



تخطيط وتصميم شبكات الري والصرف





منشورات جامعة دمشق

كلية الزراعة الثانية - السويداء

تخطيط وتصميم شبكات الري والصرف

(الجزء العملي)

الدكتور المهندس عدنان علي أبو سمرة

أستاذ في قسم الهندسة الريفية

1445-1446هـ

2023-2024م

جامعة دمشق



الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
المقدمة	٧
الفصل الأول: الري والصرف في المناطق الجافة (مشروع فصلي)	٩
١-١- متطلبات تصميم المشروع	٩
١-٢- الظروف الطبيعية للمنطقة	١١
١-٣- المخطط التقني لأرض الري	١٥
١-٤- نظام جدول ري المحاصيل الزراعية	١٦
١-٥- طريقة (تقنية) أسلوب الري السطحي بالانسياب	٣١
١-٦- توزيع شبكة أفنية (قنوات) توزيع مياه الري في المخطط الأفقي	٣٥
١-٧- شبكات الري الحقلية	٣٦
١-٨- التصارييف الحسابية لشبكة الري	٤٠
١-٩- الحساب الهيدروليكي لشبكة الري	٥٣
١-١٠- حساب الدريناج (الصرف)	٦٣
١-١١- الحساب الهيدروليكي: التصميم والمقاطع العرضية لشبكة الصرف	٧٩
١-١٢- حساب الغسل الاستثماري والصرف المؤقت، تنظيم الغسل وحجم العمل	٨٢
الفصل الثاني: تصميم شبكات الري بالريزر في مناطق الرطوبة المنخفضة (مشروع فصلي)	٨٩
٢-١- المقدمة	٨٩
٢-٢- نص المشروع	٨٩
٢-٣- المواصفات المختصرة أو المعينة للشرط الطبيعية، تأسيس أسلوب الري	٩٠
٢-٤- مخططات عمل منشآت الري المستخدمة	٩٢
٢-٥- اختيار موقع قطاع (منطقة الري) الري	٩٦
٢-٦- حساب عناصر تقنية السقاية بالرش (بالريزر)	٩٦
٢-٧- اختيار آلات الرش (التذير)	١٠١
٢-٨- المخطط التقني لقطاع الري. اختيار نوع شبكة الري وتأسيسها وتصميمها	١٠٢
٢-٩- تنظيم مساحة قطاع الري وتصميم شبكة الري في المخطط الأفقي	١٠٣
٢-١٠- نظام الري بالرش وتطابقه مع تقنية السقاية المستخدمة	١٠٧
٢-١١- التدفقات الحسابية لشبكة الري	١١٠
٢-١٢- الحساب الهيدروليكي لشبكة الري المغلقة	١١٣
٢-١٣- الضغط الحسابي واستطاعة محطة الضخ المطلوبة	١١٥
٢-١٤- المقطع الطولي الجانبي والمقاطع العرضية وفق تدرج الميل للأبواب	١١٦

١١٩	الفصل الثالث: التطبيقات العملية لتخطيط شبكات الري بالتنقيط وتصميمها
١١٩	٣-١- تخطيط شبكات الري بالتنقيط فوق سطح التربة وتصميمها (مشروع فصلي)
١٣٣	٣-٢- تخطيط شبكات الري بالتنقيط تحت سطح التربة وتصميمها (مشروع فصلي)
١٤٣	دليل المصطلحات العلمية
١٤٥	المراجع العلمية
٥	الفهرس

المقدمة:

تتعلق طريقة الري في جميع المناطق الزراعية بالشروط الطبيعية، وصفات الأرض ومتطلبات الزراعة فيها. ويهدف الري إلى زيادة خصوبة التربة بطريقة تنظيم نظام عملها المائي كأحد أهم العوامل للمحاصيل الزراعية. تُجرى تقنيات الري بالتطابق مع الإجراءات الزراعية والتقنية الزراعية. وتشمل الإجراءات التقنية الزراعية إعداد الأرض المروية لتصريف المياه أو للتجفيف (عزل قطع النباتات والأشجار، وعزل الحجارة، وتخطيط سطح التربة). تدرس الإجراءات التقنية الزراعية مسبقاً استصلاح الأراضي الزراعية (مُعاملة التربة، وتسميد الأسمدة، بما فيها الدورات الزراعية مُرتفعة الإنتاجية للمحاصيل الزراعية).

