

نظم الري الحديث

الري بالرش - الري بالتنقيط

(1) مقدمة:

الرى بالرش هو إعطاء مياه الرى بالحقل المنزوع على هيئة رذاذ أو نقط صغيرة (droplets) بحجم مناسب وبمعدل مناسب أيضاً، وهو يحاكي الرى الطبيعي على الأمطار - حيث تساقط المياه فوق سطح الأرض على هيئة رذاذ لا يزيد معدل تساقطه (application rate) عن معدل امتصاص التربة للمياه (Infiltration rate) وذلك لتفادي الفاقد في المياه عن طريق السريان السطحي بعيداً عن الأرض المراد ريها . ويعطي الرشاش الأرض المراد ريها بكمية من المياه تكفي للوصول إلى الحد الأمثل للمحتوى الرطبوبي في منطقة نمو الجذور وبأقل فقد يضيع بالتسرب العميق . ويراعي عند استعمال نظام الرى بالرش عدم تعرض الرذاذ للتبخّر وكذلك انتظام توزيع المياه على سطح الأرض .

وقد أُنسَعَ مجال تطبيقه منذ الثلثيات مع التطور في صناعة المواسير الخفيفة الوزن والرخيصة الثمن. ويطبق هذا النظام الآن على مستوى واسع وخصوصاً في الأراضي المستصلحة حيث أن توزيع المياه لا يعتمد على طبغرافية سطح الأرض. وتوجد أنواع كثيرة لنظم الرى بالرش إلا أنها جميعاً تشتهر في مكونات أساسية وهي: محطة الطلبات وشبكة المواسير الرئيسية والفرعية وخطوط الرشاشات والرشاشات.

بـ- شبكة المواسير الرئيسية والفرعية وخطوط الرشاشات:

تتوقف أقطار الشبكة حسب التصرف المار بكل خط بدءاً من محطة الصخ وحتى أبعد خط رشاش بالمساحة المروية - وتختلف نوعية المواسير المستخدمة حسب نظام الرى المتبعة وهل هو نظام ثابت أو نصف ثابت أو متحرك بالكامل، وأيضاً حسب ضاغط المياه المطلوبة داخل المواسير - وهل هذه الخطوط مدفونة أم ظاهرة فوق سطح الأرض . ويستخدم في الشبكة أنواع عديدة من الوصلات والقطع الخاصة والمحابس، وكل استخدام وسيب لاستخدامه وسيتم عرض التفصيلات الخاصة بالشبكة وعناصرها .

(2) العناصر الأساسية المكونة لنظام الرى بالرش :

أـ- الرشاشات : تطورت صناعة الرشاشات واتخذت أشكالاً وأنواعاً كثيرة. وقد بدأت أولاً عن طريق عمل تقويب في الموساير لخروج منها المياه مندفعه لرى المنطقة المجاورة لهذه الموساير. ثم تحسن بمرور الوقت وأصبحت المياه تتدفق من الرشاشات على هيئة رذاذ تحت تأثير الضاغط الموجود في الموساير لتغطى مساحة دائرة حول الرشاش. وخرج المياه من الرشاش إما من فتحة واحدة أو من فتحتين أو ثلاثة على الأكثر . ويتراوح قطر دائرة الرشاش من 3,0 متر للرشاش الصغير إلى 200.00 متر للرشاش الكبير والذي يطلق عليه المدفع الرشاش (Gun Sprinkler) . ويختلف قطر فوهة الرشاش من 2 مم إلى 30 مم . وتعمل أنواع الرشاشات المتعددة بضوابط مختلفة تتراوح من 10,00 متر إلى 80,00 متراً . وبالتالي يختلف التصرف قطر دائرة الرذاذ (تأثير) لكل نوع منها. وسيتم توضيح الاعتبارات الفنية عند اختيار نوع الرشاش المناسب وتحديد المسافة بين الرشاشات على خطوط الموساير فيما بعد.

د- التوفير الكبير في كميات الأسمدة والكيماويات المستخدمة والتي كانت تضيع مع المياه المفقودة بالرشح العميق أو السريان السطحي للمصارف.

هـ- نظراً لارتفاع كفاءة الرى بالرش فهناك توفير كبير في مياه الرى وأيضاً التوفير الملحوظ في المياه المتجهة للمصارف بدرجاتها المختلفة والتي توفر في النهاية بشكل ملحوظ في تكاليف إنشاء شبكة المصارف ومحطات طلمبات الصرف عن مثيلاتها في نظام الرى السطحي .

و- يتوافق هذا النظام مع نوعية التربة ذات المسامية العالية والتي تهدر كميات كبيرة من المياه بعيداً عن منطقة نمو الجذور - الأمر الذي يسبب زيادة المقننات المائية - لذلك فإن الرى بالرش هو الأنسب في حالة الأرضي ذات المسامية العالية كالأراضي الرملية - مع مراعاة أن لا يزيد معدل تساقط المياه من الرشاشات (application rate) عن معدل اختراف هذه المياه للتربة (Infiltration rate) .

ز- التحكم الكبير في تقدير كمية المياه المطلوبة في الري الواحدة على أساس رفع درجة الرطوبة الأرضية في منطقة الجذور إلى قرب حد السعة الحقلية المثلث للترابة - ويساعد النظام كثيراً في تحقيق الاتزان المائي الهوائي في منطقة الجذور مما له عظيم الأثر في إنتاجيه المحصول وزيادتها كثيراً .

(4) العوامل التي تحد من استخدام نظام الرى بالرش :

- أ- ارتفاع التكاليف الأولية لنظام الرى بالرش.
- ب- العمالة المستخدمة يجب أن تكون مدربة للتشغيل والصيانة - مع التوفير الدائم لقطع الغيار وهي العوامل الرئيسية لنجاح المشروع.
- ج- التحفظ الشديد في النظم المستخدمة من الرى بالرش في الأراضي الطينية - وذلك حتى لا يزيد معدل التساقط (الرش) عن معدل الترشيح للترابة والذي يكون منخفضاً نسبياً في الأراضي الطينية حتى تتجنب حدوث

ج- محطة الطلبات : تكون المحطة من طلبة واحدة أو عدد من الطلبات تضخ المياه بالتصريف والضاغط المطلوب حسب التصميم الخاص بالشبكة وتتغذى بالمياه من مصدر سطحي أو مصدر جوفي حسب الموارد المائية المتوفرة بالمنطقة . ويجوز تزويد محطة الطلبات بوحدات لإضافة الأسمدة أو وحدات ترشيح (رمليه-زلطية أو شبكية أو مجتمعين) - حسب طبيعة كل محطة وحسب نوعيه الأرض والمياه والنبات والرشاشات المستخدمة . ومن الممكن أن تكون محطة الطلبات ثابتة أو متحركة على جرار مثلاً يستمد مياهه من ترعة جانبية بطول الأرض - كما سيرد ذلك تقليلاً عند سرد أنواع أنظمة الرى بالرش .

(3) مزايا استخدام نظام الرى بالرش :

أ- عدم الاحتياج لأعمال تسوية الأراضي وهو مطلب هام وأساسى في نظام الرى السطحي - مما يوفر كثيراً في التكاليف المبدئية للمشروع ، حيث يسمح هذا النظام بترك الأرض بدون تسوية حسب طبيعة الكنتور الخاص بها . ويؤدى ذلك إلى الحفاظ على خصوبية الطبقة العلوية من التربة (منطقة نمو الجذور) والتي قد تتأثر كثيراً بأعمال التسوية.

ب- يوفر مساحة الأرض الزراعية التي تشغela المسماقى بالحقل وزواريق الصرف (من 10% الي 15% من مساحة الأرض) وكذلك التخلص من أماكن نمو الآفات .

ج- ارتفاع كفاءة الرى وقد تصل إلى 85 - 90 % إذا أحسن استخدام وتصميم النظم ، وذلك نظراً لأن فوائد المياه لهذا النظم أقل بكثير من فوائد الرى السطحي - حيث تتعذر تقريباً فوائد السريان السطحي وفوائد التسرب العميق.

- فائق مفقود بالسريان السطحي - وبالتالي يجب أن تكون معدلات التساقط خفيفة لدى الأراضي الثقيلة الطينية وعلى فترات متقاربة .
- لا ينصح باستخدام هذا النظام في المناطق التي تزيد سرعة الرياح فيها عن 5 متر/ثانية حتى لا تتخض كفاءة الري نتيجة لعدم انتظام توزيع الرذاذ .
- يخشى من ارتفاع نسبة الأملاح بالترابة الطينية مما يستلزم غسيل هذه الأرضي بغمراها بالمياه من وقت لآخر .
- ارتفاع نسبة الطاقة اللازمة للإدارة مع أنواع الري بالرش .
- الهالك بالسرقة أو الضياع بالنسبة للرشاشات المعدنية (كالنحاس أو الألومونيوم)

(5) طرق تشغيل نظام الري بالرش :

من الممكن أن تكون بعض أو كل خطوط المواسير والرشاشات ثابتة و يتم نقل بعضها أو يتم تثبيت بعضها فقط حسب ظروف المنطقة واقتصاديات المشروع . ويتم اختيار الطريقة المناسبة بعد عمل الدراسة الكافية التي تأخذ في الاعتبار نوع الزراعة وتصنيف التربة وطبوغرافية الأرض وأجور العمالة وخلافه . وفيما يلى تصنيف مبسط لهذه الطرق وفقا لطريق نقل وتحريك المواسير المستخدمة

أ- النظام الثابت Permanent System : وفيه تكون الطرلمبة وشبكة المواسير والرشاشات ثابتة في أماكنها ، وقد تنقل الرشاشات على خطوط الرشاشات ، وهذا النظام هو الأكثر في التكلفة الإنسانية والأقل في العمالة وتكليف الصيانة . ويستعمل هذا النظام في الحالات التي يصعب فيها نقل الخطوط مثل مناطق الأشجار حيث تكون الرشاشات عالية ومن غير العملي فكها وتجميعها بسرعة . ولتغيير دور الري تطلق المياه إلى خط الرشاشات في الفترة الزمنية المقررة له في الدور ثم تنقل عنه ويفتح الخط الذي يليه وهكذا .

