المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص تقنية الآلات الزراعية

أجهزة الري

(نظري)

٢٦٤ الز

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " أجهزة الري " لمتدربي قسم" تقنيةالآلات الزراعية " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

اتسعت الرقعة الزراعية في الوطن العربي خلال السنوات الأخيرة لزيادة الإنتاج الزراعي وذلك لمواكبة النمو المتزايد للسكان. وتقع معظم أقطار الوطن العربي ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة التي تكون فيها الرطوبة المتوفرة من الأمطار غير كافية للزراعة بدون ري. لذلك فإن الموارد المائية تعتبر ثروة هامة من الثروات الضرورية لحياة الإنسان والحيوان والنبات. وبطبيعة الحال لا يمكن أن يتحقق الأمن الغذائي في أي بلد قبل تأمين الموارد المائية التي تشكل إحدى الدعائم الرئيسة لتحقيقه. ويعتبر الماء أهم عناصر الإنتاج الزراعي لذلك كان من الضروري المحافظة على تلك الموارد وتطوير السياسة المائية وترشيد استخدامها لتقليل الفاقد منها بشتى الطرق، ورفع كفاءة استعمالاتها للوصول إلى الاستغلال الأمثل لمواردنا المائية. حيث إن هذه الموارد محدودة الكمية ولا تكفي الطلب المتزايد عليها للأغراض المختلفة كالزراعة والصناعة والبناء.

سوف نستعرض في هذة الحقيبة سريان السوائل في الأنابيب. كذلك تحتوي الحقيبة على كيفية توزيع مياه الري بكفاءة جيدة على المساحة المروية. أيضا تتضمن تخطيط وتصميم نظم الري بالرش المختلفة وكذلك الري بالتنقيط. وكذلك تضم باباً عن أنواع المضخات المستخدمة في نظم الري. نأمل أن تعم الفائدة المرجوة حتى يمكن الوصول إلى الاستخدام الأمثل لنظم الرش.

أجهزة الري

سريان السوائل في الأنابيب

الجدارة: التعرف على سريان السوائل في الأنابيب

الأهداف: أن يتعرف المتدرب على كيفية سريان السوائل في الأنابيب والقوانين الخاصة بها

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ساعة واحدة

الوسائل المساعدة : تمارين على سريان السوائل

متطلبات الجدارة : أن يكون قادراً على معرفة وتطبيق القوانين الخاصة بسريان السوائل في الأنابيب

سريان السوائل في الأنابيب

مقدمة:

سريان المياه إما أن يتم في مجار مكشوفة كالأنهار وقنوات الري أو في مجار مغلقة مثل أنابيب المياه. تسير المياه في القنوات المكشوفة تحت تأثير الجاذبية ويكون سطح الماء معرض للضغط الجوي ويكون السريان فيها نتيجة ميل القناة وليس لوجود ضغط جوي، أما المجاري المغلقة الممتلئة فيعتمد السريان فيها على وجود فروق في الضغط على طول خط السريان. إذا كانت الأنابيب بأشكالها المختلفة غير ممتلئة بالماء الساري تكون معرضة للضغط الجوي على طول خط السريان فتتقابل من حيث القوانين وخواص السريان مع القنوات المكشوفة.

التصرف (Q):

يعرف التصرف (Q) بأنه كمية السائل الساري في الأنبوبة في وحدة الزمن ويعبر عنه بالوحدات التالية (لتر/ثانية - جالون/دقيقة – متر مكعب/ثانية) وهكذا فإذا كان التصرف الذي يسري في أنبوبة هو (Q) والسرعة المتوسطة (V) ومساحة مقطع الأنبوبة العمودي على اتجاه السرعة هي (A) كان قانون الاستمرار ينص على أن :

التصرف – السرعة المتوسطة × مساحة القطاع المائي

أي $Q = A \cdot V$

فإذا كانت هناك أنبوبة متغيرة مساحة القطاع وكانت السرعة في الجزء الأول هي V_1 ومساحة القطاع A_1 وفي الجزء الثاني السرعة V_2 والمساحة هي A_2 وهكذا وفي حالة عدم دخول أي سائل للأنبوبة أو خروجه منها فإن :

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

أي إنه مادام التصرف ثابتاً يكون حاصل ضرب مساحة القطاع (A) سرعة سريان السائل (V) عند هذا القاع يساوي حاصل ضربهما في أي قطاع آخر ، وتسمى هذه المعادلة "بمعادلة الاستمرار".

التدفق في الأنابيب :

تستخدم الأنابيب لنقل المياه إلى الرشاشات. وتعتمد قيمة قطر الأنبوب وسمك جداره ومتانته على مقدار التصرف المار وعلى ضغط التشغيل لنظام الري. ومن الصعب تصميم نظام يوفر ضغطاً ثابتاً عند كل رشاش وعادة ما تتغير قيمة الضغط على طول الأنبوب نتيجة القواعد بسبب الاحتكاك. وأعلى قيم للضغط تكون عادة عند بداية النظام وبالقرب من المضخة ، وتقل تدريجياً في اتجاه الطرف البعيد للنظام.

أقطار الأنابيب والضغوط المأمونة :

حيث إن نظم الري بالرش تعمل تحت ضغط فيجب أن تكون الأنابيب المستعملة قادرة على تحمل الضغوط المرتفعة بدون أن تنفجر. وقد حددت معظم الدول الآن مواصفات لتصنيع هذه الأنابيب، ويتم اختبار الأنابيب تحت ضغوط عالية جداً قبل خروجها من المصنع وذلك لضمان سهولة تحملها للضغوط المستعملة في الموقع والتي تقل كثيراً عن ضغط الاختبار.

والأنابيب المتنقلة تكون رقيقة الجدران وتصنف حسب القطر الأسمى لها مع إهمال الفرق بين القطرين الداخلي والخارجي.

العوامل المؤثرة على التدفق في الأنابيب :

عند تدفق المياه داخل أنبوب يحدث انخفاض تدريجي للضغط وذلك بسبب الاحتكاك ، ومن الناحية الهيدروليكية يمكن أن يكون السطح الداخلي للجدار شديد الخشونة بالرغم من نعومة ملمسه الظاهرة، وتعمل خشونة الجدار على إبطاء سرعة تدفق المياه بنفس الطريقة التي يسبب بها الاحتكاك تهدئة لحركة جسم فوق سطح خشن. ومع تقادم الأنبوبة تزداد خشونة جدرانها عادة، فمثلاً تسبب الحبيبات الصلبة في مياه الري خدوشا في السطح الداخلي لأنابيب الألمنيوم المتنقلة ومع طول فترة الاستعمال تحدث خدوش بالسطح. وفي حالة الأنابيب الصلب يبدأ حدوث الصدأ بها تدريجياً وتنتشر الحفر الصغيرة على الجدار ويمكن أيضاً أن تلتصق بعض المكونات الكيميائية في المياه أو التجمعات البكتيرية على سطح الجدار الداخلي مما يزيد تدريجياً من خشونة الأنبوب وينقص من قيمة القطر الداخلي وبالتالي يؤدي إلى حدوث فاقد في الضغط أكبر مما كان متوقعاً للأنبوب وهو ما زال جديداً. مثل هذه العوامل يأخذها المهندس المصمم عادة في حسبانه عند تصميم نظام ري جديد.

ولا تتوقف قيمة الفاقد في الضغط على الخشونة فقط، وإنما تعتمد أيضاً على قيمة التصرف وقطر الأنبوب وطوله. فعند زيادة التصرف تزداد معه سرعة التدفق مما يسبب ارتفاعاً كبيراً لقيمة الاحتكاك ينتج عنه فاقد أكبر في الضغط ، وللتغلب على ذلك يمكن زيادة قطر الأنبوب المستعمل وهذا يعني سعة أكبر للتصرف وسرعات أقل للتدفق.

ويؤثر طول الأنبوب بشكل مباشر على الفاقد في الضغط ، فكلما طالت المسافة التي تقطعها المياه زاد تعرضها للاحتكاك وارتفعت قيمة الفاقد في الضغط.

وتأخذ العلاقات التي تربط العوامل السابقة مع بعضها صوراً معقدة وتقع على عاتق المهندس المصمم مسؤولية تفهم هذه العلاقات واستخدامها في اختيار القطر المناسب.

ويوضح المثال التالي كيف يؤثر كل عامل من العوامل السابقة على الفاقد في الضغط.

مثال :

أنبوب طوله ١٠٠٠ متر ويحمل تصرفا مقداره ٢٥م^3 / ساعة ما هو تأثير قطر الأنبوب على الفاقد في الضغط ؟.

قطر الأنبوب (مم)	٧٥	١٠٠	١٢٥
الفاقد في الضغط (بار)	٥,٤	٠,٧	٠,٢٥

ما هو تأثير زيادة التصرف إلى ٥٠م^3 / ساعة على الفاقد في الضغط؟.

الفاقد في الضغط (بار)	٣٠	٢,٢	٠,٥

ما هو تأثير زيادة الطول إلى ٢٠٠٠ متر على الفاقد في الضغط ؟ (افرض تصرفا مقداره ٥٠ م^3/ساعة).

الفاقد في الضغط (بار)	٤٠	٤,٤	١,٠

ولتلخيص ما سبق :

الفاقد في الضغط يكون أعلى كثيراً في الأنابيب الأصغر قطراً لنفس التصرف.

يزداد الفاقد في الضغط بسرعة مع زيادة التصرف خاصة في الأنابيب صغيرة القطر.

يزداد الفاقد في الضغط مباشرة بزيادة طول القطر المناسب ، فإذا ضوعف الطول يتضاعف معه الفاقد في الضغط.

ويوضح الجدول (١- ١) قيماً إرشادية لاختيار القطر المناسب للأنبوب لتصرفات وأطوال مختلفة. هذه القيم هي لمجرد الاسترشاد ولا تجب استخدامها في التصميم حيث إنه توجد اختلافات في خواص الفاقد بالاحتكاك للأنابيب تبعاً لصانعيها.

جدول (١- ١) قيم إرشادية لاختيار أقطار الأنابيب

التصرف م^3/س	طول الأنبوب (متر)		
	صفر – ٢٥٠	٢٥٠ – ٥٠٠	٥٠٠
	أقطار الأنابيب (مم)		
٥	٥٠	٥٠	
١٠	٧٥	٧٥	
٢٥	٧٥	٧٥	
٥٠	١٠٠	١٠٠	
٦٠	١٠٠	١٢٥	١٥٠
٧٠	١٠٠	١٢٥	١٥٠
٨٠	١٢٥	١٥٠	١٥٠

(سرعة التدفق تجب أن تكون دائماً أقل من ١,٥ م/ث).

فاقد الاحتكاك : Friction Loss

سبب مرور كمية المياه (Q) خلال أنبوب ذي طول وقطر محددين ، فإن احتكاك جزيئات هذا الماء في جدران الأنبوب ينتج عنه فاقد في الضغط نتيجة هذا الاحتكاك. يكون هذا الفاقد كبيراً في حالة عدم وجود فتحات (مخارج) Outlets على طول الأنبوب مقارنة حبالة وجود هذه المخارج. والسبب في ذلك أن جزءاً من التصرف يخرج من هذه الفتحات وبالتالي يقل التصرف على طول الأنبوب وهذا يؤدي إلى خفض سرعة السريان والضغط مما يؤدي إلى خفض فاقد الاحتكاك.

وقد تم استنتاج معامل يسمى معامل الفتحات (F) ليأخذ في الاعتبار وجود هذه الفتحات عند حساب فاقد الاحتكاك. ويمكن إيجاده من المعادلة التالية :-

$$F = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}$$

حيث إن :

M = ثابت يعتمد على نوع معادلة فاقد الاحتكاك المستخدمة

N = عدد الفتحات على طول الأنبوب

أو يمكن الحصول على قيمة (F) مباشرة من جداول خاصة.

وفي الري بالرش يستخدم معامل الفتحات (F) عند حساب فاقد الاحتكاك في الخطوط الفرعية والرئيسة. ففي حالة الخطوط الفرعية نجد أن (F) تمثل عدد الرشاشات على الخط الفرعي الواحد. أما في حالة الخطوط شبة الرئيسة والرئيسة نجد أن (F) يمثل عدد الفتحات التي تتصل بخطوط الرشاشات والتي تعمل في وقت واحد. وحساب (F) في الخطوط الرئيسة يعطي أكثر دقة عند حساب فاقد الاحتكاك وقد يمكن تجاهل (F) عند تصميم الخطوط الرئيسة واعتباره أنبوباً مصمتاً بدون فتحات ، ولكن يفضل أخذ عدد الفتحات في الاعتبار عند حساب الفاقد.

هناك معادلات كثيرة لحساب فاقد الاحتكاك في الأنابيب. من أكثر المعادلات شيوعاً في تصميم

نظم الري بالرش هي :

١ – معادلة دارسي . ويسباخ :- Darcy – Weisbach's Equation

$$H_f = f \times \frac{L}{d} \times \frac{V^2}{2g}$$

ويمكن كتابتها في صورة أخرى عند معرفة التصرف كالتالي :-

$$H_f = \frac{8 f . L . Q^2}{g . \pi^2 . d^5}$$

حيث إن :-

Hf = فاقد الاحتكاك داخل الأنبوب.

F = معامل الاحتكاك في الأنبوب.

V = السرعة المتوسطة للمياه.

D = قطر الأنبوب الداخلي.

L = طول الأنبوب.

G = عجلة الجاذبية الأرضية.

Q = تصرف الأنبوب

٢ – معادلة سكوبي : Scobey's Equation

$$H_f = 2.587 \times K_s \times L \times V^{1.9} \times d^{-1.1}$$

حيث إن :-

Hf = فاقد الاحتكاك (m)

k_s = معامل سكوبي (من الجداول)

L = طول الأنبوب (m)

V = السرعة المتوسطة (m/s)

D = قطر الأنبوب الداخلي (m)

٣ – معادلة هيزن – ويليام : Hazen – William's Equation

$$H_f = K \times L \times \left(\frac{Q}{C_{HW}} \right)^{1.852} \times d^{-4.87}$$

حيث إن :

C_{HW} = معامل هيزن ويليام ويعتمد على نوع مادة الأنبوب.

K = معامل ثابت حسب الوحدات المستخدمة كالتالي :

for Hf (m) , L (m) , Q (L/s) , d (mm) $K = 1.22 \times 10^{10}$

for Hf Hf (ft) , L (ft) , Q (gpm) , d (inch) $K = 10.46$

وتعتبر معادلة هيزن – ويليام من أكثر المعادلات استخداما في حساب فاقد الاحتكاك في أنابيب نظم الري بالرش. وقد توجد صور أخرى لهذه المعادلات التجريبية حسب العناصر المستخدمة في حسابها.

فيما يلي بعض قيم معامل هيزن – ويليام (CHW) حسب نوع مادة الأنبوب المستخدم:

المادة		إسمنت أسبستوس	بلاستيك	(PVC)	ألمنيوم
قيمة CHW	١٣٠- ١٤٠	١٤٠	١٣٠- ١٥٠	١٤٠- ١٥٠	١٤٤- ١٤٦

ويمكن استنتاج الآتي عند حساب فاقد الاحتكاك :

الفاقد في الضغط يكون أعلى كثيراً في الأنابيب الأصغر قطراً لنفس التصرف.

يزداد الفاقد في الضغط بسرعة مع زيادة التصرف خاصة في الأنابيب صغيرة القطر.

يزداد الفاقد مباشرة بزيادة طول الأنبوب. فإذا تضاعف الطول فإن الفاقد في الضغط يتضاعف أيضا.

فواقد الاحتكاك في الأنابيب الفرعية والرئيسة :

يوجد فاقد احتكاك في الأنابيب المكونة لشبكة الري مما يؤدي إلى فاقد في ضغط التشغيل. وشبكة الري لنظام بالرش تتكون من الأنابيب الرئيسة والفرعية التي يحدث بها معظم فواقد الاحتكاك. لذلك لابد من معرفة فواقد الاحتكاك في هذه الأنابيب أثناء عملية التصميم. أيضاً هناك فواقد ثانوية ناتجة من وجود انحناءات في اتجاه الأنابيب وكذلك وجود صمامات على الأنابيب ، مما يؤدي إلى فقد مفاجئ في الضاغط المائي. ونظراً لتعدد أشكالها وتنوعها فتؤخذ هذه الفواقد الثانوية في التصميم على اعتبار أن قيمتها تتراوح بين ٥ – ١٠٪ من قيمة الفواقد الكلية في الأنابيب. ولكن يمكن حساب كل فاقد ثانوي من معادلات خاصة أو الرجوع إلى جداول الشركات المنتجة لهذه المواد التي يمكن معرفة الفاقد مباشرة.

فاقد الاحتكاك في الخط الرئيس :

بالنسبة لفاقد الاحتكاك في الأنابيب الرئيسة تجب حساب فاقد الاحتكاك في هذه الأنابيب ، وقد يتكون الخط الرئيس في الشبكة من أكثر من قطر لذلك لابد من حساب الفاقد حسب طول وقطر كل جزء مع مراعاة التغير في انحدار سطح الأرض ، ولكن الناحية الاقتصادية هي عامل رئيس عند اختيار قطر الأنبوب وتصميم الخط الرئيس. بمعنى أنه تجب اختيار أصغر الأقطار (أقل التكاليف)، ولكن تجب الموازنة بين التكاليف وكذلك الفواقد التي تزداد مع صغر الأقطار. لذلك تجب دراسة طبوغرافية الأرض وفهمه حتى يمكن الاستفادة منه لأنه يعتبر عاملاً رئيساً عند تصميم خط رئيس.

فواقد الاحتكاك في الخط الفرعي :

لتحقيق انتظام جيد لتوزيع المياه تجب ألا يتجاوز الاختلاف بين أكبر وأقل تصرف للرشاشات في الخط الفرعي الواحد ١٠٪ من التصرف التصميمي للرشاش. لتحقيق ذلك تجب ألا تتعدى الفواقد الكلية المسموح بها (h_L) في الخط ٢٠٪ من ضاغط التشغيل المتوسط للرشاش.

ويمكن تحديد مصادر الفواقد الثانوية (الوصلات، الصمامات، ... الخ) في الخطوط الفرعية وتقديرها بدقة بدلالة ضاغط السرعة في بداية الخط ($V^2/2g$) ، أو يؤخذ حوالي ٥ –١٠ ٪ من الفاقد نتيجة الاحتكاك (H_f). وعلى ذلك يمكن إيجاد فواقد الاحتكاك المسموح به (h_L) كالتالي :

$$h_L = 1.1H_f \le 0.20H_{sp} \pm \Delta H_z$$

أو يمكن كتابتها كالتالي :

$$H_L \pm \Delta H_z \le 0.20\,H_{sp}$$

حيث إن :-

H_{sp} = متوسط ضاغط التشغيل للرشاش

H_L = فاقد الضغط المسموح به ويشمل فاقد الاحتكاك والتغير في المنسوب

ΔH_z = فرق المنسوب بين بداية ونهاية الخط = S . L

حيث إن ΔH_z موجبة للخط إلى أسفل وسالبة للخط الصاعد

L = طول الخط

S = ميل الخط (٪)

وبالتالي إذا كان الخط مائلاً (هابطاً) لأسفل تكون العلاقة :

$$h_L = 1.1H_f \le 0.20H_{sp} + \Delta H_z$$

حيث يمكن الاستفادة بالضغط الناتج عن فرق المنسوب (ΔH_z) بين طرفي الخط وإضافتها إلى الفاقد المسموح.

أما إذا كان الخط صاعداً إلى أعلى تكون العلاقة :

$$h_L = 1.1H_f \le 0.20\,H_{sp} - \Delta H_z$$

تغير الضغط : Pressure Variation

وجود ارتفاع أو انخفاض في سطح الأرض وكذلك احتكاك جزيئات الماء مع جدران الأنبوب الداخلية تسبب تغيراً في الضغط على طول أنبوب الرش. والمعادلة التالية يمكن أن تستخدم لحساب الضغط عند نقطة ما وبذلك يمكن حساب الاختلاف في الضغط عند نقطتين :

$$H_e = H_L - \left(H_f \pm \Delta H_z\right)$$

حيث إن :-

H_e = الضاغط في نهاية الخط (الضاغط عند النقطة المطلوبة)

H_L = الضاغط في بداية الخط

H_f = فاقد الاحتكاك شاملاً الفواقد الثانوية

١) ويمكن إيجاد الضغط في نهاية الخط بتحويل الضاغط إلى ضغط. كذلك يمكن حساب H_f بإحدى المعادلات السابقة وإضافة الفواقد الثانوية إلى ذلك

أجهزة الري

نظام الري بالرش الثابت والمتنقل

الجدارة : التعرف على نظم الري بالرش الثابت والمتنقل

الأهداف : أن يتعرف المتدرب على أنواع أنظمة الري بالرش الثابت والمتنقل المختلفة

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : ساعتان

الوسائل المساعدة :

- صور أجهزة ري
- زيارة بعض الشركات
- زيارة مزرعة نموذجية

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على معرفة الأنواع المختلفة لنظم الري الثابت والمتنقل وكيفية عملها.

نظام الري بالرش الثابت والمتنقل

المقدمة:

تعتبر نظم الري التقليدية من أول أنواع نظم الري بالرش وما تزال أكثر النظم استخداماً حتى اليوم وتستخدم النظم التقليدية الرشاشات الدوارة ذات ضغوط التشغيل التي تتراوح من ٢- ٤ بار، ويتراوح معدل الإضافة فيها من ٥- ٣٥ مم / ساعة. وهناك أنواع كثيرة من نظم الري بالرش متوفرة في الأسواق وذلك بسبب الاختلافات المتباينة في أنواع المحاصيل والتربة والمناخ والتضاريس والتي يتطلب ريها واحداً من هذه النظم.

المكونات الرئيسة لنظام الري بالرش : شكل (٢- ١)

١ – المضخة Pump

٢ – خط رئيس Mainline

٣ – خط فرعي Lateral

٤ – رشاشات Sprinklers

١ – المضخة :

تقوم المضخة بسحب المياه من مصدر ما مثل خزان أو بئر أو مجرى مائي إلى شبكة الري. وتدار المضخة بواسطة وحدة قوى محركة مثل آلة احتراق داخلي أو محرك كهربائي.

ويتطلب نظام الري بالرش مضخة ذات قدرة كافية للتغلب على فروق المناسيب بين مصدر المياه والمساحات المختلفة المطلوب ريها، وكذلك للتغلب على فواقد الضغط لاحتكاك المياه بجدران الأنابيب، بالإضافة إلى الضغط لتوزيع المياه من الرشاشات المستخدمة أثناء عملية الري على المساحة المراد ريها. ويختلف نوع المضخة المطلوبة حسب التصرف والضغط وكذلك المسافة الرأسية بين المضخة ومصدر المياه. وكذلك تجب أن تكون قدرة المضخة كافية لبعض التوسعات، بالإضافة إلى التخفيض المنتظر في كفاءة المضخة بمرور الزمن نتيجة إلى التآكل.

٢ – الخط الرئيس :

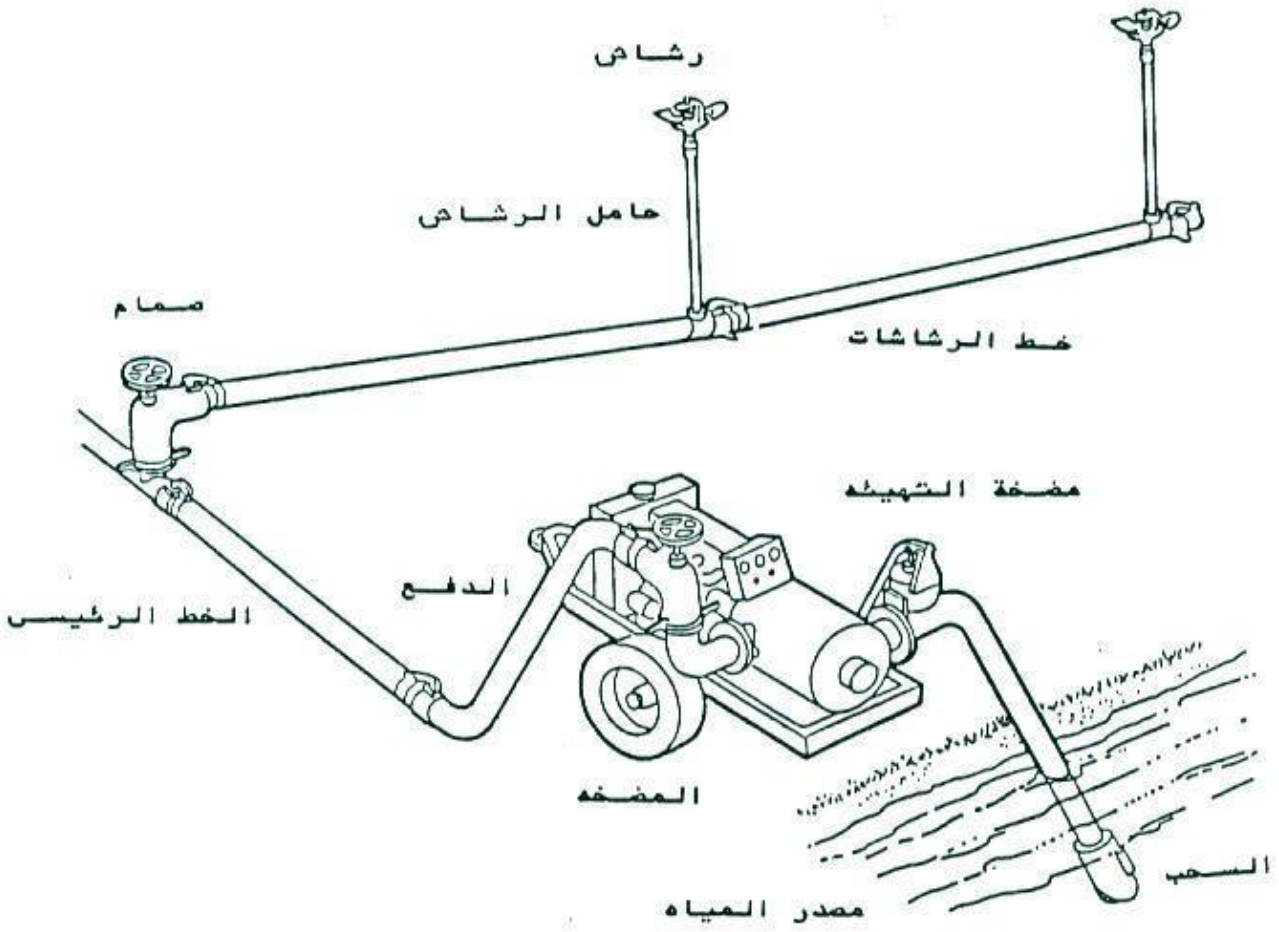
هو الأنبوب الذي ينقل المياه من المضخة إلى الخط (الخطوط) الفرعي أو شبه الرئيس. وقد يكون هذا الخط دائم الوضع، إما فوق سطح الأرض أو تحت سطح الأرض، والأخير هو الأكثر شيوعاً. أو متنقلاً بعد كل موسم أو رية. وتصنع الأنابيب دائمة الوضع (الثابتة) من الصلب المجلفن أو من البلاستيك. بينما تصنع الأنابيب غير دائمة الوضع (المتنقلة) من الألمنيوم أو من البلاستيك أو من الصلب المجلفن بحيث يسهل نقلها من مكان لآخر.

٣ – الخط الفرعي :

هو الأنبوب الذي ينقل المياه من الخط الرئيس إلى الرشاشات. ويكون هذا الأنبوب ثابتاً أو متنقلاً. ويصنع الخط الفرعي من مواد مشابهة لتلك المستخدمة في صناعة الخط الرئيس، ولكن بأقطار أصغر في الغالب. وقد يوجد خط فرعي واحد أو أكثر في الشبكة الواحدة.

٤ – الرشاشات :

هناك عدة أنواع من الرشاشات تستخدم في الزراعة. وهذه الرشاشات تقوم بتوزيع المياه على المساحة المراد ريها. ويعتمد اختيار نوع الرشاش على نظام الري المستخدم. وأكثر هذه الرشاشات استخداماً هي الرشاشات الدوارة والرشاشات الثابتة.



شكل (٢- ١) المكونات الرئيسة لنظام الري بالرش

أنابيب الري بالرش :

هناك أنواع كثيرة من الأنابيب تستخدم في شبكات الري بالرش سواء كأنابيب رئيسة أو فرعية، ولكن هناك أنواع رئيسة تستخدم في نظم الري بالرش.

١ – أنابيب مرنة ومتنقلة : Flexible and Portable Pipes

هذه الأنابيب عادة تصنع من البلاستيك وتتميز بخفة وزنها وإمكانية دفنها تحت سطح الأرض مما جعلها الآن تستخدم بكثرة في الري. وتصنع هذه الأنابيب في الغالب من المواد التالية :

PVC - Polyvinyl Chloride
ABS - Acrylonitrite Butadiene Styrone
PE - Polyethlene

ويمكن الحصول على أنابيب البلاستيك لمدى واسع من ضغوط التشغيل القصوى وكذلك أقطار مختلفة. ويراعى عند دفن هذه الأنابيب تحت سطح الأرض أن تكون على عمق يتراوح من ٤٦- ٧٦ سم وذلك لحماية الأنابيب من مرور المركبات والآليات الزراعية عليها، ولكن ليس بالعمق الذي يضيف ثقلاً زائداً من التربة على الأنابيب.

٢ – أنابيب صلبة ومتنقلة : Rigid Portable Pipes

تتميز هذه الأنابيب بأنها صلبة غير قابلة للانثناء وكذلك خفة وزنها يمكن نقلها من مكان إلى آخر. أكثر الأنواع استخداماً هي الأنابيب المصنوعة من الألمنيوم وتستخدم بكثرة في نظام الري بالرش المتنقل. وتوضع هذه الأنابيب فوق سطح الأرض وتوجد بأقطار مختلفة تتراوح من ٥١- ٢٥٤ مم (٢- ١٠ بوصة) وبأطوال مختلفة. وتصنع نهايات هذه الأنابيب بحيث يمكن وصلها ببعضها بسهولة بواسطة حلقات وشبكات ميكانيكية ذات خطاف بعمل وصلة قوية.