من الضروري رفع فاعلية استخدام الأرض المروية في الاتجاهات الأساسية الاقتصادية، والحصول من هذه الأراضي على الإنتاجية التصميمية المطلوبة، وتحسين جودة الإنشاءات المائية الزراعية. ويزيد المستوى الرفيع للهندسة التقنية لأنظمة الري، ومسألة تحقيق مخططات تطوير الاستصلاح بالري من المتطلبات لإعداد الكوادر والمهندسين المختصين.

تعتمد تقنية استصلاح الأراضي الزراعية على مجموعة من العلوم العامة والخاصة. يُنجز الطلاب مشاريع فصلية وتمارين في المنشآت المائية، ومحطات الضخ، والاستثمار، والمكننة وتكنولوجيا استصلاح الأراضي وتنظيم أعماله خلال فترة دراستهم.

يدرس كتاب تخطيط شبكات الري والصرف وتصميمها التطبيقات العملية لاستصلاح الأراضي والطرائق المختلفة لإنجاز المشاريع الفصلية والتمارين لتصميم أنظمة الري والصرف، والمنشآت المائية عليها، ومحطات الضخ، والاستثمار والمكننة، وأيضاً لتكنولوجيا وتنظيم أعمال استصلاح الأراضي.

أرجو أن أكون قد وفقت في إعداد هذا الكتاب ليكون كتاباً سهلاً ومُبسطاً، وأن يجد الطلاب والمهندسون فيه الفائدة المرجوة في تفهم التطبيقات العملية لاستصلاح الأراضي بالري والصرف. وأن يكون عوناً لهم بعد تخرجهم لتخطيط وتصميم واستثمار أنواع عديدة من هذه الشبكات.

المؤلف



الفصل الأول

ري الأرض في المناطق الجافة (مشروع فصلي)

جرت دراسة تصميم أنظمة الري والصرف في ظروف المناطق الجافة على منطقة مُحددة في المشروع الفصلي، تتصف بترربة عالية الملوحة وبصرف طبيعي ضعيف. يتضمن المشروع الفصلي ما يأتي:

١- متطلبات تصميم المشروع، ٢- الظروف الطبيعية للأرض المروية، ٣- مواد التخطيط المطلوبة للمشروع، والقطاعات الجيولوجية والجيومورفولوجية، ومُعطيات عن الشروط الاستصلاحية والهيدروتقنية للتربة وبعض المعلومات الثانوية المساعدة.

بالاعتماد على هذه المعلومات يضع الطلاب ذاتياً نظام إجراءات استصلاح الأراضي بالري والصرف على الأرض، والذي يشمل: المخطط التقني للري، نظام الري وتقنية السقاية للمحاصيل الزراعية، التدفقات، تصميم شبكة الري، شبكة صرف المياه والمنشآت المائية على الشبكة، والغسل الخاص والصرف المؤقت (غسل التربة)، والطرق الزراعية، وخطوط الأشجار. الكشف التقديري لكل هذه الأعمال.

