)، وعندما يصل الرشاش القطاعي إلى نهاية زاوية الدوران، يرتد بسرعة كبيرة مرة أخرى إلى بدايتها، وهذا يـــتم بفعـــل سلسلة من الكامات الملساء تعرف بمحددات القطاع، فعندما تقترب

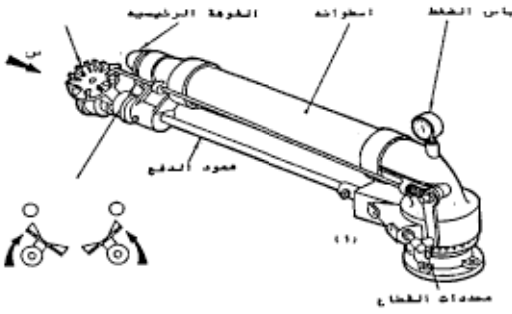
الكامـــة مـــن نهايـــة مشوارها تتدحرج صاعدة إلى محددة القطاع وتطلق الذراع العـــاكس ليعترض مسار الماء، وبفعل قوة دفع تيار الماء للذراع يرتد مدفع الرش بســـرعة كبيرة. وعند الرجوع إلى وضع البداية تركب نفس الكامة على محدد ثاني والذي يخلص الذراع العاكس من تيار الماء. ويكون مدفع الرش عندئذ مهيئاً لبداية الـــري مرة أخرى. ومواضع محددات القطاعات قابلة للضبط، بمعنى أنه يمكن ري آي قطـــاع وبأية زاوية مطلوبة، والقطاع المستخدم غالباً يغطى حتى زاوية ٢٧٠ درجـــة. وعـــلى أي حال يمكن التحكم في سرعة ارتداد المدفع وإعادة ضبطها إذا كانت القوة الناتجة اكثر من اللازم.



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

الرشاش ذو التربين المائي : Water Turbin Raingum

هـــذا الرشـــاش له مظهر مماثل للرشاش ذو الذراع المتأرجح ولكنه يتحرك بطـــريقة سلسة ومتصلة وليس بالدفعات الصغيرة المتوالية، الشكل رقم (٣,١٠)، وتـــتم تلـــك الحركة بفعل تربين مائي يحصل على طاقته من النفث 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 بســـرعة دوران الرشـــاش من خلال التحكم بسرعة عجلة التربين. ويمكن أيضا استخدام مدافع الرش ذات التربينات المائية لري أجزاء من الدائرة لذا يزود الجهاز بأجـــزاء للكبح وحصر الحركة في المساحة المحددة. فعندما يصل الرشاش إلى نهاية المســـار الدائـــري 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 التربينة 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.



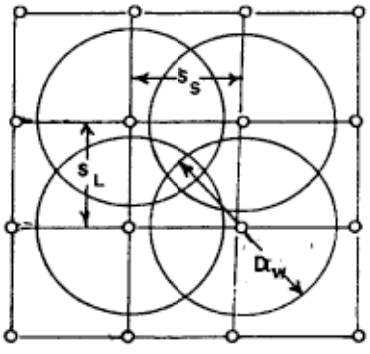
الشكل رقم (٣,١٠) أجزاء الرشاش المدفعي ذو التربين المائي.

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

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

١. النموذج المربع : Square Pattern

الشـــكل رقم (٣,١١) يصف ترتيب الرشاشات على شكل نموذج مربع، حيـــث أن ($S_L = S_S$). ويســـتخدم هذا الترتيب عندما تكون المساحة المروية مربعة أو قريـــبة مـــن المربعة ، وتتطلب وضع الرشاشات في أركان الحقل على شكل زاوية ٩٠ درجة وعلى طول حدود الحقل. وطول قطر المربع يساوى ($S_S \times ١,٤$). والجدول رقم (٣,٣) يوضـــح متوسط المسافات في النموذج المربع عند سرعات رياح مختلفة . وعادة تكون المسافات في هذا النموذج أقل من تلك في حالة النموذج المثلث.



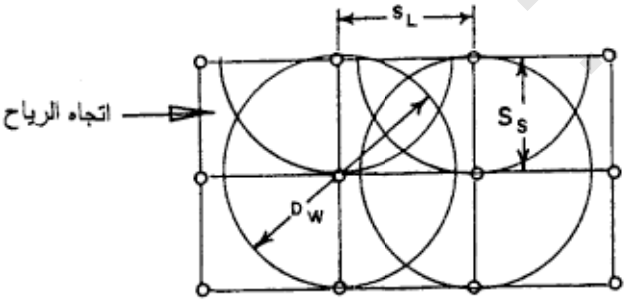
الشكل رقم (٣,١١) النموذج المربع.