٣ – أنابيب ثابتة : Permanent Pipes

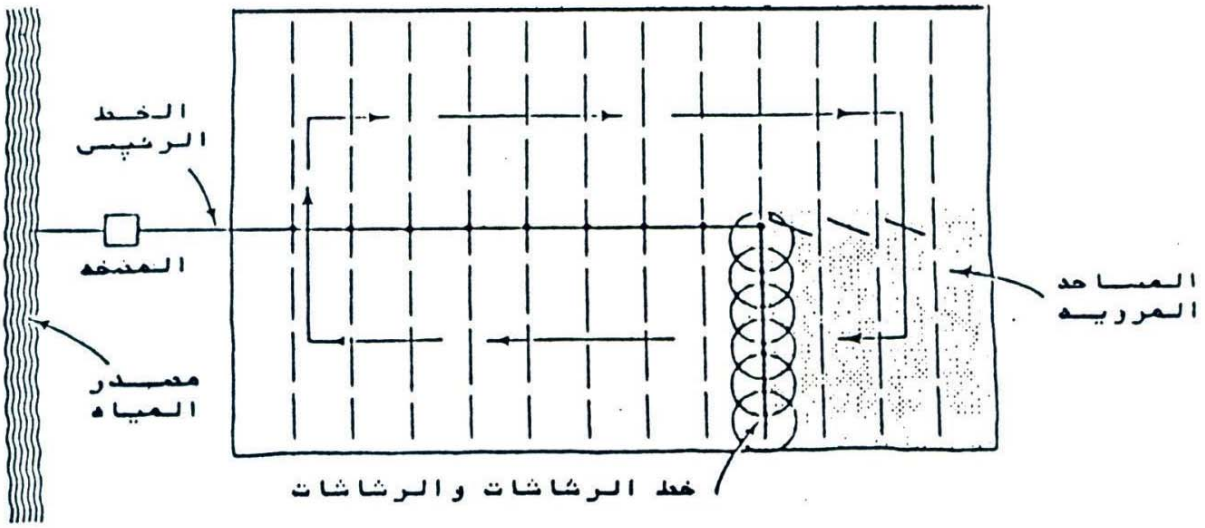
الأنابيب الثابتة تستخدم فوق سطح الأرض أو تحت سطح الأرض. هذه الأنابيب قد تكون من الصلب المجلفن (Galvanized Steel) أو من إسمنت الأسبستوس (Asbestos Cement) أو من النحاس (Copper). ومن مميزات هذه الأنابيب هو تحملها للضغوط المختلفة. ولكن من عيوبها هو تعرضها للتآكل والصدأ وخاصة الصلب المجلفن. وكذلك ثقل وزنها وعدم نقلها بسهول. ومن الأخطاء

الشائعة في نظم الري بالرش استعمال أنابيب ذات أقطار أصغر من المطلوب، وهذا فقط لمجرد رخص ثمنها عن الأنابيب ذات الأقطار الأكبر، ولا يوجد اهتمام كاف لتقدير الفواقد الكبيرة التي تحدث في الضغط. وتظهر نتائج مثل هذا الخطأ عندما لا يتوفر الضغط اللازم لتشغيل الرشاشات بكفاءة. علاوة على ذلك فإن استخدام أنابيب صغيرة القطر لا يترك مجالا في المستقبل لزيادة سعة النظام المستعمل وقد تحدث مشاكل إضافية نتيجة تزايد خشونة جدران الأنبوب مع الزمن. وللوصول إلى الضغط المطلوب في مثل الحالات السابقة لابد من استخدام مضخات أكبر لتناسب الزيادة الكبيرة في الفواقد، ولا يقتصر الأمر على تكلفة شراء مضخات جديدة فقط بل ستكون هناك أيضاً تكلفة زائدة للوقود المطلوب للحصول على ضغط مرتفع عند المضخة. كذلك لابد أن تكون أنابيب الري المستخدمة ذات قوة كافية لتتحمل ضغوط التشغيل والطرق المائي المتوقعة أثناء تشغيل نظام الري. كذلك تكون ذات عمر أو مدة استخدام تساوي أو تزيد عن أعمار أجزاء شبكة الري الأخرى. فمثلاً الأنابيب المدفونة لابد أن تقاوم الأوزان الزائدة مثل وجود آلات زراعية أثناء خدمة المزرعة، بينما الأنابيب المتنقلة تجب أن تكون خفيفة الوزن ومقاومة للتآكل وعوامل التعرية. كذلك لابد من اعتبار العامل الاقتصادي عند اختيار نوع مادة الأنبوب والقطر ونوع نظام الري.

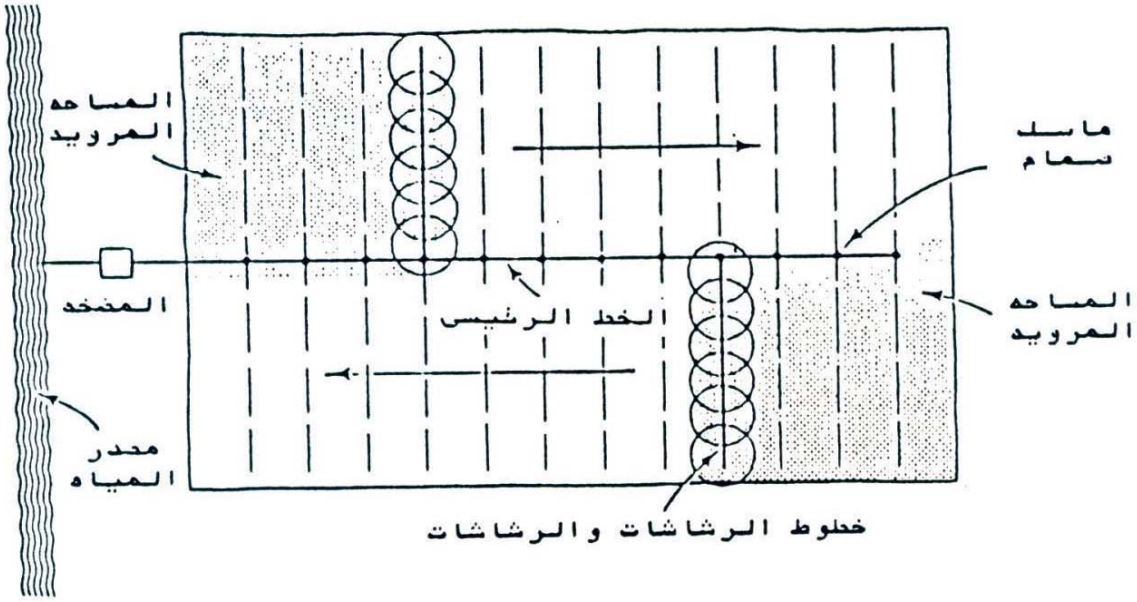
النظام المتنقل : Portable System

وهو عبارة عن نظام ري بالرش يتم نقله يدوياً Hand-moved System من مكان إلى آخر، شكل (٢- ٢). يتكون هذا النظام من مضخة، خط رئيس، خط فرعي، رشاشات دوارة. الخط الرئيس إما يكون متنقلاً أو مدفوناً وبه فتحات على مسافات مناسبة للمسافة بين خطوط الرشاشات المتنقلة وعلى كل منها محبس. وتكون خطوط الرشاشات عادة من الألمنيوم ذات وصلات الربط والفك السريع Quick Coupler وذلك لسهولة نقله. وتظل خطوط الرشاشات في موضعها حتى إتمام عملية الري، وعندئذ يتم إيقاف المضخة وتفك خطوط الرشاشات من الخط الرئيس وتفرغ من الماء ثم يفك الخط إلى أجزاء تحمل يدوياً إلى الموضع التالي على الخط الرئيس حيث يعاد وصل الأجزاء ثم تشغل المضخة وهكذا حتى يتم ري الموضع الثاني من الحقل وهكذا تستمر عملية الري حتى يتم ري جميع المواضع ، وقد يتم نقل خطوط الرشاشات مع الخط الرئيس إلى حقل آخر أو يتم فقط نقل خطوط الرشاشات في حالة تثبيت الخط الرئيس وقد يستخدم خط رشاشات واحد أو أكثر أثناء عملية الري في النظام المتنقل كما هو موضح بالشكل. هذا النظام يستخدم لري معظم أنواع المحاصيل والأراضي. ولكنه يحتاج إلى عمالة كثيرة وذلك بسبب نقله المستمر أثناء عمليات الري. وفي هذا النوع من نظم الري التقليدي يمكن أن يتم

نقل خطوط الرشاشات أربع نقلات يومياً خلال فترة الذروة في موسم الري. لذلك لابد من تقليل الأضرار المحتملة لكل من المحصول ومكونات نظام الري إلى أدنى حد ممكن أثناء عمليات النقل. ويفضل عمل غسيل لخطوط الرشاشات بعد التركيب قبل وضع السدادة الطرفية في نهاية الخط لإزالة أية حبيبات للتربة تكون قد دخلت أثناء تركيبه.



١. نظام متنقل يحرك يدويا وبه خط رشاشات واحد



٢. نظام متنقل يدوى الحركه وبه خطى رشاشات

شكل (٢- ٢) طريقة الري في النظام المتنقل

النظام الثابت :

في هذا النظام لا يتم نقل خطوط الرشاشات بعد إجراء عملية الري حيث تغطي هذه الخطوط المساحة المطلوب ريها وبالتالي لا يكون هناك حاجة لتحريك أي من مكونات شبكة الري. ويمكن نقل النظام بعد انتهاء موسم الحصاد إلى حقل آخر أو تخزين مكونات الشبكة حتى بداية الموسم التالي إذا كانت الخطوط فوق الأرض إلا أن نقل هذه الخطوط مكلف خصوصاً إذا كان النقل يدوياً. ويستخدم ذلك في حالة المحاصيل الموسمية. أما إذا كانت الخطوط مدفونة تحت سطح الأرض فغالباً ما يكون عمق الأنابيب ٤٦ – ٧٦ سم تحت الأرض حسب قطر الأنبوب حيث يزيد العمق بزيادة القطر. وفي حالة وجود الأنبوب في مكان عبور الآلات لابد أن يكون أقل عمق مطلوب هو ٧٦ سم فوق سطح الأنبوب قبل عبور الآلات وذلك لجميع الأقطار. ويفضل أن لا يزيد عرض الحفرة (الخندق) فوق سطح الأنبوب عن ٦٠ سم أكبر من قطر الأنبوب ويمكن تجاوز هذه النسبة في حالة الأراضي المفككة. والجدول التالي يوضح العمق وعرض الحفرة حسب قطر الأنبوب المستخدم كالتالي :

قطر الأنبوب (مم)	عمق الحفرة (سم)	أقصى وأدنى عرض للحفرة (سم)
١٣ – ٦٤	٤٦	٣٥ – ٧٦
٧٦ – ١٠٢	٦١	٤٠ - ٧٦
١٠٢ – ٢٠٣	٧٦	٥١ - ٧٦

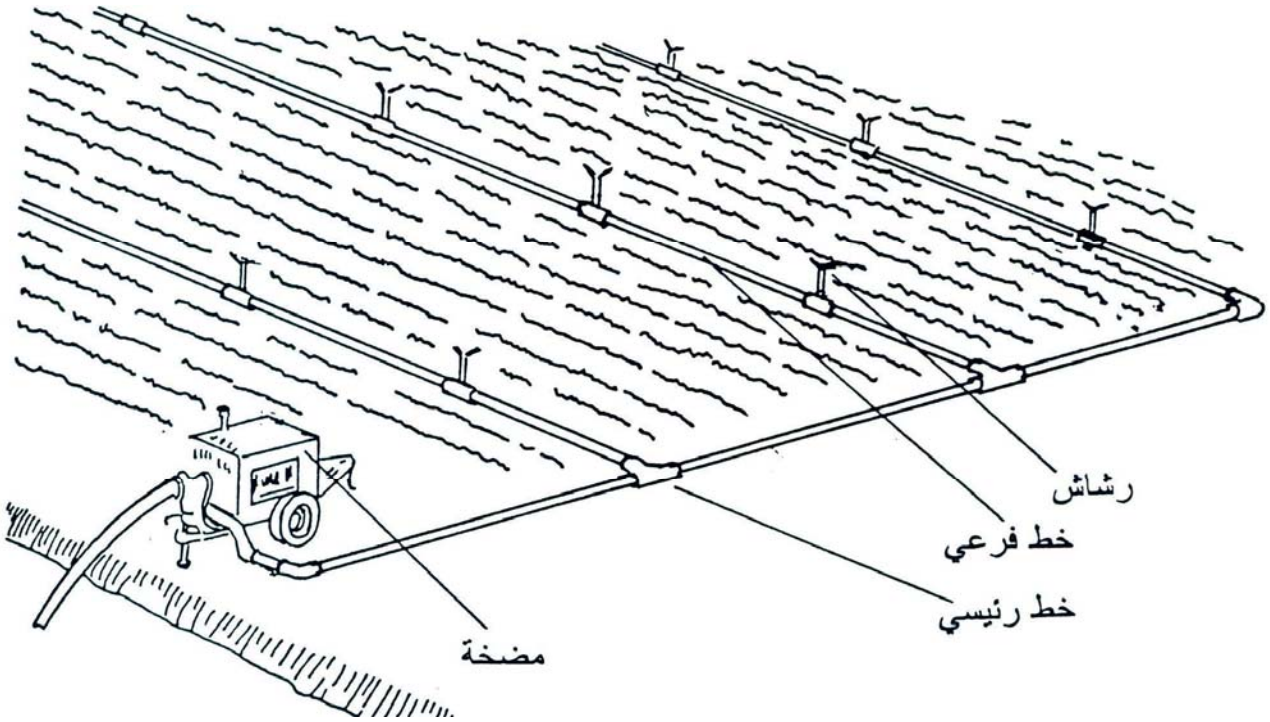
وتوجد حوامل الرشاشات خارجة من الخطوط بارتفاع مناسب فوق الأرض مركب عليها الرشاشات، وبالتالي تبقى مكونات الشبكة ثابتة بدون نقل من الحقل. ويمكن تقسيم هذا النظام إلى نوعين :-

أ – Solid-set System

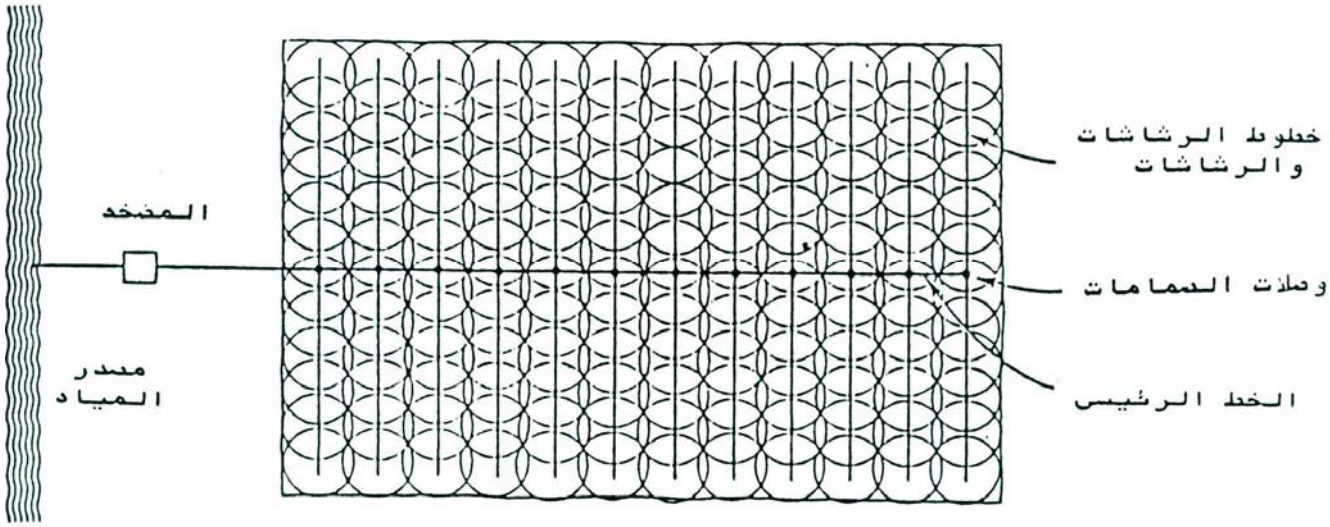
فيه تكون الأنابيب فوق سطح الأرض في الحقل أثناء موسم النمو ثم تنقل بعد الحصاد. وتستخدم الأنابيب المصنوعة من الألمنيوم لسهولة نقلها شكل (٢- ٣).

ب – Permanent System

فيه تكون الأنابيب الرئيسة والفرعية مدفونة تحت سطح الأرض والرشاشات فوق سطح الأرض. تستخدم الأنابيب المصنوعة من البلاستيك أو الصلب المجلفن أو من إسمنت الأسبستوس. وهذا النوع عادة يتطلب عماله أقل كثيراً مقارنة بالنظم المتنقلة، وهذا النوع يستخدم بكثرة شكل (٢- ٤).



شكل (٢- ٣) أجزاء النظام الثابت الموسمي



شكل (٢- ٤) نظام الري التقليدي الثابت

النظام نصف الثابت : Semi-Permanent System

استخدمت في السنوات الأخيرة نظم كثيرة للري تجمع بين مزايا النظام المتنقل والنظام الثابت وذلك في محاولة للجمع بين تقليل التكلفة الابتدائية وتقليل متطلبات الأيدي العاملة. ويطلق على هذا النوع النظام نصف الثابت أو شبه الدائم. في هذا النظام تكون المضخة والخط الرئيس ثابتة أثناء موسم الزراعة، بينما تكون الخطوط الفرعية متنقلة ومحمولة على عجلات يمكن تحريكها آلياً إلى مواضع مختلفة في الحقل المراد ريه بدون تفكيك هذه الخطوط. وبذلك لا يحتاج إلى أيدي عاملة كثيرة عند نقلها.

هناك نوعان رئيسان من هذا النظام هما :-

أ – نظام الري المحمول على محور العجل : Side-roll Lateral

ب- نظام الري المحمول على إطار العجل : Side-move Lateral

أجهزة الري

جهاز الري بالرش المدفعي

الجدارة : التعرف على جهاز الري بالرش المدفعي

الأهداف : أن يتعرف المتدرب على أنواع أجهزة الري بالرش المدفعي

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : ساعتان

الوسائل المساعدة : صور جهاز الري بالرش المدفعي

- زيارة بعض الشركات
- زيارة مزرعة نموذجية
- مشاهدة أجزاء جهاز الري بالرش المدفعي

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على معرفة الأنواع المختلفة لأجهزة الري بالرش المدفعي وكيفية عملها

المقدمة :

تستخدم أنظمة الرش المدفعي المتحركة رشاشات دوارة كبيرة وعند ضغط تشغيل عال لري مساحات كبيرة، وعبارة مدفع الرش (raingun) تستخدم لوصف هذا النوع من الرشاشات والذي يتميز بكبر الحجم والقدرة على دفع كميات كبيرة من الماء لتغطية مساحات كبيرة من الأرض . ورغم وجود معدات رش يمكن تحريكها يدوياً والتي يمكن استخدامها لجهاز الرش المدفعي، إلا أنه يشيع تركيب هذا النوع من الرشاشات على عربة ذات حركة مستمرة عبر الحقل أثناء الري ، وتسمى تلك الأجهزة غالباً بالمتجولة (travelers) والتي أصبحت شائعة في الأعوام الأخيرة نظراً لانخفاض التكلفة الأولية للجهاز بالنسبة لكل هتكار، وقلة الأيدي العاملة المطلوبة للتشغيل.

تعمل مدافع الرش عادة على ضغط تشغيل عال يتراوح من ٥ – ١٠ ضغط جوي (٧٥ – ١٤٥ رطل لكل بوصة مربعة) كما تعطي تصرفاً يتراوح بين ٤٠ – ١٢٠ متر مكعب في الساعة. ويمكن لتلك الأجهزة ري مساحات من الأرض تصل إلى أربعة هكتارات (١٠٠ متر عرض و ٤٠٠ متر طول) لكل وضع. وتتراوح معدلات الرش بين ٥ – ٣٥ ملليمتر/ساعة. يوجد نوعان رئيسان من تلك الأنظمة :

١ – النظام المدفعي المسحوب.

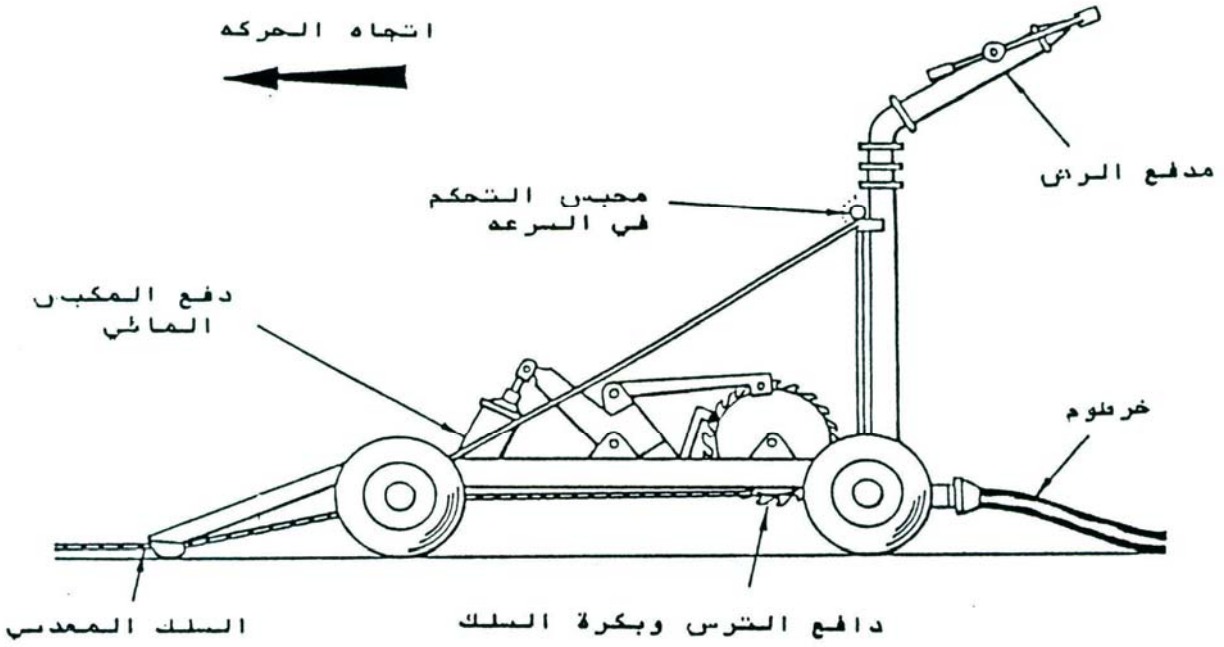
٢ – النظام المدفعي ذو البكرة.

النظام المدفعي المسحوب (Hose – pull system)

للجهاز المدفعي المسحوب بالسلك مدفع رش مثبت على عربة ذات عجلات (شكل ٣ –١)، ويتم توصيل الماء إلى الجهاز عبر خرطوم مرن يصل طوله إلى ٢٠٠ متر ، وقطره يتراوح بين ٥٠ – ١٠٠مم ، ويمكن سحبه خلف الجهاز. وعند التخطيط للنظام المدفعي المسحوب بالسلك يوضع الأنبوب الرئيس للماء والذي يصل بين محطة الضخ والحقل عبر مركز الحقل ، ويمكن لشريحة من الأرض يصل طولها إلى ٤٠٠ متر أن تروى في وضع واحد رغم أن طول الخرطوم لا يتعدى ٢٠٠ متر. عند بداية الري توضع عربة مدفع الرش في بداية المسار. كما يوضع الخرطوم المرن محاذيا لمسار الجهاز ويوصل أحد أطرافه بمدفع الرش والطرف الآخر بصمام على الأنبوب الرئيس ، ويجب توخي الحذر وتجنب أي التفاف أو التواء في الخرطوم لكي لا يسبب إعاقة لمسار الماء ، مع وضع الخرطوم بحيث يشكل جزءاً من دائرة خلف الجهاز.

لكي يتحول الجهاز في الوضع المرسوم له يوضع سلك من الصلب على عربة جهاز الرش. ويثبت طرفه الأخير في نهاية الحقل ، وعند بداية الري يفتح صمام الري ببطء وتتم حركة عربة مدفع الرش أما باستخدام محرك مائي يستمد طاقته من مصدر الماء ، ويدار بمكبس. أو بواسطة توربين أو باستخدام

آلة احتراق داخلي ، وهذا بدوره يدير ببطء بكرة صغيرة تحمل السلك الصلب والذي يسحب مدفع الرش عبر الحقل. ويمكن التحكم في معدل الرش عن طريق ضغط الماء المتاح عند مدفع الرش ، كما تتحكم سرعة تحرك عربة الجهاز في عمق ماء الري المضاف. وتتراوح سرعات مثل هذه الأجهزة بين ١٠ – ٥٠ متر/ساعة ، وكلما كان الجهاز سريعاً في الحركة كلما كان عمق الري أقل. عندما تبدأ حركة الجهاز لا يحتاج غالباً إلى مراقبة لساعات طويلة ، وعند نهاية الشوط يتوقف الجهاز آلياً ، وبعض أجهزة النظام المدفعي المسحوب بالسلك مجهزة بوسيلة تحكم لقفل مصدر الماء آلياً ، ولكن الأجهزة البسيطة تحتاج إلى عامل ليوقف المضخة. ويتطلب تغيير وضع الجهاز والخرطوم لري الشريحة التالية أيدٍ عاملة ، وهذه العملية غالبا تحتاج إلى عامل واحد وجرار ، وتستغرق ساعة واحدة تقريباً.



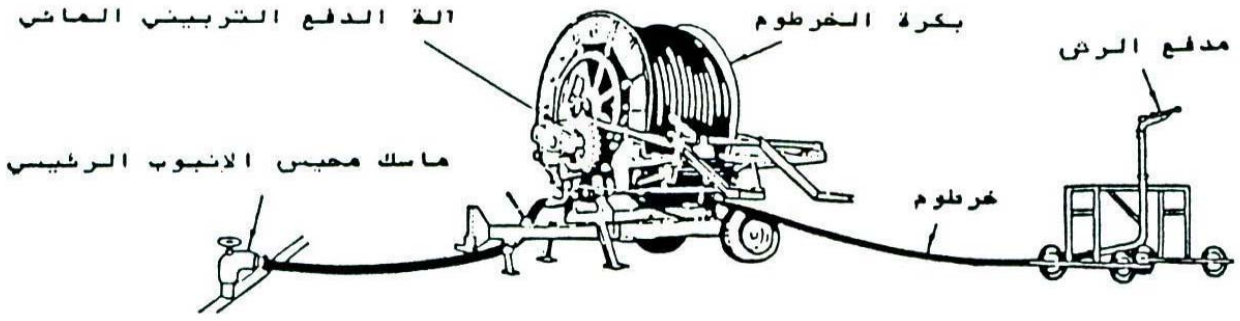
شكل (٣- ١) مكونات النظام المدفعي المسحوب بسلك

النظام المدفعي ذو البكرة (Hose – reel system)

في هذا النظام يركب جهاز الرش المدفعي على عربة ذات عجلات (شكل ٣ – ٢) ويتم توصيل الماء إلى الجهاز بواسطة خرطوم يتميز بمتانة أكبر مقارنة بذلك المستخدم في نظام السحب بسلك ولكنه يتصف بمرونة كافية حتى يتيسر لفه على بكرة كبيرة. ويستخدم الخرطوم لسحب جهاز الرش المدفعي باتجاه البكرة والموضوعة عند طرف الحقل ، وهناك أجهزة متوفرة بخراطيم تتراوح أطوالها بين ٢٠٠ – ٤٠٠ متر. عند التخطيط لمثل هذا النظام يعتمد الأنبوب الرئيس للماء من محطة الضخ عبر منتصف الحقل.

كما توضع البكرة الحاملة للخرطوم بالقرب من الأنبوب الرئيس عند بداية المسار الأول من الري وتوصل بالصمام القريب على الأنبوب الرئيس ويتم سحب جهاز الرش المدفعي ببطء إلى نهاية المسار باستخدام جرار زراعي ، وفي هذه العملية يخرج الخرطوم من البكرة ببطء وبالطول المطلوب فقط. لري الشريحة الأولى يبدأ تشغيل المضخة ثم يفتح صمام الماء الموصل للخرطوم ببطء ثم تسحب عربة الرشاش ببطء إلى نقطة البداية وذلك بإعادة لف الخرطوم على البكرة المثبتة عند بداية المسار. ويمكن الحصول على الطاقة الازمة لإدارة البكرة من محرك مائي أو من آلة احتراق داخلي أو من عمود الإدارة الخلفي للجرار الزراعي. وعند وصول عربة الرشاش إلى موضع البكرة يتوقف دوران البكرة آلياً ، وفي بعض الأجهزة البسيطة يقفل المصدر المائي آليا أيضاً.

عند استخدام الجهاز الحامل للبكرة في منتصف الحقل يمكن أن يدار حامل البكرة ١٨٠ درجة ثم يسحب جهاز الرش إلى نهاية المسار في الطرف الآخر للشريحة لري النصف الثاني منها ، يمكن لهذه العملية أن تتم باستخدام عامل واحد وجرار زراعي. وعندما تتم عملية الري للشريحة الأولى يتم سحب الجهاز الحامل للبكرة وعربة مدفع الرش باستخدام الجرار إلى الموضع التالي من الحقل لري الشريحة التالية. وفي الحقول الصغيرة يمكن أن يوضع الأنبوب الرئيس للماء بامتداد أحد أطراف الحقل ، ولكن تجب التأكد من أن الخرطوم له طول كاف. وتتشابه معدلات الرش الناتجة وسرعة تحرك العربة للجهاز المدفعي ذي البكرة مع نظائرها في النظام المدفعي المسحوب بسلك.