ب- النظام النصف ثابت Semi Permanent System : وفيه تكون الطرلمبة والخطوط الرئيسية والفرعية ثابتة وخط الرشاشات ينتقل من مكان لآخر ، ويصلح هذا النظام لرى المساحات الكبيرة . والخطوط الرئيسية تأخذ المياه من الطلبات التي توضع في مكان مناسب بالأرض لسحب مياه الري من مصدرها ، وتضخها تحت ضغط محسوب في الموسير الرئيسية ومنها إلى الفرعية (Submain) ، ومن الخطوط الفرعية تتوزع المياه من صمامات عند نقط معينة على أبعاد خاصة يركب عندها خطوط الموسير المتنقلة (خطوط الرشاشات).

ويراعى أن توضع الموسير الرئيسية والفرعية مع انحدار الأرض، أما خط الرشاشات فيعتمد مع الانحدار أو اتجاه الانحدار وليس في الاتجاه الأعلى . كما يلاحظ أن يوضع متعامدا مع اتجاه الريح ويحسن أن لا يزيد طول خط الرشاشات عن 250-300 متر حتى لا يتأثر تصرف الرشاشات بالتغيير في الضغط مع زيادة طول الخط . وكذلك يراعى أن تستخدم موسير خفيفة الوزن لجميع أجزاء الشبكة التي يتم نقلها، وأن تكون ذات وصلات سريعة الفك والتركيب .

ويتميز النظام النصف ثابت بنقص التكلفة الإنسانية عن النظام السابق ولكن تكلفة التشغيل والصيانة تكون أكبر منها في حالة النظام الثابت . وهذا النظام يحتاج إلى عمال مدربة وذات خبرة . وعادة ما يستخدم هذا النظام في رى مساحات أكبر من خمسين فدانا .

ج- النظام النقالى (المتحرك) : وفيه يمكن أن تنتقل الطرلمبة و يتغير وضع ومواسير الخط الفرعى وخط الرشاشات حيث تروى المساحة الأولى

حول القائم بالسرعة المطلوبة وبعد الانتهاء من الري ينقل القائم الرأسى إلى موقع آخر باستخدام جرار زراعي .

نظام الري المحوري : عبارة عن خط من المواسير طوله قد يصل لعدة مئات من الأمتار محمول على ذراع بشكل جمالون، وهذا الذراع مرتكز على محور رأسى بمفصلة مروجية تسمح بدوران الذراع حول المحور الرأسى دورة كاملة كل ثلاثة أو أربعة أيام (وفقاً للفترة بين الريات)، ويراعى ضبط هذه الفترة لتساوى أو تقل قليلاً عن الفترة الزمنية بين الريات. ويتم تغذية خط الرشاشات محمول على هذا الذراع من خلال خط الأنابيب الفرعى المثبت داخل القائم الرأسى.

ويتحقق التوزيع المنتظم للرذاذ إما بتصغير قطر فوهات الرشاشات الداخلية عن الرشاشات أو عن طريق تصغير المسافة بين الرشاشات الخارجية عن الداخلية وذلك لاختلاف طول محيط الدائرة للدورة الواحدة لكل رشاش.

(6) الشاشات (أنواعها و العوامل المؤثرة على اختيارها)

تعتبر أهم مكونات نظام الري بالرشاش. ويخضع معدل تدفق المياه من فوهة الرشاش للمعادلة :

$$Q = C_d a \sqrt{2gh}$$

والتي يتضح منها أن التصرف المندفع من فوهة الرشاش (Q) يعتمد أساساً على ضاغط المياه عند فوهة الرشاش (h) وكذلك على خواص الرشاش التي يمكن حصرها في مساحة فوهة الرشاش (a), معامل التصرف (C_d) والذي يتم تحديده من منحنى الأداء للرشاش الذي تعطيه الشركة المنتجة. وعليه يمكن تقسيم الرشاشات من حيث ضاغط التشغيل إلى رشاشات ذات ضغط منخفض أو متوسط أو عالي. فكلما زاد الضاغط ارتفعت سرعة خروج المياه ويصغر حجم حبيبات الرذاذ ويتناهى وبسهولة ، وبالعكس

بوضع الطلمبة والخط الفرعى وسط هذه المساحة ثم يتم نقل خط الرشاشات على فتحات الخط الفرعى حتى تروى كل المساحة ثم تنقل الطلمبة والخط الفرعى مرة أخرى إلى المساحة التالية وهكذا ...

وهناك نوع آخر يستخدم فيه رشاش عملاق وطلمبة ، ويتحركان بجوار المسقى بواسطة جرار. وهذا النظام أقل في التكلفة الإنسانية والأكثر في تكلفة التشغيل والصيانة، ويفضل هذا النظام في رى المساحات الصغيرة 30-50 فدان. ويتم توصيل المواسير في هذا النظام بطلبية تنتقل بواسطة عربة جرار بها محرك، وتتصل الطلمبة بمسورة سحب قطرها يتراوح من 3 إلى 6 بوصة تتغذى من الترعة أو البئر. وتتصل ماسورة الطرد بخط المواسير الرئيسي الذي يوضع في منتصف المساحة المراد ريها. وتوجد نقط اتصال بالخطوط الحاملة للشاشات على الخط الرئيسي على مسافات تتراوح من 10 إلى 20 متر ، وتتراوح المسافة بين الرشاشات من 7.5 م إلى 20 م ، وعادة ما يتنقل خط الرشاشات بين طرفي الخط الرئيسي . وحتى لا تنسد الرشاشات توضع مصفاة عند مأخذ الطلمبة ومرشحات عند نقط متعددة على المسورة الرئيسية.

طرق نقل (تحريك) خطوط الرشاشات في النظام النقالى:

*** الخط محمول على عجلات :** تكون المواسير الألمنيوم محوراً لعجلات تبتعد عن بعضها مسافة في حدود 20 متر، وفي هذه الحالة يتحرك محور خط المواسير حركة خطية جانبية بواسطة محرك في منتصف الخط - ويراعى أن يرتفع الخط قليلاً عن أقصى ارتفاع للمزروعات، وقد يستلزم الأمر تقوية الخط ببعض الزوايا المعدنية أو تحمل الخط على جمالون معدني ووضع ماكينة لتحريك الخط عند أحد الجانبيين .

**** خط الرشاشات المرفوع على قائم رأسى (نظام البومة) :** وهو يتكون من ذراع ممتدة لعدة أمتار محمولة من منتصفها على قائم رأسى ، ويدور الذراع

يُكَبِّر حجم حبيبات الرذاذ مع انخفاض الضاغط مما قد يتسبب في دمك وتلف السطح العلوي للترابة. والجدول الآتي يعطي مقارنة بين هذه الأنواع :-

نوع الرشاش	مدى الضغط (كجم/سم ²)	قطر دائرة التأثير (م)	التصرف (3م/ساعة)	العمق المكافئ للتصريف (مم/ساعة)	ملحوظات
ذو ضاغط منخفض	2-0.7	25-9	-0.15 1.5	25-2.5	توزيع الرذاذ مقبول، حجم الرذاذ وقطر دائرة التأثير يتوقف على قطر فتحة الرشاش.
ذو ضاغط متوسط	5-2	45-20	-0.55 5.5	45-3.3	توزيعه منتظم وبفاءة عالية ويلائم كل الزراعات
ذو ضاغط عالي	10-5	-35 120	-4 110	48-7.5	توزيعه غير منتظم، حجم الرذاذ كبير في نهاية دائرة التأثير ، ويتأثر بالرياح

وتصنع الرشاشات من النحاس أو البلاستيك أو البرونز ويمكن تصنيفها بطريقة أخرى وفقاً لكيفية تشغيلها وطريقة خروج الرذاذ من فوهتها. والأنواع الشائعة هي الرشاشات الترددية (الدوارة) والمدفعية والبخاخة :

أ - الرشاشات الترددية (الدوارة) : (Rotating or Oscillating sprinklers) الرشاش الترددى وهو مجهر بعاكس على شكل ريشة بلاستيك مثبتة في نهاية أحد جانبي ذراع الحركة، وعند اصطدام المياه الخارجة من الفوهة بالعاكس يتحرك دائرياً مبتعداً عن الفوهة وبالتالي يتحرك معه الذراع بعيداً عن جسم الرشاش حتى يصل إلى وضع معين فيقوم اللولب بشدته إلى ناحية الفوهة ليصطدم الذراع بجسم الرشاش دافعاً إياه في حركة دائriaة جزئية،

وبذلك يبتعد العاكس عن فوهة الرشاش مرة أخرى وتتكرر العملية ليتحرك الرشاش على شكل دورات متقطعة.

ومثل هذه الرشاشات تجهز بفوهة واحدة أو فوهتين إحداهما لإعطاء المياه لمسافة بعيدة نسبياً عن مركز الرشاش والفوهة الثانية لتغطية المساحة القرية من الرشاش بالرذاذ (انظر الرسم). وهناك أنواع من الرشاشات تدور بسرعة زاوية منتظمة. كما ظهرت أنواع بها إمكانية التحكم في زاوية الدوران الأفقيّة من صفر إلى 360 درجة. ويمكن الحصول على أقصى مدى للرشاش عند زاوية قذف مقدارها 45 درجة. إلا أنّ أنساب زاوية عملياً يكون مقدارها 30 درجة أو أقل قليلاً، وذلك لتقليل تأثير الرياح على انتظام توزيع الرذاذ. وتتصل الرشاشات بخط الرشاشات بمساعدة رأسية ارتفاعها يتوقف على نوع المزروعات بحيث تعلو الفوهة حوالي 30 سم فوق أقصى ارتفاع للنبات.