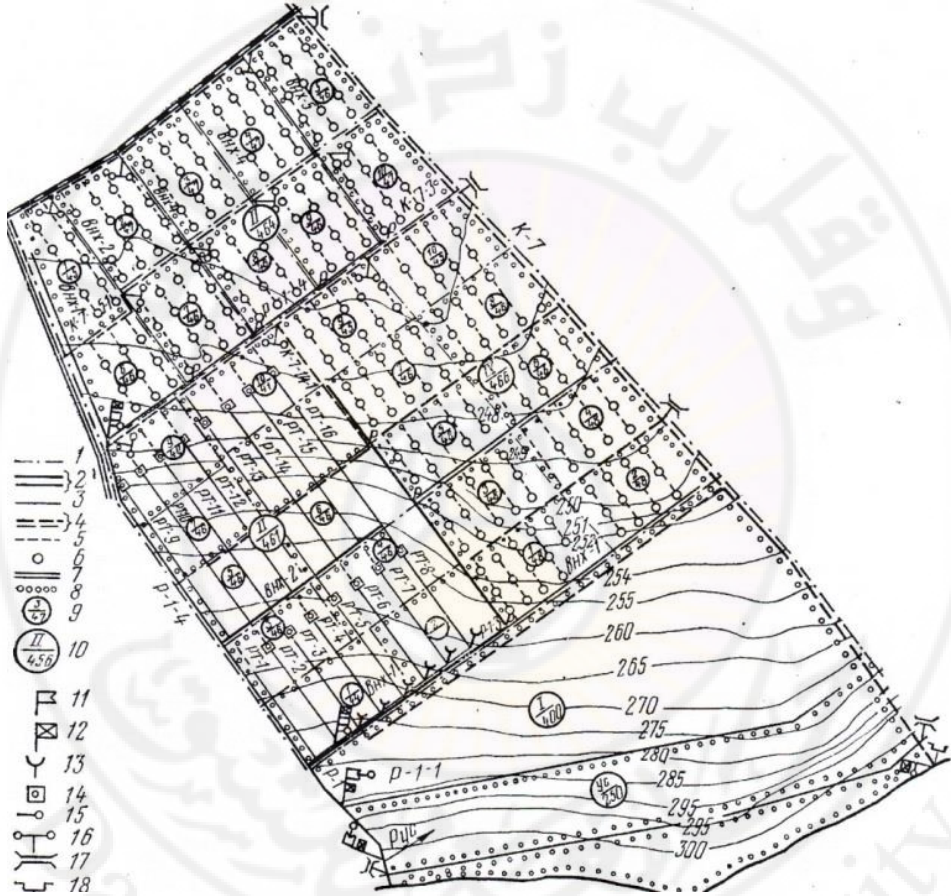
١-١ - مُتطلبات تصميم المشروع

تتوضع الأرض المروية بمساحة: 18.5 ألف هكتار في الجزء المُحدد بين البحيرة والقناة الكبيرة. قُسمت الأرض إلى ست مزارع كما في الشكل (1-1). المخطط الأساس من أجل تصميم المشروع هو المحافظة على المياه والاستفادة منها.

الاتجاه الأساسي للمزارع هو زراعة القطن. تُستخدم في الأراضي المروية المذكورة أعلاه عشرة قطاعات للدورة الزراعية القطن والفصة ذات التكوين التالي للمحاصيل الزراعية: سبعة قطاعات قطن، قطاعان من الأرض فصة، وقطاع واحد من الأرض للذرة. يُخصص: 70-80% من مساحة المزارع من أجل هذه الدورة الزراعية، وتُزرع المساحة المُتبقيّة بأشجار الفاكهة 20-30%، والكرمة ومحاصيل الخضار والقرعيات، ومزارع أخرى. تتوضع أشجار الفاكهة والكرمة في الجزء العلوي من الأرض على طول قناة الري.

إنتاجية المحاصيل الزراعية المُقدرة: [ton/ha] لعام كامل للأرض المروية: للقطن: 3.5، وللفصة: 13، وللذرة: 4، وللخضار: 30، وللأشجار والكرمة: 10. تُستخدم الإنتاجية الحسابية وفق العلاقة بخصوبة التربة مع الأخذ بالحسبان تطوير المزارع بصورة كافية. يتحقق

الحصول على الإنتاجية المخطط لها بجودة السقاية، والأسمدة، وبالمستوى الرفيع للهندسة التقنية الزراعية والمكننة. من أهداف الدراسة استخدام مساحات غير كبيرة للري في المزارع. عادةً تتراوح مساحة المزارع من: $2000 \dots 6000 [ha]$ في الشروط الطبيعية الفعلية عند استصلاح الأرض بالري لكامل مساحة الأرض.