شكل (٣- ٢) مكونات النظام المدفعي ذي البكرة

مدافع الرش (rain guns) :

مدافع الرش هي عبارة عن رشاشات دوارة كبيرة الحجم مشابهة إلى حد كبير للرشاشات الصغيرة، تركب هذه الرشاشات عادة على عربات لها عجلات يمكن لها أن تتكيف لتلائم المسافات المختلفة للخطوط أو الصفوف وارتفاعات المحاصيل.

صممت هذه الرشاشات لتتحمل القوى الكبيرة المؤثرة والناتجة عن معدلات التصرف الكبيرة وضغوط التشغيل العالية.

ويمكن تصنيف مدافع الرش إلى نوعين :

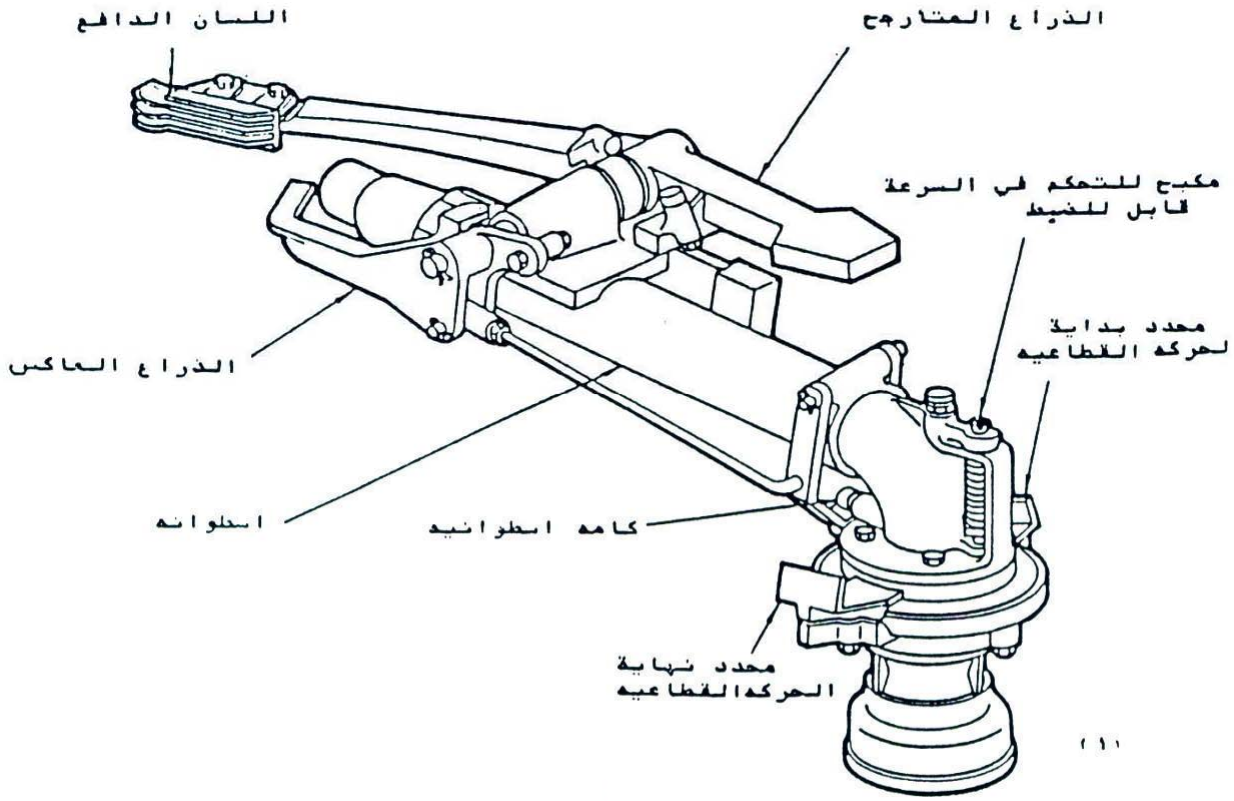
١ – مدفع الرش ذو الذراع المتأرجح.

٢ – مدفع الرش ذو التربين المائي.

مدفع الرش ذو الذراع المتأرجح (Swing – arm raingum) :

ويعمل هذا النوع من الرشاشات بطريقة مماثلة للرشاش الدوار الصغير (شكل ٣ – ٣). 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 جانبا ليسبب دورانا محدوداً لمدفع الرش. وبعد خروج الذراع من مسار الماء وفعل 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 للضغط ، ويستغرق الرشاش بين ٣ إلى ٥ دقائق ليكمل دورة واحدة.

يمكن لمدافع الرش أن تروي من خلال دورة كاملة ، ولكن الرشاشات القطاعية والتي تروي جزءاً من دائرة خلف الجهاز تعتبر أكثر شيوعاً وفي هذه الحالة يتحرك الجهاز دائماً فوق مسار جاف ، وعندما يصل الرشاش القطاعي إلى نهاية زاوية الدوران ، يرتد 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 محددة القطاع وتطلق الذراع العاكس ليعترض مسار الماء ، وبفعل قوة دفع تيار الماء للذراع يرتد مدفع الرش بسرعة كبيرة. وعند الرجوع إلى وضع البداية تركب نفس الكامة على محدد ثاني والذي يخلص الذراع العاكس من تيار الماء. ويكون مدفع الرش عندئذ مهيئا لبداية الري مرة أخرى. ومواضع محددات القطاعات قابلة للضبط بمعنى أنه يمكن ري أي قطاع وبأية زواية مطلوبة ، والقطاع المستخدم غالباً يغطي حتى زاوية ٢٧٠ درجة.



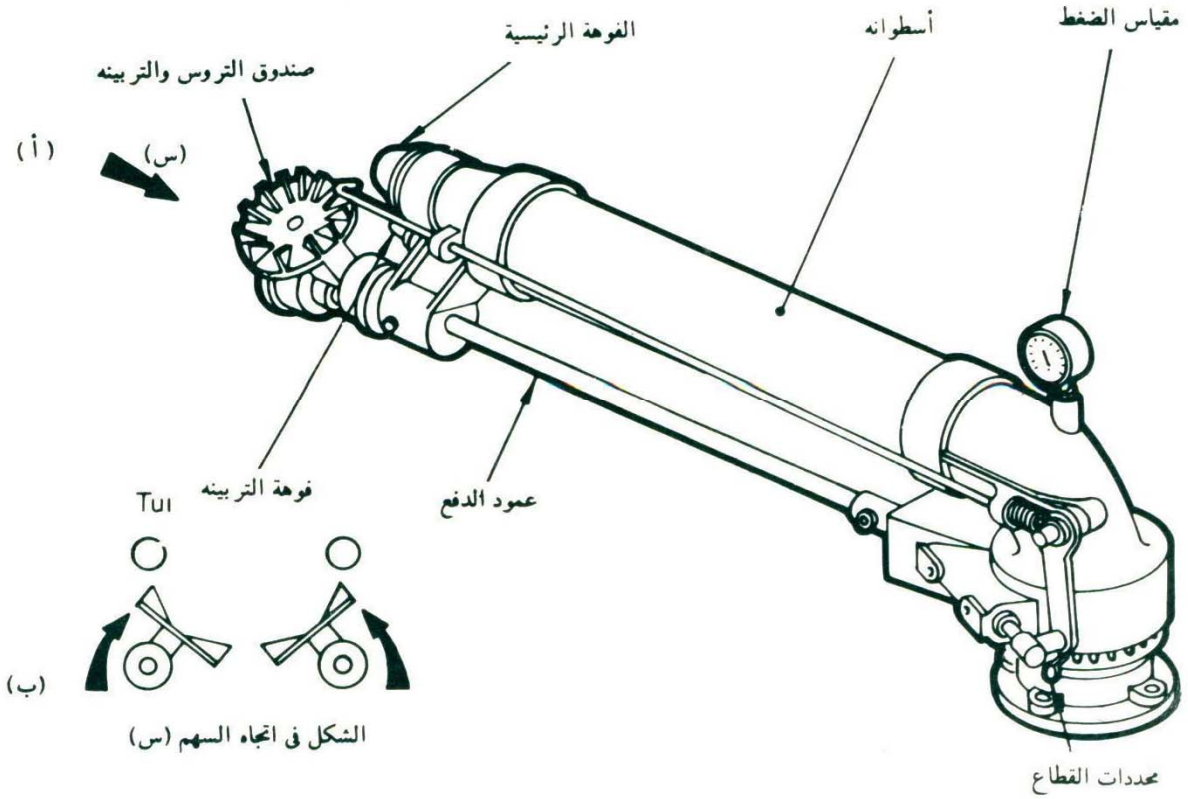
شكل (٣- ٣) مدفع الرش ذو الذراع المتأرجح

الارتداد السريع لمدفع الرش عند نهاية القطاع يساعد على تجنب إضاعة الماء ، ولكنه يمكن أن يسبب مشاكل تنشأ من ركوب زائد فوق المخلص. ولكي تحصل على توزيع رش متماثل يوضع المحدد المخلص أحياناً بطريقة خاصة لعمل حساب لقوة القصور الذاتي لمدفع الرش ، وعلى أي حال يمكن التحكم في سرعة ارتداد المدفع وإعادة ضبطها إذا كانت القوة الناتجة أكثر من اللازم.

مدفع الرش ذو التربين المائي (Water Turbin Reingum)

هذا الجهاز له مظهر مماثل لمدفع الرش ذي الذراع المتأرجح ولكنه يتحرك بطريقة سلسة ومتصلة وليس بالدفعات الصغيرة المتوالية، شكل (٣- ٤) وتتم تلك الحركة بفعل تربين مائي يحصل على طاقته من النفث المائي الرئيس 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 أيضاً استخدام مدافع الرش ذات التربينات 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 يدوران 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 ذي الذراع المتأرجح والذي يتحرك ببطء في اتجاه واحد ويعكس الاتجاه بسرعة كبيرة في الاتجاه الآخر.



شكل (٣- ٤) مدفع الرش ذو التربين المائي

الخصائص العامة (General Features) :

تزود مدافع الرش إما بفوهات ذات تجاويف متناقصة تدريجياً (مخروطية) أو بفوهات حلقية. فالفوهات ذات التجاويف المتناقصة تدريجياً يخرج منها عادة تيار مائي يستطيع اختراق الهواء بسهولة ولا يتأثر بالرياح ، كما تنتج عنها مسافة قذف أكبر كثيراً مقارنة بالفوهات الحلقية ، ولكن الفوهات الحلقية يمكنها تشتيت النفث المائي بصورة أفضل عند ضغوط التشغيل المنخفضة وهو ما يشكل عاملاً هاماً للمحاصيل الحساسة. وتتصف تلك الفوهات أيضاً بأنها رخيصة وتعطي مرونة أكبر في اختيار القطر المناسب مقارنة بالنوع الآخر من الفوهات ، وقد يكون ذلك مفيداً للأنظمة المركبة لأول مرة وعندما لا يكون المشغل متأكدا من القطر الذي تجب استعماله ، أو عندما يستخدم مدفع الرش لأنواع مختلفة من المحاصيل حيث تحتاج كل منها إلى فوهات ذات أحجام مختلفة مما يتطلب تغيير قطر الفوهة المستخدمة مرات عديدة . وتتراوح الأقطار النمطية للفوهات بين ١٥ إلى ٥٠ مم. وتتراوح زاوية القذف في المستوى الرأسي لمدافع الرش بين ١٥ إلى ٢٧ درجة. وبصفة عامة تزيد مسافة القذف عندما تزيد الزاوية عند ضغط تشغيل ثابت. وعندما يكون ضغط التشغيل المتوفر كافياً يفضل أن تكون زاوية القذف منخفضة لأن ذلك سوف يقلل من ارتفاع القذف وبالتالي من تأثير الرياح على انتظام توزيع المياه. ونظراً لأن مدافع الرش تعمل على ضغوط تشغيل عالية تجب أن يخرج نفث الماء من فوهة الرشاش خالياً من أية اضطرابات، لأن أي اضطراب في التدفق سوف يؤثر على مدى القذف للرشاش. ويمكن حدوث الاضطراب نتيجة التصميم غير الجيد لشبكة الأنابيب، أو التغيرات المفاجئة في الأنابيب وخشونة الأنابيب من الداخل. وهناك العديد من مدافع الرش التي تحتوي على ريش محيطية ثابتة في التجويف الرئيس المؤدي إلى الفوهة تساعد على استقامة تيار الماء وتبديد الاضطراب في النفث الخارج.

أجهزة الري

أجهزة الري المحوري

الجدارة : التعرف على أجهزة الري المحوري

الأهداف : أن يتعرف المتدرب على أنواع أجهزة الري المحوري

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : ساعتان

الوسائل المساعدة : - صور أجهزة الري المحوري
- زيارة بعض الشركات
- زيارة مزرعة نموذجية
- مشاهدة أجزاء جهاز الري المحوري

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على معرفة الأنواع المختلفة لأجهزة الري المحوري وكيفية عملها.

مقدمة :

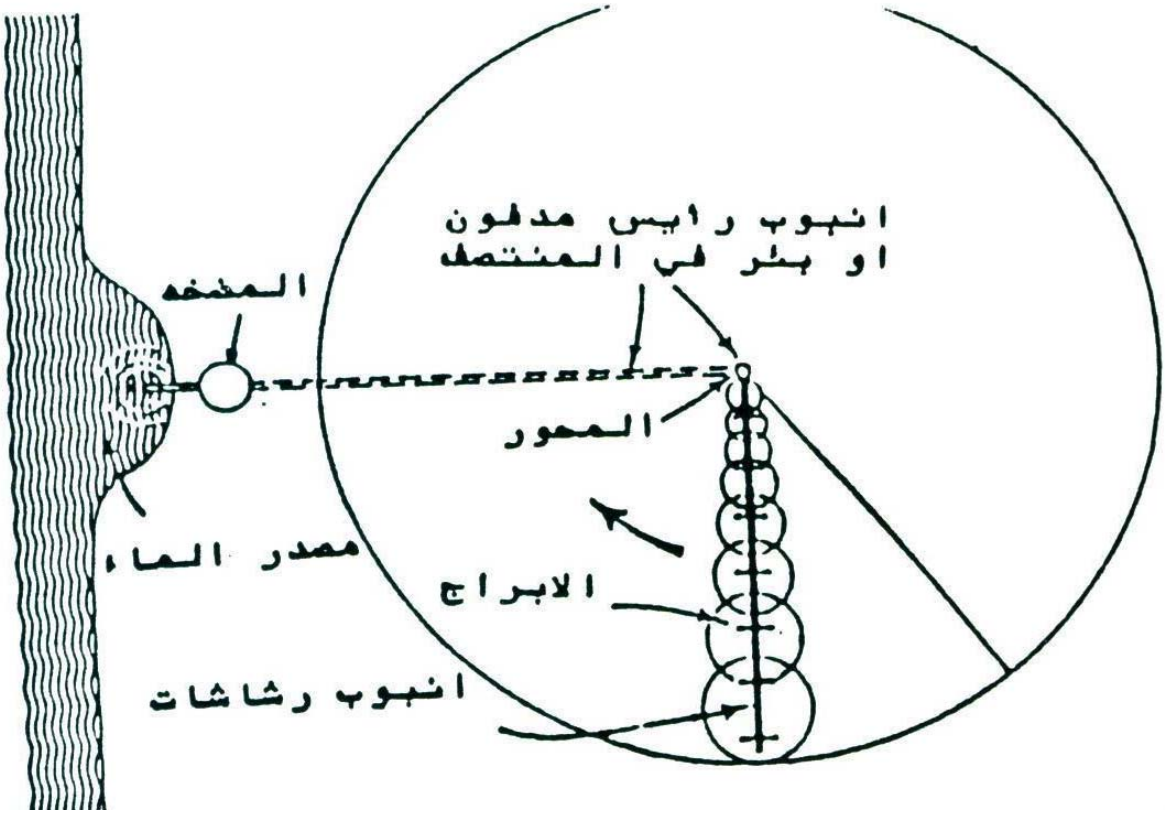
اتسعت الرقعة الزراعية توسعاً كبيراً خلال السنوات الأخيرة في مجال الزراعة ولا سيما زراعة القمح في المناطق الجافة. وقد صاحب هذا التوسع الكبير والسريع في آن واحد استعمال نظم ري حديثة ، وكان نظام الري بالرش المحوري من أهم هذه الأنظمة انتشاراً حيث يتم بواسطته إضافة كميات كبيرة من مياه الري إلى مساحات كبيرة من الأراضي. ويلائم استخدام نظام الري بالرش المحوري عديداً من الظروف الحقلية فهو يصلح لري معظم المحاصيل ولمعظم الأراضي وذلك للمرونة الكبيرة التي يتميز بها النظام ولإمكانية التحكم في تشغيله بكفاءة عالية. ويمكن استخدامه تحت معظم الظروف المناخية. كذلك يمكن إضافة الأسمدة والمواد الكيميائية بواسطة نظام الري المحوري. أيضاً فإن هذا النظام لا يتطلب عمالة كبيرة في تشغيله بالمقارنة بنظم الري الأخرى. ولكي يتم الاستخدام الأمثل للنظام لابد من الأخذ بعين الاعتبار بالنقاط التالية :-

١. تجب دراسة ملاءمة كل من التربة ، وتضاريس الأرض ، والمحاصيل لهذا النظام. كذلك معرفة تكلفة الآلات والصيانة والتشغيل لهذا الجهاز المحوري.
٢. نظراً لساعات التشغيل الطويلة ، والتي قد تتجاوز ٢٠٠٠ ساعة خلال الموسم ، تجب أن يكون النظام المستخدم موثوقا به ويمكن الاعتماد عليه ، وقابلاً للإصلاح السريع في الحقل. حيث إن تعطيل الجهاز لعدة أيام خلال فترة أقصى احتياجات مائية للمحصول قد يؤدي إلى ضياع المحصول أو انخفاض الإنتاج بدرجة كبيرة.

وصف النظام المحوري :

يتكون النظام المحوري من خط أنابيب يحتوي على رشاشات ومثبت من أحد طرفيه شكل (٤- ١). الطرف المثبت يسمى بنقطة المحور والطرف الحر يسمى بالنهاية الطرفية. نقطة المحور عبارة عن قاعدة خرسانية مثبت عليها المحور. يرتفع هذا الأنبوب والذي يسمى بخط الرشاشات عن الأرض بمسافة تصل إلى ٣ أمتار. يحمل هذا الخط عن الأرض بواسطة عدة ركائز تسمى بالأبراج وبواسطة أسلاك أو هياكل معدنية. يبعد كل برج عن الآخر على طول الخط بمسافة تتراوح من ٢٥ إلى ٧٥ متر تتوقف على طول خط الرش المحوري حيث تقل عندما يطول الخط حتى تتحمل الأبراج الوزن الناتج من زيادة الطول وتزيد هذه المسافة بين الأبراج عندما يقل طول الخط. وتركب هذه الأبراج على عجلات أو زحافات ، تتراوح أطوال الأنابيب بين (٨٠٠,٥٠ متر) ولكن الطول الشائع الاستخدام حوالي ٤٠٠ متر ، والقطر الشائع الاستخدام للأنابيب يتراوح بين (١٤٢ – ١٦٨ مم).

يزود النظام بالمياه بواسطة أنبوب يمتد عبر الحقل تحت سطح الأرض إذا كان مصدر الماء خارج الحقل ، أو من بئر قريب من المحور ثم إلى خط الرشاشات عن طريق المحور ، ثم إلى الرشاشات. أثناء الري عند تشغيل النظام يدور خط الرشاشات باستمرار حول المحور دون توقف ليروي مساحة دائرية قد تصل إلى ١٠٠ هكتار تبعاً لطول خط الرشاشات. وقد تستغرق الدورة الواحدة من عدة ساعات إلى عدة أيام حسب سرعة دوران الخط والعمق المراد إضافته أثناء الري. ويمكن للنظام الدوران للأمام أو الخلف حسب تعليمات المؤقت الزمني في لوحة الضبط والتحكم الموجودة قريبة من المحور. ونجد أن سرعة الدوران للأبراج تزداد للخط كلما ابتعد عن نقطة المحور وذلك حتى يمكن إضافة كميات متساوية من المياه للمساحة المروية.



شكل (٤- ١) وصف النظام المحوري

تدار عجلات الأبراج بواسطة محرك كهربائي صغير الحجم قدرته تتراوح بين ٠,٥ إلى ١,٥ حصان يركب على كل برج لإدارة العجلتين المحمول عليها البرج وذلك في حالة الأجهزة التي تدار كهربائياً وهي الأكثر انتشاراً. ويحصل على الطاقة الكهربائية من مولد عند المحور يعمل بواسطة آلة احتراق داخلي ، أو من شبكة الكهرباء العامة عن طريق توصيلات مدفونة تحت الأرض إلى المحور. معظم نظم الري

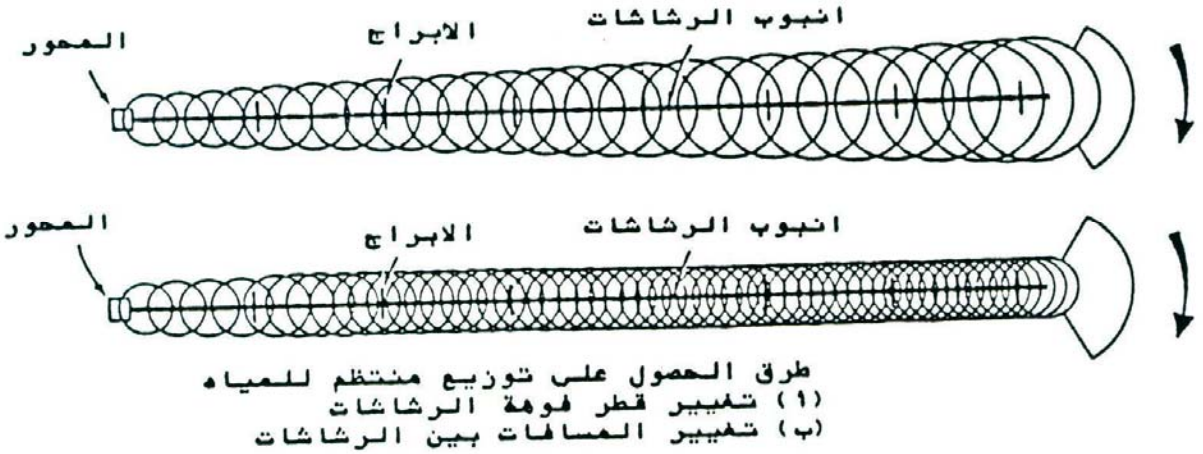
المحوري تعمل بجهد يتراوح بين ٣٨٠ – ٤٨٠ فولت (تيار ثلاثي الأوجه) ، ويتردد ٦٠ هرتز ، أما دوائر التحكم في النظام فتعمل عادة بجهد ١١٠ فوات.

وهناك وسائل أخرى لتحريك الأبراج غير الطاقة الكهربائية مثل الطاقة الهيدروليكية باستخدام زيت تحت ضغط يتراوح بين ٦٠٠ – ٢٠٠ رطل/بوصة^{2} عند المحور ويتم نقله إلى الأبراج بواسطة أنابيب صغيرة حتى المكبس الهيدروليكي أو المحرك الدوار عند كل برج. ضغط الزيت يتم الحصول عليه بواسطة مضخة عند المحور تعمل بواسطة آلة احتراق أو محرك كهربائي.

تركب أجهزة خاصة على الأبراج للتحكم في حركة كل برج على طول الخط المحوري وذلك لحفظ الخط في استقامة واحدة ابتداء من نقطة المحور إلى البرج الأخير. ويتحكم البرج الأخير في سرعة دوران النظام حيث إن الحركة تبدأ منه.

استقامة الأنبوب تتم من قبل الأبراج التي تأخذ مساراتها بحرية بالنسبة للبرج الأخير ، ومحور الجهاز. وفي حالة حدوث خلل في استقامة النظام يتوقف الجهاز عن الحركة ذاتياً بسبب وجود أجهزة مزودة بها لإيقاف النظام كلياً في حالة حدوث عطل أو خلل في الاستقامة.

تركب على خط الرشاشات إما رشاشات ثابتة أو دوارة وتكون المسافات بين هذه الرشاشات إما متساوية أو متغيرة أو تتغير أحجام الرشاشات مع تساوي المسافات بينها شكل (٤- ٢).



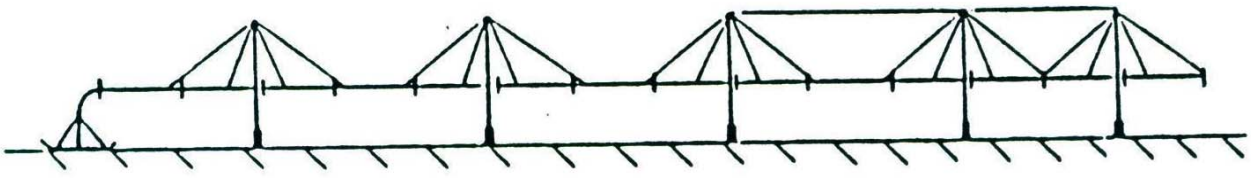
شكل (٤- ٢) طرق الحصول على توزيع منتظم للمياه على طول خط الرش

وذلك حتى يمكن الحصول على معدل رش متزايد كلما ابتعدنا عن المحور. ونجد أن الرشاشات مرتبة على المحور بأرقام معينة ، وهذا الترتيب في غاية الأهمية ولايجب تغييره عند صيانة الرشاشات أو استبدالها ، لأن ذلك يؤثر على توزيع المياه على المحصول ويتراوح معدل الرش بين ٥ – ٧٥ مم/ساعة على طول الخط للرشاشات الدوارة ، بينما يزداد معدل الرش عند استخدام الرشاشات الثابتة إلى حوالي ٣٠٠ مم/ساعة عند الطرف البعيد من المحور. ويعتمد الضغط اللازم لتشغيل النظام على نوع الرشاشات المستعملة ، وأيضاً على طول الخط المحوري ، ونجد أن الرشاشات الثابتة تحتاج إلى ضغط تشغيل أقل بالمقارنة بالدوارة. مما يقلل من استهلاك الطاقة المستخدمة. وتستخدم الأنابيب الساقطة مع الرشاشات الثابتة وذلك لإضافة مياه الري بالقرب من المحصول وهذا يقلل من فاقد المياه بالبخر ، وتقليل تأثير الرياح على توزيع المياه.

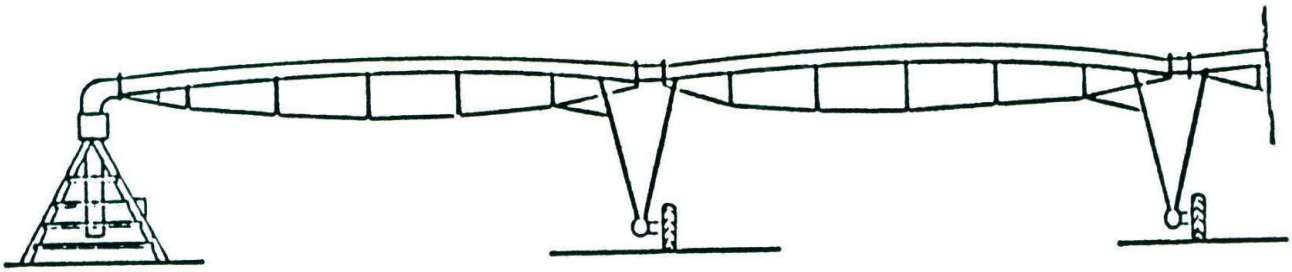
أنابيب خط الرشاشات :

لابد أن تكون هذه الأنابيب قوية ومقاومة للصدأ ولتأثير المواد الكيميائية والأملاح. كذلك تقاوم التآكل الناتج من المواد العالقة في المياه. وغالباً تكون هذه الأنابيب من الصلب المدهون أو الحديد المجلفن وقد تكون من البلاستيك. وقد يكون هناك نوعان من حيث تركيب خط الرشاشات على الأبراج كالتالي :

١. خط الرشاشات مشدود بأسلاك من الصلب مكونة مثلثات حول كل برج ، خط الرشاشات يكون خط مستقيما شكل (٤- ٣)، يكون ارتفاع البرج عن سطح الأرض حوالي ٦ متر ، وارتفاع خطاً الرشاشات حوالي ٣ متر.
٢. خط الرشاشات يكون على شكل منحنى مدعوماً بهياكل وأسلاك معدنية. حيث تكون الهياكل مشدودة في الخط والأسلاك المعدنية التي تنتهي في نهاية كل وصلة من الأنابيب عند الأبراج شكل (٤- ٤).



شكل (٤- ٣) خط الرشاشات المستقيم مشدود بأسلاك ممتد من الأبراج على الخط



شكل (٤- ٤) خط الرشاشات المنحني مرتكز على الأبراج مدعوم بهياكل وأسلاك معدنية

وتوجد وصلات مرنة بين أجزاء الخط عند كل برج تسمح بالحركة في الاتجاهين الأفقي والرأسي ولا تسمح بتسرب المياه ، كذلك تسمح بحدوث زوايا صغيرة بينهما. هذه الوصلات قوية ومرنة جداً ، وتصنع من الألياف الصناعية المرنة. وقد يتكون خط الرشاشات من أكثر من قطر واحد خاصة في الخطوط الطويلة.

