Center of Planning and Architectural Studies
"Prof. Dr. Abdelbaki Ibrahim & Partners"
Expertise House of Engineering Consultant

CPAS

مركز الدراسات لتخطيطية والمعمارية
"أ.د عبد الباقى إبراهيم وشركاه "
بيت خبرة فى الهندسة الاستشارية

المادة العلمية فى نظم الرى الحديث

اعداد : وحدة التدريب

راندة مهدى
مديرة وحدة التدريب

KH- 1142-L25005-EA

P.O. Box : 6 SARAY - EL-KOBBA P.C. : 11712
14, EL-SOBKY ST., HELIOPOLIS - CAIRO – EGYPT
Tel : (202) 4190843 / 744 / 271 - Fax: (202) 2919341
E-mail : info@cpas-egypt.com www.cpas-egypt.com

ص.ب: 6 سراى القبة - رمز بريدى : 11712
14 شارع السبكى - خلف نادى هليوبوليس
مصر الجديدة – القاهرة – جمهورية مصر العربية
ت : 843 / 744 / 4190271 (202) ف : 2919341

نظم الري الحديث

الري بالرش – الري بالتنقيط

نظام الرى بالرش (Sprinkler Irrigation System)

(1) مقـدمـــة:

الرى بالرش هو إعطاء مياه الرى بالحقل المنزرع على هيئة رذاذ أو نقط صغيرة (droplets) بحجم مناسب وبمعدل مناسب أيضا، وهو يحاكى الرى الطبيعى على الأمطار – حيث تتساقط المياه فوق سطح الأرض على هيئة رذاذ لا يزيد معدل تساقطه (application rate) عن معدل امتصاص التربة للمياه (Infiltration rate) وذلك لتفادى الفاقد في المياه عن طريق السريان السطحي بعيداً عن الأرض المراد ريها . ويغطى الرشاش الأرض المراد ريها بكمية من المياه تكفي للوصول إلى الحد الأمثل للمحتوي الرطوبى في منطقة نمو الجذور وبأقل فاقد يضيع بالتسرب العميق . ويراعى عند استعمال نظام الرى بالرش عدم تعرض الرذاذ للتبخر وكذلك انتظام توزيع المياه على سطح الأرض .

وقد أتسع مجال تطبيقه منذ الثلاثينات مع التطور فـــى صناعة المواسير الخفيفة الوزن والرخيصة الثمن. ويطبق هذا النظام الآن على مستوى واسع وخصوصا في الأراضي المستصلحة حيث أن توزيع المياه لا يعتمد على طبوغرافية سطح الأرض. وتوجد أنواع كثيرة لنظم الرى بالرش إلا أنها جميعا تشترك فى مكونات أساسية وهى: محطة الطلمبات وشبكة المواسير الرئيسية والفرعية وخطوط الرشاشات والرشاشات.

(2) العناصر الأساسية المكونة لنظام الرى بالرش :

أ- **الرشاشات** : تطورت صناعة الرشاشات واتخذت أشكالا وأنواعا كثيرة. وقد بدأت أولا عن طريق عمل ثقوب فى المواسير لتخرج منها المياه مندفعة لرى المنطقة المجاورة لهذه المواسير. ثم تحسنت بمرور الوقت وأصبحت المياه تتدفق من الرشاشات على هيئة رذاذ تحت تأثير الضاغط الموجود فى المواسير لتغطى مساحة دائرية حول الرشاش. وتخرج 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 والذى يطلق عليه المدفع الرشاش (Gun Sprinkler) . ويختلف قطر فوهة الرشاش من 2 مم إلى 30 مم . وتعمل أنواع الرشاشات المتعددة بضواغط مختلفة تتراوح من 10,00 متر إلى 80,00 مترا . وبالتالى يختلف التصرف وقطر دائرة الرذاذ (التأثير) لكل نوع منها. وسيتم توضيح الاعتبارات الفنية عند اختيار نوع الرشاش المناسب وتحديد المسافة بين الرشاشات على خطوط المواسير فيما بعد.

ب- شبكة المواسير الرئيسية والفرعية وخطوط الرشاشات:

تتوقف أقطار الشبكة حسب التصرف المار بكل خط بدءا من محطه الضخ وحتي أبعد خط رشاش بالمساحة المروية – وتختلف نوعية المواسير المستخدمة حسب نظام الرى المتبع وهل هو نظام ثابت أو نصف ثابت أو متحرك بالكامل، وأيضا حسب ضاغط المياه المطلوبة داخل المواسير- وهل هذه الخطوط مدفونة أم ظاهرة فوق سطح الأرض . ويستخدم فى الشبكة أنواع عديدة من الوصلات والقطع الخاصة والمحابس، ولكل إستخدام وسبب لاستخدامه وسيتم عرض التفصيلات الخاصة بالشبكة وعناصرها .

ج- **محطة الطلمبات** : تكون المحطة من طلمبة واحدة أو عدد من الطلمبات تضخ المياه بالتصرف والضاغط المطلوب حسب التصميم الخاص بالشبكة وتتغذى بالمياه من مصدر سطحى أو مصدر جوفى حسب الموارد المائية المتوافرة بالمنطقة ، ويبرز تزويد محطة الطلمبات بوحدات لإضافة الأسمدة أو وحدات ترشيح (رملية-رلطية أو شبكية أو مجنمعين) - حسب طبيعة كل محطة وحسب نوعيه الأرض والمياه والنبات والرشاشات المستخدمة. ومن الممكن أن تكون محطة الطلمبات ثابتة أو متحركة على جرار مثلا يستمد مياهه من ترعة جانبية بطول الأرض - كما سيرد ذلك تفصيلا عند سرد أنواع أنظمة الرى بالرش .

(3) <u>مزايا إستخدام نظام الرى بالرش</u> :

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

ب- يوفر مساحة الأرض الزراعية التي تشغلها المساقي بالحقل وزواريق الصرف (من 10% الي 15% من مساحة الأرض) وكذلك التخلص من أماكن نمو الأعشاب .

ج- ارتفاع كفاءة الرى وقد تصل إلى 85 - 90 % إذا أحسن استخدام وتصميم النظام ، وذلك نظراً لأن فواقد المياه لهذا النظام أقل بكثير من فواقد الرى السطحى- حيث تنعدم تقريباً فواقد السريان السطحى وفواقد التسرب العميق.

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

هـ- نظرا لارتفاع كفاءة الرى بالرش فهناك توفير كبير في مياه الرى وأيضا التوفير الملحوظ في المياه المتجهة للمصارف بدرجاتها المختلفة والتى توفر في النهاية بشكل ملحوظ فى تكاليف إنشاء شبكة المصارف ومحطات طلمبات الصرف عن مثيلاتها في نظام الرى السطحى .

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

ز- التحكم الكبير في تقدير كمية المياه المطلوبة في الرية الواحدة على أساس رفع درجه الرطوبة الأرضية في منطقه الجذور الى قرب حد السعة الحقلية المثلى للتربة - ويساعد النظام كثيرا في تحقيق الاتزان المائي الهوائي فى منطقة الجذور مما له عظيم الأثر في إنتاجيه المحصول وزيادتها كثيراً .