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

سرعة الرياح (كم/ساعة)	المسافة بين الرشاشات (S_s) كنسبة مئوية من (D_w)
من صفر إلى ٦	٦٠ ٪
من ٦ إلى ١٢	٥٥ ٪
من ١٢ إلى ٢٠	٥٠ ٪

٢. النموذج المستطيل : Rectanguler Pattern

في النموذج المستطيل تكون المسافات بين الرشاشات (S_S) وبين الخطوط الفرعية (S_L) ليست متساوية حيث أن $S_L > S_S$ ، 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_S) كنسبة مئوية من (D_w)	المسافة بين الخطوط (S_L) كنسبة مئوية من (D_w)
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.

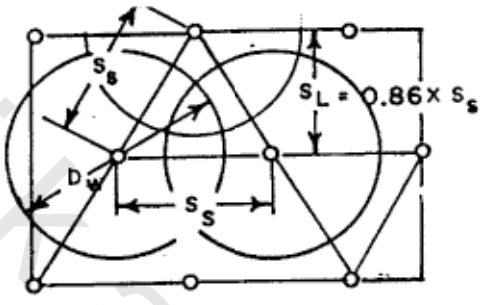
العيوب :

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_S) . أما ارتفاع المثلث (النموذج المثلث) فهو (S_L) ويساوى ($S_S \times ٠,٨٦$) . 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). وفى 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

سرعة الرياح (كم/ساعة)	المسافة بين الرشاشات (Ss) كنسبة مئوية من (Dw)
من صفر إلى ٦	٥٥ ٪
من ٦ إلى ١٢	٥٠ ٪
من ١٢ إلى ٢٠	٤٥ ٪

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 البلل 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.

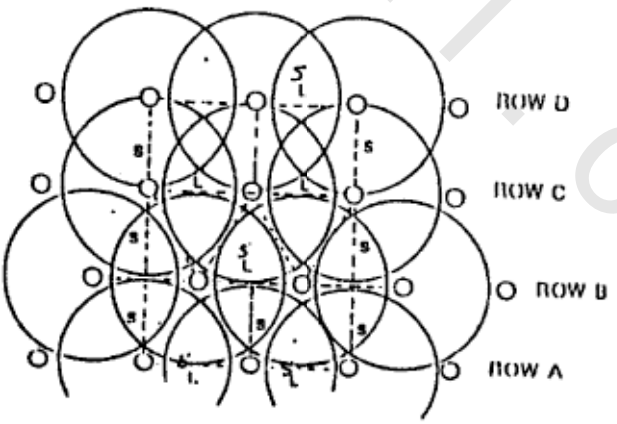
٤. النموذج التعاقبي : Staggered Pattern

الشـــكل رقـــم (٣,١٤) يصف النموذج ذو الترتيب التعاقبي والذي يمثل خليط من النموذج المستطيل والنموذج المثلث.

ويستخدم هذا النموذج لعدة أسباب من أهمها :

١. يســـاعد هـــذا النموذج عند وجود عوائق داخل الحقل المراد ريه مثل وجود الأشجار والتي تمنع من استخدام النماذج الأساسية مثل المستطيل في الشكل. فـــيؤدى إلى تغـــيير أبعاد الرشاشات وترتيبها كما هو الحال في صف (*B*). وبالـــرغم مـــن ذلـــك فان المسافات (S_L , S_S) تبقى كما هي بين الرشاشات والخطـــوط الفرعـــية. وبالمحافظة على المسافة فان التوزيع الناتج يكون جيد وبنفس الكفاءة التي في صفى (*C* , *D*) في النموذج المستطيل ، كما هو موضح في الشكل رقم (٣,١٤).

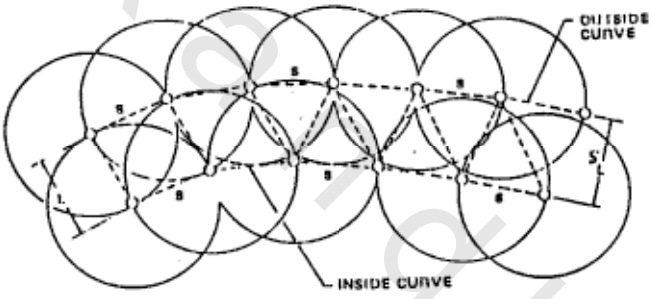
٢. النموذج التعاقبي يعتبر مثالي للحقول التي تتطلب رشاشات في الأركان وعلى طول الحدود الغير منتظمة الشكل .



الشكل رقم (٣,١٤) النموذج التعاقبي.