ب - الرشاشات المدفعية : (Gun Sprinklers) : هي رشاشات عملاقة تتميز بتصريف كبير وتعمل تحت ضاغط يزيد عن 60 متر وتكون محمولة على مركبة تتحرك ذاتياً أو يتم جرها ، وهذه النوعية من الرشاشات تناسب الأراضي الثقيلة المنحدرة غير المغطاة كلية بالنبات ، إلا أنها تتأثر بدرجة كبيرة بالرياح ، كما تتميز بـكـبـر حـجم الرـذاـذ الذي قد يتـلف التـرـبـة وبـعـض أنـوـاعـ المـحـاصـيـلـ . وأحياناً تـسـتـخـدـمـ هـذـهـ الرـشـاشـاتـ لـرـىـ المسـاحـاتـ التـىـ لاـتـصـلـ إـلـيـهاـ المـيـاهـ بـيـنـ دـوـائـرـ الرـشـاشـاتـ الـمـحـورـيـةـ حـيـثـ تـرـكـ فـيـ نـهـاـيـةـ الـذـرـاعـ المـتـحـرـكـ الـحـامـلـ لـلـرـشـاشـاتـ .

ج- الرشاشات البخاخة : (Nozzle Spray Sprinklers)

هي عبارة عن رؤوس صغيرة لري دوائر لا يزيد قطر دائرة تأثيرها عن 5 أمتار وتعمل تحت ضغط 15-25 متر. وهذه النوعية من الرشاشات

تستخدم عادة في ري كل شجرة على حدة وخصوصاً الأشجار الحديثة كبديل للمناطق.

د- توزيع المياه المتساقطة من الرشاشات :

يلاحظ أن توزيع المياه المتساقطة من الرشاش الواحد (الرذاذ) تأخذ شكلاً مخروطياً بصفة عامة. ولذلك يراعي أن تتدخل دوائر الرذاذ للرشاشات كما هو موضح بالرسم لتحقيق التجانس والانتظام في توزيع المياه المتساقطة على الأرض. وعادة ما توضع الرشاشات على رؤوس مربعات أو مستويات وهذا مفضل من الناحية العملية أو على رؤوس مثلثات متزاوية الساقين أو متزاوية الأضلاع وهذا يعطي أفضل النتائج. وللتغلب على ذلك يتم وضع الرشاشات على مسافات أقل من قطر دائرة الرذاذ. والمساحة المروية من الرشاش الواحد في حالة رشاشات على رؤوس مربع = 75% من مساحة دائرة الرذاذ. وفي حالة وضع الرشاشات على رؤوس مثلث متتساوی الأضلاع تكون المساحة المروية من الرشاش الواحد = 83% من مساحة دائرة الرذاذ. ويتم تحديد التباعد بين الرشاشات بحيث يحقق انتظاماً في توزيع الرذاذ على الأرض مما يزيد كفاءة رى الحقل. ويمكن التوزيع المخروطي لتوزيع الرذاذ من الرشاش يمكن بواسطته الحصول على توزيع متجانس لمجموعة الرشاشات المتداخلة في دوائر التأثير بحيث لا يزيد التفاوت عن 10-15%.

هـ- اختيار الرشاشات وتباعدها ومراعاة سرعة الرياح:

ويتم ذلك بمعلومية الضاغط الأمثل الذي يحقق التوزيع المخروطي للرذاذ المتساقط من الرشاش الواحد لمختلف الفوهات من قبل الشركة المنتجة. يتوقف اختيار الرشاش المناسب على التصرف (الضغط ومقاس الفوهة) وخصوصيات التربة والنباتات والعوامل المحيطة وأخيراً الناحية الاقتصادية.

وتتباعد الرشاشات في المعتاد عن بعضها مسافة تتراوح بين 6، إلى 7، من قطر دائرة الرذاذ ، وذلك يعني وجود تداخل مقداره حوالي 3، إلى 4،

من قطر دائرة الرذاذ. أما في مناطق الأشجار فيتم وضع الرشاشات بحيث تكون بين الأشجار. أي أن مسافة الأشجار هي التي تعين المسافة بين الرشاشات.

وعندما تزيد سرعة الرياح تقل المسافة بين الرشاشات حتى تصل إلى 30% من قطر دائرة التأثير عندما تزيد السرعة عن 17 كم/ساعة . والجدول الآتي يبين كيفية اختيار المسافة بين الرشاشات مع اختلاف سرعة الرياح .

المسافة بين خطوط الرشاشات (X2)	المسافة بين الرشاشات (X1)	السرعة المتوسطة للرياح
65% من دائرة التأثير	من دائرة التأثير %40	من صفر إلى 10 كم/ساعة
60% من دائرة التأثير	من دائرة التأثير %40	من 10 إلى 17 كم/ساعة
50% من دائرة التأثير	من دائرة التأثير %30	على من 17 كم/ساعة

ويلاحظ دائماً أن تكون مواسير خطوط الرشاشات متوازنة مع اتجاه الرياح ، وذلك لأن تقليل المسافة بين الرشاشات أرخص من تقليل المسافة بين الخطوط . ويوصى بإيقاف عملية الرش عندما تزيد سرعة الرياح عن حدود معينة قد تحرف أو تتطاير عندها حبيبات الرذاذ بحيث لا تصل مياه الرى للمناطق المحددة. وقد يتم استبعاد طريقة الرى بالرش إذا كانت الرياح تهب بسرعات عالية لفترات طويلة في المنطقة المراد ريها.

و- معامل الانتظام :

ويلاحظ أنه كلما قل معدل إعطاء المياه للتربة (p) كلما يتحسن التركيب البنائي للتربة وتحسن حالة التهوية ولكن فترة التشغيل تكون أطول.

(7) تخطيط شبكات المواسير : (Alignment)

- أ- يتم تقسيم المساحة المطلوب ريها إما إلى وحدة واحدة أو أكثر بحيث تكون مساحة كل وحدة في حدود 400-500 فدان ، ومستقلة تماماً في الري عما يجاورها. وتزويتها طلبية خاصة بها وتوضع إما على حدود المساحة المروية أو في منتصفها وهو الأفضل،
- ب- يتم تقسيم الوحدة إلى عدة قطع Plots مساحة كل منها في حدود 15-20 فدان .

- ج- يتم تخطيط اتجاه المواسير بمعرفة اتجاه الريح السائدة في المنطقة، بأن توضع خطوط المواسير الحاملة للشاشات (الخطوط الطياري) عمودية على اتجاه الريح . ويتعامد عليها المواسير الفرعية والتي تكون متعمدة مع المواسير الرئيسية . وبذلك يتحدد موضع الطلبة.
- د- من المفضل أن يكون وضع الطلبة في منتصف الزمام تقريباً لتقليل الفوائد
- وعلى جانبيها تتوزع المواسير الرئيسية بأقطارها التي تبدأ كبيرة D1 حتى أول خط فرعى، ثم D2 أقل منه حتى ثاني خط فرعى وهكذا ...
- هـ- ومن هذه الخطوط الرئيسية نأخذ الخطوط الفرعية عمودية عليها بقطر متدرج أيضاً من d1 إلى d2 ثم d3 وهكذا ...

ويلاحظ أنه عند تقسيم الأرض إلى قطع Plots مستويات أو مربعات، يمكن تحديد أبعادها عن طريق افتراض أحد البعدين وهو طول خط المواسير الحاملة للشاشات (الطياري) بما لا يزيد عن 250 متر تقريباً، وبقسمة المسطح المختار (من 15-20 فدان) على هذا البعد يمكن تحديد البعد الآخر. مع الأخذ في الاعتبار أنه ليس من الضروري أن تكون القطع الخارجية على الحدود أشكالاً كاملة. ويراعى ضرورة أن تحاط كل قطعة من القطع

وهو هام جداً للحكم على نوعية الشاش وتأثير التباعد بين الرشاشات في توزيع المياه، فكلما كان التوزيع منتظمًا على سطح الأرض كلما زادت فعالية عملية الري. ولقياس معامل الانظام للري بالرش يتم تجميع المياه المتتساقطة (فى علب فارغة) عند عدد من النقط داخل حدود المنطقة التي يتم ريها مكونة شبكة منتظمة. وتقاس كمية المياه المتجمعة في كل علبة على حدة مع تحديد موقعها. ومن هذا يمكن التأكيد من اختيار المسافة المناسبة بين الرشاشات والخطوط التي تعطى عمق المياه المطلوبة للري منتظمًا بدرجة مقبولة.

ويحسب معامل الانظام C_u من معادلة كريستيانسن (Christeansen) :

$$C_u \% = \left[\frac{1}{m} \sum_{n=1}^N Y_n \right] \cdot 100$$

حيث Σ مجموع انحرافات عمق المياه المتجمعة عند أي نقطة عن القيمة المتوسطة.

m القيمة المتوسطة لمختلف أعمق المياه المتجمعة عند النقط المختلفة.

n عدد النقط المستخدمة في تجميع المياه المتتساقطة على الأرض أثناء التجربة.

ويتوقف معامل انظام توزيع الرذاذ على الأرض عند تشغيل مجموعة من الرشاشات على كل من نوع الشاش ومقاسه وحدود الضغوط المثلث لتشغيل وتباعد الرشاشات وسرعة الرياح واتجاهها .