(4) <u>العوامل التي تحد من استخدام نظام الري بالرش</u> :

أ- ارتفاع التكاليف الأولية لنظام الرى بالرش.

ب- العمالة المدربة يجب أن تكون متوفرة 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 للتربة والذى يكون منخفضا نسبيا في الأراضي الطينية حتى نتجنب حدوث

فائض مفقود بالسريان السطحي- وبالتالي يجب أن تكون معدلات التساقط خفيفة لدى الأراضي الثقيلة الطينية وعلى فترات متقاربة .

د- لا ينصح باستخدام هذا النظام في المناطق التي تزيد سرعة الرياح فيها عن 5 متر/ثانية حتى لا تنخفض كفاءة الرى نتيجة لعدم انتظام توزيع الرذاذ .

هـ- يخشى من ارتفاع نسبه الأملاح بالتربة الطينية مما يستلزم غسيل هذه الأراضي بغمرها بالمياه من وقت لآخر.

و- ارتفاع نسبة الطاقة اللازمة للإدارة مع أنواع الرى بالرش.

س- الهالك بالسرقة أو الضياع بالنسبة للرشاشات المعدنية (كالنحاس أو الألومونيوم)

(5) طرق تشغيل نظام الرى بالرش :

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

أ- **النظام الثابت** Permanent System : وفيه تكون الطلمبة وشبكة المواسير والرشاشات ثابتة في أماكنها ، وقد تنقل الرشاشات على خطوط الرشاشات ، وهذا النظام هو الأكثر فى التكلفة الإنشائية والأقل فى العمالة وتكاليف الصيانة . ويستعمل هذا النظام فى الحالات التى يصعب فيها نقل الخطوط مثل مناطق الأشجار حيث تكون الرشاشات عالية ومن غير العملى فكها وتجميعها بسرعة . ولتغيير دور الرى تطلق المياه إلى خط الرشاشات فى الفترة الزمنية المقررة له فى الدور ثم تقفل عنه ويفتح الخط الذى يليه وهكذا .

ب- **النظام النصف ثابت** Semi Permanent System : وفيه تكون الطلمبة والخطوط الرئيسية والفرعية ثابتة وخط الرشاشات ينتقل من مكان لآخر، ويصلح هذا النظام لرى المساحات الكبيرة. والخطوط الرئيسية تأخذ المياه من الطلمبات التى توضع فى مكان مناسب بالأرض لتسحب مياه الرى من مصدرها ، وتضخها تحت ضغط محسوب فى المواسير الرئيسية ومنها إلى الفرعية (Submain) ، ومن الخطوط الفرعية تتوزع المياه من صمامات عند نقط معينة على أبعاد خاصة يركب عندها خطوط المواسير المتنقلة (خطوط الرشاشات).

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

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

ج- **النظام النقالي (المتحرك)** : وفيه يمكن أن تنتقل الطلمبة و يتغير وضع ومواسير الخط الفرعي وخط الرشاشات حيث تروى المساحة الأولي

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

وهناك نوع آخر يستخدم فيه رشاش عملاق وطلمبة ، ويتحركان بجوار المسقى بواسطة جرار. وهذا النظام أقل فى التكلفة الإنشائية والأكثر في تكلفة التشغيل والصيانة، ويفضل هذا النظام في رى المساحات الصغيرة 30-50 فدان.

ويتم توصيل المواسير فى هذا النظام بطلمبة تتنقل بواسطة عربة جرار بها محرك، وتتصل الطلمبة بماسورة سحب قطرها يتراوح من 3 إلى 6 بوصة تتغذى من الترعة أو البئر. وتتصل ماسورة الطرد بخط المواسير الرئيسى الذي يوضع في منتصف المساحة المراد ريها. وتوجد نقط اتصال بالخطوط الحاملة للرشاشات على الخط الرئيسى على مسافات تتراوح من 10 إلي 20 متر ، وتتراوح المسافة بين الرشاشات من 7.5م إلى 20م ، وعادة ما يتنقل خط الرشاشات بين طرفي الخط الرئيسى . وحتى لاتنسد الرشاشات توضع مصفاة عند مأخذ الطلمبة ومرشحات عند نقط متعددة على الماسورة الرئيسية.

طرق نقل (تحريك) خطوط الرشاشات فى النظام النقالى:

*- الخط المحمول على عجلات : تكون المواسير الألمنيوم محورا لعجلات تتباعد عن بعضها مسافة في حدود 20 متر، وفي هذه الحالة يتحرك محور خط المواسير حركة خطية جانبية بواسطة محرك في منتصف الخط- ويراعي أن يرتفع الخط قليلا عن أقصي ارتفاع للمزروعات، وقد يستلزم الأمر تقوية الخط ببعض الزوايا المعدنية أو تحميل الخط على جمالون معدنى ووضع ماكينة لتحريك الخط عند أحد الجانبين .

**- خط الرشاشات المرفوع على قائم رأسي (نظام البومة) : وهو يتكون من ذراع ممتدة لعدة أمتار محمولة من منتصفها على قائم رأسى ، ويدور الذراع حول القائم بالسرعة المطلوبة وبعد الانتهاء من الري ينقل القائم الرأسى إلى موقع اخر 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 مروحية تسمح بدوران الذراع حول المحور الرأسى دورة كاملة كل ثلاثة أو أربعة أيام (وفقا للفترة بين الريات)، ويراعى ضبط هذه الفترة لتساوى أو تقل قليلا عن الفترة الزمنية بين الريات. ويتم تغذية خط الرشاشات المحمول على هذا الذراع من خلال خط الأنابيب الفرعى المثبت داخل القائم الرأسى.

ويتحقق التوزيع المنتظم للرذاذ إما بتصغير أقطار 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) الرشاشات (أنواعها والعوامل المؤثرة على اختيارها)

تعتبر أهم مكونات نظام الرى بالرش. 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 أساسا على ضاغط المياه عند فوهة الرشاش (h) وكذلك على خواص الرشاش التي يمكن حصرها في مساحة فوهة الرشاش (a)، معامل التصرف (C_d) والذى يتم تحديده من منحنى الأداء للرشاش الذى تعطيه الشركة المنتجة. وعليه يمكن تقسيم الرشاشات من حيث ضاغط التشغيل إلى رشاشات ذات ضغط منخفض أو متوسط أو عالى. فكلما زاد الضاغط ارتفعت سرعة خروج المياه ويصغر حجم حبيبات الرذاذ ويتطاير ويتبخر بسهولة ، وبالعكس

يكبر حجم حبيبات الرذاذ مع انخفاض الضاغط مما قد يتسبب فى دمك وتلف السطح العلوى للتربة. والجدول الآتى يعطي مقارنة بين هذه الأنواع :-

نوع الرشاش	مدي الضغط (كجم/سم2)	قطر دائرة التأثير (م)	التصرف (م3/ساعة)	العمق المكافئ للتصرف (مم/ساعة)	ملاحظات
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 وبكفاءة عالية ويلائم كل الزراعات
ذو ضاغط عالى	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 أوالبرونز ويمكن تصنيفها بطريقة أخرى وفقا لكيفية تشغيلها وطريقة خروج الرذاذ من فوهتها. والأنواع الشائعة هى الرشاشات الترددية (الدوارة) والمدفعية والبخاخة :