٥. النموذج الانزلاقي : Sliding Pattern

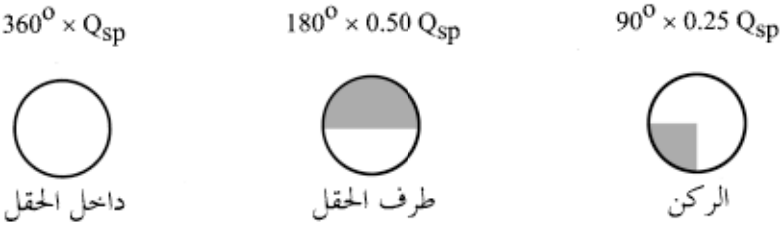
هـــذا النموذج يشبه النموذج التعاقبي في أنه خليط من النموذج المستطيل والمثلـــث، الشكل رقم (٣,١٥). والمسافات المستخدمة مساوية إلى تلك المسافات المستخدمة. في النماذج الأساسية، فيما عدا أن ارتفاع المثلث المتساوي الأضلاع في النموذج المثلث يقصر حتى يساوى الارتفاع في النموذج المستطيل. ويكثر استخدام هـــذا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



الشكل رقم (٣,١٥) النموذج الانزلاقي.

رشاشات أطراف الحقل :

يجـــب اختـــيار رشاشات ذات تصرفات منخفضة عند ري أركان الحقل وحـــدوده الخارجية. بحيث يكون الرشاش الموجود في الركن يعطى ربع تصرف الرشـــاش 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 :



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 البل.

سرعة الرياح (كم/ساعة)	المسافة بين الرشاشات (S_s) كنسبة مئوية من (D_w)	المسافة بين الخطوط (S_L) كنسبة مئوية من (D_w)
صفر	٪ ٥٠	٪ ٦٥
أقل من ٦	٪ ٤٥	٪ ٦٠
٦ – ١٢	٪ ٤٠	٪ ٥٠
أكبر من ١٢	٪ ٣٠	٪ ٣٠

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

Sprinklers and Laterals Spacing

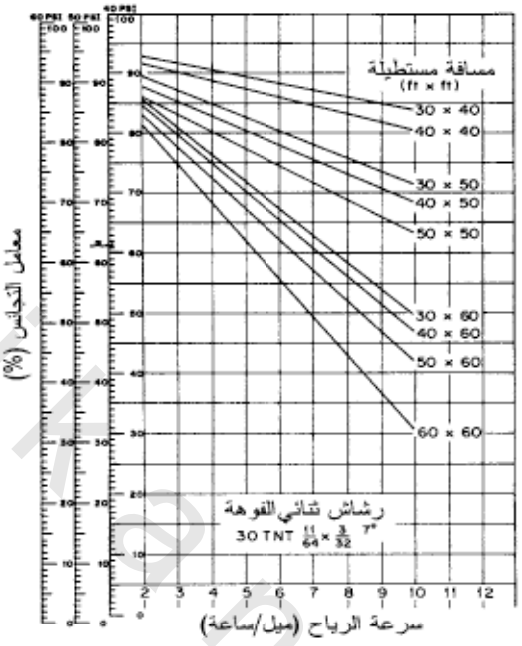
لابد من تحديد المسافة بين الرشاشات الدوارة (S_s) على الخط الواحد وكذلك المسافة بين الخطوط الفرعية (S_L) وقد يتحكم في تحديدها نوع المحصول، أبعاد الحقل، سرعة واتجاه الرياح السائدة، نوعية الآلات المستخدمة في خدمة الأرض وكذلك قطر دائرة البلل للرشاش. وقد يكون الشكل العام لتوزيع

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

سرعة الرياح (كم/ساعة)	S_S/D_W	S_L/D_W
صفر – ٨	٠,٦٠	٠,٦٥
٨ – ١٦	٠,٥٠	٠,٥٠
أكبر من ١٦	٠,٣٥	٠,٥٠

ويمكـــن استخدام هذه المسافات لمعظم النماذج. وعموماً تستخدم المسافات الأقل مثل ٩×١٢ متر ، ١٢×١٢ متر ، ٩×١٥ متر حسب سرعة الرياح السائدة للمحاصـــيل ذات الأســـعار العالـــية. أما المحاصيل المتوســـطة الثمن يمكن زيادة المســـافات إلى ١٢×١٥ متر ، ١٥×١٥ متر ، ١٥×١٨ متر حسب سرعة الرياح الســـــائدة. أما المسافات الأكبر فتستخدم للأشجار أو الشجيرات. ويجب الأخذ في الاعتبار أن تقليل هـــذه المســـافات أو زيادتها سوف تؤثر على التكلفة الأولية لنظام الري بالرش لذلك لابد من اعتبـــار العامل الاقتصادي عند التصميم.