عناصر تشغيل النظام :

هناك بعض العناصر المطلوب معرفتها عند تشغيل جهاز الري المحوري حتى يمكن الحصول على نظام ري ذي كفاءة جيدة وهي :

١ - زمن الدورة الفعلية للجهاز :

في العادة يتم حساب الزمن الفعلي للدورة تحت ظروف التشغيل في الحقل حيث نجد أن الزمن النظري المحسوب بالمعادلات يختلف عن الزمن الفعلي ، وذلك بسبب اختلاف نوع التربة وتضاريس الحقل ومقاسات العجل وانزلاقه. ويمكن معرفة زمن الدورة الفعلي للجهاز عند ضبط نسبة التوقيت في صندوق التحكم عند نسبة ١٠٠٪. وبالتالي يمكن حساب الزمن الذي استغرقه الجهاز لعمل دورة واحدة عند نسبة ١٠٠٪ وهذا يعطي سرعة البرج الأخير. ومن المعروف أنه عند ضبط السرعة على نسبة ١٠٠٪ فمعنى ذلك أن البرج الأخير يتحرك ٦٠ ثانية في الدقيقة ، أي يتحرك باستمرار دون توقف. أما إذا تم الضبط على توقيت ٧٥٪ فإن البرج الأخير يتحرك ٤٥ ثانية كل دقيقة ، أي يتحرك ٧٥٪ من الدقيقة فإذا كان الجهاز يقوم بإكمال الدورة في زمن ١٢ ساعة مثلاً عند نسبة ١٠٠٪ فنجد أنه يستغرق١٦ ساعة في الدورة عند نسبة ٧٥٪ (١٢÷٠,٧٥=١٦) وهكذا. وبالتالي يمكن حساب سرعة البرج الأخير من المعادلة التالية :

$$\text{سرعة البرج الأخير} = \frac{\text{محيط الدائرة الخارجية لمسار البرج الأخير}}{\text{زمن الدورة}}$$

ويمكن كتابتها كالتالي :

$$V = \frac{2 \times 3.14 \times R_L}{T_{rev}}$$

ويمكن حساب زمن الدورة الفعلي عند نسبة توقيت ١٠٠٪ كالتالي :

$$(T_{rev})\text{at}100\%\ \text{speed} = \frac{2 \times 3.14 \times R_L}{V}$$

ويمكن حساب زمن الدورة للجهازعند أي نسبة توقيت كالتالي:

زمن دورة الجهاز عند ١٠٠٪

زمن دورة الجهاز عند نسبة توقيت × ٪ = ــ

نسبة التوقيت × ٪

حيث إن :

R_L = المسافة من البرج الأخير إلى المحور (متر)

T_{rev} = زمن الدورة أثناء التشغيل

V = سرعة دوران البرج الأخير (متر/دقيقة)

٢ – اختيار نسبة التوقيت المناسبة :

كلما دار الجهاز المحوري بسرعة ، قلت كمية مياه الري المضافة ، فعمق مياه الري التي تضاف بالجهاز تتناسب عكسياً مع نسبة التوقيت ويمكن حساب عمق ماء الري المضاف عند توقيت ١٠٠٪ بالمعادلة التالية :

تصرف الجهاز (لتر/ث) × زمن الدورة بالساعة × ٣٦٠٠

عمق ماء الري المضاف عند نسبة ١٠٠٪ (مم) = ــ

المساحة المروية (هكتار) × ١٠٠٠٠

أو تكتب كالآتي :

$$(D_g)at100\%speed(mm) = \frac{Q_s(L/S) \times 3600 \times T_{rev}(hr)}{A(ha) \times 10000}$$

وعند شراء الجهاز المحوري يكون معلوماً من الشركة البائعة تصرف الجهاز ، وعددالرشاشات وضغوط

التشغيل عند المحور وفي نهاية خط الرش المحوري.

مثال : إذا كان تصرف الجهاز ٩٠٠ جالون في الدقيقة ، ويتكون من ثمانية أبراج ، ونصف قطر دائرة الري ٤١٢ متر ، وزمن الدورة ٢٥ ساعة نسبة توقيت ١٠٠٪. ما هو عمق ماء الري المضاف؟

الحل

$$Q_s = 900 \text{ gal/min} = \frac{900 \times 3.785}{60} = 56.775 \text{ L/S}$$

$$(D_g)_{\text{at 100\% speed}} = \frac{56.775 \times 3600 \times 25}{3.14 \times 412^2} = 9.57 \text{ mm}$$

وإذا تعذر استعمال المعادلة السابقة لأي سبب مثل عدم معرفة تصرف الجهاز فيمكن استخدام طريقة تقريبية ، وهي وضع علب زيت محرك فارغة ذات اللتر الواحد على مسافات منتظمة تساوي ٨ متر على طول خط الرشاشات ثم تشغيل الجهاز على نسبة توقيت ١٠٠٪ ، وبعد مرور الجهاز فوق العلب يتم قياس عمق المياه المتجمعة في كل علبة (عمق المياه الموزونة في العلبة = حجم الماء المتجمع ÷ مساحة فوهة العلبة × رقم العلبة) ويؤخذ متوسط الأعماق الموزونة. وبذلك يكون عمق مياه الري الصافية التي تتسرب داخل التربة وهي تقل عن عمق المياه المضاف (D_g) حسب الموسم والشهر. وبذلك يمكن حساب نسبة التوقيت المطلوبة لإضافة عمق معين من مياه الري كالآتي :-

$$\text{نسبة التوقيت المطلوبة} = \frac{\text{عمق الماء المضاف عند نسبة ١٠٠٪}}{\text{عمق المياه المطلوب إضافته}} \times ١٠٠$$

فإذا كان الجهاز يضيف عمق مياه الري (٩مم) عند نسبة توقيت ١٠٠٪. ما هي نسبة التوقيت عندما يراد إضافة عمق مقداره ١٥,٥ مم.

$$\text{نسبة التوقيت المطلوبة} = \frac{٩ \times ١٠٠}{١٥.٥} = ٥٨ \text{ ٪}$$

وتبقى مشكلة تحديد عمق ماء الري المطلوب إضافته ، فهذا العمق يعتمد على مرحلة نمو النبات ، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء. أما الفترة بين الرية والرية التي تليها وهي تقاس بعدد الأيام فتعتمد على نوع المحصول ، ونوع التربة ، والعوامل الجوية مثل درجة الحرارة وسرعة الرياح. فنجد أنه كلما كان الطقس حاراً والرطوبة منخفضة قلت الفترة بين الريات وكذلك كلما تقدمت مرحلة نمو المحصول قلت الفترة بين

الريات.

وكذلك يزداد عمق الماء المطلوب إضافته إلى التربة والمحصول ويمكن حساب عمق الماء المطلوب إضافته إلى التربة من المعادلة التالية :

$$\text{عمق ماء الري المضاف (مم)} = \frac{\text{عمق الماء المتاح بالتربة} \times \text{عمق الجذور للنبات} \times \text{نسبة الاستنفاذ}}{\text{كفاءة نظام الري}}$$

مثال :

إذا كانت التربة رملية وعمق الماء المتاح في كل متر عمق من التربة = ٣٠ مم/متر عمق وعمق منطقة الجذور للنبات ٠,٦ متر ، نسبة الاستفادة ٥٠٪ ، كفاءة نظام الري ٧٥٪.

$$\text{عمق ماء الري المطلوب إضافته بواسطة الجهاز} = \frac{٣٠ \times ٠,٦ \times ٠,٥}{٠,٧٥} = ١٢٠\text{مم}$$

وبالتالي يمكن حساب نسبة التوقيت المطلوبة كما سبق.

وتجب معرفة أن نوع التربة يؤثر في عمق ماء الري المضاف ، حيث نجد أن لكل تربة سعة تخزينية تختلف عن الأخرى ، وبذلك يكون له أهمية في تحديد كمية المياه التي تحتفظ بها التربة. فنجد أن التربة الرملية (Sand) يكون عمق الماء المتاح الكلي يتراوح بين ٤٧ – ١٤٠ مم/متر عمق من التربة بينما في التربة الرملية الطميية (Sandy Loam) بين ١٤٠- ٢١٠ مم/متر عمق من التربة وفي التربة الطينية (Clay) يتراوح بين ٣٥٠ – ٣٨٠ مم/متر عمق من التربة. ولذلك فإن عملية الري تتم عندما يستهلك النبات نسبة ٣٠- ٧٠٪ من كمية الماء المتاح الكلي حسب نوع التربة ، ولكن كقاعدة عامة يمكن اعتبار هذه النسبة وهي تسمى بنسبة الاستفادة على أنها تساوي ٥٠٪. ولذلك يتم الري عندما يستهلك نصف الماء المتاح الموجود في التربة.

وعادة قبل مرحلة الزراعة تتم عملية الري السابق للزراعة أو ما يسمى بالري المبكر (Pre – Irrigation) خاصة في الأراضي الرملية والتي تزرع بمحصول القمح. هذا الري المبكر يؤدي إلى :

١. غسيل الأملاح من الطبقة السطحية للتربة ومن كل قطاع التربة اللازم لنمو المجموع الجذري والذي تجمع في القطاع من الموسم الزراعي السابق.
٢. زيادة المحتوى الرطوبي في التربة قبل عملية الإنبات وبالتالي الحصول على محصول جيد. كذلك يساعد على التخلص من أي بذور تتواجد في التربة قبل زراعة المحصول وبالتالي يمكن التخلص منها قبل الزراعة سواء كانت حشائش أو محاصيل.

عموماً تكون سرعة دوران الجهاز عالية في بداية الموسم الزراعي (نسبة التوقيت حوالي ١٠٠٪) عند الإنبات ثم تقل سرعة الدوران تدريجياً بسبب زيادة الغطاء الخضري للنبات وبالتالي زيادة الاحتياج المائي للمحصول إلى أن تصل إلى أقل سرعة دوران للجهاز أثناء الموسم (نسبة التوقيت حوالي ٥ – ١٠٪) عندما يكتمل نمو الغطاء الخضري للنبات. بعد ذلك يقل الاحتياج المائي للنبات عند قرب الحصاد وبالتالي تزيد سرعة دوران الجهاز.

٣ – آلية الدفع : Drive Mechanism

يتحرك النظام المحوري باستمرار أثناء الري ، ولكل برج وحدة دفع مستقلة خاصة به ، مما يسمح لكل برج أن يتحرك بسرعة مختلفة. مع زيادة البعد عن المحور يزداد طول محيط الدائرة التي يقطعها البرج ، مما يستدعي تحركه بسرعة أكبر للمحافظة على استقامة أنبوب الرش أثناء الدوران. وطاقة الدفع للأبراج قد تكون مائية أو كهربائية. فالطاقة المائية تستمد من خلال ضغط الماء داخل أنبوب الرش ، وتستخدم لإدارة محرك مائي مماثل لذلك المستخدم في مدافع الرش المدفعي وفي بعض الأحيان يستخدم مصدر مائي منفصل أو نظام هيدروليكي يعمل بالزيت. ويتم التحكم في سرعة الأبراج وبالتالي في سرعة أنبوب الرش بتحديد مقدار التصرف إلى كل محرك مائي. كما يمكن التحكم في استقامة أنبوب الرش باستخدام أسلاك تحكم على طول الأنبوب فعلى سبيل المثال إذا تحرك أحد الأبراج إلى الأمام أكثر مما ينبغي ليسحب الأنبوب عند ذلك البرج مؤثراً على استقامته ، فلابد أن يزداد الشد على هذا السلك فيقفل محبس تزويد المحرك المائي لهذا البرج مما يؤدي بدوره إلى تباطؤ ذلك البرج. وبشكل مماثل إذا تباطأ أحد الأبراج عن الأخرى يؤثر ذلك على سلك آخر فيشده ليفتح محبس التزويد فيزيد سرعة ذلك البرج.

ويمكن التحكم بسرعة دوران أنبوب الرش بضغط سرعة البرج الآخر ، وعندما يبدأ هذا البرج في الحركة تستجيب باقي الأبراج تبعاً لذلك بصورة آلية نظراً لاتصالها ببعضها بأسلاك التحكم ويعتبر العيب الرئيس في استخدام المحرك المائي هو أن الجهاز لا يعمل إلا أثناء عملية الري ، ولا يمكن تحريك الأنبوب عندما لا يكون فيه ماء.

وعند توفر الطاقة الكهربائية يزود كل برج بمحرك كهربائي منفصل (قدرته بين ٠,٥ – ١,٥ حصان) ، ويعمل المحرك بدفع العجلات أو الزحافات عن طريق صندوق تروس أو سلسلة دفع. ويتم التحكم في دوران أنبوب الرش من خلال ضبط سرعة البرج الأخير بواسطة صندوق تحكم قريب من المحور. وتتم المحافظة على استقامة أنبوب الرش بطريقة مشابهة لتلك المستخدمة في حالة المحركات المائية ، حيث تستخدم أسلاك التحكم لتشغيل أو إيقاف المحركات الكهربائية.

٤ – طريقة دوران خط الرشاشات :

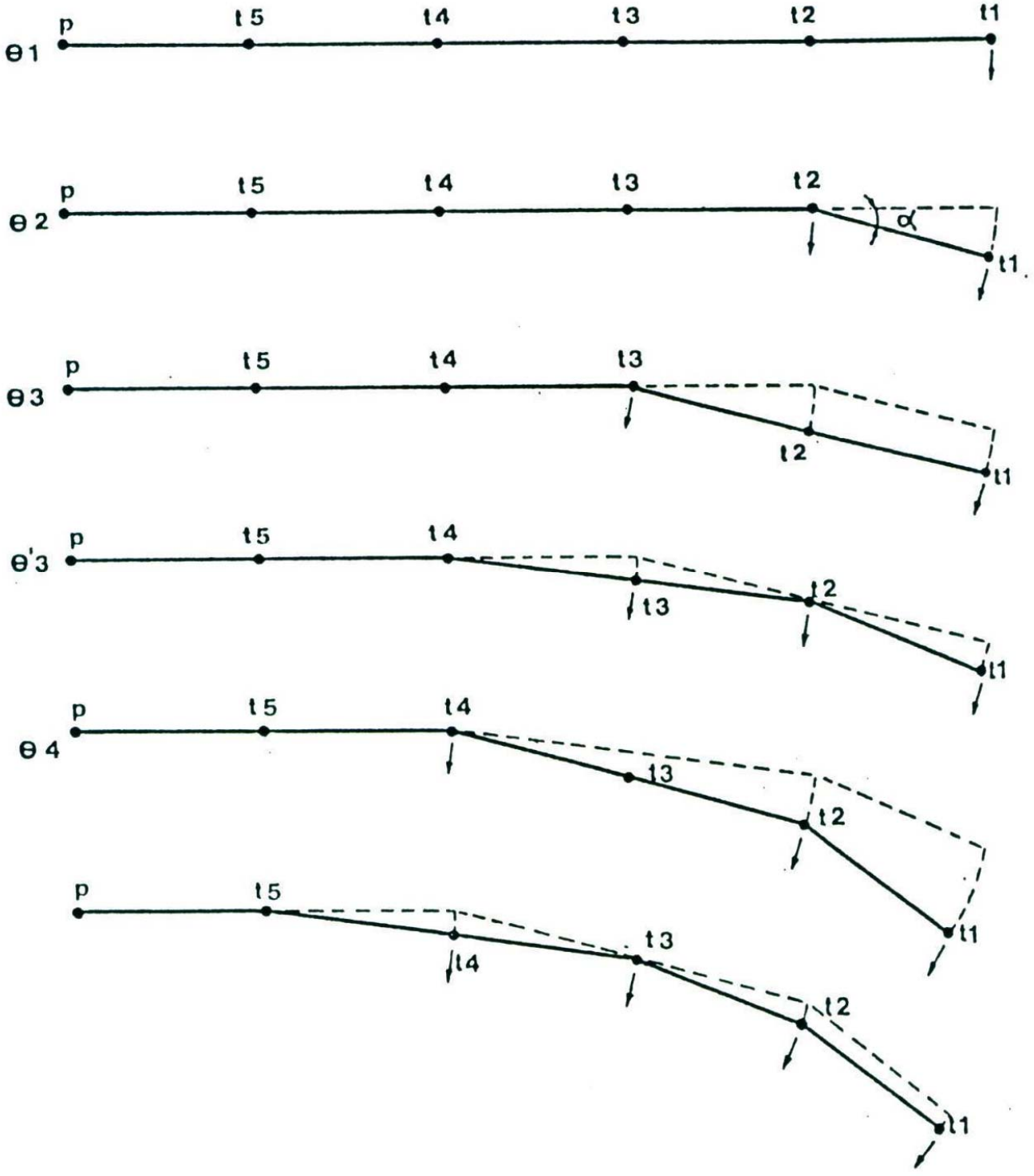
لشرح هذه الطريقة سوف نأخذ مثالاً لنظام ري محوري يتكون من خمسة أبراج شكل (٤- ٥) تبدأ ببرج رقم (t_1) في نهاية خط الرشاشات إلى برج رقم (t_5) القريب من المحور ، حيث إن البرج الأخير (t_1) يتحكم في حركة الجهاز وهو يتحرك بسرعة أمامية ثابتة (Forward Speed) ولكن تردده في حركته وإيقافه (Start and Stop) في وحدة الزمن (Frequency) يختلف حسب تشغيله وذلك باختيار نسبة السرعة التي تتراوح بين (صفر – ١٠٠٪) داخل صندوق التحكم (Control Box) ، وبالتالي يتم اختيار سرعة دوران (Rotation) للبرج الأخير عن طريق النسبة المئوية لسرعة الدوران بالنسبة لسرعة الدوران القصوى. حيث إن البرج الأخير يتحرك باستمرار بدون توقف عند سرعة الدوران القصوى وهي عند النسبة المئوية ١٠٠٪ فإذا كان نظام الري يلف دورة كاملة في ٢٤ ساعة مثلاً السرعة الدورانية القصوى ، والنسبة المئوية المختارة هي ٧٥٪ فإننا نتوقع أن يلف الجهاز الدائرة كاملة في ٣٢ ساعة (٢٤ ÷ ٠,٧٥ = ٣٢) وهكذا. ومن الجدير بالذكر أيضاً أنه يمكن عكس اتجاه حركة الجهاز وذلك بواسطة الضغط على مفتاح السرعة الخلفية في صندوق التحكم.

صندوق التحكم الموجود عادة بالقرب من المحور توجد به عدة مفاتيح يمكن عن طريقها اختيار النسبة المئوية لسرعة الدوران أو اتجاه حركة الدوران للجهاز أو تشغيل أو إيقاف النظام إلى غير ذلك من المفاتيح. في الواقع سرعة البرج الأخير لا تتغير مع اختلاف النسبة ولكن خطوة الحركة والإيقاف (Start-and-Stop) هي التي يمكن تغييرها.

عندما يبدأ في تشغيل نظام الري المحوري بتشغيل المضخة تبدأ الرشاشات في الري ، ويبدأ الجهاز في الدوران حول محوره على النحو التالي. يتحرك البرج الأخير (t_1) وبذلك فإن الخط الواصل بين البرج (t_1) والبرج (t_2) يصنع زاوية مقدارها (α) مع الخط الواصل بين البرج (t_1) والبرج (t_3) بعد ذلك يبدأ البرج (t_2) في التحرك إلى أن يصل إلى الخط الواصل بين (t_1) والبرج (t_3) بعد ذلك يتوقف البرج (t_2) ولكن يبدأ البرج (t_3) في التحرك حتى يصبح على استقامة مع الخط الواصل بين (t_2) و (t_4) وهكذا يبدأ (t_4) في التحرك حتى تصل الحركة (t_5) حيث إن هذه الحركة بين الأبراج (t_2) إلى (t_5) حركة تعاقبية. مع ملاحظة أنه قد يتحرك أيضاً البرج (t_1) في أثناء ذلك ويبدأ في عمل زاوية مع البرج (t_2) وهكذا يتحرك (t_2) كما يتضح من الشكل.

لذلك نجد أن البرج يتحرك عندما تكون $\alpha \geq \alpha_0$ ، ويتوقف عندما تكون α_0 = 0.0 . أي يكون البرج مع البرجين الذي قبله والذي بعده على استقامة واحدة. حيث إن α_0 هي زاوية التصميم من قبل الشركة المنتجة (pre – Set angle). وإذا تحرك برج ما وكون زاوية مع البرج الذي يليه أكبر من زاوية

التصميم المحددة من قبل الشركة المنتجة فإن الجهاز يتوقف كلياً عن العمل لوجود أجهزة أمان للمحافظة على استقامة خط الرش ، مثل هذه الحالات تحدث عند تغريز بعض العجلات أثناء الري.



شكل (٤- ٥) تخطيط بياني لحركة الأبراج للنظام المحوري

٥ – اختلاف معدل الرش على طول الخط :

تتم عملية إضافة المياه للتربة على طول خط الرش المحوري بحيث يتزايد معدل الرش من قيمة صغرى بالقرب من المحور إلى قيمة عظمى عند الطرف البعيد للخط وبالتالي يكون معدل الرش الخارج من الرشاشات غير متساو على طول الخط ، والسبب في ذلك أن زمن إضافة المياه لموضع معين في الحقل يتناقص كلما زاد بعد هذا الموضع عن المحور. وللحصول على نفس عمق المياه (D_g) المطلوب إضافته في الرية عند المواضع المختلفة يتحتم زيادة معدل الرش على طول الخط المحوري. الزمن المطلوب لإضافة (D_g) في مواضع مختلفة على طول خط الرش المحوري لأنواع مختلفة من الرشاشات وسرعات الدوران.

وتجب ملاحظة أن تغيير سرعة دوران الجهاز لايؤثر على معدلات الرش إلى المساحة المروية وإنما يؤثر على قيمة عمق المياه المضافة (D_g) في الدورة الواحدة. حيث تتناقص قيمة (D_g) بزيادة سرعة الدوران. معدل الرش في النظام المحوري يتراوح بين (٥ مم/ساعة) قرب المحور إلى (٧٥ مم/ساعة) في الطرف البعيد بالنسبة للرشاشات الدوارة، بينما قد يصل إلى (٣٠٠ مم/ساعة) عند استخدام الرشاشات الثابتة. وللحصول على معدل رش منتظم على طول المساحة المروية لابد من ترتيب خاص للرشاشات المستخدمة.

يتوقف معدل الرش على العوامل التالية :

١ – نوع الرشاش المستخدم.

٢ – المسافة بين الرشاشات على طول الخط.

٣ – قطر دائرة الرش لكل رشاش.

٤ – ضغط التشغيل عند فوهة الرشاش.

٥ – طول خط الرش المحوري.

وعلى ذلك فإن التحكم في معدلات الرش على طول الخط يتطلب اختيار :

أ – حجم الرشاشات المناسب.

ب – المسافة بين الرشاشات المناسبة.

ج – ضغط التشغيل المطلوب.

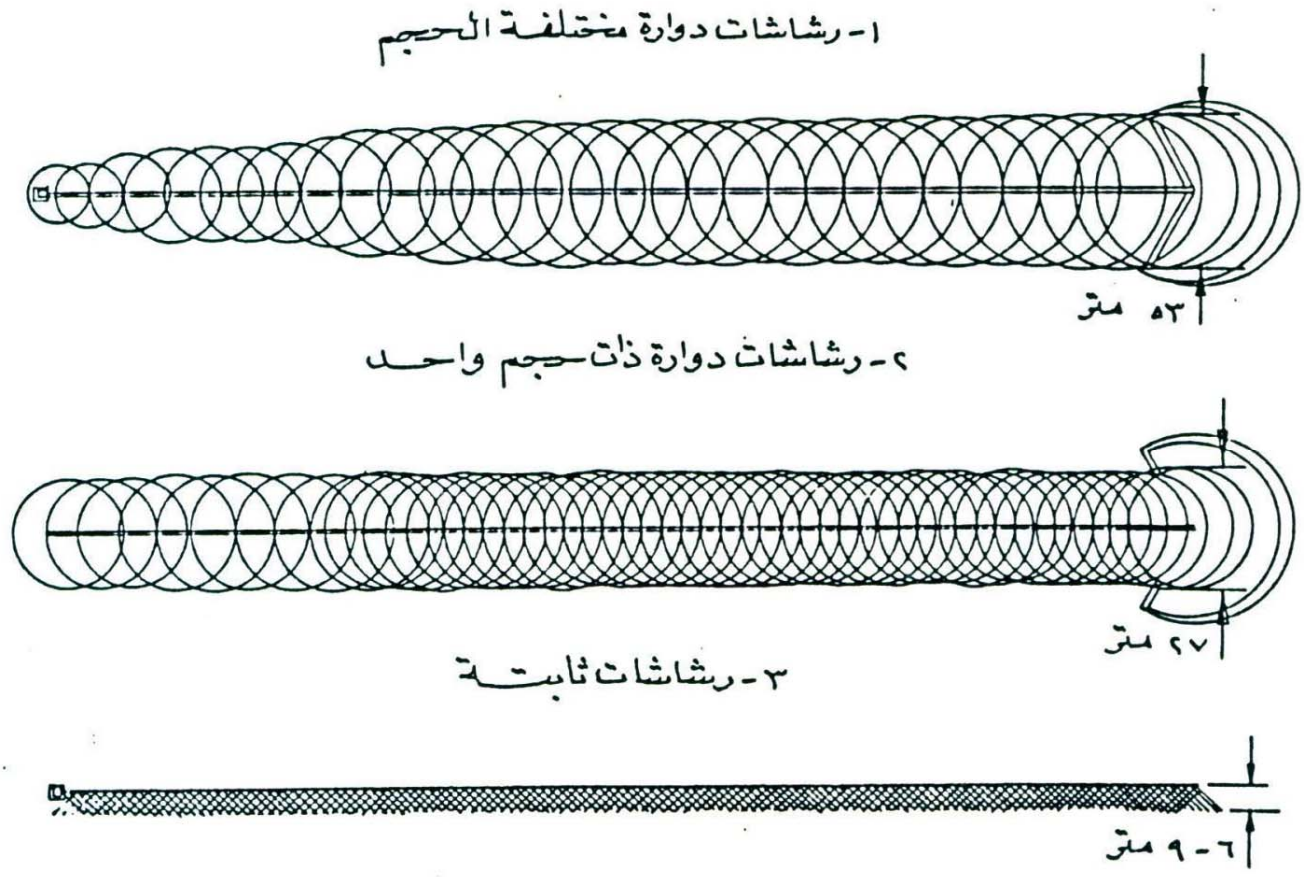
وتجب ملاحظة أن تغيير سرعة دوران الخط لا يؤثر على معدلات الرش ، وإنما يؤثر على قيمة (D_g) المضاف في الدورة الواحدة. حيث تقل قيمة (D_g) بزيادة سرعة الدوران. وملخص ذلك أن التصرف الخارج من الرشاشات يزداد كلما ابتعدنا عن المحور. كذلك نجد أن ضغط التشغيل يكون أعلى عند المحور ثم يقل كلما اتجهنا إلى نهاية الخط. وأيضاً الفاقد بالاحتكاك يقل كلما اتجهنا إلى نهاية الخط

وذلك لزيادة عدد المخارج في الخط. ونجد أن المساحة المروية تزداد كلما ابتعدنا عن المحور. وبالتالي لابد من ترتيب الرشاشات حتى يمكن الحصول على معدل رش منتظم على طول الخط حتى يمكن الحصول على ري كفاءته جيدة.

ترتيب الرشاشات على طول خط الرش :

الرشاشات المستخدمة في جهاز الرش المحوري تكون إما رشاشات دوارة (Rotary impact Sprinklers) أو رشاشات ثابتة (Fixed Spray Nozzles) ويخضع توزيعها على طول خط الرش المحوري لإحدى الحالات الرئيسة التالية، شكل (٤- ٦) وذلك حتى يمكن الحصول على انتظام في توزيع المياه على المساحة المروية :

١ – الرشاشات المستخدمة توضع على مسافات متساوية على طول خط الرش المحوري (تتراوح من ٥- ١٢ متر). ولكن هذه الرشاشات ذات تصرفات متغيرة ، بحيث يزداد تصرف هذه الرشاشات كلما ابتعدنا عن المحور.



شكل (٤- ٦) أشكال البلل الناتجة من الرشاشات على طول خط الرشاش المحوري

٢ – الرشاشات المستخدمة ذات تصرف وحجم ثابت على طول الخط المحوري ولكن تقل المسافة بين هذه الرشاشات كلما ابتعدنا عن المحور. تتراوح المسافة (٩- ١٢ متر) بالقرب من المحور ثم تقل حتى تصل حوالي (١,٥ – ٢ متر) في نهاية خط الرشاشات.

٣ – تستخدم رشاشات ثابتة ذات تصرف يزداد كلما ابتعدنا عن المحور وتكون المسافة بين هذه الرشاشات متساوية. تتراوح هذه المسافة بين (١,٥ – ٣) متر.

ومن الطبيعي فإن هنالك حالات متوسطة تقع بين هذه الحالات الثلاث الرئيسة. ويتحكم في اختيار إحدى الحالات السابقة بعض العوامل الهامة مثل :

أ – نوع التربة:

فنجد أن الحالة الأولى لا تناسب التربة ضعيفة البناء لأن حجم القطرات المائية الناتجة تكون متوسطة إلى كبيرة الحجم. بينما الحالة الثالثة تلائم هذا النوع من التربة ذات التسرب العالي.

ب – التكلفة الاقتصادية:

نجد أن الحالة الثانية تستخدم رشاشات قليلة وبالتالي تكون أقل تكلفة. كذلك تكون عملية الصيانة أسهل وأقل تكلفة في الحالة الثانية.

ج – ضغط التشغيل:

نجد أن الحالة الثالثة تحتاج إلى ضغط تشغيل أقل من الحالتين الأولى والثانية اللتان تحتاج إلى ضغط تشغيل عال خاصة الحالة الثانية.

د – الفواقد المائية:

نجد أن كمية المياه المفقودة عن طريق التبخر والرياح عالية في الحالة الأولى والثانية، وبذلك تكون الحالة الثالثة مناسبة للمناطق الصحراوية والجافة والتي تكون فيها المياه شحيحة.

مقارنة بين الحالات الثلاث :

إذا اعتبرنا على سبيل المثال خط رشاشات محوري طوله ٤٠٠ متر. فإنه يمكن مقارنة الحالات السابقة من حيث احتياج كل حالة من العناصر التالية :

الحالة	الأولى	الثانية	الثالثة
ضغط التشغيل عند المحور (رطل/بوصة^2)	٦٠ – ١٠٠	٤٥ - ٧٥	٢٠ - ٤٠
عدد الرشاشات المستخدمة	٣٥ – ٤٠	٨٥ – ١٠٠	١٠٠ – ١٨٠
معدل الرش عند الطرف البعيد (مم/ساعة)	٢٥ - ٤٠	٥٠ - ٧٥	١٠٠ – ١٨٠
حجم القطرات الناتجة	أكبر حجماً	متوسطة	أصغر حجماً

ومن ذلك يمكن القول أن الحالة الأولى تحتاج إلى طاقة تشغيل أعلى ، ولكنها تمتاز بمعدل رش منخفض بعكس الحالة الثالثة التي قد يحدث بها جريان سطحي. كذلك نجد أن حجم القطرات المائية الناتجة تكون أصغر في الحالة الثالثة بينما الحالة الأولى أكبر حجماً نتيجة لاستخدام رشاشات دوارة كبيرة الحجم وتحتاج إلى ضغط تشغيل عال ، وبالتالي يكون هناك تأثير على بناء التربة وكذلك المحصول كلما ازداد حجم القطرات.