الشكل (1-1): مخطط نظام الري والصرف

1- حدود الأرض، 2,3- قنوات شبكة الري المكشوفة، 4- شبكة جمع وصرف المياه المكشوفة، 5- مجرى مغلق لجمع المياه، 6- بئر ارتوازي، 7- طرق زراعية ببنية، 8- خطوط أشجار، 9,10- رقم ومساحة الأرض والدورة الزراعية، 11,13- مخارج المياه، 12- منشآت حجز (سدود) المياه، 14- سكر وبئر الصرف، 15- مقياس منسوب المياه، 16- معبر أنبوبي (ماسورة)، 17- جسر، 18- عبارة، 19- سكة حديد.

دُرست مسبقاً مزرعة واحدة من المزارع المشتركة في المشروع الفصلي، مساحة المزرعة: $2200 [ha]$. يُروى منها فقط: $1800 [ha]$ أو 82% من مساحتها بملاحظة استخدام الدورة الزراعية، والمساحة المتبقية: 18% لزراعة الأشجار والكرمة.

تشمل المزرعة المُصممة أربعة أجزاء مُنفصلة (I.II.III.IV). في كلٍ منها أنشئ مركز زراعي إنتاجي. يُزرع ما مساحته: [ha]1375. من الدورة الزراعية للقطن والفصة: تبلغ مساحة الجزء المُنفصل الأول: I مقدارها: [ha]450، ومساحة الجزء الثاني: II - [ha]460، ومساحة الجزء الثالث: III - [ha]465. تبلغ مساحة الأرض المزروعة بالمحاصيل الحقلية، والخضار: [ha]250، والقسم المزروع بالكرمة والأشجار المثمرة فتبلغ مساحة: [ha]400. تنوع المحاصيل الزراعية لعشرة حقول من الدورة الزراعية للقطن والفصة على النحو الآتي: القطن حوالي 70%، الفصة بحدود 20%، الذرة 10%.

أما الخضار العلفية فتُزرع في الدورة الزراعية في سبعة حقول: حقلان للفصة، وحقلان من المحاصيل الدرنية العلفية، وحقل واحد لكل من الذرة والبطاطا والقرعيات (كالبطبخ، اليقطين، ... الخ).

يُعادل مُعامل (ثابت) استخدام الأرض K_{ZE} للدورة الزراعية الحقلية، هذا يعني نسبة المساحة الصافية المروية إلى المساحة الكلية المروية: 0.9، ويُساوي ثابت استخدام الأرض عند زراعة الأشجار في القطاعات: 0.7.

١-٢ - الظروف الطبيعية للمنطقة

الظروف المناخية: تدخل الأرض المروية في المنطقة الجافة ذات المناخ القاري، إذ تتجاوز قيم التبخر من سطح التربة قيم الهطولات المطرية بدرجة كبيرة.

تمتد الفترة التي تكون فيها درجة الحرارة الوسطية اليومية أكبر من: 10° درجات من: [day]200...220 يوم في العام، وهذا يُحقق النضوج الكامل للمحاصيل المُحبة للحرارة كالقطن. الذي تبلغ فترة نموه [day]172 يوم (نيسان حتى أيلول).

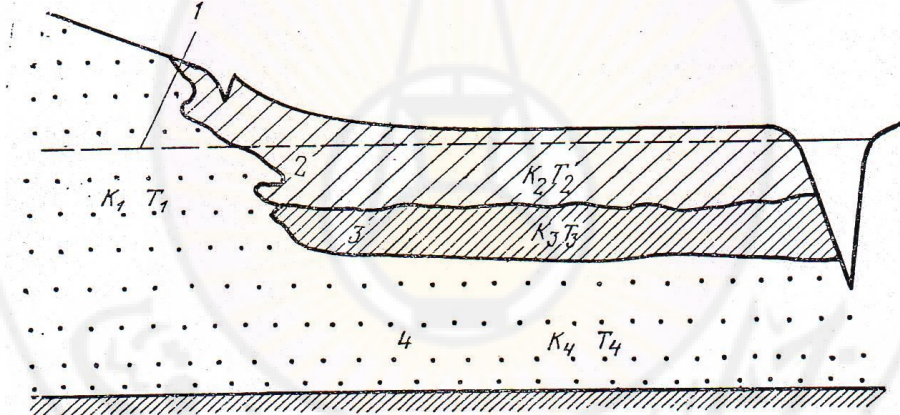
يبلغ مُعدل الهطول المطري السنوي وسطياً بين [mm]120 - 200 ويتساقط منها في فترة الربيع حوالي (45% - 40)، وفي فترة الصيف (5% - 4)، والهطول المطري منها في فترة الخريف والشتاء (60% - 50). المُعدل السنوي للرطوبة النسبية للهواء (54%)، وتُشكل الرطوبة النسبية في فترة الصيف (أيار - آب) حوالي (40% - 25) وفي فترة الشتاء بحدود (80% - 70%).