يـــبين الشكل رقم (٣,١٦) التغير في معامل الانتظامية مع سرعة الرياح ، والمســـافات وضـــغط التشغيل للرشاشات ذي الفوهتين ، الموضوع على مسافات مســـتطيلة مختلفة. إن الاتجاهات الموضحة في الشكل هي نموذجية. حيث ينخفض معامل الانتظامية مع الزيادة في سرعة الرياح والمسافة بين الرشاشات. وهناك زيادة قلـــيلة في الانتظامية مع زيادة ضغط التشغيل حتى نقطة معينة. إن ضغوط التشغيل المبينة 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 لابد أن يكون تقييم الرشاش مبنياً على التقييم الحقلي. 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 ($Q_{sp}=R_a \cdot S_s \cdot S_L$) يجب استخدامها لإيجاد تصرف الرشاش حتى نحصل على معدل الإضافة المطلوب.

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

$S_S x S_L$	R_a (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
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)	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	2.52	2.86	3.45	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 ($S_s \times S_L$) مختلفة تحت سرعة رياح متوسطة (من ٨-١٦ كم/ساعة).

$S_s x S_L$	R_a (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_u (%)	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_u (%)	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_u (%)	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_u (%)	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_u (%)	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_u (%)	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_u (%)	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_u (%)	80	82	83	84	84	78	83

obeikandl.com

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

S_S x S_L	R_a(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
	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
6 x 12	Q_{sp} (m^3/hr)	0.36	0.5	0.57	0.66	0.77	0.86	0.98
	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
9 x 12	Q_{sp} (m^3/hr)	0.57	0.68	0.86	1.04	1.14	1.29	1.41
	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
9 x 15	Q_{sp} (m^3/hr)	0.68	0.91	1.11	1.23	1.41	1.64	1.79
	D_w (m)	20.43	21.04	22.26	22.56	23.78	24.7	25
	C_u (%)	81	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
12 x 12	Q_{sp} (m^3/hr)	0.77	0.98	1.23	1.36	1.52	1.68	1.88
	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
9 x 18	Q_{sp} (m^3/hr)	0.86	1.11	1.29	1.54	1.73	1.93	2.16
	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	379.4	372.5	345.1	345.1	310.8
12 x 15	Q_{sp} (m^3/hr)	0.98	1.23	1.41	1.68	1.88	2.16	2.38
	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
12 x 18	Q_{sp} (m^3/hr)	1.18	1.41	1.7	1.98	2.27	2.52	2.82
	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
18 x 18	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	35.06	30.49
	C_u (%)	64	66	68	80	82	83	78

كذلـــك لابد 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:

مدى ضغط تشغيل الرشاشات P_{sp} كيلوبسكال (رطل/بوصة^2)	أحجام الرشاشات الدوارة d_{noz} مم (بوصة)
١٤٠ - ٣١٠ (٢٠-٤٥)	٢ - ٢,٤ (٦٤/٥ - ٣٢/٣)
١٧٠ - ٣٤٥ (٢٥-٥٠)	٢,٨ - ٣,٦ (٦٤/٧ - ٦٤/٩)
٢٠٥ - ٣٨٠ (٣٠-٥٥)	٤ - ٤,٤ (٣٢/٥ - ٦٤/١١)
٢٤٠ - ٤١٥ (٣٥-٦٠)	٤,٨ - ٥,٥ (١٦/٣ - ٣٢/٧)

مـــع ملاحظـــة أن الجانـــب المنخفض من مدى الضغوط المبينة أعلاه يجب زيادته بمقدار ٣٥ إلى ٧٠ كيلوبسكال (٥ إلى ١٠ رطل/بوصة^2) 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 لابد 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 يكـــون معـــدل الإضافة منخفض لكي يتم إضافة الاحتياجات المائية المطلوبة في زمن مقبول حتى يمكن تقليل الفواقد المائية وزمن التشغيل للنظام.
٤. أن يكون قطر دائرة البلل للرشاش متناسق مع المسافات بين الرشاشات والخطوط.
٥. يجـــب ملاحظة العلاقة بين زاوية القذف للرشاش مع سرعة الرياح. ويفضل عادة في حالة الرياح الشديدة أن تكون زاوية القذف منخفضة.