ز- فترة تشغيل الرشاشات على الخط الواحد :

لتحديد طول الفترة اللازمة (t) لتشغيل خط الرشاشات على الخط فإنه يلزم معرفة كمية المياه المطلوب إعطاؤها للأرض في الريدة الواحدة (d) بالملليمتر وكذلك معرفة معدل إعطاء المياه للأرض (p) بالملليمتر/ساعة ، فإذا كانت كفاءة الري E_a ، فإن عدد الساعات اللازمة لتشغيل الرشاشات (t) يساوى

$$\frac{d}{(E_a \cdot p)}$$

طريق لا يقل عرضه عن 2,0 متر لسهولة الحركة والاتصال بين القطع المختلفة.

وتتم عملية الري بتركيب المواسير الحاملة للرشاشات (الطياري) على جانبي الماسورة الفرعية ، على أن يتم تحريك الماسورتين (واحدة في كل جانب) في اتجاهين متضادين وذلك لتوزيع التصرفات بين بداية ونهاية الخط الفرعى بصورة منتظمة قدر الامكان مما يقلل من قطر الماسورة.

(8) حساب تصرفات الخطوط

يتوقف التصرف المطلوب لمحطة الطلبات على عدة عوامل أهمها : الاحتياجات المائية للمحصول ، نوع التربة وتركيبها وقدرتها على امتصاص المياه ، كفاءة الري ، والمناوبات المستخدمة ، وعدد ساعات التشغيل اليومية لمحطة الطلبات. ويمكن حساب التصرف المار في كل المواسير في نفس الوقت (وفقاً للتخطيط المقترن وطريقة التشغيل) . ولحساب التصرف المار في المواسير نبدأ أولاً بخطوط الرشاشات ثم المواسير الفرعية فالرئيسية ثم الطلمبة التي ترفع المياه من موقع مصدر المياه.

* **حساب تصرف خط الرشاشات :** بمعرفة عدد الرشاشات وتصرف الرشاش الواحد .

* **حساب تصرف الماسورة الفرعية:** بمعرفة تصرف خط الرشاشات وعدد الرشاشات على الماسورة (عادة خطين).

* **حساب تصرف الماسورة الرئيسية :** بمعرفة تصرف الماسورة الفرعية وعدد المواسير الفرعية عند كل قطاع يمكن حساب التصرف المار عند هذا القطاع .

مع ملاحظة أن عدد الرشاشات على الخط يتم تحديده بمعنومية طول الخط والمسافة بين الرشاشات (حوالي 6, إلى 7, من قطر دائرة الرشاش). بينما

يتم تحديد تصرف الرشاش الواحد تبعاً لنوعية المحصول ونوع التربة وكفاءة الري ونظام مناوباته وعدد ساعات التشغيل.

(9) تصميم شبكة المواسير (حساب قطر المواسير) :

تصمم شبكة مواسير الري بالرش بما فيها خطوط الرشاشات على أساس المحافظة على حدود معينة لسرعة سريان المياه داخلها. فالسرعات العالية يترتب عليها وجود فاقد كبير في الطاقة ، والسرعات المنخفضة قد يتبع عنها ترسيب المواد العالقة بالمياه مما يتسبب في بعض المشاكل. والسرعة المناسبة لسريان المياه داخل الخطوط تتراوح بين 1,5 و 1 متر / ثانية. وبمعلومات تصريف الخط Q والسرعة V يمكن تحديد مساحة مقطع الماسورة بصورة مبدئية من العلاقة : $Q = V A$. ثم يعاد حساب سرعة السريان الفعلية بعد اختيار قطر خط المواسير حسب المقاسات والأنواع المتوفرة عملياً.

وستعمل قيم السرعات الفعلية لسريان في حساب الفوائد الرئيسية والثانوية على الخطوط. ومن المفضل أن لا تزيد الفوائد الرئيسية (وهي الفوائد بالاحتكاك) عن 30% من الضاغط الكلى للطلمبة وذلك لضمان ارتفاع كفاءة التشغيل. وإذا زادت قيمة الفوائد الرئيسية عن هذه النسبة يتم خفضها عن طريق زيادة أقطار المواسير.

وتؤخذ قيمة الفوائد الثانوية الناتجة عن الوصلات والأكواع والتغيرات في أقطار المواسير وخلافه كنسبة من الفوائد الرئيسية، وعادة ما تكون في حدود 5%-10% وبحد أقصى 15% .

ويفضل ألا تزيد الفوائد خلال خط الرشاشات عن 20% من قيمة الضاغط بين أول الخط ونهايته .

وعادة ما توضع صمامات للتخلص من الهواء المتجمع في بعض المواسير ذات المنسوب المرتفع لمنع تكون ضغوط سالبة عند إيقاف تشغيل الطلمبة.

(10) حساب الفوائد بالخطوط الرئيسية والفرعية وخط الرشاشات :

$$V_n = V_1 \frac{n - (n - 1)}{n} = V_1 \frac{1}{n}$$

ويؤخذ تأثير ذلك النقص في السرعة مع طول الماسورة ذات القطر الثابت في الاعتبار عند حساب الفاقد بالاحتكاك عن طريق معامل التصحيح (K) كما يلى :

$$h_f = \frac{4fL}{d} \frac{V^2}{2g} \quad (K)$$

وهذا المعامل يتوقف أساساً على عدد الرشاشات بالخط . والجدول الآتي يبين قيمة معامل التصحيح (K) حسب عدد الرشاشات على الخط والموزعة على مسافات متساوية على طول الخط :

العدد	المعامل (k)
14	0,376
12	0,385
10	0,398
8	0,408
7	0,421
6	0,44
5	0,496
4	0,518
3	0,625
2	1,00
1	

وفي حالة خروج المياه من الماسورة بمعدل منتظم على طول الخط فيمكن اجراء التكامل على طول الماسورة لحساب الفاقد الكلي عليها. ويمكن بسهولة اثبات أن معامل التصحيح (k) في هذه الحالة يساوى 0,33 .

مثال : احسب فاقد الاحتكاك على خط رشاشات طوله 250 متراً والمسافة بين الرشاشات المتتالية 25 متراً وقطر الماسورة 10 سنتيمتر ، والتصريف الداخل إلى الماسورة عند مبدئها = 56 م / ساعة ومعامل الاحتكاك لمادة الماسورة f يساوى 0,005 .

$$V = Q/(\text{area of pipe}) = 56 / (3.14 * 0.05^2) = 2 \text{ m/sec}$$

$$h_f = \frac{4fL}{d} \frac{V^2}{2g} \quad (k) = \frac{4 \times 0.005 \times 250}{0.10} \frac{4}{2 \times 9.8} (0.385) = 3.92 \text{ m.}$$

فاقد الاحتكاك للمواسير الرئيسية والفرعية :

تفقد المياه أثناء سريانها داخل المواسير جزءاً من الطاقة ممكн حسابه باستخدام معادلة دارسي ، وهذا الفقد يتتناسب طردياً مع معامل الاحتكاك وطول الماسورة والسرعة وعكسياً مع القطر ، والمعادلة المستخدمة لحساب الفاقد هي:

$$h_f = \frac{4fL}{d} \frac{V^2}{2g}$$

حيث h_f هي مقدار الفاقد بالاحتكاك في الماسورة التي طولها L ونصف قطرها d ومعامل الاحتكاك لها f ، وتجري فيها المياه بسرعة متوسطة مقدارها V . ويختلف معامل الاحتكاك باختلاف نوع مادة الماسورة.

في الحالة الأولى عندما تكون الماسورة أفقية نجد أن التصرف الخارج من الرشاش (1) أكبر من تصرف الرشاش (2) نظراً لأن الضاغط عند الرشاش الأول أكبر من الثاني . أما في الوضع الثاني عندما يكون خط الميل الهيدروليكي موازي لخط المواسير نجد أن الضاغطين متساوين في بداية ونهاية الماسورة ، ولهذا يكون التصرفين من الرشاشين متساوين . أما في الحالة الثالثة عندما توضع الماسورة أعلى الميل نجد أيضاً أن التصرف الخارج من الرشاش الأول أعلى بكثير من تصرف الرشاش الثاني .

لحساب الفاقد على خط المواسير الحامل للرشاشات تتبع الآتي:
توضع الرشاشات على خط المواسير الحامل لها على مسافات متساوية ويكون قطر الماسورة ثابت مع ضبط التصرف للرشاش بحيث يعطى تصرف ثابت فتكون تصرفات الرشاشات ثابتة فإذا فرض أن طول الخط L وعدد الرشاشات n فتكون المسافة بين كل رشاشين تساوى L/n ، وإذا كانت السرعة V_1 عند مدخل الأنوية فتكون السرعة V_2 بعد الرشاش الأول متساوية : $V_2 = \frac{n - 1}{n} V_1$

والسرعة V_n عند نهاية الخط مقدارها

تحسب هذه الفوائد باستعمال معادلة دارسي السابقة نظراً لاختلاف أقطار المواسير من جزء إلى آخر . والجداول الآتية تبين العلاقة بين أقطار المواسير الداخلية وسرعة المياه المتوسطة بها والتصرف بالمتر المكعب/ساعة ، وكذا فوائد الاحتكاك لكل 100 متر طولي . وذلك باعتبار معامل الاحتكاك يساوى 0,005 وفي حالة ازدياد أو نقص المسافة تستخدم نسبة المسافة للحصول على الفوائد الصحيحة للمسافة المطلوبة أو يتم التعويض في المعادلة.

ويجب مراعاة مادة المواسير وحالتها وعمرها عند حساب الفوائد حيث أنه غالباً ما يحدث ترسيب في المواسير بمرور الوقت ، وخاصة إذا كانت المياه بها نسبة عالية من كربونات الكالسيوم . وهذا الترسيب من الممكن أن يؤدي لأن يصل قطر الماسورة للنصف بعد سنوات قليلة من الإنشاء مما ينتج عنه نقص حاد في الضاغط الفعال عند نهاية الماسورة .