أ – **الرشاشات الترددية** (الدوارة): (Rotating or Oscillating sprinklers)

الرشاش الترددى وهو مجهز بعاكس على شكل ريشة بلاستيك مثبته في نهاية احد جانبى ذراع الحركة، وعند اصطدام المياه الخارجة من الفوهة بالعاكس يتحرك دائريا مبتعدا عن الفوهة وبالتالي يتحرك معه الذراع بعيدا عن جسم الرشاش الى أن يصل إلى وضع معين فيقوم اللولب بشده الى ناحية الفوهة ليصطدم الذراع بجسم الرشاش دافعا اياه في حركة دائرية جزئية، وبذلك يبتعد العاكس عن فوهة الرشاش مرة أخرى وتتكرر العملية ليتحرك الرشاش على شكل دورات متقطعة.

ومثل هذه الرشاشات تجهز بفوهة واحدة او فوهتين إحداهما لإعطاء المياه لمسافة بعيدة نسبيا عن مركز الرشاش والفوهة الثانية لتغطية المساحة القريبة من الرشاش بالرذاذ (انظر الرسم). وهناك أنواع من الرشاشات تدور بسرعة زاوية منتظمة. كما ظهرت أنواع بها إمكانية التحكم في زاوية الدوران الأفقية من صفر الي 360 درجه. ويمكن الحصول على أقصى مدى للرشاش عند زاوية قذف مقدارها 45 درجة. إلا أن أنسب زاوية عمليا يكون مقدارها 30 درجة أو أقل قليلا، وذلك لتقليل تأثير الرياح على انتظام توزيع الرذاذ. وتتصل الرشاشات بخط الرشاشات بماسورة رأسية ارتفاعها يتوقف على نوع المزروعات بحيث تعلو الفوهة حوالى30 سم فوق أقصى ارتفاع للنبات.

ب– **الرشاشات المدفعية** : (Gun Sprinklers) : هي رشاشات عملاقة تتميز بتصرف كبير وتعمل تحت ضاغط يزيد عن 60 متر وتكون محمولة على مركبة تتحرك ذاتيا أو يتم جرها ، وهذه النوعية من الرشاشات تناسب الأراضي الثقيلة المنحدرة غير المغطاة كلية بالنبات ، إلا أنها تتأثر بدرجة كبيرة بالرياح ، كما تتميز بكبر حجم الرذاذ الذي قد يتلف التربة وبعض أنواع من المحاصيل . وأحيانا تستخدم هذه الرشاشات لرى المساحات التى لاتصل إليها المياه بين دوائر الرشاشات المحورية حيث تركب فى نهاية الذراع المتحرك الحامل للرشاشات.

ج– **الرشاشات البخاخة** (Nozzle Spray Sprinklers)

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

تستخدم عادة في ري كل شجرة على حدة وخصوصا الأشجار الحديثة كبديل للمنقطات.

د- توزيع المياه المتساقطة من الرشاشات :

يلاحظ أن توزيع المياه المتساقطة من الرشاش الواحد (الرذاذ) تأخذ شكلا مخروطيا بصفة عامة. ولذلك يراعي أن تتداخل دوائر الرذاذ للرشاشات كما هو موضح بالرسم لتحقيق التجانس والانتظام فى توزيع المياه المتساقطة على الأرض. وعادة ما توضع الرشاشات على رؤوس مربعات أو مستطيلات وهذا مفضل من الناحية العملية أو على رؤوس مثلثات متساوية الساقين أو متساوية 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. وفى حالة وضع الرشاشات على رؤوس مثلث متساوى الأضلاع تكون 1المساحة المروية من الرشاش الواحد = 83 % من مساحة دائرة الرذاذ.

ويتم تحديد التباعد بين الرشاشات بحيث يحقق انتظاما فى توزيع الرذاذ على الأرض مما يزيد كفاءة رى الحقل. ويُمكن التوزيع المخروطى 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 الصاعط الأمثل الذى يحقق التوزيع المخروطى للرذاذ المتساقط من الرشاش الواحد لمختلف الفوهات من قبل الشركة المنتجة. يتوقف اختيار الرشاش المناسب على التصرف (الضغط ومقاس الفوهة) وخواص التربة والنبات والعوامل المحيطة وأخيرا الناحية الاقتصادية .

وتتباعد الرشاشات فى المعتاد عن بعضها مسافة تتراوح بين 6, إلى 7, من قطر دائرة الرذاذ ، وذلك يعنى وجود تداخل مقداره حوالى 3, إلى 4, من قطر دائرة الرذاذ. أما فى مناطق الأشجار فيتم وضع الرشاشات بحيث تكون بين الأشجار. أى أن مسافة الأشجار هى التى تعين المسافة بين الرشاشات.

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

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

ويلاحظ دائما أن تكون مواسير خطوط الرشاشات متعامدة 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 تنحرف أو تطاير عندها حبيبات الرذاذ بحيث لاتصل مياه الرى للمناطق المحددة. وقد يتم استبعاد طريقة الرى بالرش إذا كانت الرياح تهب بسرعات عالية لفترات طويلة فى المنطقة المراد ريها.

و- معامل الانتظام :

وهو هام جدا للحكم على نوعية الرشاش وتأثير التباعد بين الرشاشات فى توزيع المياه، فكلما كان التوزيع منتظما على سطح الأرض كلما زادت فعالية عملية الرى. ولقياس معامل الانتظام للرى بالرش يتم تجميع المياه المتساقطة (فى علب فارغة) عند عدد من النقط داخل حدود المنطقة التى يتم ريها مكونة شبكة منتظمة. وتقاس كمية المياه المتجمعة فى كل علبة على حدة مع تحديد موقعها. ومن هذا يمكن التأكد من اختيار المسافة المناسبة بين الرشاشات والخطوط التى تعطى عمق المياه المطلوبة للرى منتظما بدرجة مقبولة.

ويحسب معامل الانتظام C_u من معادلة كريستيانسن (Christeansen) :

$$C_u\ \% = \left[1 - \frac{\sum Y}{m\ n} \right] .100$$

حيث $\sum Y$ مجموع انحرافات عمق المياه المتجمعة عند أى نقطة عن القيمة المتوسطة.

m القيمة المتوسطة لمختلف أعماق المياه المتجمعة عند النقط المختلفة.

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

ويتوقف معامل انتظام توزيع الرذاذ على الأرض عند تشغيل مجموعة من الرشاشات على كل من نوع الرشاش ومقاسه وحدود الضغوط المثلي للتشغيل 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 فى الرية الواحدة (d) بالمليمتر وكذلك معرفة معدل إعطاء المياه للأرض (p) بالمليمتر/ساعة ، فإذا كانت كفاءة الرى Ea ، فإن عدد الساعات اللازمة لتشغيل الرشاشات (t) يساوى

$$\frac{d}{(Ea\ .\ p)}$$

ويلاحظ أنه كلما قل معدل إعطاء المياه للتربة (p) كلما بتحسن التركيب البنائى للتربة وتتحسن 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 فى حدود 400-500 فدان ، ومستقلة تماما فى الرى عما يجاورها. وترويها طلمبة خاصة بها وتوضع إما على حدود المساحة المروية أو فى منتصفها وهو الأفضل.