ري الأركان في نظام الري المحوري :-

غالباً ما يكون شكل الحقل المراد ريه مربعاً ومعنى ذلك أن استعمال نظام الري المحوري سيروي دائرة داخل المربع ويتبقى أربعة أركان تبلغ مساحتها حوالي ٢١٪ من مساحة الحقل المربع بدون ري حسب المعادلة التالية :

$$\frac{4R^2 - \pi R^2}{4R^2} = 0.21$$

حيث إن R هي تقريباً نصف طول أو عرض الحقل المروري.

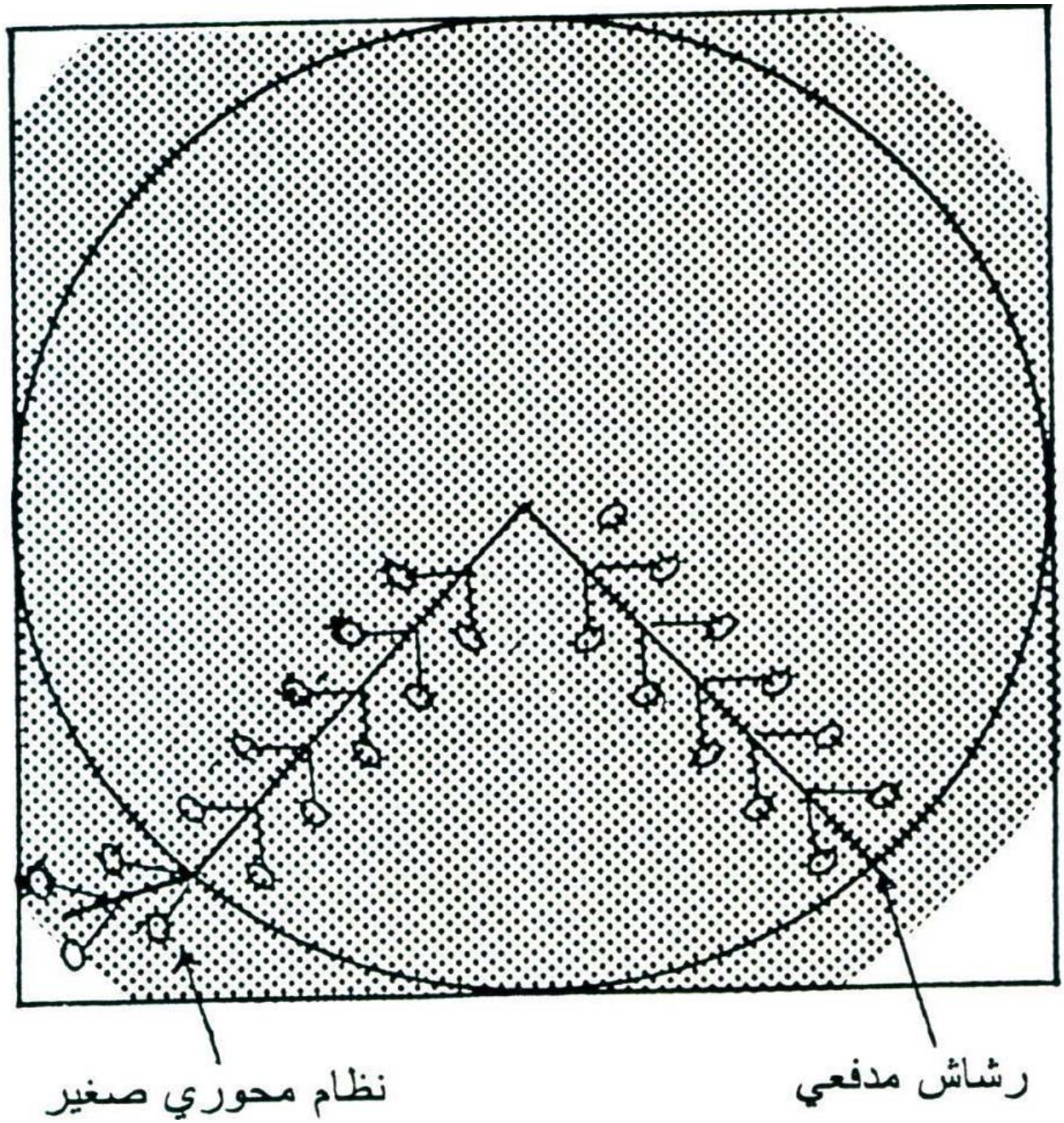
لذلك يمكن تزويد نظام الري المحوري برشاش مدفعي في نهاية خط الرشاشات لري الأركان. ويتطلب هذا الرشاش المدفعي ضغطاً عالياً في نهاية الخط لهذا الرشاش والذي يمكن توفيره عن طريق استخدام مضخة مساعدة Booster Pump تركب في نهاية خط الرشاشات. أو يمكن ري الأركان بنظام محوري صغير عبارة عن برج أو أكثر في نهاية خط الرش المحوري، شكل (٤- ٧).

طريقة عمل هذا الرشاش المدفعي أنه يزود بصمام هيدروليكي. بحيث عندما يصل الجهاز إلى بداية الركن المراد ريه تصطدم ذراع مدلاة من الجهاز بذراع أخرى في الأرض ويبدأ الصمام بفتح المياه للرشاش المدفعي. وتشغيل مضخة رفع الضغط إلى أن يصل الجهاز إلى نهاية الركن يحدث نفس الشيء ثانية من دفع للذراع وإيقاف للمياه عن الرشاش المدفعي عند نهاية الركن. وهكذا تتكرر الخطوة السابقة عند كل ركن من الأركان الأربعة فقط من الحقل.

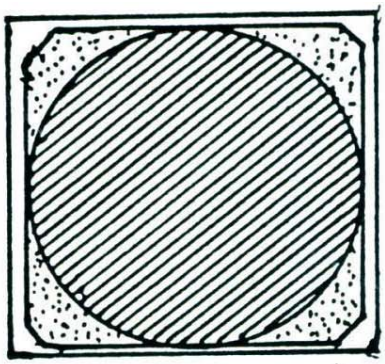
طريقة عمل ري الأركان بالنظام المحوري الصغير Corner System:

تثبت في نهاية خط الرش المحوري الرئيس ذراع ممتدة محمولة على برج بعجلتين أو أكثر من برج وتدور حول محور رأسي في نهاية البرج الأخير لخط الرش. الذراع الممتدة مزودة بجهاز حساس للموجات المغناطيسية يمكن للعجلات من تتبع سلك مدفوع تحت سطح الأرض على حدود الحقل بحيث تنفرج هذه الذراع عند اقترابها من بداية الركن حتى تصل إلى أقصى وضع لها عند مرورها على قطر المربع أو المستطيل حيث تكون على استقامة خط الرش المحوري ثم تبدأ هذه الذراع في الانثناء مرة أخرى حتى تكون زاوية بينه وبين خط الرش المحوري مقدارها ٩٠°. وهكذا مع بقية الأركان الأخرى في الحقل المروي.

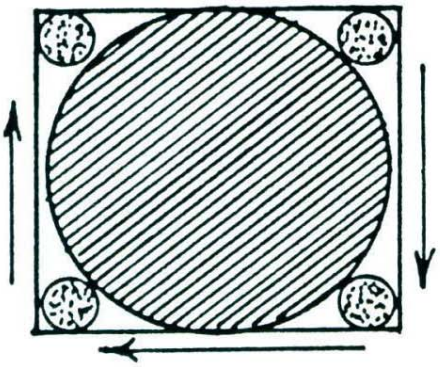
وفي الواقع توجد أنظمة متنوعة لري الأركان حسب الشركات المنتجة وقد تختلف طريقة العمل في بعض الأحيان من نظام إلى آخر. وقد توجد وسائل ري أخرى لري الأركان وذلك باستخدام نظم ري تقليدية أو أي نظم أخرى كما في شكل (٤- ٨).



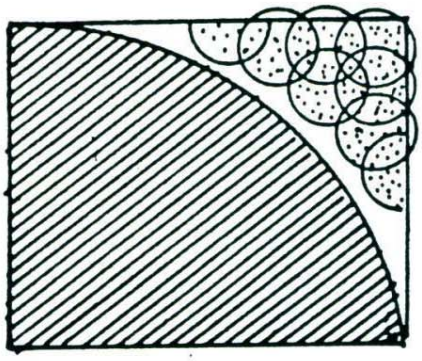
شكل(٤- ٧) نظام الري المحوري مع بعض نظم ري الأركان



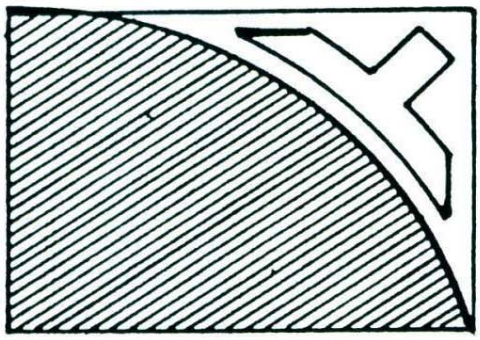
١ ـ محورى صغير للاركان في نهاية خط الرش المحوري



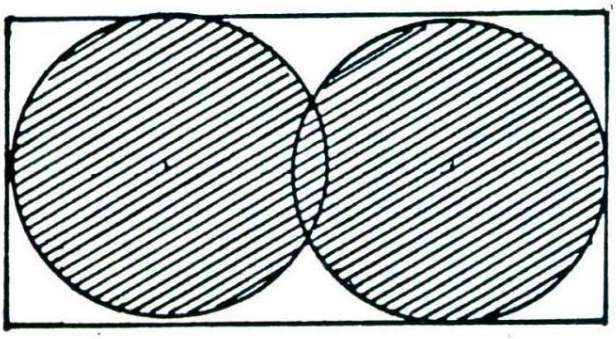
٢ ـ محوري صغير مستقل ومتحرك



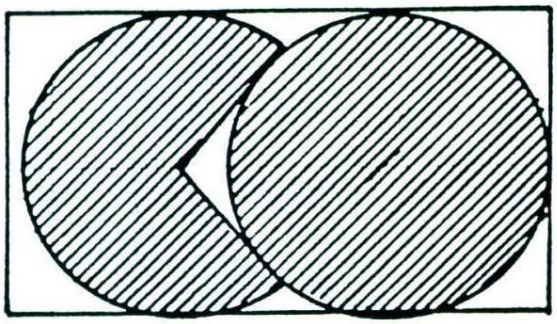
٣ ـ نظام تقليدي ثابت



٤ ـ نظام رش متحرك



٥ ـ تداخل دوائر البلل لنظامين متجاورين



٦ ـ ري دائرة غير كاملة بجانب دائرة كاملة

شكل (٤- ٨) الوسائل المختلفة لري الأركان

أجهزة الري

الري بالتنقيط

الجدارة : التعرف على نظم الري بالتنقيط

الأهداف : أن يتعرف المتدرب على أنواع أنظمة الري بالتنقيط

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : ساعتان

الوسائل المساعدة : - صور أجهزة ري بالتنقيط
- زيارة بعض الشركات
- زيارة مزرعة نموذجية
- مشاهدة أجزاء شبكة ري بالتنقيط

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على معرفة الأنواع المختلفة لنظم الري بالتنقيط وكيفية عملها.

مقدمة

يعتبر الري بالتنقيط من أهم طرق الري التي استخدمت وتطورت خلال نهاية القرن الماضي. وقد بدأت أولى تجارب هذا النظام من الري في ألمانيا عام ١٨٦٠م حيث كان الفلاحون يضعون مواسير فخار تحت سطح التربة على عمق ٨٠ سم وعلى مسافة خمسة أمتار من بعضها ثم يقومون بتغطيتها بطبقة من الحصى (الفلتر) بسمك ٣٠- ٥٠ سم ، حيث كانت المياه تتسرب من خلال وصلات المواسير. وعلى الرغم من أن نظام الري بالتنقيط بدأ ينتشر بمعدل سريع ، إلا أن المساحة المروية بهذا النظام لا تزال تمثل نسبة صغيرة من المساحة الكلية المروية على مستوى العالم. ويقصد بالري بالتنقيط التدفق البطيء والمستمر للماء داخل التربة وبالأخص في منطقة انتشار الجذور، حيث تمد النباتات بالماء مع إضافة الأسمدة لتوفير احتياجاتها الغذائية من خلال أجهزة التنقيط، حيث يدفع الماء تحت ضغط منخفض جدا (١كجم/ سم^{٢}) وينشأ عن ذلك انطلاق الماء على صورة قطرات بتصرف يتراوح من ٢- ١٠ لتر/ساعة.

المعلومات الواجب توفرها عند تصميم نظام الري بالتنقيط :

١ – مصدر الإمداد بالمياه:

تجب مراعاة وجود مصدر دائم للمياه على مدار العام وذلك حتى يمكن توفير الاحتياجات المائية اللازمة للنباتات خلال مراحل نموها المختلفة. ففي حالة إذا ما كان مصدر المياه هو الآبار الجوفية فإن هذا يعني توفر المياه بصفة مستمرة. أما إذا كان مصدر المياه من الترع (ماء الأنهار) فيجب أن نضع في الاعتبار عدم توفر المياه من هذا المصدر في بعض أوقات السنة مثل فترة السدود الشتوية، وكذلك في الفترة الفاصلة بين مناوبات الري، ولذا ففي مثل هذه الحالات يتطلب الأمر وجود خزانات كبيرة تكون ملحقة بالمشروع لكي يتم تخزين كميات كافية من المياه بها.

٢ – نوع المحصول :

يتوقف التصميم العام لنظام الري بالتنقيط وخصوصاً المنقطات على نوع المحصول المزروع، حيث تتفاوت المحاصيل المختلفة في احتياجاتها المائية وفي مسافات زراعتها.

٣ – درجة استواء سطح التربة :

عند تصميم نظام الري بالتنقيط ينبغي وجود خريطة كنتورية للمنطقة لمعرفة درجة انحدار سطح التربة، وذلك حتى يمكن تقدير حجم وموضع الخطوط الرئيسة وتحت الرئيسة.

٤ – خواص التربة :

تجب دراسة الخواص الطبيعية للتربة لمعرفة القوام والبناء والكثافة الظاهرية ومعدل التسرب وسعة الحفظ العظمى للماء في التربة والسعة الحقلية ونقطة الذبول والماء الميسر، وذلك حتى يمكن تحديد النوع الأمثل من المنقطات الملائمة لنظام الري، وكذلك لتحديد المسافة بين المنقطات، ولتنفيذ مناوبات الري بالأسلوب الصحيح.

٥ – بيانات الأرصاد الجوية :

عند تصميم نظام الري بالتنقيط في أي منطقة تجب الاستعانة بسجلات الأرصاد الجوية في المنطقة لمعرفة درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وعدد ساعات النهار ومعدل الأمطار، وذلك حتى يمكن تحديد فترات الري في فصول السنة المختلفة على أساس صحيح.

المكونات الأساسية لشبكة الري بالتنقيط:

يوضح شكل رقم (٥- ١) رسماً تخطيطياً لشبكة الري بالتنقيط، وفيما يلي المكونات الأساسية لنظام الري بالتنقيط.

أولاً: الطلمبة (المضخة): Pump:

عادة ما تكون الطلمبة المستعملة من نوع الطلمبات الطاردة المركزية (Centrifugal) وذلك لضخ المياه داخل شبكة الري تحت ضغط مناسب. وعند اختيار الطلمبة تجب مراعاة النقاط الآتية :

١ – أن تتناسب إمكانيتها مع مصدر الماء المتاح في المنطقة.

٢ – أن تكون ذات قدرة تصريف مناسبة للمساحة المراد زراعتها.

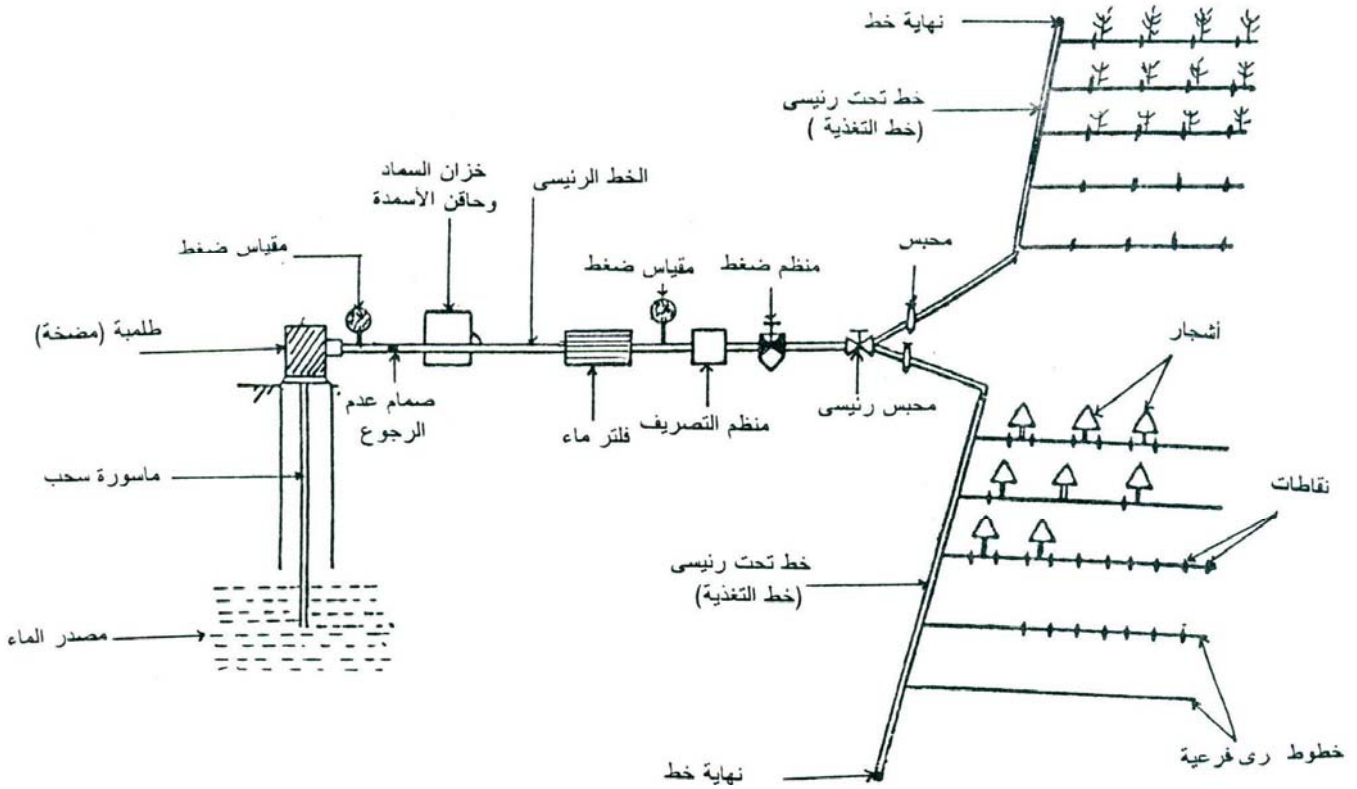
٣ – أن يكون الضغط المتحمل عليها كافياً لتصريف المياه عند الخطوط الفرعية.

٤ – ضرورة توفر قطع الغيار اللازمة وعملية الصيانة تحت الظروف المحلية.

هذا ويوجد العديد من أنواع الطلمبات تختلف حسب مقاسها وتصريفها ومنها:

- ١ بوصة بتصريف ٥م٣/ساعة
- ٢ بوصة بتصريف ٢٥م٣/ساعة
- ٣ بوصة بتصريف ٥٠م٣/ساعة
- ٤ بوصة بتصريف ٧٠م٣/ساعة
- ٥ بوصة بتصريف ٩٥م٣/ساعة

وهناك أنواع أخرى يزيد معدل تصريفها عن المعدلات السابقة.



شكل رقم (٥- ١) رسم تخطيطي لشبكة الري بالتنقيط

ثانياً: مركز التحكم (وحدة رأس النظام) : Control head (Head unit)

وهو يلي الطلمبة (المضخة) ويقوم بتنظيم الضغط وكمية المياه المطلوب إضافتها وكذلك ترشيح المياه وإضافة الأسمدة من خلالها. (انظر شكل ٥- ٢).

ويتكون مركز التحكم من الأجزاء الآتية :

١ – الصمامات (المحابس) : Valves:

هذه الصمامات تفتح وتقفل أوتوماتيكياً وذلك للتحكم في تصرفات وضغوط شبكة الري.

وتركب هذه الصمامات على شبكة الأنابيب الرئيسة والفرعية ، ويتم اختيار مواصفات هذه الصمامات بعد حساب حجم المياه المطلوبة للرية الواحدة ومعدل التصرف، وتوجد عدة أنواع من الصمامات هي :

أ – صمام تخفيف الضغط : Pressure relief valve

يوضع بعد المضخة، ويستخدم لتخفيف الضغط الزائد، ويفتح آلياً عند زيادة الضغط عن ضغط التشغيل المطلوب.

ب – صمام تخفيف التفريغ : Vacuum relief valve

يستخدم هذا الصمام لمنع التفريغ في الخطوط الرئيسة المنحدرة لأسفل.

ج – صمام عدم الرجوع : Check valve

يستخدم هذا الصمام لكي يسمح بمرور الماء في اتجاه واحد ، وهو يركب على جانب طرد المضخة للمحافظة على الماء في مستوى أعلى من مستوى الطلمبة لسهولة تحضيرها ، كما يركب أيضاً في حالة استخدام أجهزة التسميد لمنع حدوث تلوث لمصادر المياه.

د – صمام القدم: Foot valve

يركب هذا الصمام في نهاية خرطوم وأنابيب سحب الطلمبات للمحافظة على المياه بداخلها أثناء عدم تشغيل الطلمبة لسهولة تحضيرها.

هـ - صمام الطرد : Discharge valve

يركب بعد الطلمبة لتسهيل عملية التحضير، وكذلك عند فتح وغلق المياه عن شبكة الري.

و – صمام القفل الأوتوماتيكي: Automatic metering valve

يسمح بمرور حجم محدد من المياه يتم بعدها توقف ضخ المياه تلقائياً ، الأمر الذي يساعد توفير الأيدي العاملة.

٢ – منظمات الضغط والتصرف : Pressure and flow regulators

هذه المنظمات لها أهمية كبيرة في شبكة الري بالتنقيط ، حيث يقوم منظم الضغط بالمحافظة على الضغط المطلوب لتشغيل الشبكة ، كذلك يقوم بحمايتها في حالة زيادة الضغط لأي ظروف غير طبيعية. أما بالنسبة لمنظم التصرف فهو يقوم بالتحكم في التصرف المار خلال الشبكة. وقد يتطلب الأمر وضع مثل هذه المنظمات داخل الشبكة أو داخل المنقطات نفسها وخصوصاً في المناطق المنحدرة. وتوجد أنواع مختلفة من هذه المنظمات تعطي ضغوطاً تتراوح من ١,٤ – ٤,٥ ضغط جوي.

٣ – خزان الأسمدة ومضخة حقن الأسمدة والكيماويات :

Fertilizer tank; chemichal and fertilizer injector

يتم في داخل خزان الأسمدة ذوبان الأسمدة في المياه، والتي تصله عن طريق خط فرعي، وتستمر عملية إضافة الأسمدة على هيئة محاليل ذائبة في مياه الري لفترة زمنية لا تزيد عن ٧٠ – ٨٠٪ من إجمالي الفترة الزمنية المطلوبة للرية الواحدة لضمان تنظيف الشبكة، وتركب مضخة حقن الأسمدة والكيماويات على الخط الرئيس، ويوجد نظامان هما :

أ – خزانات الأسمدة التي تتراوح سعتها من ٩٠ – ١٢٠ لتر.

ب – مضخات حقن الأسمدة وتعمل هيدروليكياً بضغط الماء، وتضمن توزيع الأسمدة والمبيدات بانتظام خلال مياه الري ولها صمامات خاصة للتحكم فيها. انظر شكل رقم (٥- ٣) ويتم حساب حجم الخزان بالمعادلة الآتية :

$$V = \frac{W}{C}$$

حيث :

V = سعة الخزان/لتر.

W = وزن الأسمدة المطلوبة للمساحة المراد ريها.

C = تركيز محلول الأسمدة المذابة في الماء.

٤ – المرشحات (الفلاتر) : Filters

تستخدم المرشحات لتنقية المياه من المواد العالقة بها (حبيبات الطين ترسبات بعض الأملاح والأسمدة المضافة – الشوائب – الرمل – البقايا النباتية – الخ.) وذلك بهدف المحافظة على المنقطات وممرات الفوهات من الانسداد لصغر قطرها وقلة تصريفها ، وحتى لا يؤدي ذلك إلى عدم انتظام توزيع المياه على النباتات. شكل (٥- ٤)

وكلما ازدادت كفاءة المرشحات كلما ازدادت كفاءة النقاطات. وعادة تستخدم وحدة مرشحات ذات مرحلتين تشتمل على مرشح ذي ثقوب واسعة (٠,٣ – ٠,٥ مم) ومرشح يو ثقوب ضيقة.

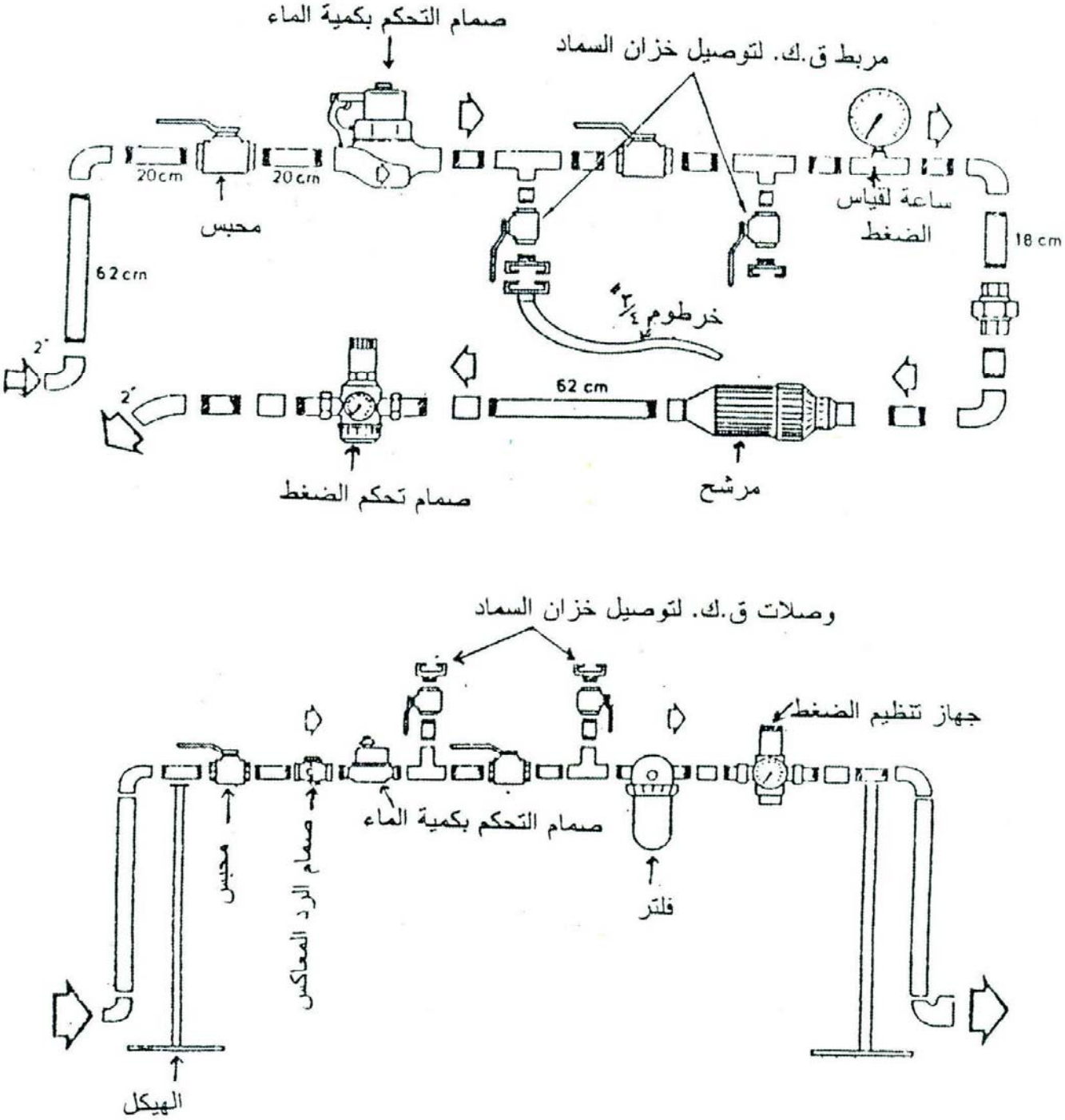
وقد تتم عملية الترشيح باستخدام الحصى أو الرمل أو الهيدروسيكلونات (Hydro-Cyclones). هذا ويوجد العديد من أنواع المرشحات ومنها ما يلي :

أ – المرشح الرملي : Sand Filter

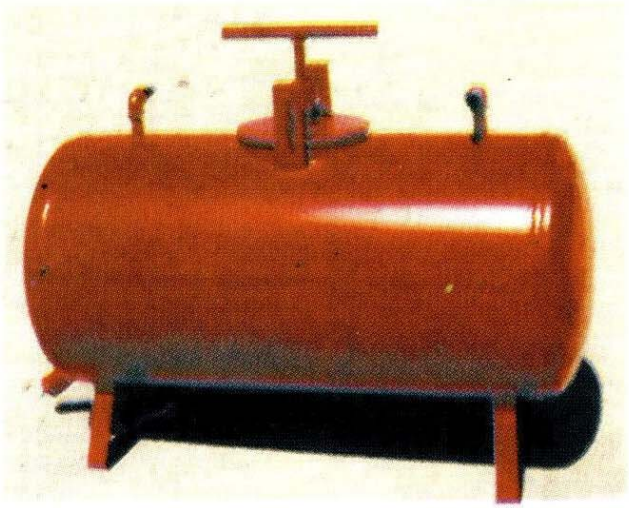
يحتوي هذا النوع من المرشحات على نوع خاص من الرمل ذي أقطار خاصة، ويستخدم في تنقية المياه الملوثة ومياه الترع والقنوات.