الفوائد الثانوية :

تسبب وصلات المواسير وانحناءاتها والمحابس الموجودة على الخطوط والتغير في أقطار المواسير فقداً للطاقة يختلف باختلاف أشكالها وأحجامها حسب مواصفات الشركات المنتجة لها. وعلى أي حال فيمكن استخدام نسبة استرشادية ما بين 5% إلى 10% وبحد أقصى 15% من فوائد الاحتكاك لتعادل الفوائد الثانوية - وهذا عند الحسابات الأولية فقط . ثم تعدل الحسابات وفقاً لأنواعها وقيمتها الحقيقة بعد ذلك .

(11) تصميم و اختيار الطلبية :

يراعى أن تصمم الطلبية لتتم كل الرشاشات التي يمكن أن تعمل في نفس الوقت بالتصرف المطلوب والضغط المناسب . وهذا الضغط المناسب (H_T) يجب أن يشمل على ما يلى :

- الضغط المطلوب لتشغيل الرشاشات (h_{sp}) : لتعطى التصرف اللازم وتغطي دائرة الرذاذ (التأثير). ويراعى كذلك إن كان الشاش مرتفعاً فوق سطح الأرض بمسافة معينة .

ب- فوائد الاحتكاك بالخط الرئيسي والخطوط الفرعية وخط الرشاشات (h_{f-main}) (بدءاً من المحطة وحتى آخر رشاش في أبعد خط).

ج- الفوائد الثانوية في الشبكة (h_{sec}) (عند الاحتكاكات والصمامات والوصلات) وتوخذ مبدئياً بما لا يزيد عن 15% من مجموع الفوائد في (أ + ب) .

د- ضاغط السحب للطلبية ($h_{suction}$) لرفع المياه من منسوب المياه عند مأخذ ماسورة المص .

وبذلك يكون الضاغط الكلى H_T مساوياً للمجموع $+ h_{f-main} + h_{sp}$ ($h_{suction} + h_{sec}$)

ويتم حساب القدرة اللازمة لدارة الطلبية (P) بالحصان الميكانيكي من

$$P = \frac{wQH_T}{75\eta} \quad \text{العلاقة :}$$

حيث Q هي أقصى تصرف للطلبية (م³/ث) ، وهو مجموع تصرفات الخطوط الرئيسية التي تعمل في آن واحد في مناولة الرى

H_T هو الضاغط الديناميكي الكلى (متر) = (ضاغط الدفع + ضاغط المص)

w وزن وحدة الحجم للماء

κفاءة المشتركة للطلبية والمحرك وتوخذ 0,7 - 0,8 قيمة متوسطة.

ويمكن حساب القدرة بالكيلوات حيث 1 كيلوات = 1.34 حصان ميكانيكي . وعادة ما يتم زيادة القدرة بمقدار 20% . وبمعلومات تصرف محطة الطلبيات يتم اختيار عدد وحدات الطلبيات بالمحطة بقسمة التصرف المطلوب على تصرف الطلبية الواحدة . ثم يضاف وحدة احتياطية على الأقل لأغراض الصيانة . ويتم اختيار الطلبية التي تعطي التصرف والضاغط التصميميين عند أقصى كفاءة تشغيلية لها .

أحسب المساحة التي يمكن أن تخدمها الـ طلمبة في دور الرى . وما هو التصرف اللازم للـ طلمبة؟
الحل :

$$\text{عرض الشريحة التي يخدمها الخط في 6 ساعات} = \text{المسافة بين الخطوط} \\ (X2) = 19,50 \text{ متر}$$

$$\text{وبالتالي فإن عرض الشريحة التي الخط في اليوم الواحد} = 2 \times 19,50 = 39 \text{ متر}$$

$$- \text{العرض الكلى الذي يخدمه خط الرشاشات في دور الرى (5 أيام)} \\ = 5 \times 39 = 195 \text{ متر}$$

$$- \text{المساحة التي تخدمها الـ طلمبة في دور الرى} = \text{العرض الكلى} \times \text{طول الخط} \\ = 195 \times 150 \text{ متر مربع} \\ = 6,95 \text{ فدان}$$

$$? \text{ وحيث أن عدد الرشاشات على الخط} = 15/150 = 10 \text{ رشاشات،} \\ \text{وتصرف الرشاش الواحد} = 1,34 \text{ م}^3/\text{ساعة}$$

$$\text{فيكون تصرف الـ طلمبة} = 10 \times 1,34 = 13,40 \text{ م}^3/\text{ساعة} \\ \text{ويلاحظ أن تصرف الـ طلمبة هو أيضا حاصل ضرب المساحة التي يخدمها} \\ \text{الخط في المعدل التصميمى للرذاذ (4,6 م/ساعة)، أى أن تصرف الـ طلمبة} \\ = (19,5 \times 15) \times (1000 \times 1,34) = 14,60 \text{ مم}^3/\text{ساعة}.$$

ملاحظات :

- من الممكن أن يتم الرى من المسقى المبطنة في الأتجاهين .
- من الممكن زيادة قدرة الـ طلمبة بحيث يتم تشغيل خطين في نفس الوقت.
وبذلك تتضاعف المساحة التي يمكن أن ترى في دور الرى في المرة الواحدة (كل 6 ساعات) ليصبح 39 مترا بدلا من 19,5 مترا . أى أن

وعادة ما يكون نصيب الفدان الواحد من القدرة المحسوبة من (0,5 - 1,00) حصان .

(12) مثال - 1 :

أ- إذا كانت قدرة الـ امتصاص الثابتة للتربة تساوى 20 مم/ساعة ، والحد الأدنى لمعدل الرذاذ 4 مم/ساعة ، وقطر دائرة خدمة الرشاش 30 مترا.
فاحسب المعدل التصميمى لمياه الرذاذ إذا كان التداخل على الخط الواحد 50% بينما التداخل فى الاتجاه المتعامد على الخطوط 35%. كذلك احسب أقصى فترة بين الريات إذا كان الاحتياج المائى للنبات 21 مترا³/فدان/يوم ، وفترة التشغيل 6 ساعات.

الحل :

بفرض أن معدل اعطاء المياه للأرض من الرشاش(p) = 6 مم/ساعة (أقل من 20 مم/ساعة وأكبر من 4 مم/ساعة).

وبفرض أن تباعد الرشاشات (X1) 15 مترا - حيث أن التداخل لا يزيد عن 50% على الخط .

$$= (15 \times 15) * p / (1000 \text{ mm/m}) = 1000 / 6 \times 15 \times 15 \text{ م}^3/\text{ساعة} \\ \text{وتصبح المسافة بين الخطوط} = (30 \times 0,35 - 15) + 15 = 19,50 \text{ مترا} \\ \text{وعليه فإن المعدل التصميمى للرذاذ} = (19,5 \times 15) / (1000 \times 1,34) = 4,6 \text{ مم/ساعة}$$

$$\text{عمق المياه المعطى في الريمة (أى في 6 ساعات)} = 6 \times 4,6 = 27,6 \text{ مم} \\ \text{وحيث أن سماك المياه المطلوب يوميا} = 4200 / 21 = 0,005 \text{ متر / يوم} = 5 \text{ مم/يوم}$$

فتكون أقصى فترة بين الريات = 5 / 27,6 = 5,52 = 5 أيام
ب- في المثال السابق ، إذا كان النظام الفقالي هو المتبع وطول خط الرشاشات 150 مترا ويتم الرى يوميا على مرتين كل منها 6 ساعات .

$$\text{أى أن المساحة الكلية التى يخدمها الخط الفرعى} \\ = \frac{(400 \times 1440)}{4200} = 137 \text{ فدان}$$

المساحة المروية تتكون من 6 قطع ، ثلات منها على كل جانب من الخط الفرعى . ويخدم كل قطعة خط رشاشات واحد ، ويتم تثبيت الخط كما هو مبين على الرسم .

ويلاحظ أن المحابس على الخط الفرعى أعدت على تبعاً عادات مقدارها 80 مترا بحيث يمكن للمحبس الواحد أن يغذى 4 نقلات متتالية لخط الرشاشات . والسبب في ذلك ليس فقط التوفير في عدد المحابس ولكن أيضاً لكي تقصص الفوائد الثانوية على الخط الفرعى .

في المثال السابق ، إذا كانت الأرض تقريباً أفقية ، احسب قطر ماسورة الخط الفرعى والضغط عند بدايته . وذلك بحيث لا يقل الضاغط عند آخر خط للشاشات عن 35 مترا . (اعتبر معامل الاحتكاك $f = 0,005$)

الحل : لحساب القطر يلزم أولاً حساب التصرفات المارة بالاجزاء المختلفة من الخط ، ومن فرض قيم مناسبة للسرعات يمكن استنتاج مساحة مقطع الماسورة وبالتالي قطر ماسورة الخط . وبمعلومات أقطار المواسير والتصرفات المارة خلالها يمكن حساب الفاقد خلال كل ماسورة ، فإذا بدأنا من آخر الخط حيث الضغط معلوماً (35,00 مترا) فيمكن إضافة الفوائد على طول المسار حتى نصل لقيمة الضغط عند بداية الخط .

أ- حساب التصرفات وأقطار المواسير :

$$\text{تصريف الشاش الواحد} = \text{المساحة التي يخدمها الشاش} \times \text{معدل اعطاء المياه للأرض} \\ = \frac{4}{3} \text{ متر مكعب/ساعة} \\ \text{عدد الرشاشات على الخط} = \frac{20}{200} = 10 \text{ رشاشات}$$

المساحة التي ستحتها الظلبة في هذه الحالة تصبح 13,9 فدان (الظلبة أكبر) .