ب- يتم تقسيم الوحدة إلى عدة قطع Plots مساحة كل منها فى حدود 15-20 فدان .

ج- يتم تخطيط اتجاه المواسير بمعرفة اتجاه الريح السائدة فى المنطقة، بأن توضع خطوط المواسير الحاملة للرشاشات (الخطوط الطيارى) عمودية على اتجاه الريح . ويتعامد عليها المواسير الفرعية والتى تكون متعامدة مع المواسير الرئيسية. وبذلك يتحدد موضع الطلمبة.

د- من المفضل أن يكون وضع الطلمبة فى منتصف الزمام تقريبا لتقليل الفواقد

- وعلى جانبيها تتوزع المواسير الرئيسية بأقطارها التى تبدأ كبيرة D1 حتى أول خط فرعى، ثم D2 أقل منه حتى ثانى خط فرعى وهكذا ...

هـ- ومن هذه الخطوط الرئيسية نأخذ الخطوط الفرعية عمودية عليها بقطر متدرج أيضا من d1 إلى d2 ثم d3 وهكذا ...

ويلاحظ أنه عند تقسيم الأرض إلى قطع Plots مستطيلات أو مربعات، يمكن تحديد أبعادها عن طريق افتراض أحد البعدين وهو طول خط المواسير الحاملة للرشاشات (الطيارى) بما لايزيد عن 250 متر تقريبا، وبقسمة المسطح المختار (من 15-20 فدان) على هذا البعد يمكن تحديد البعد الآخر. مع الأخذ فى الاعتبار أنه ليس من الضرورى أن تكون القطع الخارجية على الحدود أشكالا كاملة. ويراعى ضرورة أن تحاط كل قطعة من القطع

بطريق لايقل عرضه عن 2,0 متر لسهولة الحركة والاتصال بين القطع المختلفة.

وتتم عملية الري بتركيب المواسير الحاملة للرشاشات (الطبارى) على جانبى الماسورة الفرعية ، على أن يتم تحريك الماسورتين (واحدة فى كل جانب) فى 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 الطلمبات على عدة عوامل أهمها : الاحتياجات المائية للمحصول ، نوع التربة وتركيبها وقدرتها على امتصاص المياه ، كفاءة الرى ، والمناوبات المستخدمة ، وعدد ساعات التشغيل اليومية لمحطة الطلمبات. ويمكن حساب التصرف المار فى كل المواسير فى نفس الوقت (وفقا للتخطيط المقترح وطريقة التشغيل) . ولحساب التصرف المار فى المواسير نبدأ أولا بخطوط الرشاشات ثم المواسير الفرعية فالرئيسية ثم الطلمبة التى 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 الرئيسة :** 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 بمعلومية طول الخط والمسافة بين الرشاشات (حوالى 6, إلى 7, من قطر دائرة الرشاش). بينما يتم تحديد تصرف الرشاش الواحد تبعا لنوعية المحصول ونوع التربة وكفاءة الرى ونظام مناوباته وعدد ساعات التشغيل.

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

تصمم شبكة مواسير الرى بالرش بما فيها خطوط الرشاشات على أساس المحافظة على حدود معينة لسرعة سريان المياه داخلها. فالسرعات العالية يترتب عليها وجود فاقد كبير فى الطاقة ، والسرعات المنخفضة قد ينتج عنها ترسيب للمواد العالقة بالمياه مما يتسبب فى بعض المشاكل. والسرعة المناسبة لسريان المياه داخل الخطوط تتراوح بين 1,5 و 1 متر /ثانية. وبمعلومية تصرف 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 عمليا.

وتستعمل قيم السرعات الفعلية للسريان فى حساب الفواقد الرئيسية والثانوية على الخطوط. ومن المفضل أن لاتزيد الفواقد الرئيسية (وهى الفواقد بالاحتكاك) عن 30% من الضاغط الكلى للطلمبة وذلك لضمان ارتفاع كفاءة التشغيل. وإذا زادت قيمة الفواقد الرئيسية عن هذه النسبة يتم خفضها عن طريق زيادة أقطار المواسير.

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

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

وعادة ماتوضع صمامات للتخلص من الهواء المتجمع فى بعض المواسير ذات المنسوب المرتفع لمنع تكوين ضغوط سالبة عند إيقاف تشغيل الطلمبة.

(10) حساب الفواقد بالخطوط الرئيسية والفرعية وخط الرشاشات :

تفقد المياه أثناء سريانها داخل المواسير جزءا من الطاقة ممكن حسابه باستخدام معادلة دارسى ، وهذا الفقد يتناسب طرديا مع معامل الاحتكاك وطول الماسورة والسرعة وعكسيا مع القطر ، والمعادلة المستخدمة لحساب الفاقد هى:

$$h_f = \frac{4fL}{d} \quad \frac{V2}{2g}$$

حيث h_f هى مقدار الفاقد بالاحتكاك فى الماسورة التى طولها L ونصف قطرها d ومعامل الاحتكاك لها f ، وتجرى فيها المياه بسرعة متوسطة مقدارها V . ويختلف معامل الاحتكاك باختلاف نوع مادة الماسورة.

فى الحالة الأولى عندما تكون الماسورة أفقية نجد أن التصرف الخارج من الرشاش (1) أكبر من تصرف الرشاش (2) نظرا لأن الضاغط عند الرشاش الأول أكبر من الثانى . أما فى الوضع الثانى عندما يكون خط الميل الهيدروليكى موازى لخط المواسير نجد أن الضاغطين متساويين فى بداية ونهاية الماسورة ، ولهذا يكون التصرفين من الرشاشين متساويين . أما فى الحالة الثالثة عندما توضع الماسورة أعلى الميل نجد أيضا أن التصرف الخارج من الرشاش الأول أعلى بكثير من تصرف الرشاش الثانى.

ولحساب الفاقد على خط المواسير الحامل للرشاشات نتبع الآتى:

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 ثابته فإذا فرض أن طول الخط L وعدد الرشاشات n فتكون المسافة بين كل رشاشين تساوى L/n ، وإذا كانت السرعة V1 عند مدخل الأنبوبة فتكون السرعة V2 بعد الرشاش الأول مساوية : $V_2 = \frac{n-1}{n} V_1$

والسرعة V_n عند نهاية الخط مقدارها

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

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

$$h_f = \frac{4fL}{d} \quad \frac{V2}{2g} \quad (K)$$

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

العدد	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
المعامل (k)	1,00	0.625	0.518	0.496	0,44	0,421	0,408	0,398	0,385	0,376	0,37

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

مثـــال : احسب فاقد الاحتكاك على خط رشاشات طوله 250 مترا والمسافة بين الرشاشات المتتالية 25 مترا وقطر الماسورة 10 سنتيمتر ، والتصرف الداخل الى الماسورة عند مبدئها = 56 م^3 / ساعة ومعامل الاحتكاك لمادة الماسورة f يساوى 0،005 .