obeikandi.com

المسافة الاقتصادية بين الرشاشات والخطوط : Best Economic Spacings

مـــن 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 أيجاباً على المساحة المروية. ويمكن تحقيق انتظامية عالية عندما تكون المسافة بين الرشاشات (S_s) أو الخطوط الفرعية (S_L) تساوي ٤٠٪ من قطر دائرة البلل الفعال ($S_s = S_L = 0.40\ D_w$) . ولكن هذه المسافة تؤدي إلى زيادة التكاليف كذلك ينتج معدل رش عالي. والقطر الفعال (D_w) يمكن إيجاده بعد طرح ١٠٪ مـــن القطر المحسوب بواسطة الشركة المنتجة (حيث يتم إيجاد القطر بواسطة الشركة عندما تكون سرعة الرياح صفراً) وذلك عندما تكون سرعة الرياح تتراوح مـــن صـــفر حتى ٥ كم/ساعة، أما إذا زادت سرعة الرياح عن ذلك فيطرح أيضاً ١,٥٪ مـــن القطـــر المحسوب بواسطة الشركة عن كل ١ كم/ساعة زيادة عن ٥ كم/ساعة. ويمكن إيجاد قطر البلل الفعال عند زيادة سرعة الرياح عن ٥ كم/ساعة كالتالي :

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

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 حـــوالي ٧٥٪ ، ولكـــن يمكن زيادته بتقليل المسافات بين الرشاشات والخطوط. ولكن يمكن استخدام هذه المسافات عندما تكون سرعة الرياح متوسطة.

obeikandl.com

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

Factors affecting Sprinkler Distribution

أن الهـــدف من استخدام الري بالرش هو توزيع مياه الري بالتساوي على المســـاحة المراد ريها ، 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

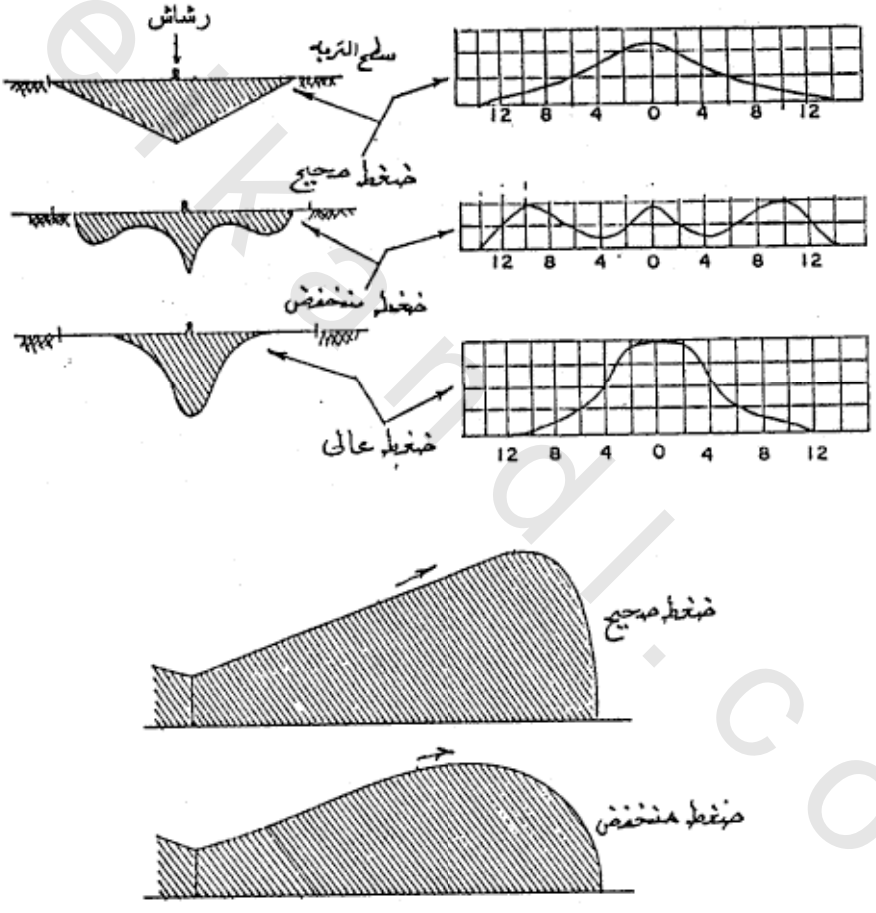
يعتـــبر ضغط تشغيل الرشاش عامل هام في توزيع المياه من الرشاش وذلك للأسباب التالية، الشكل رقم (٣,١٧) :-

أ. عند تشغيل الرشاش على الضغط الصحيح المقترح من الشركات المنتجة فانه يمكن الحصول على توزيع أكثر تجانساً.

ب. انخفـــاض ضغط التشـــغيل عن الضغط المطلوب فان حجم القطرات الـــناتجة تـــزداد وبالتالي تتساقط المياه على شكل حلقات داخل دائرة الابتلال ويكون التوزيع غير منتظم على المساحة المروية.

obeikandl.com

ج. عـــند تشـــغيل الرشاش على ضغط عالي فانه يقلل من حجم القطرات المائـــية الســـاقطة وبالـــتالي 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 معظـــم الحالات، نظام الري يجب أن يروى بانتظام على طول الحقل. وحيـــث أن الرشاشـــات تتوقف تأديتها على ضغط التشغيل. كذلك نجد أن فاقد الاحتكاك في الأنابيب والصمامات ... إلخ وكذلك الاختلاف في منسوب الأرض تـــؤدى إلى تغير الضغط مما يؤثر على مقدار التصرف الخارج من الرشاشات كما يوضح ذلك الجدول رقم (٣,١٠).