يبين الجدول (1-1) الخصائص المناخية للمنطقة المدروسة من أجل عام جاف: 90%. يُلاحظ نقص الرطوبة الطبيعية في العام الجاف وهذا يشترط ضرورة الري.

الجدول (1-1): الخصائص المناخية للمنطقة المدروسة من أجل عام جاف.

العناصر المناخية	الأشهر												خلال عام
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
تبخر المياه: [mm]	15	21	46	82	142	205	221	207	139	83	41	32	1234
كمية الأمطار: [mm]	14	6	13	29	0	0	0	0	0	23	32	8	125
الرطوبة النسبية للهواء: %	74	77	71	68	52	32	30	32	37	52	70	77	56
الحرارة الوسطية: [C°]	1.2	4.5	8.4	14.7	21.4	27.5	29.1	26.8	20.4	12.8	5.8	0.3	14.4

الشروط الجيومورفولوجية والهيدروجيولوجية: تتوضع الأرض المروية على كتف النهر الذي يُمكن أن يفيض. يزداد ميل سطح الأرض من: 0.001 حتى: 0.004 ومن: 0.03-0.06 عند المجرى المائي للقناة الرئيسية. يبلغ عرض الأراضي المروية: $l = 7500[m]$. إن تربة المنطقة عبارة عن ترسبات نهريّة وترسبات من الطمي كما يُوضح الشكل (1-2).



الشكل (1-2): القطاع الجيولوجي للأرض المروية، ١- منسوب المياه الجوفية، ٢- تربة طينية ضعيفة النفاذية ذات سماكة: $T_2 = 63[m]$ ومعامل نفاذية: $K_2 = 0.3[m/day]$ مع طبقة طينية ناعمة وطبقة رقيقة من الحبيبات الرملية، ٣- تربة طينية ثقيلة: $T_3 = 37[m]$ ، ومعامل نفاذيتها $K_3 = 0.93[m/day]$ ، ٤- تربة حصوية متوضعة في الجزء العلوي للهبضة سماكتها: $T_1 = 200[m]$ ، $K_1 = 20[m/day]$ ، الجزء الوسطي والسفلي للأرض المروية سماكتها: $T_4 = 100[m]$ ، ومعامل نفاذيتها $K_4 = 13[m/day]$.

يحدث تفريغ لتيارات المياه الجوفية: Q_0 في سماكة أرض الري والتي تتشكل في المناطق الجبلية، وتُقسم المياه الجوفية إلى أفقين هما أفق دون ضغط (ساكن) وأفق بضغط (الأفق اللاضغط أي الأفق الحر والأفق الضاغط أي الأفق المضغوط). يتميز الأفق العلوي اللاضغط بتربة صفراء ضعيفة النفاذية متوسطة وثقيلة التكوين الميكانيكي. عمق المياه الجوفية اللاضغطية في الشروط الطبيعية إلى ما قبل الري في الجزء العلوي للأرض أكثر من: $10[m]$ ،

في الجزء الوسطي والسفلي: $2.5 - 2.6[m]$. يتشكل أفق المياه الجوفية اللاضاغطة بفعل انسياب المياه الجوفية تحت سطح الأرض من الأفق السفلي الضاغط (الطبقة T_3) الجارية من جهة الجبال: Q_0 ، ومن تسرب الهطولات المطرية في الأوقات الباردة من العام والتبخر من سطح المياه الجوفية. يتجه ميل سطح المياه الجوفية اللاضاغطة عن الأرض المروية إلى جهة الحوض المائي ويُشكل القيمة: 0.00095 .