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

$$h_f = \frac{4fL}{d} \quad \frac{V2}{2g} \quad (k) = \frac{4x0.005x250}{0.10} \quad \frac{4}{2x9.8} \quad (0.385) = 3.92 \text{ m.}$$

فواقد الاحتكاك للمواسير الرئيسية والفرعية :

تحسب هذه الفواقد باستعمال معادلة دارسى السابقة نظرا" لاختلاف أقطار المواسير من جزء الى آخر . والجداول الآتيه تبين العلاقة بين أقطار المواسير الداخلية وسرعة المياه المتوسطة بها والتصرف بالمتر المكعب/ساعة ، وكذا فاقد الاحتكاك لكل 100 متر طولى . وذلك باعتبار معامل الاحتكاك يساوى 0,005 وفى حالة ازدياد أو نقص المسافة تستخدم نسبة المسافة للحصول على الفواقد الصحيحة للمسافة المطلوبة أو يتم التعويض فى المعادلة.

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

الفواقد الثانوية :

تسبب وصلات المواسير وانحناءاتها والمحابس الموجودة على الخطوط والتغير فى اقطار المواسير فقدا للطاقة يختلف باختلاف أشكالها وأحجامها حسب مواصفات الشركات المنتجة لها. وعلى أى حال فيمكن استخدام نسبة استرشادية ما بين 5% الى 10% وبحد أقصى 15% من فواقد الاحتكاك لتعادل الفواقد الثانوية – وهذا عند الحسابات الأولية فقط . ثم تعدل الحسابات وفقا لأنواعها وقيمتها الحقيقية بعد ذلك .

(11) تصميم واختيار الطلمبة :

يراعى أن تصمم الطلمبة لتمد كل الرشاشات التى يمكن أن تعمل فى نفس الوقت بالتصرف المطلوب والضغط المناسب. وهذا الضغط المناسب (H_T) يجب أن يشمل على ما يلى :

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

ب- فواقد الاحتكاك بالخط الرئيسى والخطوط الفرعية وخط الرشاشات ($h_{f\text{-}main}$) (بدءا من المحطة وحتى آخر رشاش فى أبعد خط).

ج- الفواقد الثانوية فى الشبكة (h_{sec}) (عند الانحناءات والصمامات والوصلات ....) وتؤخذ مبدئيا بما لا يزيد عن 15% من مجموع الفواقد فى (أ + ب) .

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

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

ويتم حساب القدرة اللازمة لادارة الطلمبة (P) بالحصان الميكانيكى من العلاقة :

$$P = \frac{wQH_T}{75\eta}$$

حيث Q هى أقصى تصرف للطلمبة (م3 /ث) ، وهو مجموع تصرفات الخطوات الرئيسية التي تعمل فى آن واحد في مناوبة الرى

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

w وزن وحدة الحجوم للماء

η الكفاءة المشتركة للطلمبة والمحرك وتؤخذ 0,7 – 0.8 كقيمة متوسطة.

ويمكن حساب القدرة بالكيلوات حيث 1 كيلوات = 1.34 حصان ميكانيكى.

وعادة ما يتم زيادة القدرة بمقدار 20% . وبمعلوميه تصرف محطة الطلمبات يتم اختيار عدد وحدات الطلمبات بالمحطة بقسمة التصرف المطلوب على تصرف الطلمبة الواحدة . ثم يضاف وحدة احتياطية على الأقل لأغراض الصيانة. ويتم اختيار الطلمبة التي تعطي التصرف والضاغط التصميمين عند أقصى كفاءة تشغيلية لها .

وعادة سايكون نصيب الفدان الواحد من القدرة المحسوبة من (0,5 – 1,00) حصان .

(12) مثال – 1 :

أ- إذا كانت قدرة الامتصاص 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 متر^3/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 .

وبالتالى فإن تصرف الرشاش q = (15x15) *p / (1000 mm/m) = 1000 / 6x15x15 = 1,34 م^3/ساعة

وتصبح المسافة بين الخطوط = 15 +(15– 30x0,35) = 19,50مترا

وعليه فإن المعدل التصميمى للرذاذ = (1000x1,34) / (19,5x15)

= 4,6 مم/ساعة

عمق المياه المضاف في الرية (أى في 6 ساعات) = 4,6 x 6 = 27,6 مم

وحيث أن سمك المياه المطلوب يوميا= 21 / 4200 = 0,005 متر /يوم = 5 مم/يوم

فتكون أقصى فترة بين الريات = 27,6 / 5 = 5,52 تؤخذ 5 أيام

ب- فى المثال السابق ، إذا كان النظام النقالى هو المتبع وطول خط الرشاشات 150 مترا ويتم الرى يوميا على مرتين كل منهما 6 ساعات .

أحسب المساحه التى يمكن أن تخدمها الطلمبة فى دور الرى . وماهو التصرف اللازم للطلمبة؟

الحل :

عرض الشريحة التى يخدمها الخط فى 6 ساعات = المسافة بين الخطوط (X2) = 19,50 مترا

وبالتالى فإن عرض الشريحة التى الخط فى اليوم الواحد = 2 x 19,50 = 39 مترا

- العرض الكلى الذى يخدمه خط الرشاشات فى دور الرى (5 أيام) = 39 x 5 = 195 مترا

- المساحة التى تخدمها الطلمبة فى دور الرى= العرض الكلى x طول الخط = 195 x 150 متر مربع

= 6,95 فدان

? وحيث أن عدد الرشاشات على الخط = 15/150 = 10 رشاشات،

وتصرف الرشاش الواحد = 1,34 م^3/ساعة

فيكون تصرف الطلمبة = 1,34 x 10 رشاشات = 13,40 م^3/ساعة

ويلاحظ أن تصرف الطلمبة هو أيضا حاصل ضرب المساحة التى يخدمها الخط فى المعدل التصميمى للرذاذ (4,6 مم/ساعة) ، أى أن تصرف الطلمبة = (19,5x150) x 4,60 \ (1000 مم/م) = 13,40 م^3/ساعة .

ملاحظات :

- من الممكن أن يتم الرى من المسقى المبطنه فى الأنجاهين .
- من الممكن زيادة قدرة الطلمبة بحيث يتم تشغيل خطين فى نفس الوقت. وبذلك تتضاعف المساحة التى يمكن أن تروى فى دور الرى فى المرة الواحدة (كل 6 ساعات) ليصبح 39 مترا بدلا من 19,5 مترا . أى أن

المساحة التى ستخدمها الطلمبة فى هذه الحالة تصبح 13,9 فدان (الطلمبة أكبر) .

(13) مثال – 2 :

بين التخطيط المناسب لنظام رى نصف ثابت تتم فيه التغذية من الجانبين، إذا كان الاحتياج المائى 30 م^3/ف/يوم . والمعدل التصميمى للرذاذ 10 مم/ساعة ، والرى يتم يوميا على ثلاث نوبات كل منها 6 ساعات، و طول خط الرشاشات 200 مترا. مع مراعاة أن طول الخط الفرعى لا يزيد عن 1500 مترا .علما بأن التخطيط المتداخل عبارة عن مربعات20 م x 20م.