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

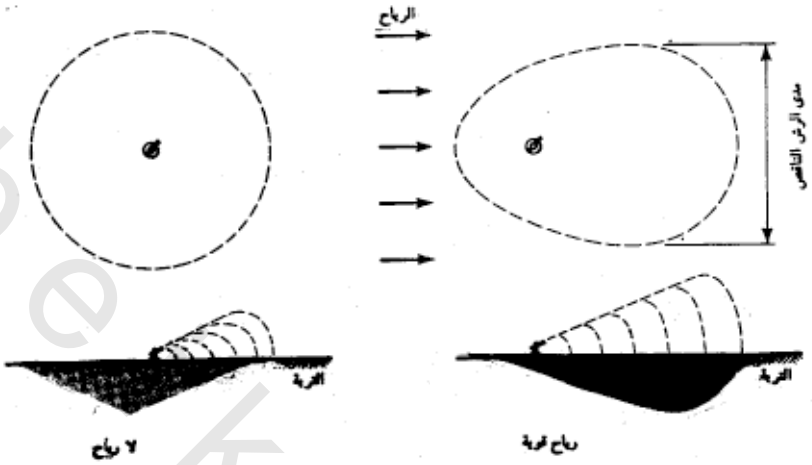
مقدار الاختلاف في ضغط التشغيل (٪)	مقدار الاختلاف في التصرف (٪)
٥	٢ - ٣
١٠	٥
٢٠	١٠
٣٠	١٥
٥٠	٢٤
١٠٠	٥٠

وينصح بعض المصممون في نظم الري بالرش أن يخفض فاقد الاحتكاك المسموح به إلى ١٠٪ بدلا من ٢٠٪، وكذلك اختلاف التصرف 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 لابد من الأخذ في الاعتبار هذا العامل عند التصميم وخاصة اتجاه الخطوط الفرعية حتى يمكن الحصول على توزيع منتظم أثناء الري.

obeikandl.com



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

ويمكن تقليل تأثير الرياح السائدة بأتباع 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 فان 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 للهدف المطلوب.

٤. المسافة بين الرشاشات على الخطوط :

في حالـــة وجود رياح يجب أن يكون هناك تداخل بين دوائر البلل الناتجة من الرشاشات حتى يمكن الحصول على توزيع متجانس وبالتالي تقليل تأثير الرياح. ويمكن الحصول على ذلك من جداول الشركات المنتجة حسب الرشاش المستخدم ويمكـــن الاسترشـــاد 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 :

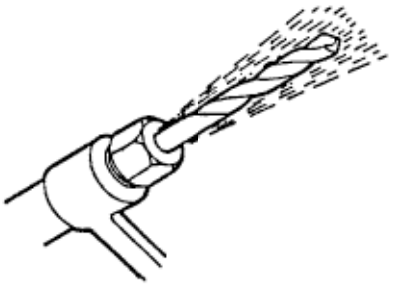
يجب التأكد عند القيام بعملية الصيانة لنظام الري بالرش من التآكل الموجود في فوهة الرشاشات. ويمكن التأكد من ذلك بدفع ذراع مثقاب بريمي (Twist drill) له نفس قطر الفوهة إلى داخل الفوهة أثناء تشغيل الرشاش، الشكل رقم (٣,١٩). فـــإذا حدث تآكل للفوهة فان رذاذ المياه ستندفع خارجة حول الذراع تبعاً لمقدار التآكل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

تآكل بسيـــط : مدى اندفاع المياه يتراوح من ١,٥ – ٢,٥ متر.

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

تآكل شـــديد : مدى اندفـــاع المياه يتراوح من ٣,٠ – ٤,٥ متر مع تكون نافورة شديدة.

والـــتآكل الشديد يعنى انه لابد من زيادة قدرة المضخة بنسبة قد تصل إلى ١٧٪ حـــتى يمكـــن الحصول على ضغط التشغيل المناسب. وهذا سوف يؤدى إلى زيادة التكلفة والإسراف في مياه الري.