مثال - 2 : (13)

بين التخطيط المناسب لنظام رى نصف ثابت تتم فيه التعذية من الجانبين، إذا كان الاحتياج المائي $30 \text{ م}^3/\text{يوم}$. والمعدل التصميمي للرذاذ 10 م/ساعة ، والرى يتم يومياً على ثلاث نوبات كل منها 6 ساعات، وطول خط الرشاشات 200 مترا. مع مراعاة أن طول الخط الفرعى لا يزيد عن 1500 مترا. علماً بأن التخطيط المتداخل عبارة عن مربعات $20 \text{ م} \times 20 \text{ م}$.

الحل :

$$\text{عمق المياه المكافئ للاحتياج المائي} = \frac{1000}{(4200 / 30)} = 1000 \text{ مم/م} \\ = 7,14 \text{ مم/يوم} \\ \text{عمق المياه المعطاه في الريه الواحدة} = 10 \text{ (مم/ساعة)} \times 6 \text{ ساعات} = 60 \text{ مم} \\ \text{وبالتالي فإن أقصى فترة بين الريات} = \frac{60}{8,4} = 7,14 / 60 = 0,12 \text{ يوم} \\ \text{عرض الشريحة التي يخدمها الخط في 6 ساعات} = 20 \text{ مترا} \\ \text{عرض الشريحة التي يخدمها الخط في اليوم} = 18 \text{ ساعة} = 3 \times 20 = 60 \text{ مترا} \\ \text{عرض القطعة} = \text{العرض الكلى الذي يخدمه الخط في دور الري} (8 \text{ أيام}) = \\ 8 \times 60 = 480 \text{ مترا}$$

وحيث أن طول الخط الفرعى لا يجب أن يزيد عن 1500 متراً والرى على الجانبين :

$$\text{فيكون عدد القطع على الجانب الواحد من الخط الفرعى} = \frac{480}{1500} = 3,10 \text{ أى 3 قطع}$$

$$0,48 = \frac{0,23 \times 9,80 \times 2}{2(1) \times 80 \times 0,005 \times 4} = h_f : \text{الجزء 5} \quad 0,48 \text{ متر}$$

$$3,40 = \frac{0,17 \times 9,80 \times 2}{2(1) \times 400 \times 0,005 \times 4} = h_f : \text{الجزء 6} \quad 3,40 \text{ متر}$$

وبذلك يكون الفاقد الكلى على الخط = مجموع الفوائد فى الـ 6 أجزاء السابقة = 11,94 مترًا.

وإذا أردنا تقليل الفاقد الكلى على الخط الفرعى عن هذه القيمة ، فإننا نبدأ بسرعة أقل فى بداية الخط ولتكن 1,50 متر/ث ، ثم 1,.. متر/ث للأربعة أجزاء الأخيرة. فتصبح أقطار الأجزاء من 1 إلى 3 تساوى 0,24 مترًا ثم 0,21 للرابع ثم 0,17 للخامس ثم 0,12 لل السادس . وباتباع نفس الخطوات السابقة نحصل على :

الفاقد الكلى = مجموع الفوائد فى الأجزاء الستة

$$= 9,193 = (3,400 + 0,480 + 1,940 + 0,340 + 0,265 + 0,383)$$

ويمكن تقليل الفاقد بطريقة أخرى مثل ثبيت السرعة فى جميع الأجزاء لتصبح 1,0 متر/ث بكمال طول الخط . ويصبح لكل جزء منها قطر مختلف، وفي هذه الحالة يقل الفاقد الكلى ليصبح = 7,811 مترًا

ويلاحظ أنه كلما قلت السرعات المتوسطة زاد قطر الخط وبالتالي يرتفع ثمنه ، بينما تقل الفوائد وتتنقص تكاليف الطاقة اللازمة لضخ المياه ، (والعكس صحيح) .

وبفرض أنه تم اختيار الخط الفرعى الثانى بالأقطار المبينة التى تعطى فاقدا مقداره 9,193 مترًا ، وحيث أن الأرض أفقية تقريبا والضاغط عند نهاية الخط يجب ألا يقل عن 35,0 مترًا ، وبفرض أن الفوائد الثانوية للوصلات والأكواع والمحابس تساوى 10 % من الضاغط الكلى، فإن الضاغط عند بداية الخط = 45,10 = 35,00 + 1,10 × 9,193 مترًا

تصرف خط الرشاشات = 10 × 4 = 40 متر مكعب/ساعة
تصرف الخط الفرعى عند بدايته = عدد خطوط الرشاشات التى تعمل فى نفس الوقت × تصرف خط الرشاشات
ولحساب قطر الخط الفرعى نجد أن كلا من المحابس : الأول وال السادس والسابع والثانى عشر و الثالث عشر والثامن عشر (أى الأخير) كلها مفتوحة فى نفس الوقت.

- ثم نختار السرعات المتوسطة خلال كل جزء بحيث لا تزيد عن 2,5 متر/ث ولا تقل عن 1,0 متر/ث فى أى جزء .

- وعلى ذلك إذا افترضنا أن السرعة عند بداية الخط تساوى 2 متر/ث كان ذلك مناظرا لقطر 0,23 مترًا .

- فإذا ثبتنا القطر خلال الأجزاء من 1 إلى 4 ، نجد أن السرعات المتوسطة تتناقص من 2,0 متر/ث فى الجزء 1 إلى 1,0 متر/ث للجزء 4.

- وللحافظة على هذه السرعة خلال الجزأين 5 و 6 ، نجد أنه يلزم تصغير قطر المواسير لتصبح 0,17 مترًا و 0,12 مترًا على التوالى .

ب- حساب الفوائد على الخط الفرعى :
تستخدم معادلة دارسى كما يلى :

$$\text{الجزء 1} : h_f = \frac{0,71}{2(2) \times 40 \times 0,005 \times 4} = 0,23 \times 9,80 \times 2 \text{ متر}$$

$$\text{الجزء 2} : h_f = \frac{4,95}{2(1,67) \times 400 \times 0,005 \times 4} = 0,23 \times 9,80 \times 2 \text{ متر}$$

$$\text{الجزء 3} : h_f = \frac{0,63}{2(1,33) \times 80 \times 0,005 \times 4} = 0,23 \times 9,80 \times 2 \text{ متر}$$

$$\text{الجزء 4} : h_f = \frac{1,77}{2(1) \times 400 \times 0,005 \times 4} = 0,23 \times 9,80 \times 2 \text{ متر}$$

4 مثال : (15)

فى المثال السابق ، إذا كانت المساحة المطلوب ريها 12 ضعف المساحة السابقة ، وبها خطين رئيسيين يأخذان من محطة الطلبات التى تتوسط المنطقة. وكل خط منها يغذي 6 خطوط فرعية . صمم الخط الرئيسي وأوجد الضاغط والتصرف اللازمان لمحطة الطلبات علما بأن ضاغط المص على المحطة يساوى 3 أمتار .

الحل :

طول الخط الرئيسي (من الرسم) = 1000 متر
التصرف اللازمان عند بداية الخط الرئيسي = التصرف اللازمان لستة خطوط فرعية = $6 \times 240 = 1440$ متر مكعب/ساعة
ويكون توزيع التصرفات على امتداد الخط الرئيسي. فإذا أخذنا السرعة 2 متر/ث فى بداية الخط و بحيث لاتقل عن 1 متر/ث فى أى جزء لاحق ، فإنه يمكن حساب الفوائد الجزئية كما يلى :

$$\text{الجزء 1 : } h_f = \frac{^2(2) \times 200 \times 0,005 \times 4}{0,50 \times 9,80 \times 2} = 1,64 \text{ متر}$$

$$\text{الجزء 2 : } h_f = \frac{^2(1,33) \times 400 \times 0,005 \times 4}{0,50 \times 9,80 \times 2} = 1,44 \text{ متر}$$

$$\text{الجزء 3 : } h_f = \frac{^2(1,00) \times 400 \times 0,005 \times 4}{0,40 \times 9,80 \times 2} = 0,204 \text{ متر}$$

وبذلك يكون الفوائد على الخط الرئيسي = 3,284 متر
وحيث أن المنطقة أفقية تقريبا فإن :

إجمالي الفوائد = الفوائد الكلى على آخر خط فرعى + الفوائد الكلى على الخط الرئيسي = $3,284 + 9,193 = 12,477$ متر
إذا افترضنا أن الفوائد الثانوية على المحابس والتوصيلات والأكواع تشكل 10% من تلك القيمة ، فإن :

$$\text{الفوائد الكلية} = 1,10 \times 12,477 = 13,72 \text{ متر}$$

ويكون ضاغط الدفع المطلوب على الطلبة = الضاغط عند أبعد رشاش + الفوائد الكلية

$$13,72 + 35,00 = (\text{delivery head})$$

$$= 48,72 \text{ متر}$$

وحيث أن ضاغط المص (suction head) = 3,00 متر
إذن يكون الضاغط الكلى المطلوب على المحطة $H_T = 48,72 + 3,00 = 51,72$ متر

والتصرف الكلى للمحطة $Q = 2 \times 1440 = 2880$ متر مكعب / ساعة = 0,80 متر مكعب / ثانية

وعليه يمكن حساب قدرة محطة الطلبات المطلوبة $P = \frac{wQH_T}{75\eta}$

حسان ميكانيكي 675,8
(بفرض أن الكفاءة = 0,80)

الرى بالتنقيط (Drip Irrigation)

- لا يتأثر الري بالتنقيط بعامل زيادة سرعة الرياح السائدة بالمنطقة مثل الري بالرش كما أنه يساعد على توفير التهوية الجيدة داخل منطقة امتداد الجذور التي من شأنها الاقلال من أمراض النبات.
- يمكننا هذا النظام من الري بمياه زائدة الملوحة (900 جزء في المليون) فالاملاح غير المرغوب فيها تتحرك إلى المحيط الخارجي من البقعة الرطبة كما يفيد هذا النظام في منع نمو الحشائش في الشرائح الممتدة بين أشجار الحدائق لجفاف أسطحها.
- يوفر تكلفة تسوية الأرض اللازمة لنظام الري بالأحواض أى يمكن استخدامه في المناطق المنحدرة والترية ذات النفايات المرتفعة.