الحل :

عمق المياه المكافئ للاحتياج المائى = (30 \ 4200) x (1000 مم/م)

= 7,14 مم/يوم

عمق المياه المعطاه فى الرية الواحدة= 10(مم/ساعة) x 6 ساعات =60مم

وبالتالى فان أقصى فترة بين الريا ت= 60 / 7,14= 8,4 تؤخذ 8 أيام

عرض الشريحة التى يخدمها الخط فى 6 ساعات = 20 مترا

عرض الشريحة التى يخدمها الخط فى اليوم(18 ساعة)=3 x20= 60 مترا

عرض القطعة = العرض الكلى الذى يخدمه الخط فى دور الرى (8 أيام) =

8 x 60 = 480 مترا

وحيث أن طول الخط الفرعى لايجب أن يزيد عن 1500 مترا والرى على الجانبين :

فيكون عدد القطع على الجانب الواحد من الخط الفرعى = 1500 / 480

= 3,10أى3

قطع

أى أن المساحة الكلية التى يخدمها الخط الفرعى

= 4200/ (400x1440) = 137 فدانا

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

ويلاحظ أن المحابس على الخط الفرعى أعدت على تباعدات مقدارها 80 مترا بحيث يمكن للمحبس الواحد أن يغذى 4 نقلات متتالية لخط الرشاشات . والسبب فى ذلك ليس فقط التوفير فى عدد المحابس ولكن أيضا لكى تنقص الفواقد الثانوية على الخط الفرعى.

فى المثال السابق ، إذا كانت الأرض تقريبا أفقية ، احسب قطر ماسورة الخط الفرعى والضاغط عند بدايته . وذلك بحيث لايقل الضاغط عند آخر خط للرشاشات عن 35 مترا . (إعتبر معامل الاحتكاك f = 0,005)

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

أ- حساب التصرفات وأقطار المواسير :

تصرف الرشاش الواحد = المساحة التى يخدمها الرشاش x معدل اعطاء المياه للأرض

= (20x20 x10) \ (1000 مم/م) = 4 متر مكعب/ساعة

عدد الرشاشات على الخط – 200 \ 20 – 10 رشاشات

تصرف خط الرشاشات = 10 x4 = 40 متر مكعب/ساعة

تصرف الخط الفرعى عند بدايته = عدد خطوط الرشاشات التى تعمل فى نفس الوقت x تصرف خط الرشاشات

= 6 x 40 = 240 متر مكعب/ساعة

ولحساب قطر الخط الفرعى نجد أن كلا من المحابس : الأول والسادس والسابع والثانى عشر و الثالث عشر والثامن عشر (أى الأخير) كلها مفتوحة فى نفس الوقت.

- ثم نختار السرعات المتوسطة خلال كل جزء بحيث لاتزيد 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 مترا .
- 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 للجزء4.
- وللمحافظة على هذه السرعة خلال الجزأين 5 و 6 ، نجد أنه يلزم تصغير قطر المواسير لتصبح 0,17 مترا و 0,12 مترا على التوالى .

ب- حساب الفواقد على الخط الفرعى :

تستخدم معادلة دارسى كما يلى :

الجزء 1 : $h_f = \frac{(2)^2 \times 40 \times 0{,}005 \times 4}{0{,}23 \times 9{,}80 \times 2}$ = 0,71 متر1

الجزء 2 : $h_f = \frac{(1{,}67)^2 \times 400 \times 0{,}005 \times 4}{0{,}23 \times 9{,}80 \times 2}$ = 4,95 متر1

الجزء 3 : $h_f = \frac{(1{,}33)^2 \times 80 \times 0{,}005 \times 4}{0{,}23 \times 9{,}80 \times 2}$ = 0,63 متر1

الجزء 4 : $h_f = \frac{(1)^2 \times 400 \times 0{,}005 \times 4}{0{,}23 \times 9{,}80 \times 2}$ = 1,77 متر1

الجزء 5 : $h_f = \frac{(1)^2 \times 80 \times 0{,}005 \times 4}{0{,}17 \times 9{,}80 \times 2}$ = 0,48 متر1

الجزء 6 : $h_f = \frac{(1)^2 \times 400 \times 0{,}005 \times 4}{0{,}12 \times 9{,}80 \times 2}$ = 3,40 متر1

وبذلك يكون الفاقد الكلى على الخط = مجموع الفواقد فى ال 6 أجزاء السابقة = 11,94 مترا.

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

الفاقد الكلى = مجموع الفواقد فى الأجزاء الستة

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

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

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

وبفرض أنه تم اختيار الخط الفرعى الثانى بالأقطار المبينة التى تعطى فاقدا مقداره 9,193 مترا ، وحيث أن الأرض أفقية تقريبا والضاغط عند نهاية الخط يجب ألا يقل عن 35,0 مترا ، وبفرض أن الفواقد الثانوية للوصلات والأكواع والمحابس تساوى 10% من الضاغط الكلى،

فإن الضاغط عند بداية الخط = 9,193 x 1,10 + 35,00 = 45,10 مترا

(15) مثال :4

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

الحل :

طول الخط الرئيسى (من الرسم) = 1000 متر

التصرف اللازم عند بداية الخط الرئيسى = التصرف اللازم لستة خطوط فرعية = 6 x240 = 1440 متر مكعب/ساعة

ويكون توزيع التصرفات على امتداد الخط الرئيسى. فإذا أخذنا السرعة 2 متر/ث فى بداية الخط و بحيث لاتقل عن 1 متر/ث فى أى جزء لاحق ، فإنه يمكن حساب الفواقد الجزئية كما يلى :

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

الجزء 2 : $h_f = \frac{(1{,}33)^2 \times 400 \times 0{,}005 \times 4}{0{,}50 \times 9{,}80 \times 2}$ = 1,44 متر1

الجزء 3 : $h_f = \frac{(1{,}00)^2 \times 100 \times 0{,}005 \times 4}{0{,}40 \times 9{,}80 \times 2}$ = 0,201 متر1

وبذلك يكون الفاقد على الخط الرئيسى = 3,284 مترا

وحيث أن المنطقة أفقية تقريبا فإن :

إجمالى الفواقد = الفاقد الكلى على آخر خط فرعى + الفاقد الكلى على الخط الرئيسى = 9,193 + 3,284 = 12,477 مترا

فإذا افترضنا أن الفواقد الثانوية على المحابس والتوصيلات والأكواع تشكل 10% من تلك القيمة ، فإن :

الفواقد الكلية = 1,10 x 12,477 = 13,72 مترا

ويكون ضاغط الدفع المطلوب على الطلمبة = الضاغط عند أبعد رشاش + الفواقد الكلية

(delivery head) = 35,00 + 13,72

= 48,72 مترا

وحيث أن ضاغط المص (suction head) = 3,00 متر

إذن يكون الضاغط الكلى المطلوب على المحطة H_T = 48,72 +

3,00 = 51,72 مترا

والتصرف الكلى للمحطة **Q** = 2 x 1440 = 2880 متر مكعب / ساعة = 0,80 متر مكعب/ ثانية

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

675,8 حصان ميكانيكى

(بفرض أن الكفاءة = 0,80)

الرى بالتنقيط (Drip Irrigation)

1- مقـدمـــة:

زاد الاهتمام بهذا النظام بسبب صعوبة الحصول على مصادر جديدة لمياه الرى مع الحاجة الى التوسع فى استصلاح أراضى جديدة.