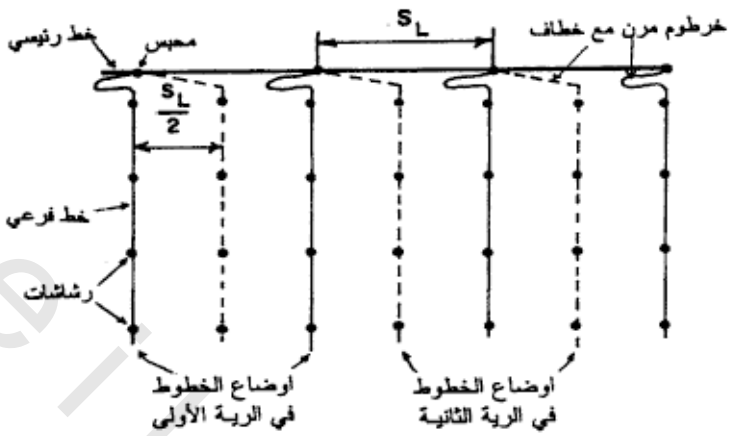
الشكل رقم (٣,١٩) التآكل في فوهة الرشاش.

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 المروية 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 الرية والرية الأخرى التي تليها بحيث يتم إزاحة موقع الخط الفرعي في الرية التالية مسافة مقدارها $\frac{1}{2}S_L$ في اتجاه الري وبالتالي يحدث توازن في توزيع المياه أثناء الموسم.

obeikandl.com



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 بخرطوم مرن يمكن توصيله إلى الخط الفرعي بسهولة. في هذه الطريقة توضع الخطوط الفرعية في الرية الأولى مقابل المحابس، أما الرية 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 البلل الناتجة من الرشاشات بسبب تغيير أحجام الرشاشات.

٧. ارتفاع الرشاش عن سطح الأرض :

يفضـــل أن يكـــون ارتفاع الرشاش مرتبط بارتفاع المحصول حيث أن زيادة ارتفـــاع 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 :

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

١. نوع النظام والرشاشات المراد استخدامها.
٢. شكل الحقل المراد ريه.
٣. نوع المحصول أو المحاصيل المراد ريها.
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 المحلى مثل ســـرعة واتجاه الرياح ودرجة الحرارة الجوية.
٩. حجم قطرات الماء الناتجة وقطر دائرة الرش.

(٣,٦) أمثلة محلولة:

مثال ١:

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

openkandil.com

الحل:

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

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

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

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 ٩×١٢ متر. ٣. نماذج مثلثة ١٢ متر.

الحل:

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

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

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

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

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

3. $S_L = 12m$ $S_L = 0.86\ S_S$ $S_S = 12/0.86 = 13.95m$

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.

$$\therefore S_S = 15\ m$$

obeikandl.com

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

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

مثال ٣:

رشـــاش تصرفه ١,٢ م٣/ساعة وقطر البلل له ٣٠ متر عند ضغط تشغيل ٣,٥ بار. احسب تصرف الرشاش وقطر البلل عند ضغط تشغيل ٢,٥ بار.

الحل:

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

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

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

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

$$\because D_W = 2.7\sqrt{d \cdot H_{SP}} \qquad \text{من معادلة (٣,٦)}$$

$$\therefore \frac{D_{W2}}{D_{W1}} = \sqrt{\frac{H_{SP2}}{H_{SP1}}} = \sqrt{\frac{P_{SP2}}{P_{SP1}}} \qquad \text{نستنتج أن :}$$

$$\therefore D_{W2} = D_{W1}\sqrt{\frac{P_{SP2}}{P_{SP1}}} = 30 \times \sqrt{\frac{2.5}{3.5}} = 30 \times 0.845 = 25.35\ m$$

مثال ٤:

رشـــاش قطـــر فوهـــته ٣,٥ مم ومعامل الفوهة ٠,٧٥ يعمل تحت ضغط ٣٤٠ ك.بســـكال وضع في نظام مربع لري مساحة ٣ هكتار. سرعة الرياح السائدة في

obeikandl.com

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

الحل:

أولاً: حساب تصرف الرشاش :

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

من معادلة (٣,٢)

$$Q_{Sp} = C_d \cdot a \cdot \sqrt{2gH_{SP}}$$

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

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

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

$$Q_{Sp} = 0.00111\, C_d \cdot d^2 \cdot P_{SP}^{0.5}$$

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

ثانياً: حساب قطر البلل للرشاش :

من معادلة (٣,٦)

$$\because D_w = 2.7\sqrt{d \cdot H_{SP}}$$

$$\because D_w = 2.7\sqrt{d \cdot H_{SP}} = 2.7\sqrt{3.5 \times 34.66} = 29.74\ m$$

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

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

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

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

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

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

$$S_S = S_L = 0.60\, D_w = 0.60 \times 26.77 = 16.06\ m$$

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.