3- المكونات الأساسية لنظام الري بالتنقيط :

3-1 وحدة التحكم الرئيسية :

وتوضع عادة عند مصدر التغذية وتشمل هذه الوحدة:

- أ - وحدة الرفع : وت تكون من الطلبة والمحرك ويتوقف عدد الطلبات على التصرف الأمثل للطلبة عند الضاغط التصميمي وأقصى احتياجات مائية للتركيب المحصولي، ويضاف طلبة احتياطية واحدة على الأقل حتى لا يتوقف الري عند عمل الصيانة لأحد الطلبات ومصدر التغذية الذي تسحب منه الطلبة إما ترعة مكشوفة أو بئر.
- ب - خزان الأسمدة يتم فيه تدوير الأسمدة في المياه إما بطلبية حقن أو فشورى (حيث يستغل فرق الضغط الهيدروليكي) وتصل المياه للخزان عن طريق وصلة جانبية وتستمر عملية إضافة الأسمدة على هيئة محليل ذاتية في مياه الري لفترة زمنية لا تزيد عن 70-80% من إجمالي الفترة الزمنية المطلوبة للري الواحد بهدف نمو عملية الري بمياه حالية من الأسمدة لتنظيف الشبكة.

1- مقدمة:

زاد الاهتمام بهذا النظام بسبب صعوبة الحصول على مصادر جديدة لمياه الري مع الحاجة إلى التوسيع في استصلاح أراضي جديدة. وفكرة هذا النظام تعتمد على تنقيط المياه بجوار الأشجار أو النباتات الخطية حتى تتشبع التربة بنسبة رطوبة تساوى الرطوبة المثلث ($\pm 10\%$) وبهذا ترتفع إنتاجية المحصول.

ويكون هذا النظام أساساً من شبكة خطوط الأنابيب اللازمة لامداد المنشآت بالمياه المرشحة والمخلوطة أحياناً بالأسمدة الكيماوية حيث تساقط قطرات المياه بتصريف صغير في حدود 2-10 لتر/ساعة لترشح إلى داخل منطقة الجذور مباشرة دون فائز أو سيخ سطحي.

2- المزايا الأساسية :

- الاقتصاد في المياه بسبب تلافي العوامل المختلفة التي تتسبب في فقدان المياه حتى الغمر والرش إذ تصل كفاءة الري بالتنقيط إلى 85-90%.
- زيادة المحصول في حدود 15-50% نتيجة التغذية المستمرة أو على فترات متقاربة للمحافظة على الرطوبة الأرضية في حدود 75-100% من السعة الأرضية الحقيقة داخل مخروط التبليط حيث تمتد بداخله الشبكة الرئيسية لجذور النبات.
- تحقيق الاستفادة القصوى من الأرض الزراعية فليست هناك حاجة لشق شبكة المصادر المتعددة الدرجات وذلك لأنعدام وجود المياه الفائضة.
- توفير حوالي 30-50% من الأسمدة حيث يمكن إضافة الأسمدة الكيماوية على هيئة محليل ذاتية في مياه الري.

2-3 شبكة خطوط توزيع المياه وتشمل :

- أ - الخط الرئيسي الذى يوصل المياه من الطلبية الى الخط الفرعى، وتصنع الخطوط الرئيسية من الاسبستوس أو الصلب المجلفن أو من الدائى مثل بولى فينيل كلوريد.
- ب- الخطوط الفرعية وهى الخطوط التى يتفرع منها خطوط المنقاط خلال وصلات مثبتة على الخط، والخطوط الفرعية توضع فوق أو تحت سطح الأرض ويراعى ضرورة تحملها للاجهادات الناشئة عن الضغوط الهيدروليکية وهبوط التربة وخلافه، وعادة تكون من البولى فينيل كلوريد أو البولى ايثيلين الصلب.
- ج- خطوط المنقاط عبارة عن أنابيب (خراطيم) من البولى ايثيلين المرن بأقطار تتراوح من 12-32مم ويتم تثبيت المنقاط إما على امتداد خط المنقاط (منقاط داخلية) أو عن طريق تقوب على جدار الأنابيب (منقاط خارجية). وفي جميع الأحوال توضع المنقاط على مسافات محسوبة وهذه الأنابيب توضع عادة فوق سطح الأرض.

3- المنقاط :

تصنع من الدائى المختلفة التى تجعل المنقط صلبا يتحمل الاجهادات المؤثرة عليه ويقاوم تأثير الأشعة فوق البنفسجية والمواد الكيماوية الذائبة فى المياه- ووظيفة المنقط تشتت ضاغط المياه الذى تتراوح قيمته عند مدخل المنقط من 5-15 متر إلى الصفر عند المخرج لامكان الحصول على تصرفات صغيرة من 2-10 لتر/الساعة ويتم هذا التشتت عن طريق تمرير المياه خلال مسار لولى طويل بقطر من 0.5-1.5 مم ويراعى أن تكون فتحة المنقط واسعة لمنع انسداد النقاط.

وهناك أنابيب ذات مسار مزدوج حيث المسار الرئيسي بتغذية المسار الثانوى عن طريق تقوب موزعة على الجدار الفاصل بقطر 0.5مم ليعطى كل ثقب تصريفا من المياه فى حدود 5 لتر/الساعة تحت ضغط تشغيل 10متر-

ج- المرشح يوضع بعد خزان الأسمدة لمنع انسداد شبكة المواسير والمنفطات، وفيه يتم التخلص من الشوائب العضوية والمواد العالقة، وتنتمى عملية الترشيح إما بواحدة أو أكثر من الآتى:

- (1) باستخدام الرمل والزلط، وبمعلومات التصرف ودرجة الترشيح المطلوبة يتم تحديد مساحة الترشيج وعمق المادة المرشحة والقطر الفعال لحبوبات هذه المادة.
- (2) أو باستخدام الشبك سواء من الصلب أو البلاستيك أو القماش حيث عدد الفتحات لوحدة المساحات من الشبكة طبقا لأقصى حجم من الحبوبات يسمح بمروره.

(3) أو باستخدام الهيدروسيكلون حيث تتدفع المياه بداخله فى صورة دوامة وتنترس الماء العالقة بداخله وتخرج المياه مرشحة.

د- منظمات الضغط أو التصريف وهى تقوم بالتحكم فى ضاغط المياه لضمان التصريف الثابت عند أبعد منقظ - وربما توضع هذه المنظمات داخل الشبكة أو داخل المنقاط ذاتها وخصوصا فى المناطق المنحدرة.

هـ- المحابس : وتشمل :

- 1- محابس القفل اليدوية (سكينة أو فراشة) أو محابس القفل الأوتوماتيكية (هيدروليکيا أو كهربايا) ويتم اختيار مواصفات هذه المحابس بعد حساب حجم المياه المطلوبة للترابة ومعدل التصريف وتتميز على المحابس اليدوية بتوفير العمالة.
- 2- محابس تفريغ الهواء ويثبت فى النقط المرتفعة من خط المواسير لتفريغ الهواء المحبوس داخله.
- 3- محابس عدم الارتداد لمنع ارتداد المياه الى مصدر التغذية عند توقف الصخ.

Q = التصرف عند بداية الخط (نر/ث).

C = معامل الاحتاك = 150 لمواسير PVC.

D = القطر الداخلى للخط (مم).

في حالة الخطوط الفرعية والخط الرئيسي الفاقد من العلاقة :

$$\Delta H = ILF / 100$$

وفي حالة خط المنقطات يحسب الفاقد من العلاقة :

$$\Delta H = \frac{ILF}{100} \frac{(C)^{1.852}}{(C_e)}$$

حيث L طول خط المنقطات.

C_e معامل احتاك خط المنقطات.

F معامل قيمته أقل من الواحد الصحيح لتصحيح ما يحدث من تناقص في

الصرف على طول امتداد الخط ويؤخذ من الجدول التالي :

قيمة F	عدد المنقطات	قيمة F	عدد المنقطات
0.387	14	1.000	1
0.382	16	0.639	2
0.379	18	0.535	3
0.376	20	0.486	4
0.371	25	0.457	5
0.368	30	0.435	6
0.364	40	0.415	8
0.361	50	0.402	10
0.356	100	0.394	12

هـ - يحسب تصرف كل خط منقطات من اجمالي تصرفات المنقطات

المثبتة به لكل مناوبة رى. تحسب تصرفات الخطوط الفرعية من

اجمالى خطوط المنقطات التى تعمل فى هذه المناوبة ويؤخذ أكبر

ويخرج الماء من المسار الثانوى تحت ضغط منخفض من خلال عدة ثقوب موزعة على جدار المسار الثانوى.

4- تخطيط وتصميم شبكة الري بالتنقية :

أ - يختلف شكل تخطيط الشبكة طبقاً لموقع مصدر المياه بالنسبة لمساحة المخومه وعادة يراعى وضع خطوط المنقطات فى اتجاه خطوط الكنتور أما الخطوط الفرعية فتوضع فى اتجاه انحدار الأرض - وفي حالة استواء الأرض يفضل توصيل الخط الرئيسي مع الخط الفرعى بحيث يحقق تساوى الضغوط عند طرفى الخط الفرعى.