وفكرة هذا النظام تعتمد على تنقيط المياه بجوار الأشجار أو النباتات الخطية حتى تتشبع التربة بنسبة رطوبة تساوى الرطوبة المثلى (±10%) وبهذا ترتفع انتاجية المحصول.

ويتكون هذا النظام أساسا من شبكة خطوط الأنابيب اللازمة لامداد المنقطات بالمياه المرشحة والمخلوطة أحيانا بالأسمدة الكيماوية حيث تتساقط قطيرات المياه بتصريف صغير فى حدود 2-10لتر/ساعة لتترشح الى داخل منطقة الجذور مباشرة دون فائض أو سيح سطحى.

2- المزايا الأساسية :

- الاقتصاد فى المياه بسبب تلافى العوامل المختلفة التى تتسبب فى فقدان المياه حالتى الغمر والرش إذ تصل كفاءة الرى بالتنقيط الى 85-90%.
- زيادة المحصول فى حدود 15-50% نتيجة التغذية المستمرة أو على فترات متقاربة للمحافظة على الرطوبة الارضية فى حدود 75-100% من السعة الأرضية الحقلية داخل مخروط التبليل حيث تمتد بداخله الشبكة الرئيسية لجذور النبات.
- تحقيق الاستفادة القصوى من الأرض الزراعية فليست هناك حاجة لشق شبكة المصارف المتعددة الدرجات وذلك لانعدام وجود المياه الفائضة.
- توفير حوالى 30-50% من الأسمدة حيث يمكن إضافة الأسمدة الكيماوية على هيئة محاليل ذائبة فى مياه الرى.
- لا يتأثر الرى بالتنقيط بعامل زيادة سرعة الرياح السائدة بالمنطقة مثل الرى بالرش كما أنه يساعد على توفير التهوية الجيدة داخل منطقة امتداد الجذور التى من شأنها الاقلال من أمراض النبات.
- يمكننا هذا النظام من الرى بمياه زائدة الملوحة (900 جزء فى المليون) فالاملاح غير المرغوب فيها تتحرك الى المحيط الخارجى من البقعة الرطبة كما يفيد هذا النظام فى منع نمو الحشائش فى الشرائح الممتدة بين أشجار الحدائق لجفاف أسطحها .
- يوفر تكلفة تسوية الأرض اللازمة لنظام الرى بالأحواض أى يمكن استخدامه فى المناطق المنحدرة والتربة ذات النفاذية المرتفعة.

3- المكونات الأساسية لنظام الرى بالتنقيط :

3-1 وحدة التحكم الرئيسية :

وتوضع عادة عند مصدر التغذية وتشمل هذه الوحدة:

أ - وحدة الرفع : وتتكون من الطلمبة والمحرك ويتوقف عدد الطلمبات على التصرف الأمثل للطلمبة عند الضاغط التصميمى وأقصى احتياجات مائية للتركيب المحصولى، ويضاف طلمبة احتياطية واحدة على الأقل حتى لا يتوقف الرى عند عمل الصيانة لاحدى الطلمبات ومصدر التغذية الذى تسحب منه الطلمبة إما ترعة مكشوفة أو بئر.

ب- خزان الأسمدة يتم فيه تذويب الأسمدة فى المياه إما بطلمبة حقن أو فنشورى (حيث يستغل فرق الضغط الهيدروليكى) وتصل المياه للخزان عن طريق وصلة جانبية وتستمر عملية اضافة الأسمدة على هيئة محاليل ذائبة فى مياه الرى لفترة زمنية لا تزيد عن 70-80% من إجمالى الفترة الزمنية المطلوبة للرية الواحدة بهدف نمو عملية الرى بمياه خالية من الأسمدة لتنظيف الشبكة.

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

(1) باستخدام الرمل والزلط، وبمعلومية التصرف ودرجة الترشيح المطلوبة يتم تحديد مساحة الترشيح وعمق المادة المرشحة والقطر الفعال لحبيبات هذه المادة.

(2) أو باستخدام الشبك سواء من الصلب أو البلاستيك أو القماش حيث عدد الفتحات لوحدة المساحات من الشبكة طبقا لأقصى حجم من الحبيبات يسمح بمروره.

(3) أو باستخدام الهيدروسيكلون حيث تدفع المياه بداخله فى صورة دوامة وتترسب المواد العالقة بداخله وتخرج المياه مرشحة.

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

هـ- المحابس : وتشمل :

1- محابس القفل اليدوية (سكينة أو فراشة) أو محابس القفل الأتوماتيكية (هيدروليكيا أو كهربيا) ويتم اختيار مواصفات هذه المحابس بعد حساب حجم المياه المطاوبة التربة 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 الضخ.

2-3 شبكة خطوط توزيع المياه وتشمل .

أ - الخط الرئيسى الذى يوصل المياه من الطلمبة الى الخط الفرعى، وتصنع الخطوط الرئيسية من الاسبستوس أو الصلب المجلفن أو من اللدائن مثل بولى فينيل كلوريد.

ب- الخطوط الفرعية وهى الخطوط التى يتفرع منها خطوط المنقطات خلال وصلات مثبته على الخط، والخطوط الفرعية توضع فوق أو تحت سطح الأرض ويراعى ضرورة تحملها للاجهادات الناشئة عن الضغوط الهيدروليكية وهبوط التربة وخلافه، وعادة تكون من البولى فينيل كلوريد أو البولى ايثيلين الصلب.

جـ- خطوط المنقطات عبارة عن أنابيب (خراطيم) من البولى ايثيلين المرن بأقطار تتراوح من 12-32مم ويتم تثبيت المنقطات إما على امتداد خط المنقطات (منقطات داخلية) أو عن طريق ثقوب على جدار الأنبوب (منقطات خارجية). وفى جميع الاحوال توضع المنقطات على مسافات محسوبة وهذه الأنابيب توضع عادة فوق سطح الأرض.

3-3 المنقطات :

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

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

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

4- تخطيط وتصميم شبكة الرى بالتنقيط :

أ - يختلف شكل تخطيط الشبكة طبقا لموقع مصدر المياه بالنسبة للمساحة المخدومة وعادة يراعى وضع خطوط المنقطات فى اتجاه خطوط الكنتور أما الخطوط الفرعية فتوضع فى اتجاه انحدار الأرض - وفى حالة استواء الأرض يفضل توصيل الخط الرئيسى مع الخط الفرعى بحيث يحقق تساوى الضغوط عند طرفى الخط الفرعى.