$$\therefore S_S = S_L = 15\ m$$

رابعاً: حساب معدل الإضافة:

$$R_a = \frac{Q_{Sp}}{S_S \times S_L} = \frac{0.68}{15 \times 15} \times 1000 = 3.02\ mm/hr$$ من معادلة (٣,٨)

خامساً: حساب عدد الرشاشات المطلوبة لمساحة ٣ هكتار

$$N_{SP} = \frac{A_t}{A_{Pattern}} = \frac{A_t}{S_S \times S_L} = \frac{3 \times 10000}{15 \times 15} = 133.3 = 133\ sp$$

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 لتربة معدل تسربها ٨ مم/ساعة. احسب: تصرف الرشاش، قطر البلل الفعال، المسافات البينية للرشاشات، ومدى ملائمة هذا الرشاش لنوع التربة ؟

الحل:

أولاً: حساب تصرف الرشاش :

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

$$Q_{Sp} = C_d \cdot a \cdot \sqrt{2gH_{SP}}$$ من معادلة (٣,٢)

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

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

obeikandi.com

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

$$Q_{Sp} = 0.00111\, C_d \cdot d^2 \cdot P_{SP}^{0.5}$$

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

ثانياً: حساب قطر البلل للرشاش :

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

$$\because D_w = 2.7\sqrt{d \cdot H_{SP}} = 2.7\sqrt{4.37 \times 28.54} = 30.15\ m$$

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

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

$$D_w = 30.15 \times \left[1 - 0.10 - 0.015(14 - 5)\right] = 30.15 \times 0.765 = 23.1\ m$$

ثالثاً: تحديد المسافة بين الرشاشات وبين الخطوط $\quad S_S = S_L = ?$

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

$$S_S = 0.40\, D_w = 0.40 \times 23.1 = 9.24\ m \qquad \therefore S_S = 9\ m$$

$$S_L = 0.60\, D_w = 0.60 \times 23.1 = 13.86\ m \qquad \therefore S_L = 15\ m$$

رابعاً: حساب معدل الإضافة:

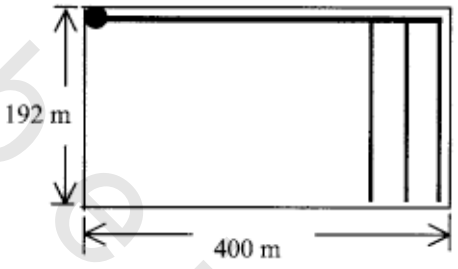
من معادلة رقم (٣,٨) $\quad R_a = \dfrac{Q_{Sp}}{S_S \times S_L} = \dfrac{1.02}{9 \times 15} \times 1000 = 7.55\ mm/hr$

$$\because I_b = 8\ mm/hr$$

$$\therefore I_b \succ R_a$$

إذا الرشاش مناسب لتلك التربة.

مثال ٦ :



حـــدد مواصفات الرشاش المناسب في نظـــام رش تقليدي تم تخطيطه كما في الشـــكل. إذا علمت أن المنطقة المقام بها التخطـــيط ذات مـــناخ حار، وسرعة الرياح السائدة بها ١٢ كم/ساعة. ومعدل التسرب للتربة ١٠ مم/ساعة.

الحل:

أولاً تحديد Ss :

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

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

$$\therefore S_S = 12\,m$$

$$\therefore S_L = 12\,m \;\; or \;\; 15m \;\; or \;\; 18m$$

ثانياً تحديد S_L :

الخـــط الرئيسي موضوع بمحاذاة الضلع ٤٠٠ متر من الأرض ، أي أن المطلوب اختـــيار 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

obeikandi.com

$$\therefore S_L = 12\,m \quad or \quad 18m$$

يفضل اختيار المسافة ١٨ متر حتى يكون النظام مستطيل

$$\therefore S_S = 12\,m \qquad \therefore S_L = 18\,m$$

ثالثاً : اختيار الرشاش :

حيث سرعة الرياح السائدة (١٢ كم/ساعة) نستخدم جدول مواصفات الرشاشات رقم (٣,٨) ولمعدل إضافة أقل من١٠ مم/ساعة (٨,٤-٩,٤) (الصف الأول)، ولمسافات بينية ١٢×١٨م (العمود الأول) فنقطة تلاقي القيمتين تحدد مواصفات الرشاش:

$d_{nozzle}(mm) = 5.16$
$P_{sp}\ (kg/cm^2) = 3.87$
$Q_{sp}\ (m^3/hr) = 1.98$
$Dw\ (m) = 31.71$
$Cu\ (\%) = 84$

حساب معدل الإضافة الفعلي للرشاش المختار:

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

ونلاحظ أن قيمة معدل الإضافة الناتج أقل من معدل التسرب للتربة وهذا هو المطلوب.