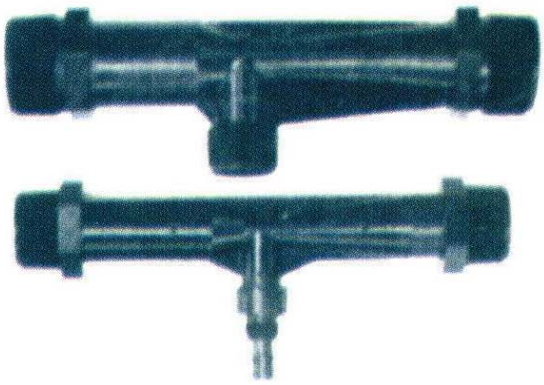
ب – المرشح القرصي (الأسطواني) : Disk filter

يحتوي هذا المرشح على حلقات أسطوانية في الداخل (من البلاستيك)، ويقوم بتنقية مياه الآبار.



شكل(٥- ٢) مركز التحكم في شبكة الري بالتنقيط





شكل (٥- ٣) أنواع مختلفة من السمادات وحاقنات أسمدة

ج – المرشح الشبكي : Screen filter

يصنع الجسم الخارجي لهذا المرشح من المعدن (صلب كربوني – صلب غير قابل للصدأ) أو البلاستيك (P.V.C) أو من الألياف الصناعية، ويتم طلاؤه من الداخل بمادة الايبوكسي. أما الحاجز فهو عبارة عن شبكة تمنع دخول الحبيبات خلالها وهي على شكل أسطوانة مثقبة ومغلفة بالمصافي. ويستخدم هذا النوع من المرشحات مع مياه الآبار المحملة بالرمال، وكذلك يوضع بعد حاقنات الأسمدة. ولا يكون هذا المرشح مؤثراً إذا كانت المياه محملة بحبيبات غروية دقيقة أو بحبيبات الطين (مياه الترع والأنهار).

د – مرشحات الطرد المركزي : Centrifugal filters

يستخدم هذا النوع من المرشحات لإزالة الجسيمات ذات الوزن النوعي العالي كما في حالة مياه الآبار التي تحتوي على حبيبات رمل كبيرة، حيث يوضع عند مأخذ المضخة ويعمل كمرشح أولي.

وهذا النوع عبارة عن مخروط مقلوب تدخل المياه من أحد جوانبه لتخرج من طرفه العلوي، ونتيجة لدفع المياه داخله بشدة يأخذ مساراً دائرياً يتباعد عن مركز الترشيح إلى الجوانب بقوة الطرد المركزي.

الأسس الواجب مراعاتها عند اختيار المرشحات :

بصفة عامة تجب عند اختيار نوع المرشح أن نضع في الاعتبار النقاط الآتية :

١ – أن يكون قادراً على ترشيح كميات المياه التي تتناسب مع المساحة المزروعة.

٢ – أن تكون صيانته وقطع غياره متاحة تحت الظروف المحلية.

٣ – أن يتلاءم مع نوعية وأحجام الشوائب الموجودة في المياه.

٤ – أن يكون مناسباً لدرجة الترشيح المطلوبة.

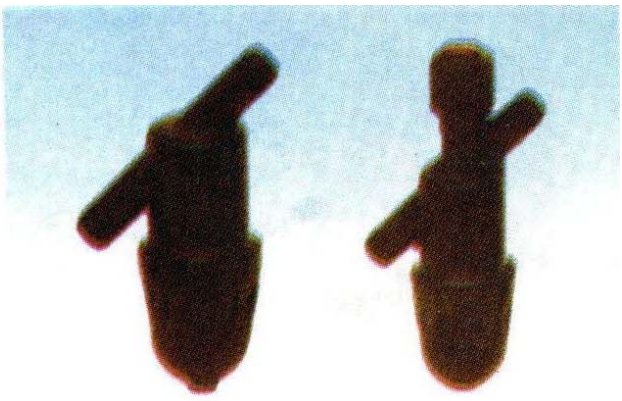
٥ – أجهزة القياس : Gaugs

هي عبارة عن عدادات تقوم بقياس كميات المياه، وتوضع قبل وبعد المرشحات.

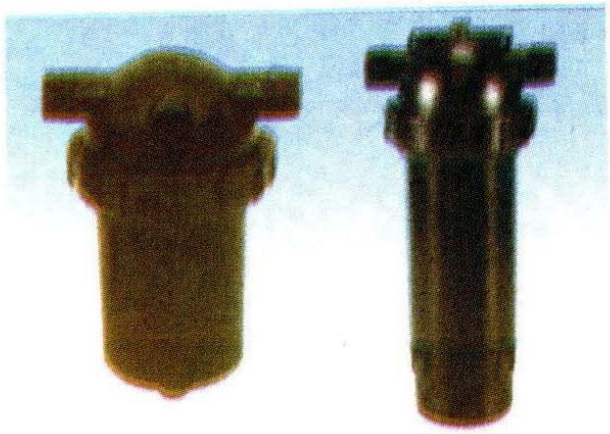
ثالثاً : شبكة أنابيب التوصيل : Piping system

١ – الخط الرئيس وخطوط التغذية : Main line and mainfold

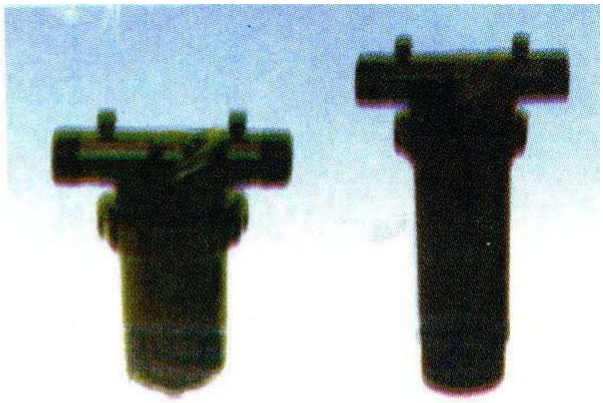
هو الخط الذي يوصل المياه من مصدر التغذية بالمياه إلى خطوط التفريع. وهو إما أن يكون مصنوعاً من الأسبستوس الإسمنتي (Asbestos cement) أو من البلاستيك غير المرن (Rigid P.V.C) أو من الصلب المجلفن (Galvanized steel pipe).



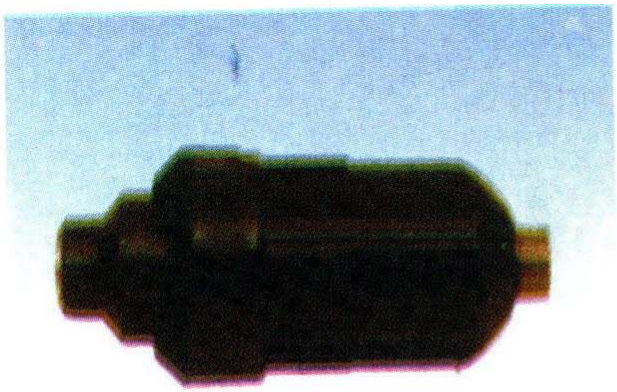
فلتر ٣/٤ بوصة



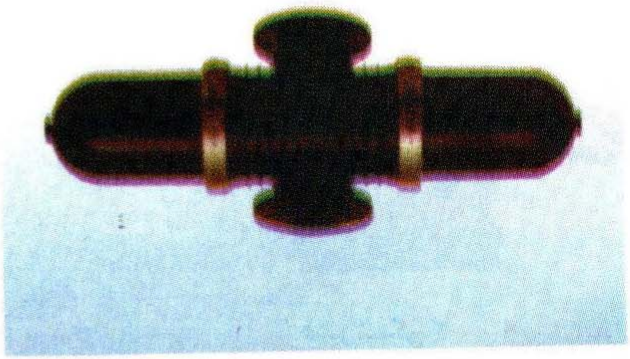
فلتر ١ بوصة



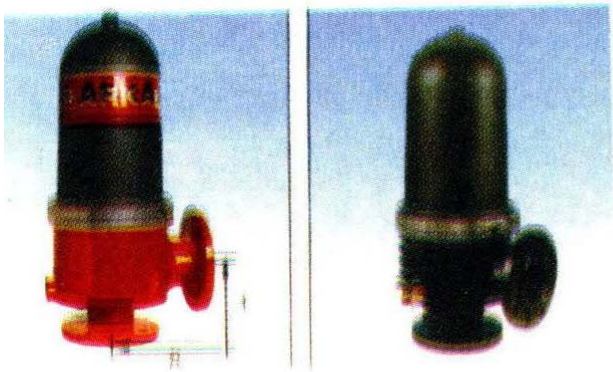
فلتر ١,٥ بوصة



فلتر ٢ بوصة



فلتر ٣ بوصة



فلتر ٤ بوصة

شكل (٥- ٤)أنواع مختلفة من المرشحات

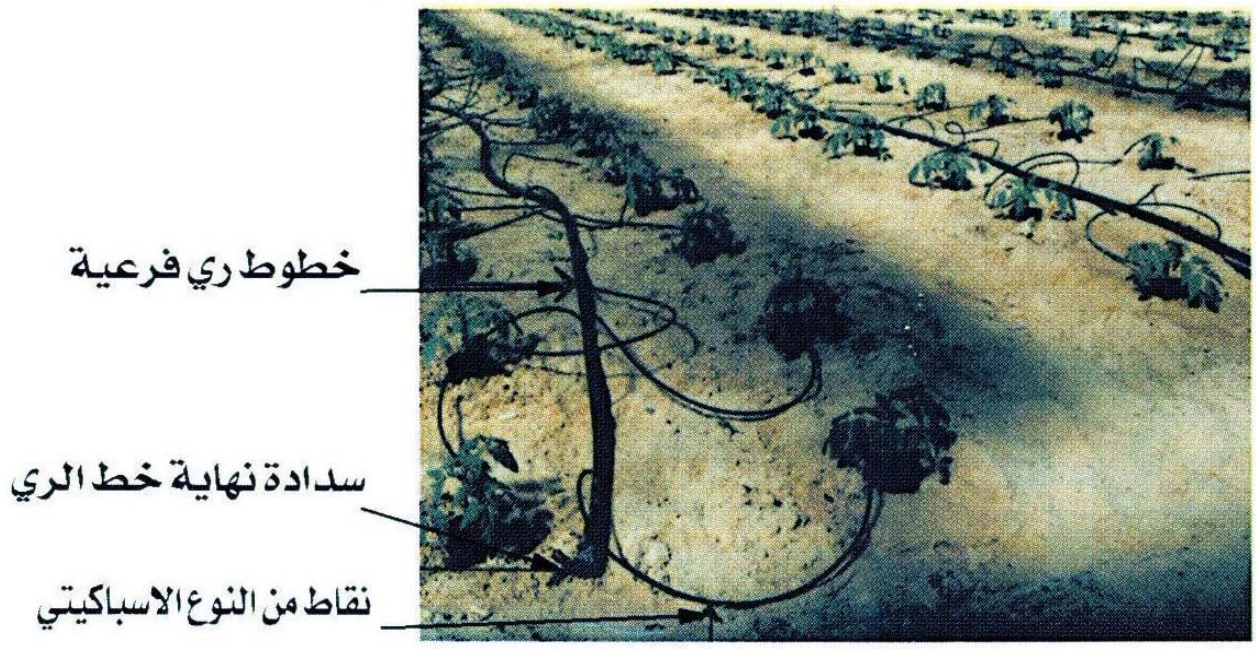
ويبلغ قطر الخط الرئيس حوالي ٢ بوصة (٥ سم)، وتتصل أنابيب الخط الرئيس ببعضها بواسطة وصلات خارجية خاصة. وقد يكون الخط الرئيس مدفوناً تحت سطح التربة على عمق لا يقل عن ٥٠ سم (إذا كان ثابتاً)، أو قد يكون ممداً فوق سطح الأرض (إذا كان متنقلاً أو متحركاً).

أما بالنسبة لخطوط التغذية (تحت الرئيسية) فهي تقوم بتوصيل المياه من الخط الرئيس إلى الخطوط الفرعية، وكذلك تقوم بالتحكم في تصريف المياه حتى يمكن ري أي جزء من الحقل على حدة تحت ضغط الماء اللازم في أي وقت يتم اختياره.

٢ – الخطوط الفرعية : Lateral lines

تقوم هذه الخطوط بتوصيل المياه إلى المنقطات، وتصنع من مادة البلاستيك الأسود وتتراوح أقطارها من ١٠ – ٢٥ مللي، ولكن أكثرها شيوعاً هو ١٥,٥ ، ١٨ ، ٢٠ مللي. وتمتد الخطوط الفرعية عموماً بجوار صفوف النباتات أو بينها. انظر شكل رقم (٥- ٥).

وقد تركب المنقطات على الخطوط الفرعية مباشرة، أو خارج الخطوط وذلك باستخدام أنابيب توصيل خاصة، أو قد تكون مركبة على حوامل خارج الخطوط في حالة إذا ما كانت الخطوط مدفونة تحت سطح الأرض.



شكل رقم (٥- ٥) الخطوط الفرعية في المنقطات

أما بخصوص نهايات الخطوط الفرعية فيمكن غلقها بسدادات خاصة بذلك أو ثنيها وربطها بإحكام. أو قد تجهز هذه النهايات بمصرف لصرف الماء ، وصمامات للفائض. انظر الأشكال ذات أرقام (٥- ٣، ٥- ٤).

ويوضح جدول رقم (٥- ١) المواصفات الخاصة بأنابيب (خراطيم) الخطوط الفرعية في نظام الري بالتنقيط.

جدول رقم (٥- ١) مواصفات خطوط الري بالتنقيط (مصنوعة من مادة P.V.C).

القطر الخارجي مم	السمك مم	الضغط ض . ج
١٥,٥	١,٢٠	٢,٥٠
١٨	١,٢٠	٢,٥٠
٢٠	١,٥٠	٢,٥٠
٢٥	٢,١٠	٤,٠٠
٣٢	٢,٦٠	٤,٠٠
٤٠	٢,٧٠	٤,٠٠
٥٠	٢,٧٠	٤,٠٠
٦٣	٢,٧٠	٤,٠٠
٧٥	٣,٢٠	٤,٠٠
٩٠	٥,١٠	٦,٠٠
١١٠	٦,٣٠	٦,٠٠

٣ – الوصلات : Fittings

تحتاج خطوط أنابيب شبكة الري بالتنقيط إلى العديد من الوصلات المختلفة الأشكال والأحجام لربطها وتوصيلها ببعضها ، وتصنع كلها من مادة P.V.C . انظر شكل رقم (٥- ٦).

رابعاً : المنقطات : Drippers or Emitters

تعتبر من أهم أجزاء شبكة الري حيث تتم بواسطتها إضافة المياه إلى النباتات بمعدل ثابت ومنخفض جداً ، ويتراوح معدل تصرف النقاط عادة من ٢ – ١٠ لتر/ساعة.

شكل رقم (٥- ٦) أنواع الوصلات في المنقطات

ويجب أن تتوافر في المنقطات المستخدمة المواصفات الآتية :

١ – أن تكون ذات تصريف ثابت ومنتظم.

٢ – أن تكون ذات مقطع كبير نسبياً لتلافي انسدادها.

٣ – أن لا يتأثر تصريف المنقطات بتغير درجة حرارة التشغيل.

٤ – أن يوجد منها أنواع ذات تصرفات مختلفة عند ضغط تشغيل ثابت، وعلى سبيل المثال ٢لتر/ساعة ، ٤لتر/ساعة ، ٨لتر/ساعة.

٥ – أن تكون مصنوعة من مادة مقاومة لأشعة الشمس.

٦ – أن يكون معدل الاختلاف في تصرف المنقطات أقل ما يمكن بتغير ضغط التشغيل.

٧ – أن تكون سهلة التنظيف.

٨ – أن تكون رخيصة الثمن ومتوفرة تحت ظروف السوق المحلية.

ويوجد العديد من أنواع المنقطات في الأسواق، حيث تقوم الشركات المنتجة لها بتطوير وتحسين إنتاجها دائماً من أجل المنافسة فيما بينها. وسوف نستعرض عدة تقسيمات لمنقطات يمكن توضيحها فيما يلي:

تقسيم المنقطات حسب وضعها في الخط الفرعي :

١ – منقطات على الخط (On Line) : أي تركب المنقطات على خط التوزيع مباشرة.

٢ – منقطات بداخل الخط (In Line) : وهي عبارة عن خط التوزيع مصنوع به ثقوب ذات أقطار معينة وعلى مسافات معينة.

تقسيم المنقطات حسب معدل التصريف :

١ – منقطات ذات تصريف منخفض : ٢ لتر/ساعة.

٢ – منقطات ذات تصريف متوسط : ٢ – ٨ لتر/ساعة.

٣ – منقطات ذات تصريف عال : ٨ – ١٦ لتر/ساعة.

ويختلف هذا التصريف باختلاف ضغط التشغيل، وعادة يؤخذ عند ضاغط ٦م.

تقسيم المنقطات حسب مدى حساسيتها للتغير في الضغط:

١ – منقطات غير حساسة للضغط (ذاتية التغذية) : Self-Compensating

وهذه المنقطات ذات قدرة على التعريض ، لذلك فإن تصريف المنقط يكاد يكون ثابتاً ولا يتغير بتغير الضغط.

٢ – منقطات حساسة للتغير في الضغط : Non Compensating

وهذه المنقطات ليس لها القدرة على التعريض في حالة تغير الضغط.

تقسيم المنقطات حسب قابليتها للانسداد :

١ – منقطات حساسة للانسداد عندما يكون قطر مسار الماء أقل من ٠,٨ ملليمتر.

٢ – منقطات متوسطة الحساسية للانسداد عندما يتراوح القطر من ١ – ١,٥ ملليمتر.

٣ – منقطات قليلة الحساسية للانسداد عندما يزداد القطر عن ١,٥ ملليمتر.

تقسم المنقطات حسب إمكانية تنظيفها :

١ – منقطات ذاتية التنظيف : Self flushing.

٢ – منقطات تنظف يدوياً : Manual flushing.

تقسيم المنقطات حسب ضغط التشغيل :

وهو الضغط الذي يتم عنده تشغيل المنقطات لكي تعطي تصريفاً معيناً منصوصاً عليه في الكتيب الخاص بالتشغيل (الكتالوج).

١ – منقطات ذات ضغط تشغيل منخفض يتراوح من ٠,٢ – ٠,٥ بار.

٢ – منقطات ذات ضغط تشغيل متوسط يتراوح من ٠,٥ – ١ بار.

٣ – منقطات ذات ضغط تشغيل مرتفع أكبر من ١ بار.

والشائع هو ضغط التشغيل في حدود بار واحد.

تقسيم المنقطات حسب نظرية عملها :

١ – منقطات طويلة المسار : Long path

وهذه المنقطات ذات مسار مائي طويل وقطر صغير يتراوح من ١ –٢ مم.

ويتضمن هذا القسم النوع المعروف تجارياً باسم الإسباجيتي (Spagetti)

٢ – منقطات مزمومة الفتحات : Constricted orifice

هذه المنقطات ذات فتحات صغيرة جداً تتراوح من ٠,٥ – ١,٥ مم.

٣ – منقطات دوامية : Vortex

هذه المنقطات ذات مسار دوامي دائري ، ويتم التحكم في فتحة النقاط نسبياً.

وصف لأهم أنواع المنقطات :

١ – الأنابيب الشعرية (الإسباجيتي) : Micro tubes

تعتبر من أرخص أنواع المنقطات وأبسطها ، وهي عبارة عن أنابيب رفيعة مصنوعة من مادة البولي إيثيلين (P.E.) ، ويتراوح قطرها الداخلي من ٠,٥ – ١,٥ ملليمتر وهذا النوع من المنقطات يركب على الخط (On line). ويمكن التحكم في تصريفها بتغير طولها ، فكلما قل طول الأنبوبة كلما قلت مقاومتها للسريان وبالتالي يزداد معدل تصريفها. وتستغل هذه الخاصية للحصول على درجة عالية من انتظام التصريف على الخطوط الفرعية بتركيب الأنابيب الطويلة في أول خطوط الري حيث يكون الضغط أكبر نسبياً. وتركب الأنابيب الأقصر طولاً في نهاية خطوط الري حيث يكون الضغط أقل نسبياً. وتستخدم في توزيع المياه بكفاءة مناسبة خصوصاً في المناطق غير المستوية والتي تكثر بها المرتفعات، حيث يختلف الضغط باختلاف الارتفاع، ولذلك تستخدم في مزارع الفاكهة وفي البيوت المحمية ، حيث يمكن اختيار أطوال الأنابيب طبقاً للضغط الواقع عليها.

ويمكن حساب تصريف هذه الأنابيب من المعادلة الآتية :

$$q = a.L^b.H^c.D^d$$

حيث :

Q = تصريف الأنبوب (لتر/ساعة).

L = طول الأنبوب (متر).

H = ضغط التشغيل.

D = القطر الداخلي للأنبوب (مم).

a, b, c, d = ثوابت تتوقف قيمتها على القطر الداخلي للأنبوب (D).

ويوضح جدول رقم (٥- ٢) قيمة هذه الثوابت لأنابيب مختلفة الأقطار٠

ويتأثر تصريف الأنبوب كثيراً باختلاف درجة حرارة التشغيل ٠والتصريف المحسوب بواسطة المعادلة السابقة كان عند درجة حرارة ٢٠°م ٠ ويوضح شكل رقم (٤١) أنابيب الإسباجيتى وهي مركبة على الخطوط الفرعية.

جدول رقم (٥- ٢): قيم الثوابت a , b , c, d لأنابيب ذات أقطار مختلفة.

المعامل	القطر الداخلي للأنبوب (ملليمتر)						
	٠,٥	٠,٦	٠,٧	٠,٨	٠,٩	١	١,١
a	٠,٨٦	٠,٩١	١,٠٢	١,١٤	١,١٦	١,٢٨	١,٣٨
b	- ٠,٧٨	- ٠,٧٥	- ٠,٧٢	- ٠,٦٨	- ٠,٦٢	- ٠,٦٢	- ٠,٥٨
c	٠,٨٥	٠,٨٢	٠,٧٨	٠,٧٢	٠,٦٩	٠,٦٩	٠,٦٥
d	٣,١	٣,١	٣,١	٣,١	٣,١	٣,١	٣,١

٢ – النوع المخروطي :

يتكون من مخروطين متداخلين، وفيه تضطر المياه إلى الدوران في حركة دوامية داخل تجاويف الجزء الداخلي مما يقلل من ضغط وكمية الخارج من المنقط. وعند انسداد هذا النوع يتم تنظيفه بتحريك المخروطين. ومن هذا النوع ما يمكن تركيبه في الخط (In line) ، وهناك أنواع أخرى تركب على الخط (On line).

٣ – المنقط ذو الفوهة : Orifice

يعتبر تثقيب أنبوب التوزيع هو أبسط أنواع المنقطات ذات الفوهة (Orifice)، ويكاد يكون عديم التكلفة. وغالباً ما يوضع أنبوب التوزيع بين صفوف النباتات، وتثقيب الأنبوبة أمام كل نبات أو شجرة ثقباً واحداً لتعطي نافورة من المياه. وبرغم هذه البساطة في التشغيل والتكلفة، إلا أن توزيع المياه على طول الخط لن يكون منتظماً. وللتغلب على هذه المشكلة نشأت فكرة المنقط ذي الفوهة المفردة أو النقاط ذات الفوهة المعايرة (Calibrated orifice)، وفيه يمكن أن تركب فوهات أكثر أتساعا عند الضغوط المنخفضة حتى تعوضها وتعطي معدل تصرف منتظم.

٤ – الخط الفرعي المزدوج الجدران (الأنابيب ذات المسار المزدوج) :

Twin-Wall system (Bi – wall)

من المعروف أن خط التوزيع هو عبارة عن أنبوب بقطر معين لتوصيل مياه الري إلى المنقطات. أما في هذا النظام فإن المنقطات عبارة عن أنبوب آخر ملتصق بأنبوب التوزيع من الخارج، ولذا يسمى بأنبوب التنقيط. ويقوم أنبوب التوزيع بتغذية أنبوب التنقيط عن طريق فتحات متتالية ذات قطر يتراوح من ٠,٥ – ٠,٧٥ ملليمتر ، وتتراوح المسافة بين كل فتحة والتي تليها من ٠,٥ – ٣,٦ متر طبقاً للتصريف المطلوب.

ويتم التنقيط عن طريق فتحات خارجية بأنبوب التنقيط بنفس قطر الفتحات الداخلية الموجودة بأنبوب التوزيع، ولكن العلاقة بين عدد الفتحات الداخلية والخارجية تتراوح بين١:٤ إلى ١:١٠ طبقاً لخواص التربة المروية، حيث تزداد الحاجة إلى تضييق المسافة بين المنقطات في الأراضي الخفيفة حيث قد تصل إلى ٣٠سم. ويؤدي هذا التوزيع للفتحات الداخلية والخارجية إلى أن تيار الماء ذا الضغط المرتفع في الفتحة الداخلية على خط التوزيع يخرج بعد ذلك من خلال ٤- ١٠ فتحات خارجية بعد انخفاض الضغط في أنبوب التنقيط. وعادة يتراوح الضغط في أنبوب التوزيع من ٠,٥ – ٢ ضغط جوي، بينما ينخفض في أنبوب التنقيط إلى حوالي ٠,٥ ضغط جوي.

ومما سبق يتضح أن نظام الأنبوب المزدوج أو الجدار المزدوج (Biwall) يجمع بين أنبوب الضغط العالي لتوصيل المياه ذا الفتحات على مسافات واسعة، وأنبوب الضغط المنخفض للتنقيط من فتحات واسعة نسبياً على مسافات متقاربة طبقاً لاحتياج النباتات. وهذه الفائدة تساعد على تقليل الاختلاف في سريان الماء على طول أنبوب التوصيل الداخلي نتيجة للفقد بالاحتكاك، أو الاختلاف في طبوغرافية الأرض، وفي نفس الوقت يسمح بالسريان البطيء في أنبوب التنقيط مما يقلل من احتمال الانسداد.

ومن الممكن أن يصمم هذا النظام ليعطي تصرفات أقل من ماء الري في حدود ٠,٧ – ١,٥ لتر/ساعة ، مما يجعلها ملائمة لري المحاصيل التي تزرع في خطوط مثل محاصيل الخضر وقصب السكر. وبصفة عامة، فعلاوة على هذه الميزة فإنه أيضاً رخيص الثمن نسبياً مع سهولة تركيبه وتحريكه. ولا يصلح هذا النظام للمناطق غير المستوية حيث يصبح توزيع المياه من أنبوب التنقيط غير منتظم.

٥ – ميكروجيت : Microjet

في هذا النوع من المنقطات تعطي كمية المياه المطلوبة للنبات بحيث تنتشر الرطوبة في الاتجاه السفلي بدرجة أكبر كثيراً من الاتجاه الأفقي خصوصاً في الأراضي الخفيفة. وللحصول على توزيع أفقي معقول في مثل هذه الأراضي يجب زيادة عدد المنقطات، وتستعمل عادة الرشاشات الصغيرة بدلاً من المنقطات للتغلب على هذه المشكلة، ويتم ذلك عن طريق توصيلها مباشرة في خط التوزيع أو من خلال وصلة قصيرة مرنة مثبتة في فتحة تعمل في خط التوزيع.

ويحتاج هذا النوع من المنقطات ضغط تشغيل يتراوح بين ٠,٥ – ٥ ضغط جوي، يقابله تصرف يتراوح من ٢٧ – ١٣٠ لتر/ساعة. ويعتبر هذا كبيراً بالمقارنة مع تصرف المنقط حتى لو كان بمعدل ٤ منقطات للشجرة وتصرف كل منها ٢ – ٤ لتر/ساعة. ويتطلب هذا التصرف المرتفع إما زيادة قطر أنبوب التوزيع أو خفض عدد الموزعات على الخط. ويمتاز هذا النوع من المنقطات بأنه لا يتعرض للانسداد أبداً، كما أنه يصلح تماماً لري المشاتل ومزارع الفاكهة والعنب.

وهناك نوع من المنقطات اسمه البثاق (Spitter) يشابه الميكروجيت من ناحية ارتفاع معدل تصرفه ولكنه لا ينثر المياه بعيداً مما يؤدي إلى تكوين بقعة بجواره تشجع على التغلغل العميق للمياه في التربة، وبالتالي تشجع تعمق الجذور.

٦ – المنقط الفوار : Bubber

تتشابه فكرته مع فكرة أنبوب الإسباجيتي ولكنه لا يلقى أفقياً على الأرض، بل يوضع كأنبوبة رأسية مثبتة في جذع الشجرة أو بحامل بسيط، ويتم التحكم في معدل التصرف عن طريق :

أ – قطر أنبوب التنقيط الذي يعتبر مخرج المياه.

ب – ضبط ارتفاع الأنبوب رأسياً عن سطح الأرض خصوصاً في الأراضي ذات الانحدار المتدرج.

ج – التحكم في كل من قطر الأنبوب وارتفاعه.

ويمكن التحكم في قطر أنبوب التنقيط بتركيب صمام (Valve) كمخرج ثابت للمياه يعطي معدل التصريف المطلوب عند ضغط التشغيل الثابت.

ولا يتعرض هذا النظام للانسداد إطلاقاً مما يضمن توزيع الرطوبة بدون مشاكل ويقلل من الاحتياج للصيانة. ويصلح هذا النظام لمزارع العنب والفاكهة، حيث يمكن تثبيت الأنبوب بحامل بسيط من البلاستيك أو غيره.

ويوضح شكل رقم (٥- ٧) أنواعاً مختلفة من المنقطات.