ب- بالنسبة لخطوط المنقطات يراعى الا يزيد الفرق بين تصرف أول منقطة وأخر منقطة على الخط الواح عن 10% - وهذا يتطلب الا يتجاوز الفرق فى الضغط بين أول الخط وأخره عن 20% بالنسبة لسريران المضطرب، 10% بالنسبة لسرieran الشرائحي.

جـ - من واقع الخبرة الاقتصادية فإنه فى حالة الأرض المنبسطة فإنه إذا كان الفاقد فى الضاغط لوحدة التصميم (خط المنقطات + الخط الفرعى) Δ ض فإن الفاقد فى خط المنقطات يكون فى حدود 45% Δ ض، Δ % 55 ض بالنسبة للخط الفرعى.

د - لحساب فوادى الاحتاك يمكن استخدام منحنيات العلاقة بين تصرف الماسورة والفاقد فى الضاغط والتى توجد فى كتالوجات مواسير الاسبستوس والبولي ايثلين والبولي فينيل الكلوريد وال الحديد المجلفن. كما يمكن استخدام احدى معادلات حساب فوادى الاحتاك مثل معادلة كولي-بروك، معادلة ماننج، معادلة هازن-وليم وهى الأكثر شيوعاً ونصها كالتالى:

$$I = \frac{\Delta H \cdot 100}{L} = K \frac{(Q)^{1.852}}{(C)} D^{-4.82}$$

حيث I = الصائع من طاقة الضغط بالمتر لكل 100 متر طولى.

$$K = \text{ثابت مداره } 10^{12} \times 1.21$$

6 - مثال محلول :

قطعة أرض مساحتها 20 فدان مقسمة الى قطعتين كل منها 10 فدان أحدهما تزرع عنب 3.00×2.00 متر والأخرى تزرع تفاح 5.00×5.00 متر ويتم رى القطعة الواحدة على فترتين كل فترة 8 ساعات.

المطلوب :

- عمل تخطيط لشبكة الرى بالتنقيط موضحا طريقة الرى بالتبادل للقطعتين.
- تصميم قطرات المواسير المدفونة PVC.
- حساب تصرف الطرمية والرفع المانومترى وقدرة الطرمية بالحصان.

علما بأن :

$$\text{أبعاد الأرض } 486 \times 172 \text{ متر} \quad \text{المقىن} = 18 \text{ م}/\text{ف}\text{/يوم}$$

$$\text{تصرف المدى} = 1 \text{ جالون}/\text{ساعة} \quad \text{ضاغط المدى} = 10 \text{ متر}$$

$$\text{ضاغط السحب} = 3 \text{ م} \quad \text{فائد الضاغط بالمرشح الرئيسي} = 4 \text{ متر}$$

$$\text{فائد الضاغط بالمحابس} = 3 \text{ م} \quad \text{منسوب نقطة ب} - \text{منسوب موقع الطرمية} = 2 \text{ متر}$$

$$\text{كفاءة الطرمية} = 70\%$$

الحل :

$$\text{المقىن المائي} = 18 \times 1000 \text{ لتر} = 0.53 \text{ لتر}/\text{ساعة}/\text{م}^2$$

$$3.785 \times 8 \text{ ساعات} \times 4200 \text{ م}$$

$$\text{الصرف} = \frac{\text{المطلوب}}{\text{مساحة}} \times \text{ارتفاع العتب} = \frac{3.0 \times 0.53}{18} = 2.0 \times 3.0 \times 0.53$$

يؤخذ لكل شجرة تفاح عدد 4 مناطق تصرف 4 ل/الساعة على تباعد 1.00 متر.

اجمالى فى تصميم الخط الفرعى وبنفس الطريقة يحسب أكبر تصرف يمر بالخط الرئيسي.

وعليه يصير تصرف الطرمية أكبر اجمالي لنصرفات الخطوط الفرعية.

أما اجمالي الضاغط الاستاتيكي عند بداية الخط الفرعى + فاقد الضاغط فى الخط الرئيسي + فاقد الضاغط فى المحابس + فرق مناسبات الأرض + فاقد الضاغط بالمرشح الرئيسي + فوائد ثانوية $(10\% \text{ من الفوائد الرئيسية})$ ضغط السحب عليه تحسب قدرة

$$\text{الطرمية} = \frac{\text{التصرف} (\text{ل}/\text{ث}) \times \text{الرفع المانومتر} (\text{م})}{75 \times \text{كفاءة المضخة}} = \text{حصان}$$

5 - أجهزة الترشيح ومنظمات الضغط :-

نظرا لأن قطرات المنقطات دقيقة للغاية فيجب على المياه المارة بها أن تكون نقية للغاية من حيث لا يوجد بها أي رواسب تؤدي إلى انسداد هذه المنقطات ولضمان استمرار التشغيل الاقتصادي السليم المستمر لنظام الرى بالتنقيط فإنه يلزم ترشيح المياه من العوالق والطحالب - وتعتمد هذه المرشحات على وجود وسط لترشيح وهو إما :

(أ) مرشح زلطى رملى

(ب) مرشح شبكي

علما بأن هذه المرشحات تحتاج إلى الغسيل من آن لآخر لاستعادة كفائتها فى التشغيل.

وتشتخدم محابس تنظيم الضغط من بوابات الخطوط الفرعية أو خطوط المنقطات (خطوط الموزعات) حتى يتوحد التوزيع في الشبكة جميعها وحتى لا تؤثر على سلامة الخطوط.

تصميم أجزاء الشبكة :

أ - مساحة العنب :

$$\text{عدد الأشجار / خط المنقطات} = \frac{68}{2} = 34 \text{ شجرة}$$

$$\text{تصريف خط المنقطات PE} = \frac{4 \times 43}{3600} \text{ ل/ث} \text{ يستخدم خرطوم PE قطر 10 مم}$$

$$I = 1.21 \times 10^{12} \frac{(0.048)^{1.852}}{150} (9)^{-4.82} = 1.6m$$

$$\Delta H = \frac{I(86)(0.363)}{100} \frac{(150)^{1.852}}{140} = 0.6m$$

$$\text{تصريف الخط الفرعى A-B} = \frac{4 \times 172 \times 120}{60 \times 2 \times 3} = 229.3 \text{ ل/دقيقة}$$

باستخدام مواسير PVC قطر 2 (من كتالوج PVC) فاقد الاحتراك = 3.86 متر/100متر.

$$\text{عدد خطوط المنقطات / الخط A-B} = \frac{120}{3} = 40$$

$$\text{ومن الجدول } F = 0.364$$

$$\text{فاقد الاحتراك بالخط A-B} = 0.364 \times \frac{120}{100} \times 3.86 = 1.70 \text{ متر}$$

الضاغط عند ب = 10م للمنقط + ΔH 0.6 الخط المنقطات + 1.70 للخط الفرعى + 2 فرق مناسب الأرض = 14.3 متر.

ب - مساحة التفاح :

$$\text{عدد الأشجار / خط المنقطات} = \frac{86}{5} = 17 \text{ شجرة}$$

$$\text{تصريف خط المنقطات PE} = \frac{4 \times 4 \times 17}{3600} = 0.076 \text{ ل/ث}$$

يستخدم خرطوم PE قطر 13مم

$$I = 1.21 \times 10^{12} \frac{(0.076)^{1.852}}{150} (11)^{-4.82} = 1.2m$$

عدد المنقطات على خط المنقطات = 4 \times 17 شجرة = 68 فتحة.

$$\Delta H = \frac{I(86)(0.363)}{100} \frac{(150)^{1.852}}{140} = 0.6m$$

$$\text{تصريف الخط الفرعى ج-D} = \frac{16}{60} \times \frac{172}{5} \times \frac{120}{5} = 320 \text{ لتر/دقيقة}$$

تستخدم مواسير PVC قطر 2

فاقد الاحتراك = 3.51 متر/100متر

$$\text{عدد خطوط المنقطات الخط ج-D} = \frac{120}{5} = 24 \text{ خط}$$

F (من الجدول) = 0.371

$$\text{فاقد الاحتراك بالخط ج-D} = 0.371 \times \frac{120}{100} \times 3.51 = 1.6 \text{ متر}$$

الضاغط عند ب = 10م للمنقط + ΔH 0.6 الخط المنقطات + 1.70 للخط

الفرعى + 2 فرق مناسب الأرض = 14.3 متر.

ج - الخط هـ و :-

التصريف المار به = أكبر تصريف بالخطين A-B، ج-D = 229.3 ل/د.

تستخدم مواسير PVC قطر 2

$$\text{ضاغط التشغيل عند و} = \frac{120}{100} \times 3.86 + 14.3 = 19 \text{ متر.}$$

د - الخط الرئيسي ز - الطلمية :

$$\text{التصريف} = 229.3 \times 2 = 458.6 \text{ لتر/دقيقة} = 7.6 \text{ ل/ث}$$

باستخدام مواسير PVC قطر 3

فاقد الاحتراك = 1.9 متر

هـ - الطلمية :

الضاغط الاستاتيكي عند ب

فاقد الضاغط في الخط الرئيسي

فاقد الضاغط في المحابس

14.3

1.9

3.0

فائد الضاغط بالمرشح	4.0
فرق المناسب	2.0
فواقد ثانوية	1.4
ضاغط السحب	3.0
الرفع المانومترى	29.6 متر
التصرف =	$7.6 \text{ لث} = 28 \text{ م}^3/\text{ساعة}$
قدرة الطرلمبة =	$\frac{4.3}{0.7 \times 75} \text{ حصان}$
يتم استخدام طلمبتي احتياطيه تصرف كل منها 30 م ³ /س ورفعها 30 متر.	30 متر.