ب- بالنسبة لخطوط المنقطات يراعى ألا يزيد الفرق بين تصرف أول منقط وآخر منقط على الخط ألواح عن 10% - وهذا يتطلب ألا يتجاوز الفرق فى الضغط بين أول الخط وآخره عن 20% بالنسبة للسريان المضطرب، 10% بالنسبة للسريان الشرائحى.

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، 55% Δ ض بالنسبة للخط الفرعى.

د - لحساب فواقد الاحتكاك يمكن استخدام منحنيات العلاقة بين تصرف الماسورة والفاقد فى الضاغط والتى توجد فى كتالوجات مواسير الاسبستوس والبولى ايثيلين والبولى فينيل الكلوريد والحديد المجلفن.

كما يمكن استخدام احدى معادلات حساب فواقد الاحتكاك مثل معادلة كولى- بروك، معادلة مانتج، معادلة هازن- وليم وهى الأكثر شيوعا ونصها كالتالى:

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

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

K = ثابت مقداره 1.21×10^{12}

Q = التصرف عند بداية الخط (لتر/ث).

C = معامل الاحتكاك = 150 لمواسير PVC.

D = القطر الداخلى للخط (مم).

فى حالة الخخطوط الفرعية والخط الرئيسى الفاقد من العلاقة :

$$\Delta H = ILF / 100$$

وفى 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 احتكاك لخط المنقطات.

F معامل قيمته أقل من الواحد الصحيح لتصحيح ما يحدث من تناقص فى التصرف على طول امتداد الخط ويؤخذ من الجدول التالى :

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

هـ- يحسب تصرف كل خط منقطات من اجمالى تصرفات المنقطات المثبته به لكل مناوبة رى. تحسب تصرفات الخطوط الفرعية من اجمالى خطوط المنقطات التى تعمل فى هذه المناوبة ويؤخذ أكبر

اجمالى فى تصميم الخط الفرعى وبنفس الطريقة يحسب أكبر تصرف يمر بالحط الرئيسى.

وعليه يصير تصرف الطلمبة أكبر اجمالى لتصرفات الخطوط الفرعية.

أما اجمالى الضاغط الاستاتيكى عند بداية الخط الفرعى + فاقد الضاغط فى الخط الرئيسى + فاقد الضاغط فى المحابس + فرق مناسيب الأرض + فاقد الضاغط بالمرشح الرئيسى + فواقد ثانوية (10% من الفواقد الرئيسية)+ ضغط السحب وعليه تحسب قدرة الطلمبة = التصرف (ل/ث)× الرفع المانومتر (م) = حصان

75 × كفاءة المضخة

5- أجهزة الترشيح ومنظمات الضغط :-

نظرا لأن أقطار المنقطات دقيقة للغاية فيجب على المياه المارة بها أن تكون نقية للغاية من حيث لا يوجد بها أى رواسب تؤدى الى انسداد هذه المنقطات- ولضمان استمرار التشغيل الاقتصادى السليم المستمر لنظام الرى بالتنقيط فإنه يلزم ترشيح المياه من العوالق والطحالب- وتعتمد هذه المرشحات على وجود وسط للترشيح وهو إما :

(أ) مرشح زلطى رملى

(ب) مرشح شبكى

علما بأن هذه المرشحات تحتاج الى الغسيل من آن لاخر لاستعادة كفائتها فى التشغيل.

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

6 - مثال محلول :

قطعه أرض مساحتها 20 فدان مقسمه 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 :

أ - عمل تخطيط لشبكة الرى بالتنقيط موضحا طريقة الرى بالتبادل للقطعتين.

ب- تصميم أقطار المواسير المدفونة PVC.

جـ- حساب تصرف الطلمبة والرفع المانومترى وقدرة الطلمبة بالحصان.

علما بأن :

أبعاد الأرض 486 × 172متر المقنن = 18م3/ف/يوم

تصرف المنقط = 1 جالون/ساعة ضاغط المنقط = 10متر

ضاغط السحب = 3م فاقد الضاغط بالمرشح الرئيسى =4متر

فاقد الضاغط بالمحابس= 3م منسوب نقطة ب- منسوب موقع الطلمبة=2متر

كفاءة الطلمبة = 70%.

الحـــل :

المقنن المائى = 18م3 × 1000 لتر = 0.53لتر/ساعه/م2

4200م2 × 8 ساعات × 3.785

التصرف المطلوب لمساحة شجرة العنب =

0.53×3.0×2.0=3.18لتر/ساعه

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

تصميم أجزاء الشبكة :

أ – مساحة العنب :

عدد الأشجار / خط المنقطات = $\frac{68}{2}$ = 43 شجرة

تصرف خط المنقطات PE = $\frac{43 \times 4}{3600}$ = 0.048 ل/ث يستخدم خرطوم PE قطر 10 مم

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

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

تصرف الخط الفرعى أ ب= $\frac{120 \times 172}{3 \times 2} \times \frac{4}{60}$ = 229.3 ل/دقيقه

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

عدد خطوط المنقطات / الخط أ ب = $\frac{120}{3}$ = 40

ومن الجدول F = 0.364

فاقد الاحتكاك بالخط أ ب = $\frac{120}{100} \times 3.86 \times 0.364$ = 1.70 متر

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

ب– مساحة التفاح :

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

تصرف خط المنقطات PE = $17 \times \frac{4 \times 4}{3600}$ = 0.076 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 × 17 شجرة = 68 فتحة.

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

تصرف الخط الفرعى جـــ د = $\frac{120 \times 172}{5 \times 5} \times \frac{16}{60}$ = 320 لتر/دقيقه

تستخدم مواسير PVC قطر 2"

فاقد الاحتكاك = 3.51 متر/100متر

عدد خطوط المنقطات الخط جـــ د = $\frac{120}{5}$ = 24 خط

F (من الجدول) = 0.371

فاقد الاحتكاك بالخط جـــ د = $\frac{120}{100} \times 3.51 \times 0.371$ = 1.6 متر فاقد

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

جـــ– الخط هـــ و :-

التصرف المار به = أكبر تصرف بالخطين أ ب، جـــ د = 229.3 ل/د.

يستخدم مواسير PVC قطر 2"

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

د – الخط الرئيسى ز – الطلمبة :

التصرف = 229.3 × 2 = 458.6 لتر/دقيقه = 7.6ل/ث

باستخدام مواسير PVC قطر 3"

فاقد الاحتكاك = 1.9 متر

هـــ– الطلمبة :

الضاغط الاستاتيكى عند ب	14.3
فاقد الضاغط فى الخط الرئيسى	1.9
فاقد الضاغط فى المحابس	3.0

فاقد الضاغط بالمرشح	4.0
فرق المناسيب	2.0
فواقد ثانوية	1.4
ضاغط السحب	3.0
الرفع المانومترى	**29.6 متر**

التصرف = 7.6 ل/ث = 28 م3/الساعة

قدرة الطلمبة = $\frac{7.6 \times 29.6}{75 \times 0.7}$ = 4.3 حصان

يتم استخدام طلمبتين احداهما احتياطية تصرف كل منها 30 م3/س ورفعها 30 متر.