العوامل لتي يتوقف عليها عدد المنقطات :

يتحدد عدد المنقطات بالنسبة لوحدة المساحة المروية على العديد من العوامل أهمها ما يلي :

١ – المسافة بين النباتات.

٢ – المسافة بين صفوف النباتات (خطوط الري).

٣ – طبيعة التربة.

٤ – صفات المجموع الجذري للنباتات.

٥ – متوسط تصريف المنقط وشكل مخروط البلل.

٦ – الاحتياجات المائية للنباتات.

٧ – فترات الري.

نقاط E2

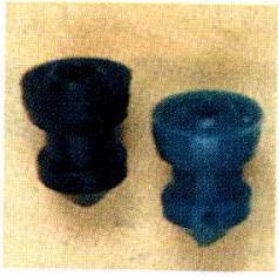
نقاط التربوكي Turbo key

نقاط تارجا TARGA DRIPPER
٤ لتر / ساعة

خراطيم ذاتية التنقيط نظام ال جي آر

نقاط TURBO-SC Plus يتميز بوجود سريان دوامي لعدم حدوث اي ترسيبات داخل المنقط كما يتميز بأنه ذاتي تنظيم الضغط مع سهولة الفك والتركيب

نقاط مقاوم للإنسداد



نقاط دوامي

نقاط ذاتي التنظيف

شكل (٥- ٧) أنواع مختلفة من المنقطات

القواعد العامة الواجب مراعاتها عند تشغيل شبكة الري بالتنقيط

هناك بعض القواعد العامة الأساسية التي تجب أن تولى اهتماماً كبيراً عند تشغيل شبكة الري بالتنقيط، وهي :

١. يجب اتباع التعليمات الخاصة بتشغيل وصيانة المضخة (طلمبة الري) والموضحة من قبل الشركة المصنعة في الكتيب الخاص بها (الكتالوج) وكذلك التعليمات الخاصة بالتشغيل والصيانة لكل جزء من أجزاء الشبكة.
٢. عند استخدام مياه آبار محفورة حديثاً تجب عدم استخدامها في الري بالتنقيط إلا بعد مرور فترة كافية من العلاج والاتزان للبئر، وذلك للتخلص من الرمال التي تصاحب عملية التبطين عادة.
٣. يجب استخدام المرشحات التي تتناسب مع نوعية مياه الري المستخدمة، مع مراعاة تنظيفها وصيانتها بصفة مستمرة.
٤. يجب أن تكون الوصلات التي تربط بين أنابيب الخطوط الرئيسة والفرعية مانعة لحدوث أي تسرب للمياه.
٥. يجب أن تكون هناك محابس مركبة على الخطوط الفرعية لإجراء عملية الغسيل على حسب الحاجة.
٦. تجب مراعاة حقن الأسمدة والمبيدات قبل مرورها على المرشحات، مع مراعاة أن يمر الماء الخالي من السماد بعد انتهاء عملية الحقن لمدة ٣٠ دقيقة على الأقل.
٧. يفضل استخدام أسمدة كاملة الذوبان في عملية التسميد.
٨. يجب الاحتياط والتحفظ في استعمال الأسمدة الفوسفاتية في الري، وذلك لأن الكالسيوم الموجود في مياه الري سوف يتفاعل معها مكوناً راسباً يمكن أن يسد فتحات التنقيط.
٩. يجب إجراء عملية غسيل دوري لشبكة الري مرة كل شهر على الأقل، وتجري هذه العملية بصفة أساسية عقب إجراء أي إصلاحات في شبكة الري.
١٠. استخدام المواد الكيماوية لتنظيف شبكة الري كلما دعت الحاجة لذلك وتبعاً للتركيب الكيميائي للماء المستخدم في الري. وتجب مراعاة ألا يكون للمواد الكيماوية المستخدمة أي تأثير على حدوث تآكل في شبكة الري.
١١. بقدر الإمكان تجب تغطية المواسير الرئيسة والفرعية بالأتربة.

١٢.من الأفضل ألا يزيد طول الأنابيب الفرعية عن ١٠٠ – ١٥٠ متر ، حتى يقلل من فرق الضغط وبالتالي التدفق بين فتحة وأخرى.

١٣.يراعى وضع الأنابيب الفرعية في المنطقة المنحدرة بموازاة الخطوط الكنتورية.

١٤.يجب ألا تكون فترة كل رية طويلة جداً حتى لا تؤدي إلى نمو الطحالب والبكتريا في الأنابيب مما يؤدي إلى إعاقة سريان المياه في الأنابيب وانسدادها.

١٥.يجب المرور على المنقطات عند كل رية للتأكد من سلامة تشغيلها وعدم حدوث تلف ميكانيكي أو انسدادها.

١٦.يجب أن تكون جميع الوصلات الكهربائية (في حالة وجودها) معزولة بحيث لاتصل إليها المياه.

وبصفة عامة يمكن القول بأن الالتزام بقواعد التشغيل سيكون من شأنه المحافظة على شبكة الري وزيادة كفاءة تشغيلها مما يساعد على توفير الماء بانتظام للنباتات.

أجهزة الري

المضخات

الجدارة : التعرف على المضخات

الأهداف : أن يتعرف المتدرب على أنواع المضخات

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : ٤ ساعات

الوسائل المساعدة :

- صور لأنواع المضخات
- نماذج للمضخات
- قطاعات للمضخات

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على معرفة أنواع المضخات

مقدمة :

المضخة عبارة عن جهاز يقوم بتحويل القدرة الميكانيكية إلى قدرة مائية أو بتعريف آخر:
المضخة هي وسيلة ميكانيكية الغرض منها إضافة طاقة إلى السائل وتستخدم في أغراض الري والصرف بالمزارع لرفع الماء من مستوى منخفض إلى مستوى مرتفع وكذلك زيادة تصرفه من مستوى مرتفع إلى مستوى منخفض أو زيادة ضغط الماء المار في الأنابيب. هذه الطاقة المضافة إما أن تكون مستمدة من تحرك كهربي أو ماكينة تشغيل.

تنقسم المضخات عموماً إلى نوعين أساسيين هما المضخات الإيجابية والمضخات الديناميكية الدوارة ويختلف النوعان من الناحية النظرية إلا أن التعريف العام للمضخة يظل كما هو.

المضخات ذات الإزاحة الإيجابية هي التي تطرد كمية محدودة من المياه عند إتمام دورة كاملة لجزء المضخة المتحرك ومن أمثلة هذا النوع المضخة الماصة والمضخة الكابسة والمضخة الماصة والكابسة والمضخة الترددية والمضخة الدوارة.

توجد أنواع وطرازات مختلفة للمضخات الديناميكية الدوارة المستعملة لأغراض الري والصرف وتتراوح بوجه عام بين مضخات تصرفها صغير لضاغط مرتفع وتستعمل في الري بالرش فهي تدفع المياه إلى مسافات كبيرة كالمضخة الطاردة المركزية وأخرى ذات تصرف كبير لضاغط منخفض كالمضخة المروحية المناسبة لأغراض الصرف فهي ترفع كميات كبيرة من المياه لبضعة أمتار. ومعظم المضخات الشائعة في عمليات الري والصرف هي المضخات الطاردة المركزية والمضخات المروحية ، والمضخات التوربينية والمضخات الغاطسة.

مصطلحات خاصة بالمضخات :

التصرف : (Q)

هو كمية المياه التي تعطيها المضخة لوحدة الزمن ويعبر عنها باللتر/ثانية أو المتر المكعب/ساعة وغالباً ما يعبر عنها بالجالون/دقيقة.

قياسات الضغط :

يقاس الضغط عادة بوحدات الرطل/بوصة المربعة (قوة/مساحة) أو يقاس بالكيلوجرام/سم^{٢} وقد يعبر عن الضغط أيضاً بارتفاع عمود مكافئ من الماء ويطلق عليه الضاغط فمثلا الضغط الجوي = ١٤,٧ رطل/بوصة المربعة أما الضاغط الجوي = ٣٤ قدم من الماء أو ١٠,٣٣ متر من الماء.

ضاغط الطرد (عمود السحب الإستاتيكي) (hs):

هو المسافة الرأسية بين مركز المضخة ومستوى الماء عند نهاية رفعه.

الضاغط الديناميكي الكلي (HD):

هو مقدار الضاغط الكلي لرفع الماء من منسوب معين أو تشغيل أجهزة الري حسب التصميم المطلوب.

يتكون الضاغط الديناميكي الكلي من مجموع الضواغط التالية :

أ – الضاغط الإستاتيكي الكلي (HS)

هو المسافة الرأسية بين مستوى مصدر الماء عند رفعه ويكون مساوياً :

ضاغط الطرد الإستاتيكي + ضاغط السحب الإستاتيكي

هذا في حالة وجود المضخة في مستوى أعلى من سطح الماء

أو يكوم مساوياً :

ضاغط الطرد الاستاتيكي – ضاغط السحب الاستاتيكي

في حالة وجود المضخة أسفل مستوى سطح الماء

ب – ضاغط السرعة :

وهو الارتفاع المناظر للضغط الذي يتحول إلى سرعة اندفاع المياه داخل الأنابيب أومن نهاية أنبوبة الطرد.

ج – ضاغط الفواقد الثانوية :

هو الضاغط الذي يفقد بسبب وجود العوائق التي تتعرض لها المياه أثناء السريان مثل الصمامات وتغير قطر الأنبوبة والوصلات والكيعان والانحناءات.

د – ضاغط فاقد الاحتكاك (hf) :

هو الضاغط الذي يفقد نتيجة لمقاومة خشونة الأنابيب للمياه أثناء سريانها ويمكن حسابه من معادلات خاصة أو من جداول ويتكون من فاقد الاحتكاك داخل أنبوبة السحب (Hfs) وفاقد الاحتكاك داخل أنبوبة الطرد (hfd).

هـ - عمود الضغط :

وهو الضاغط المطلوب عند فوهة الرشاش مثلا والذي يتحول إلى سرعة اندفاع الماء الخارج منها محدداً دوائر البلل. فيكون الضاغط الديناميكي الكلي.

= الضاغط الإستاتيكي الكلي + ضاغط فاقد الاحتكاك + ضاغط الفواقد الثانوي + ضاغط السرعة + عمود الضغط.

القدرة المائية Water power

هي طاقة الوضع التي تكتسبها كمية المياه في وحدة الزمن للرفع من مستوى الخزان السفلي (مصدر المياه) إلى مستوى الخزان العلوي ويعبر عنها بالحصان الميكانيكي أو بالكيلوات.

$$W.H.P = \frac{\sigma QH}{75}$$

حيث W.H.P = القدرة المائية بالحصان.

σ = الوزن النوعي للسائل = ١٠٠٠ كجم/م^{٣}

Q = التصرف م^{٣}/ث

H_D = الضاغط الديناميكي الكلي ، ويسمى بالضاغط المانومتري بالأمتار.

وتوجد صور أخرى للقانون السابق لحساب القدرة المائية بالحصان وهي :

$$\text{القدرة المائية بالحصان} = \frac{\text{التصرف (لتر/ثانية)} \times \text{الضاغط الديناميكي الكلي (متر)}}{٧٥}$$

$$= \frac{\text{التصرف (المتر المكعب/ساعة)} \times \text{الضاغط الديناميكي الكلي (متر)}}{٢٧٠}$$

$$= \frac{\text{التصرف (جالون/دقيقة} \times \text{الضاغط الديناميكي الكلي (قدم)}}{٣٩٦٠}$$

قدرة السحب (القدرة الفرملية) Brake Power

يجب إعطاء قدرة أكبر للمضخة عن القدرة المائية وذلك لوجود فقد في القدرة ناشئ من الاحتكاك الناتج من الأجزاء المتحركة في المضخة وتسمى القدرة اللازمة لتشغيل المضخة بقدرة السحب أو القدرة الفرملية ويعبر عنها بالحصان (B.H.P) القدرة الفرملية بالحصان Brake Horse Power.

كفاءة المضخة pump Efficiency (E)

وهي النسبة بين القدرة المائية إلى القدرة الفرملية

$$E = \frac{W.H.P}{B.H.P}$$

المضخة الطاردة المركزية Centrifugal pump

هناك العديد من المضخات والتي تناسب الأغراض المختلفة إلا أن أشهرها والمستخدم في نظم الري هي المضخة الطاردة المركزية.

ومن مميزاتها أنها :

١ – مناسبة لمتطلبات الضغط والتصرف.

٢ – بسيطة في التصميم وسهلة الاستخدام.

٣ – رخيصة التكاليف نسبياً.

ولفهم كيفية عمل المضخة الطاردة المركزية ، تجب أولاً معرفة ما هي القوة الطاردة المركزية. عند إدارة وعاء به ماء على امتداد الذراع كما في شكل (٦- ١)لا ينسكب الماء من الوعاء ولو انقلب وذلك نتيجة للقوة الطاردة المركزية والناشئة من دوران الوعاء. وإذا ثبتت أنبوبة صغيرة بقاع الوعاء فإن الماء سوف ينساب من خلالها أثناء الدوران ، ويزداد تدفق الماء بازدياد سرعة الوعاء.

استخدمت هذه الفكرة في عمل المضخة الطاردة المركزية فلو استبدلت الأوعية بالدفاعة (المروحة) والتي تحتوي على عدة ريش تدور بسرعة عالية داخل غلاف المضخة.

يدخل السائل إلى الدفاعة في الجزء الأوسط والمسمى بالعين من خلال أنبوبة صغيرة تسمى بأنبوبة السحب ثم ينساب إلى الخارج بواسطة ريش المروحة في اتجاه نصف القطر ، ويتصرف حول المحيط الكلي للدفاعة إلى الغلاف متجها إلى الخارج بواسطة أنبوبة تسمى بأنبوبة الطرد.

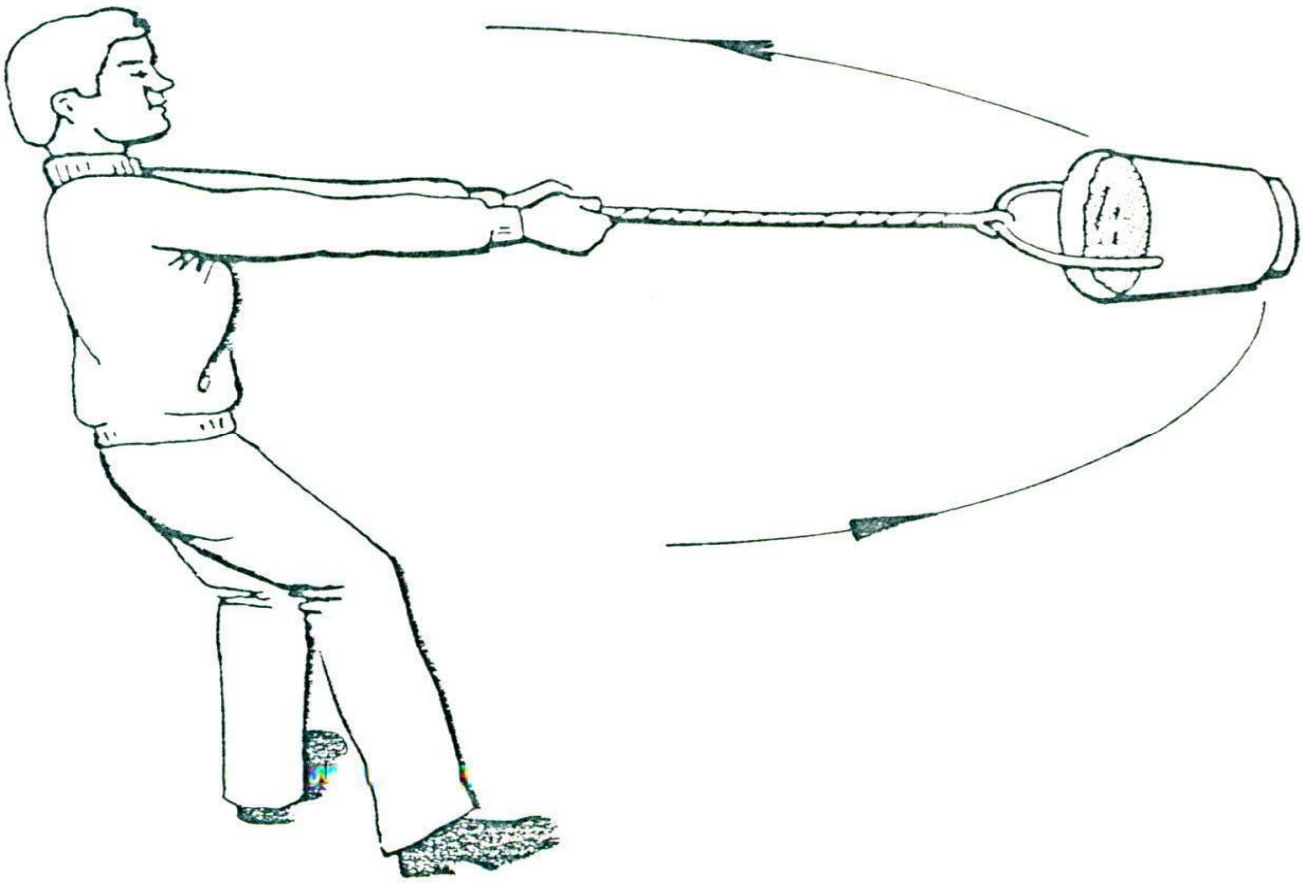
أثناء انسياب السائل خلال الدفاعة (المروحة) الدوارة يكتسب السائل طاقة من ريش الدفاعة مما يؤدي إلى زيادة كل من الضغط وسرعة السائل وحيث إن جزءاً كبيراً من طاقة السائل التي تترك الدفاعة هي طاقة حركة. فمن الضروري تحويل جزء من طاقة الحركة هذه إلى طاقة ضغط وذلك بتقليل السرعة ويتم ذلك من خلال الغلاف المحيط بالدفاعة.

تتكون المضخة الطاردة المركزية من عنصرين أساسيين :

١ – العنصر المتحرك ويشمل المروحة وعمود الإدارة.

٢ – العنصر الثابت ويتكون من غلاف المضخة، صندوق الحشو، الحوامل.

ولذلك سميت المضخة الطاردة المركزية بهذا الاسم لأن الزيادة في الضغط بداخل عضوها الدوار نتيجة للقوة الطاردة المركزية تكون عاملاً هاماً في تشغيلها. شكل (٦- ٢)



شكل (٦- ١) فكرة عمل المضخة الطاردة المركزية

الدفاعة (المروحة) Impeller

تصنع المروحة عادة من قطعة واحدة تصب في المسبك من معدن البرونز أو الحديد الزهر وقد تصنع من الخزف عند ضخ الأحماض لتفاعلها مع الحديد والبرونز أو تصنع من الصلب المقسى إذا عملت المضخة عند الحدود الحرجة للتكهف.

تصب ريش المروحة بسمك يعتمد أساسا على الخبرة العملية في هذا المجال للوصول لأقل سمك اقتصادا في المعدن. في مضخات الضغط العالي والتي تدور بسرعات عالية يحتاج الأمر إلى حسابات دقيقة لتحديد السمك المناسب لريش المروحة.

لاخوف من إزالة جزء من سمك الريش عند التنظيف بعد خروجها من المسبك حيث إن ما يتعرض له من اجهادات يحتاج سمكا أقل بكثير. بعض المراوح لها لوح أو غطاء على كلا جانبيها وتسمى بالمراوح المغلقة وإذا كانت المياه تحتوي على شوائب فيفضل استخدام المراوح (الدفاعات) المفتوحة وذلك لتقليل احتمال الانسداد إلا أن كفاءة هذا النوع أقل من المراوح المغلقة. توجد أيضاً المراوح شبه المغلقة والتي لها لوح أو غطاء على أحد جانبيها.

الغلاف Gasing

تصنع أغلفة المضخات من الحديد الزهر وبطريقة الصب وتتكون عادة من جزأين منفصلين تماماً يتم ربطهما بمسامير مما يسهل فك الغلاف عند الصيانة أو عند تغيير المروحة.

وقد يكون الغلاف حلزونياً أوتوربينياً والاثنان يؤديان نفس الغرض وهو تخفيض سرعة السائل الخارج من المروحة فالغلاف الحلزوني عبارة عن مجرى تزاد مساحة مقطعه من حول المروحة وقد تضاف إليه أنبوبة منفرجة في نهايته لتتصل بأنبوبة الطرد أما الغلاف التوربيني فهو غرفة محصورة بين عدد من الريش تحيط بالمروحة وتسمى بالريش المرشدة. والغلاف الحلزوني هو الأكثر استعمالاً.

عمود الإدارة Line Shaft

هو المستخدم لإدارة المضخة، تثبت المروحة على العمود بواسطة خابور وتربط بإحكام بصامولة ذات قلاووظ ويجب أن تربط في عكس دوران المضخة حتى لا تنفك مع الدوران. يصنع العمود عادة من الصلب الطري وإذا كانت المضخة سوف تستخدم في ضخ سوائل حمضية أو قلوية (غير متعادلة) يصنع العمود من الصلب المقسى يزود العمود عادة بجلب من البرونز إذا كان عرضة للتآكل بالاحتكاك.

القارنة Coupling

ينتهي عمود الإدارة بقارنة حيث يتصل المحرك بالمضخة وفائدتها :

١ – امتصاص أي انحرافات نشأت عند تركيب المضخة سواء في الاتجاه الأفقي أو الرأسي.

٢ – تقوم بتلقي الصدمات عند بداية الحركة.

وتستخدم غالباً القارنة ذات الجلب المطاطة لرخص ثمنها.

كراسي التحميل Bearings

تنقسم كراسي التحميل إلى نوعين :

١ – كراسي جلبة للسرعات المنخفضة.

٢ – كراسي كريات للسرعات العالية.

تبطن كراسي الجلب عادة بالمعدن الأبيض وتصنع من نصفين لتسهيل عملية الفك والتركيب دون الحاجة إلى فك أجزاء المضخة وعادة ما يتم تزييتها بالحلقة.

في كراسي الكريات يمكن إجراء المحاذاة بسهولة كما إنها لاتحتاج إلا إلى عناية بسيطة حيث تملأ بالشحم المناسب وقد تترك عدة شهور دون فحص.

صندوق الحشو Stuffing box

عندما يمر عمود الإدارة من غلاف المضخة يستلزم الأمر وجود وسيلة لمنع تسرب السائل حول العمود ويتم ذلك باستخدام مانع للتسرب أو صندوق الحشو وينقسم صندوق الحشو إلى نوعين.

١ – الحشو الطري العادي : Water Seal

يتكون من حشو طري من الأسبستوس المخلوط بالجرافيت ويتكون من حلقات متتالية تضغط عليها جلبة الحشو والتي تكون مشقوقة إلى نصفين ليسهل فكها واستخراج التالف واستبدال آخر جديد دون التعرض لأجزاء المضخة. يترك فراغ كاف بين صندوق الحشو وكرسي التحميل المجاور حتى يسمح باستخراج جلبة الحشو عند الضرورة.

عند وضع الحشو الجديد تربط مسامير الجلبة برفق حتى تسمح بتسرب ضئيل يخرج من الجلبة ليقوم بنوع من التزييت بين العمود والحشو. تجب مراعاة ألا ينعدم التسرب تماماً حتى لا يتلف الحشو بالاحتكاك. لذلك تجب ألا تعمل المضخة عندما تكون فارغة لأن ذلك يؤدي إلى تآكل سريع للحشو.

٢ – الحشو الميكانيكي (المعدني) Mechanical Seal

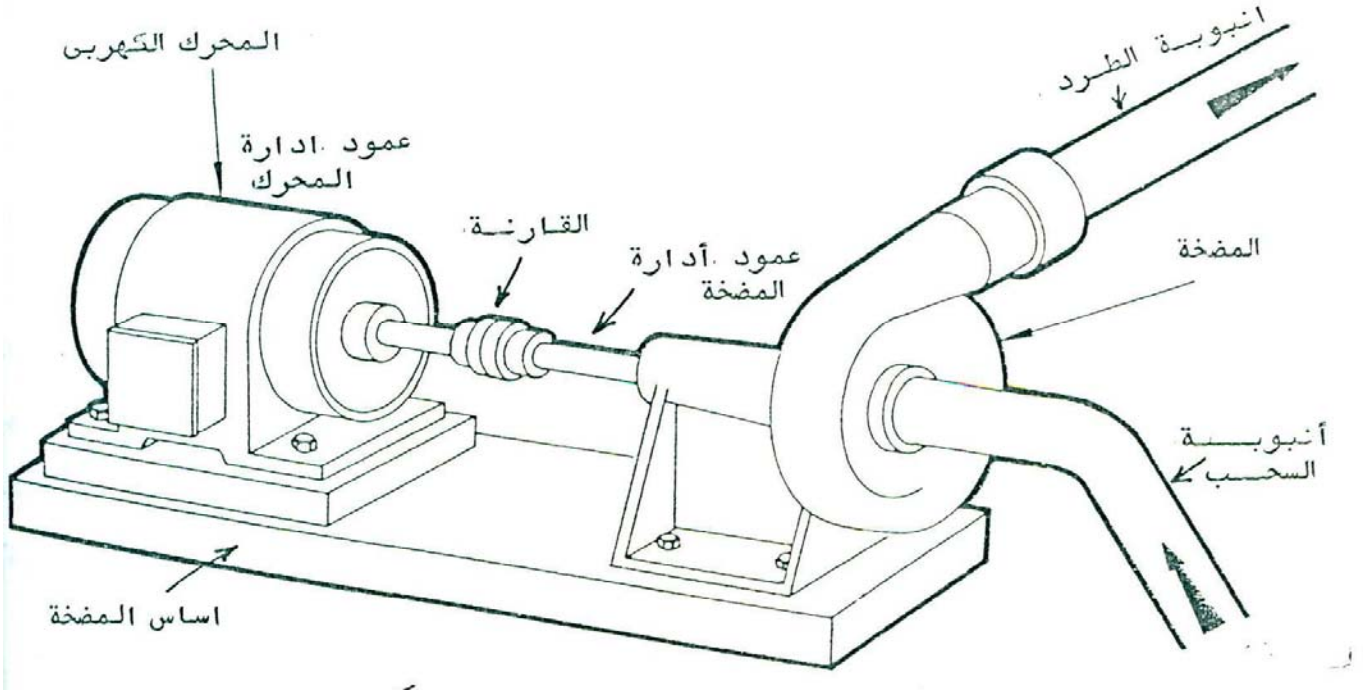
لا يستخدم الحشو العادي في مضخات الضغط العالي حيث يكون عرضة للتلف لذلك يستخدم الحشو المعدني ليقاوم الضغط. يتركب الحشو المعدني من حلقة مثبتة في عمود إدارة المضخة ويستند إلى الحلقة الياي الذي يضغط عليه جلبة لتثبيت الحشو بقوة في مقابل حلقة التثبيت، وتدور هذه المجموعة مع عمود إدارة المضخة.

قد يتعرض الحشو للحرارة في بعض المضخات، خاصة عند ضخ السوائل الساخنة، فتنتقل الحرارة إلى الحشو عن طريق عمود الإدارة لذلك يجب تبريد عمود الإدارة في هذه المنطقة التي بها الحشو، فتضاف غرفة تبريد إلى صندوق الحشو تبرد بتيار مستمر من الماء.

حجم المضخة Pump Size

يتم وصف المضخة عادة بقطر وصلة أنبوبة الطرد فيقال مثلاً مضخة ١٠٠سم أو ١٥٠سم ويمكن الاسترشاد بالجدول في اختيار المضخة المناسبة لتصرف معين ولكن لا يعتمد على هذا الجدول في التصميم.

حجم المضخة مم	٥٠	٧٥	١٠٠	١٢٥	١٥٠
التصرف م^3/ساعة	٣٠- ٦٠	٦٠- ١٠٠	١٠٠- ١٤٠	١٤٠- ١٨٠	١٨٠- ٢٢٠



شكل (٦- ٢) المضخة الطاردة المركزية

المضخة التربينية والغاطسة Turbine and Submersible pumps

مقدمة :

تستخدم المضخات التربينية والغاطسة لاستخراج المياه من الآبار عندما يصبح استخدام المضخة الطاردة المركزية غير مجدٍ.

تقوم كل من المضخة التربينية والمضخة الغاطسة تنقل الطاقة إلى الماء بواسطة الدفاعية (المرحة) التي تدور داخل غلاف لها يسمى بالجرم أو الطاسة. عندما تدور المروحة داخل الجرم تسمى بمرحلة وإذا كان هناك مجموعة مراوح متصلة مع بعضها تقوم المروحة السفلى بدفع المياه إلى المرحلة العليا وهكذا ويطلق عدد المراحل على عدد المراوح (الدفاعات) الموجودة بالمضخة فإذا كانت هناك مضخة ذات ثلاث مراحل أي توجد بها ثلاث مراوح.

هذه المراوح مثبتة على عمود يمتد رأسياً في حاسة المضخة التربينية إلى أن يتصل بمحرك كهربي أو غالباً لرأس تروس ويسمى بعمود الإدارة. يمتد هذا العمود رأسياً خلال عيون المراوح وفي حالات كثيرة يحاط بأنبوبة تزييت (التوبي) والتي بدورها تحاط بأنبوبة التصرف للمضخة (عمود التصرف) قاعدة المضخة حتى رأس المضخة التي تقوم بحمل المضخة. توجد برأس المضخة فلنجة تصرف المياه وصندوق منع تسرب الضغط.

يتميز هذا النوع بالتصرف العالي وعدم احتياجها إلى تحضير عند تشغيلها بتفريغ الهواء منها، لكونها مغمورة في الماء ومن عيوبها تعذر الوصول إلى بعض أجزائها وبالتالي صعوبة فحصها كما إنها ليس لها كفاءة عالية في حدود ٧٥٪ وقد تصل كفاءتها إلى ٢٠٪.

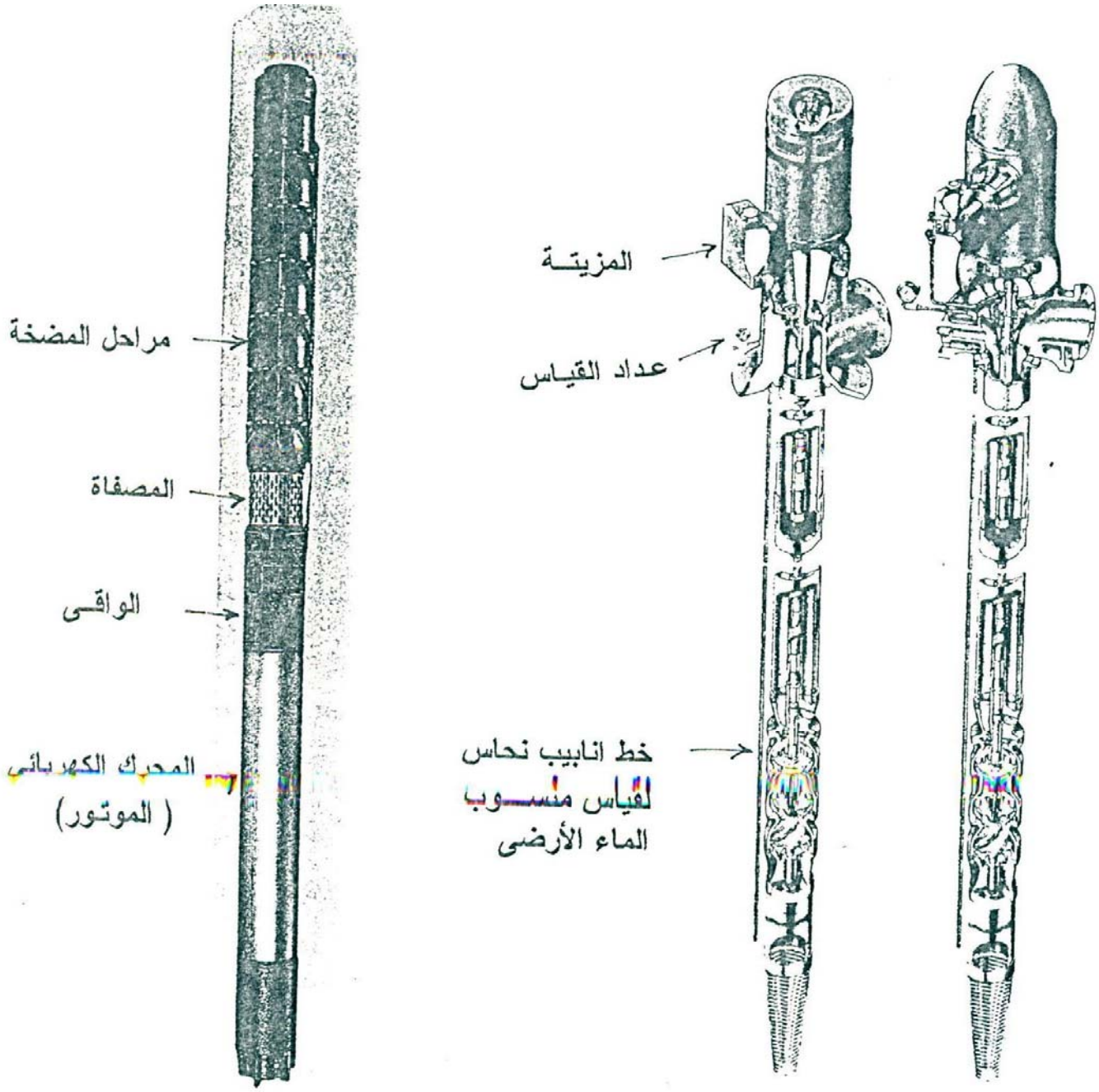
المضخة التربينية الغاطسة:

تعتبر أعمدة الإدارة الطويلة للمضخة التربينية في حالة الآبار العميقة جداً غير عملية شكل (٦- ٣) ونتيجة لذلك تم وضع محرك كهربي ذي قطر صغير أسفل التربينية وبذلك سميت بالمضخة التربينية الغاطسة. يستلزم تصميم المحرك الكهربي (الموتور) شكلاً خاصاً بحيث يشغل أضيق جزء ممكن ويكون محكماً حتى لا يتسرب داخله السائل ويصمم بشكل يتلاءم مع قطر البئر.

يوجد بين المراوح والمحرك غرفة معادلة الضغط الناشئ منه وضغط البئر تسمى بالواقي protector.

يوجد عمود الإدارة لربط المراوح فقط.

تزيد كفاءة هذا النوع من المضخات عن المضخة التربينية العادية وذلك لارتباط المحرك عن قرب وتبريده المباشر الناتج عن الغمر الكامل وقلة فواقد الطاقة لعدم وجود عمود الإدارة الرأسي بها.



شكل (٦- ٣) المضخة التربينية والغاطسة

مزاياها :

١ – أقل تكلفة في الآبار ذات الأقطار الصغيرة والأعماق الكبيرة.

٢ – مناسبة للأماكن التي تتطلب تشغيلاً هادئاً كالحدائق والأماكن التي يتعذر فيها الحصول على مكان لماكينة التشغيل وكذلك للآبار المعرضة لسريان مياه سطحي.

٣ – مناسبة للآبار العميقة والتي من الممكن أن تنشأ فيها مشاكل لطول عمود إدارة الكراسي في المضخة التربينية العادية خاصة إذا كان البئر رأسياً تماماً.

٤ – لا يوجد بها رأس تصرف أو عمود إدارة يمتد رأسياً إلى سطح الأرض.

عيوبها :

١ – سريعة التأثر لدورات الخدمة نتيجة لتغيرات الجهد الكهربي.

٢ – طول المحرك الكهربي أسفل المضخة قد يسبب عدم ضخ المياه بكفاءة خاصة إذا كان سمك الطبقة الحاملة للمياه صغيراً.

٣ – قد تنشأ مشاكل للمضخة والمحرك الكهربي إذا كانت مياه البئر بها نسبة مرتفعة من الرمال.

٤ – ارتفاع سعر المحرك الكهربي الغاطس التي تقدر قدرته ٥٠ كيلوات أو أكثر.

٥ – من أكبر عيوبها أنه إذا كان هناك أي مشاكل مع المحرك الكهربي فيجب إخراج المضخة من البئر.

مكونات المضخة التربينية الرئيسة :

١ – مجموعة رأس المضخة وبها كوع التصرف وصندوق مانع تسرب الضغط ومركب عليها عادة رأس التروس التي تستخدم في إدارة المضخة وتوضع على سطح الأرض.

٢ – مجموعة عمود التصرف وتشمل عمود التصرف وعمود الإدارة (السيخ) وأنبوبة التزييت والحوامل والتكيات.

٣- مجموعة الطاسات وتتكون من المراوح، أنبوبة السحب، علبة السحب، طاسة التصرف، أنبوبة السحب.

عمود الإدارة الرأسي (السيخ) :

يصنع من الفولاذ الكربوني المقاوم للصدأ. ومن الضروري اختيار القطر الصحيح لعمود الإدارة وذلك لنقل القدرة اللازمة لإدارة مراوح المضخة فإذا كان هذا العمود ليس بالأبعاد المناسبة فإنه قد يؤدي ذلك إلى انهياره (انكساره) نتيجة للإجهادات الواقعة عليه.

العوامل التي تؤثر في اختيار عمود الإدارة هي :

١ – سرعة دوران المضخة التصميمية أي عدد اللفات التي تدورها المضخة في الدقيقة.

٢ – إجهادات القص الواقعة على عمود الإدارة.

٣ – القدرة المنقولة إلى المراوح بواسطة هذا العمود.

العمود أيضاً معرض لقوى رأسية وهي وزن ووزن المراوح إضافة إلى الضغط الهيدروليكي على المراوح وعادة ما تكون المضخة مزودة برقم ثابت لكل مروحة وبضرب هذا الرقم في الضاغط الديناميكي الكلي يعطي الضغط الهيدروليكي.

أنواع أخرى من المضخات

المضخة المحورية (المروحية) propeller pump

المضخة المحورية هي إحدى أنواع المضخات الديناميكية الدوارة وبها يكون التدفق فيها موازياً لاتجاه محو الدوران وعدد الريش في هذا النوع أقل من عدد الريش في المضخة الطاردة المركزية بين ٢- ٤ ريش.

في معظم الأحيان يكون هناك مجموعتان إضافيتان من الريش الثابتة للمساعدة في توجيه السائل في المدخل والمخرج ولتقليل الدوامات في التدفق الخارج من المضخة.

أنسب استخدام للمضخة المروحية هي الحصول على تصرفات كبيرة لضغوط صغيرة. ويمكن تغير زاوية ميل الريش وقيمة انحنائها بغرض التوصل إلى ظروف مناسبة للتشغيل بدون تغير قطر الدفاعة المروحية كما يمكن الحصول على مراحل متعددة للحصول على ضاغط أعلى.

المضخات المحورية أكثر عرضة للتآكل عنها من أي نوع من المضخات نظراً للسرعات العالية ويحدث هذا التآكل بالقرب من حواف الريش.

المضخة ذات التدفق المختلط (البرية) Mixed Flow (Screw) pump

هي أحد أنواع المضخات الديناميكية الدوارة ومنها يكون التدفق خليطاً ما بين المضخة الطاردة المركزية والمضخة المحورية أي يجمع بين الاتجاهين القطري والمحوري، كما إن خصائصها متوسطة ما بين خصائص النوعين السابقين لذلك فهي تستخدم لتصرفات وضغوط متوسطة.

الحواف الداخلية للريش تشبه الحواف الداخلية لريش المضخات ذات السريان المحوري عند المخرج كذلك شكل الغلاف الحلزوني المحيط بها فإنه يشبه الوضع عند مخرج المضخات الطاردة المركزية.

المضخات الترددية Reciprocating pump

تستخدم المضخات الترددية شكل (٦- ٤)عادة في المكابس الهيدروليكية فهي تحتاج إلى ضغوط كبيرة لتصرفات صغيرة كما تستخدم في ضخ الزيت من آبار البترول فتنقل الحركة إلى المضخة في البئر من المحرك الموجود على سطح الأرض من خلال عمود يمر وسط الأنبوبة. عيبها الأساسي هو كبر حجمها وارتفاع ثمنها وتتكون المضخة في أبسط صورها من :

١ – أسطوانة يتحرك بداخلها مكبس يأخذ حركته الخطية من عمود مرفق أو كامة. تسمى حركته في اتجاه المضخة بمشوار الطرد وبعيداً عنها بمشوار السحب.

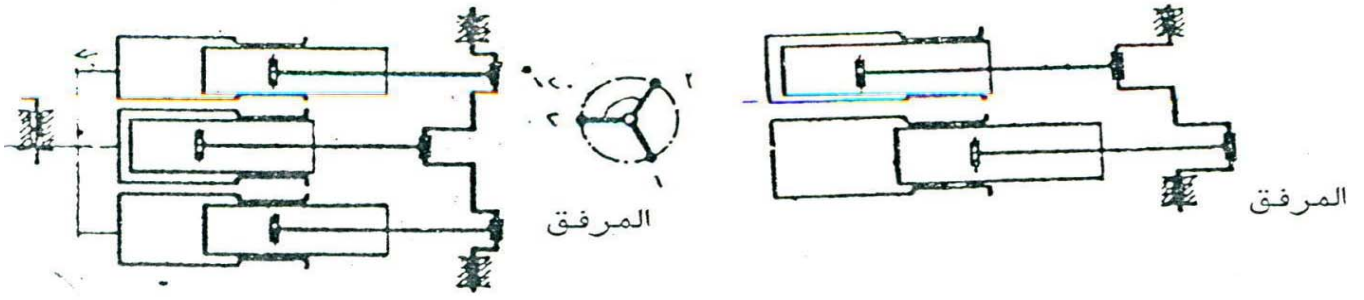
٢ – أنبوبة سحب بين مصدر السائل والأسطوانة.

٣ – أنبوبة طرد والتي من خلالها يتم صرف السائل.

٤ – صمام سحب يسمح بمرور السائل من أنبوبة السحب إلى الأسطوانة.

٥ – صمام طرد يسمح بمرور السائل من الأسطوانة إلى أنبوبة الطرد.

تسمى المضخة الترددية أيضاً بالمضخة ذات الإزاحة الإيجابية حيث إنها تصرف كمية محددة من السائل أثناء حركة مكبسها. مع أن هذا النوع من المضخات يعمل عند ضغوط عالية جداً إلا أن سرعتها الدورانية غالباً ما تكون منخفضة جداً مما يجعلها أكبر حجماً من المضخمة الطاردة المركزية التي تعطي نفس التصرف.



ثنائية الأسطوانة ثلاثية الأسطوانات

شكل (٦- ٤) المضخات الترددية

والجدول التالي يوضح الفروق الأساسية بين المضخة الطاردة المركزية والمضخة الترددية.

جدول (٦- ١) مقارنة بين المضخة الطاردة المركزية والمضخة الترددية

المضخة الطاردة المركزية.	المضخة الترددية.
١ – بسيطة في تركيبها لأجزائها الصغيرة.	معقدة في تركيبها لكثرة أجزائها.
٢ – وزنها صغير للتصرف المعطى.	وزنها كبير للتصرف المعطى.
٣ – مناسبة للتصرف الكبير والضغط الصغير.	مناسبة للتصرف الصغير. والضغط العالي
٤ - تحتاج إلى مساحة صغيرة وأساس بسيط.	تحتاج إلى مساحة أرض أكبر وأساس ثقيل نسبياً.
٥ – أقل في إمكانية التآكل.	أكبر في إمكانية التآكل.
٦ – تكاليف الصيانة قليلة.	تكاليف الصيانة كبيرة.
٧ – يمكن أن تضخ مياه قذرة.	لا تضخ مياه قذرة.
٨ – تعمل عند سرعات عالية.	لا تعمل عند سرعات عالية.
٩ – تصرفها منتظم.	تصرفها متقطع.
١٠- لا تتطلب وجود أوعية هواء	تتطلب وجود أوعية هواء.
١١- الضغط على عمود الإدارة منتظم.	الضغط على عمود الإدارة غير منتظم.
١٢- تشغيلها بسيط جداً.	عناية فائقة أثناء التشغيل.
١٣- تحتاج إلى تحضير قبل التشغيل.	لا تحتاج إلى تحضير.
١٤- لها كفاءة منخفضة.	لها كفاءة عالية.

أوعية الهواء :

فائدة وعاء الهواء هو التخلص من الآثار المدمرة للتكهف وذلك بالوصول بالسرعة الترددية في أنبوبة السحب إن أمكن إلى سرعة منتظمة ويتم ذلك باستخدام أوعية الهواء.

وعاء الهواء عبارة عن إناء حجمه من ست إلى تسع مرات حجم الإزاحة في أسطوانة المضخة، يشحن الجزء العلوي منه بالهواء المضغوط عن طريق مكبس هواء تزود به المضخات الكبيرة، أو عن طريق صمام شحن يركب ناحية السحب في المضخات الصغيرة.

يوضع وعاء الهواء على كل من أنبوبتي السحب والطرد بالقرب من المضخة. أثناء مشوار الطرد، يتحول معظم التصرف الزائد عن المتوسط ليدخل وعاء الهواء ليخزن فيه حتى انتهاء مشوار الطرد، وخلال الفترة الزمنية التي يغلق فيها صمام الطرد أثناء مشوار السحب يعمل الهواء المضغوط في الوعاء إلى إزاحة السائل المخزون به وبذلك يستمر التصرف في أنبوبة الطرد بشكل أقرب إلى الانتظام.

المضخة الترددية المتعددة الأسطوانات :

يمكن الوصول إلى نفس نتيجة أوعية الهواء وذلك باستخدام أكثر من أسطوانة تتصل جميعها بأنبوبة الطرد أو السحب لتعطي تصرفها تباعاً الواحدة تلو الأخرى كلما دار عمود المرفق دورة واحدة فيظل التصرف متتابعاً في الأنبوبة. وقد تكون المضخة ثنائية أو خماسية الأسطوانات عندما يتطلب الأمر ضغوطاً عالية وجودة مرتفعة مثل مضخات تغذية المراجل ومضخات المكابس الهيدروليكية.

المضخة الدوارة Rotary pump

تشبه المضخة الطاردة المركزية من الخارج إلا أنها تختلف عنها في عملها. وهي تجمع بين مزايا المضخة الطاردة المركزية والمضخة الترددية أي تصرف ثابت للمضخة الطاردة المركزية وإزاحة إيجابية للمضخة الترددية ويمكن أن تصل السرعة في هذا النوع من المضخات إلى ٤٠٠٠ لفة/دقيقة.

وتنقسم إلى عدة أقسام

١ – المضخة ذات التروس (الخارجية).

٢ – المضخة ذات التروس (الداخلية).

٣ – المضخة ذات الفصوص.

٤ – المضخة ذات الريش.

١ – المضخة ذات التروس الخارجية :

تتكون المضخة في أبسط صورها من ترسين أسطوانيين متشابهين أحدهما يتصل بالمحرك ويسمى بالترس القائد والآخر يسمى بالترس التابع ويدوران داخل الغلاف بخلوص بسيط لتقليل الفاقد عبر الخلوص. عندما يدور الترس القائد فإن الترس التابع يدور في الاتجاه المضاد. هذه الحركة تجعل أسنان الترس السائل من ناحية السحب لتحضره بين السن السابقة والغلاف في كلا الترسين، وعندما يتم الترس دورته لا يجد السائل طريقا إلا من خلال أنبوبة الطرد.

المساحة المحصورة بين كل سنين متبادلين من أسنان الترس والغلاف تمثل غرف غير أسطوانية الشكل طولها هو طول الترس نفسه، فكثرة عدد الأسنان في الترس الواحد يكثر بذلك عدد الغرف مما يؤدي إلى التصرف المنتظم في أنبوبة الطرد والسحب، حيث يعمل كل سن من أسنان التروس كالمكبس الموجود في المضخة الترددية والذي يدفع السائل في أنبوية الطرد يفصل هذا النوع من المضخات عند ضخ الزيوت حيث إن الكفاءة الحجمية، وهي النسبة بين التصرف الحقيقي إلى التصرف النظري، قد تصل إلى ٩٨٪. تقل الكفاءة الحجمية بالتقاوم كلما زاد الخلوص بين الترس وغلاف المضخة كما تتأثر بنوع وضاغط الطرد، فتنخفض كثيراً كلما زاد الضغط أو قلت لزوجة السائل فهي تصل إلى ٨٠٪ في حالة الماء.

٢ – المضخة ذات التروس الداخلية :

تتكون من ترسين أسطوانيين أحدهما يرتبط بالمحرك وهو الترس الداخلي القائد وعند دوران يدور معه الترس الخارجي التابع، مصممة بحيث تكون وصلة محكمة ضد التسرب السائل عند نقط الترس في جانب والجانب الآخر يتواجد فراغ هلالي الشكل قبل التشغيل تملأ المضخة بالسائل وعند دوران التروس تبدأ الأسنان في الخروج قرب نهاية السحب، ونتيجة لذلك يزداد الفراغ من الترسين وينساب السائل في هذا الفراغ. ومع استمرار دوران التروس، ينحصر السائل ما بين الأسنان والشكل الهلالي وينساب في أنبوبة الطرد ، يعمل كل سن من الترس، مثل المضخة ذات التروس الخارجية ، كالمكبس في المضخة الترددية الذي يعمل على دفع السائل في أنبوبة التصرف.

٣ – المضخة ذات الفصوص :

تشبه المضخة الترسية في عملها ، وهناك تصميمات كثيرة لهذا النوع من المضخات، لكن غالبا ما تكون الأسطوانات ذات فصين أو ثلاثة وبعض الأحيان أكثر. هذه الفصوص مصممة شريطة أن تعطي وصلة محكمة ضد تسرب السائل عند نقط التماس. وهي تعطي ضغطاً كافياً لدفع السائل في أنبوبة التصرف. عيبها أن تدفق السائل غير منتظم كما هو الحال في المضخة الترسية.

٤ – المضخة ذات الريش :

تتكون من عضو دوار يحتوي على عدد من الريش (من ٤ ريش إلى ٨ ريش). يدور هذا العضو داخل غلاف المضخة الثابت دوراناً لامركزياً مما يؤدي إلى وجود فراغ بينه وبين الغلاف تزداد مساحة الجزء الموجود منه أمام أنبوبة السحب ثم يعود وتتناقص مساحته في الجزء الموجود أمام أنبوبة الطرد.

وبذلك يمكن أن ينتقل السائل من ناحية السحب بحجم محصور بين كل ريشتين متتاليتين والغلاف، ليصل إلى أنبوبة الطرد في عملية تدفق مستمرة، مما يجعل تصرف المضخة منتظماً للغاية. تزود المضخة بصمام رجوع يمكن عن طريقة التحكم في تصرف المضخة. فعندما يصل الضغط ناحية الطرد قيمة يحددها ضغط الزنبرك على الصمام بقدر ما يرجع جزء من السائل ناحية السحب ثانية.

المضخة الماصة، المضخة الكابسة والمضخة الماصة والكابسة

وهي من أنواع المضخات ذات الإزاحة الموجبة وتشترك كلها في وجود مكبس يتحرك حركة ترددية داخل جسم المضخة الأسطواني يصل جسم المضخة بأنبوبة السحب كما يوجد صمام آخر بالمكبس في حالة المضخة الماصة أو بجسم المضخة ليصلها بأنبوبة الطرد (التصرف). نتيجة للحركة الترددية للمكبس يتم سحب السائل إلى الخلف ويتم طرد السائل أثناء حركة المكبس إلى الأمام ولذلك يكون تصرف هذه المضخات متقطعاً. قد يستخدم أكثر من مكبس وأسطوانة في المضخة الواحدة لجعل التصرف أكثر انتظاماً أو تستعمل غرف هوائية لتخزين السائل المتصرف تحت ضغط ثم يسمح له بالسريان بصورة مستمرة ومنتظمة أو تزود الأسطوانة بأكثر من فتحة للسحب والطرد. حتى تمكن المكبس من القيام بالسحب والطرد أثناء حركته للأمام والخلف وبذلك تسمى بالمضخات زوجية العمل.

مضخة النفث Jet pump

تستعمل بنجاح لرفع المياه إلى الغلايات وتتكون في أبسط صورها من أنبوبة لها نهاية ضيقة عند قاعها أما النهاية العليا وتؤدي إلى الارتفاع المطلوب. البخار (أو أحياناً المياه) تحت ضغط عال تمر خلال الفوهة (بزباز) الموجودة تتحول طاقة الضغط الموجودة في البخار أو الماء إلى طاقة ميكانيكية (طاقة سرعة) عندما يمرالبخار أو الماء خلال الفتحة وبناء عليه فإن الضغط في الجزء المتقارب الضيق convergent من الأنبوبة يقل بصورة كبيرة حسب قاعدة برنولي(إذا زادت السرعة قل الضغط) مما يساعد على دفع المياه في الأنبوبة من خزان سحب المياه.

مضخات الرفع بالهواء:

استخدمت بنجاح في رفع المياه من الآبار العميقة أو إلى الارتفاعات العالية تتكون في أبسط صورها من أنبوبة مفتوحة رأسية نهايتها السفلية مغمورة في السائل المراد رفعه أما الجانب العلوي من الأنبوبة فينتهي بالارتفاع المطلوب.

يدفع الهواء المضغوط إلى قاع الأنبوبة على فتحة صغيرة كما هو موضح بالشكل. كفاءة هذه المضخة صغيرة جداً (حوالي ٢٥٪) وهذا نتيجة للفقد في الطاقة للهواء المضغوط. عند مزجه بالسائل ولكن لها المميزات الآتية :

١ – بسيطة جداً في التصميم.

٢ – حيث إنه لا توجد بها أجزاء متحركة لذلك لا يوجد تآكل في أجزائها.

٣ – لا يوجد مشكلة تزييت.

٤ – التكاليف المبدئية وكذلك الصيانة صغيرة جداً.

المراجع

خليل، محمود عبدالعزيز ابراهيم . ١٩٩٨م . العلاقات المائية ونظم الري. منشأة المعارف بالاسكندرية .

العمود، أحمد إبراهيم. ١٤١٩هـ . نظم الري بالتنقيط. النشر العلمي والمطابع – جامعة الملك سعود . الرياض

كاي، ملفين ١٩٩١م. الري بالرش الأجهزة والتطبيق. ترجمة العمود، أحمد إبراهيم- الفتياني، فاروق عبدالله . مطابع دار المعارف . جمهورية مصر العربية

الفتياني، فاروق . ومحمد ، فوزي. وأبوغبار، حسين. ١٩٨٩م .الري بالرش . مركز خدمة المجتمع والتعليم المستمر- كلية الزراعة – جامعة الملك سعود

إسماعيل، سمير محمد .١٩٨٧م. تصميم نظم الري الحقلي. جامعة الإسكندرية- جمهورية مصر العربية

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الوحدة الأولى : سريان السوائل في الأنابيب	
مقدمة	٢
التصرف	٢
التدفق في الأنابيب	٣
أقطار الأنابيب والضغوط المأمونة	٣
العوامل المؤثرة على التدفق في الأنابيب	٣
فاقد الاحتكاك	٥
نظم الري بالرش	٦
فواقد الاحتكاك في الأنابيب الفرعية والرئيسة	٨
فاقد الاحتكاك في الخط الرئيس	٨
فواقد الاحتكاك في الخط الفرعي	٩
الوحدة الثانية: نظام الري بالرش الثابت والمتنقل	
مقدمة	١٢
المكونات الرئيسة لنظام الري بالرش	١٢
المضخة	١٢
الخط الرئيس	١٢
الخط الفرعي	١٢
الرشاشات	١٣
أنابيب الري بالرش	١٤
أنابيب مرنة ومتنقلة	١٤

تابع المحتويات

الموضوع	الصفحة
أنابيب صلبة ومتنقلة	١٤
أنابيب ثابتة	١٤
النظام المتنقل	١٥
النظام الثابت	١٧
النظام النصف ثابت	١٩
نظام الري المحمول على محور العجل	١٩
نظام الري المحمول على إطار لعجل	١٩
الوحدة الثالثة: جهاز الري بالرش المدفعي	
مقدمة	٢١
النظام المدفعي المسحوب	٢١
النظام المدفعي ذو البكرة	٢٢
مدافع الرش	٢٤
مدفع الرش ذو الذراع المتأرجح	٢٤
مدفع الرش ذو التربين المائي	٢٥
الخصائص العامة	٢٧
الوحدة الرابعة: أجهزة الري المحوري	
مقدمة	٢٩
وصف النظام المحوري	٢٩
أنابيب خط الرشاشات	٣٢
عناصر تشغيل النظام	٣٣
زمن الدورة الفعلية للجهاز	٣٣
اختيار نسبة التوقيت المناسبة	٣٤
آلية الدفع	٣٧
طريقة دوران خط الرشاشات	٣٨

تابع المحتويات

الموضوع	الصفحة
اختلاف معدل الرش على طول الخط	٤٠
ترتيب الرشاشات على طول خط الرش	٤١
ري الأركان في نظام الري المحوري	٤٣
طريقة عمل ري الأركان بالنظام المحوري الصغير	٤٤
الوحدة الخامسة : الري بالتنقيط	
مقدمة	٤٨
المعلومات الواجب توفرها عند تصميم نظام الري بالتنقيط	٤٨
١- مصدر الامداد بالمياه	٤٨
٢- نوع المحصول	٤٨
٣- درجة استواء سطح التربة	٤٨
٤- خواص التربة	٤٩
٥- بيانات الارصاد الجوية	٤٩
المكونات الاساسية لشبكة الري بالتنقيط	٤٩
اولاً : الطلمبة (المضخة)	٤٩
ثانياً : مركز التحكم	٥٠
١- الصمامات والمحابس	٥٠
٢- منظمات الضغط والتصرف	٥١
٣- خزان الأسمدة ومضخة حقن الأسمدة والكيماويات	٥٢
٤- المرشحات (الفلاتر)	٥٣
الأسس الواجب مراعاتها عند اختيار المرشحات	٥٥
ثالثاً : شبكة أنابيب التوصيل	٥٥
الخطوط الفرعية	٥٥
الوصلات	٥٧
رابعاً : المنقطات	٥٨
	٥٨

تابع المحتويات

الموضوع	الصفحة
تقسيم المنقطات حسب وضعها في الخط الفرعي	٦٠
تقسيم المنقطات حسب معدل التصرف	٦٠
تقسيم المنقطات حسب مدى حساسيتها للتغير في الضغط	٦٠
تقسيم المنقطات حسب قابليتها للانسداد	٦١
تقسيم المنقطات حسب إمكانية تنظيفها	٦١
تقسيم المنقطات حسب ضغط التشغيل	٦١
تقسيم المنقطات حسب نظرية عملها	٦١
وصف لأهم أنواع المنقطات	٦٢
العوامل التي يتوقف عليها عدد المنقطات	٦٥
القواعد العامة الواجب مراعاتها عند تشغيل شبكة الري بالتنقيط	٦٧
الباب السادس : المضخات	
مقدمة	٧٠
مصطلحات خاصة بالمضخات	٧٠
المضخة الطاردة المركزية	٧٣
الدفاعة (المروحة)	٧٤
الغلاف	٧٥
عمود الإدارة	٧٥
القارنة	٧٥
كراسي التحميل	٧٥
صندوق الحشو	٧٦
حجم المضخة	٧٦
المضخة التوربينية والغاطسة	٧٧
مقدمة	٧٧
المضخة التوربينية الغاطسة	٧٨

تابع المحتويات

الموضوع	الصفحة
مزاياها	٨٠
عيوبها	٨٠
مكونات المضخة التوربينية الرئيسة	٨٠
عمود الإدارة الرأسي (السيخ)	٨١
أنواع اخرى من المضخات	٨١
المضخة المحورية (المروحية)	٨١
المضخة ذات التدفق المختلط (البرية)	٨٢
المضخات الترددية	٨٢
أوعية الهواء	٨٣
المضخة الترددية المتعددة الأسطوانات	٨٤
المضخة الدوارة	٨٤
١- المضخة ذات التروس الخارجية	٨٤
٢- المضخة ذات التروس الداخلية	٨٥
٣- المضخة ذات الفصوص	٨٥
٤- المضخة ذات الريش	٨٥
المضخة الماصة، المضخة الكابسة والمضخة الماصة والكابسة	٨٦
مضخة النفث	٨٦
مضخات الرفع بالهواء	٨٦
المراجع	٨٧