الحسابات التقريبية التي تصف النظام المائي الملحي المتغير إلى ما قبل الري: يُحدد التبخر من سطح المياه الجوفية من المعادلة الآتية:

$$E = E_0(1 - h/h_r) \quad (1-1)$$

حيث إن: E_0 - التبخر من سطح المياه الجوفية عند حالتها الطبيعية عند سطح الأرض، ويُمكن عدّه مُساوياً إلى مقدار التبخر من السطوح المائية، انظر الجدول (1-1)، ويقدر: $[m]$ أو: $[mm]$ عمود الماء الذي يتبخر في واحدة الزمن (يوم، شهر، عام).

$h, [m]$ - العمق من سطح الأرض حتى منسوب المياه الجوفية.

$h_r, [m]$ - عمق المياه الجوفية الذي يتوقف عنده التبخر، وهو في مثالنا: $h_r = 3[m]$

عندما: $E_0 = 1234[mm]$ في العام والعمق الوسطي العادي للمياه الجوفية في

المنطقة المدروسة $2.55[m]$ فإن التبخر يُساوي:

$$E = 1234(1 - 2.55/3) = 185[mm/yer]$$

طبقة المياه السنوية التي تتساقط من الطبقة الضاغطة إلى الطبقة العلوية غير

الضاغطة في الشروط العادية:

$$P = Q_0 - Q_p = Q_0 \left[1 - \left(\frac{K_2 T_2^* + K_3 T_3 + K_4 T_4}{K_1 T_1} \right)^2 \right] \quad (1-2)$$

حيث: $Q_0, [m^3.day]$ - تدفق المياه من الجبال. $Q_p, [m^3.day]$ - تدفق المياه من القناة.

$K_1 = 20[\frac{m}{day}]$ - ثابت تسرب التربة الطينية في الجزء العلوي لأرض الري. K_2 - ثابت تسرب

المياه في التربة الوسطية، $K_2 = 0.3[\frac{m}{day}]$. K_3 - ثابت تسرب المياه في التربة الثقيلة، $K_3 =$

$0.03[\frac{m}{day}]$. K_4 - ثابت التسرب في التربة الطينية الحصوية في الجزء المركزي لأرض

الري، $K_4 = 1.3[\frac{m}{day}]$ - قدرة (سماكة) التربة الطينية المُشبعة، $T_1 = 200[m]$.

السماكة المُشبعة للجوانب الترابية ضعيفة النفاذية، $T_2 = 63 - 2.55 = 60.45[m]$.

T_2 - قدرة التربة الوسطية ضعيفة النفاذية، $T_2 = 63[m]$ - قدرة التربة الثقيلة،

$$T_4 \cdot T_3 = 37[m] - \text{قدرة التربة الحصوية}, h_b \cdot T_4 = 100[mm] - \text{المستوى العادي للمياه الجوفية}, h_b = 2.55[m]$$

$$Q = iK_1T_1; [m^3/day]; \rightarrow 1[m]$$

حيث: i - ميل سطح المياه الجوفية غير الضاغطة في أرض الري، $i = 0.00095$.
بتعويض القيم المعلومة في المعادلة (1-2) نجد:

$$P = Q_0 - Q_p = Q_0 \left[1 - \left(\frac{0.3 \cdot 60.45 + 0.03 \cdot 37 + 13 \cdot 100}{20 \cdot 200} \right)^2 \right] = 0.98Q_0$$

$$Q = 0.89 \cdot 0.00095 \cdot 20 \cdot 200 = 3.38[m/Dy]$$

عندما: $l = 7500[m]$ طبقة المياه الجارية من الطبقة الضاغطة فإن:

$$P = 3.38 / 7500 = 0.00045[m/Dy] = 0.45[mm/Dy]$$

أو:

$$P = 0.45 \cdot 365 = 164[mm/yer]$$

تحدث التغذية بالمياه الجوفية بسبب تسرب الأمطار $\alpha_1 O_c$ بصورة رئيسية في فترة الخريف والشتاء ويُشكل القيمة: $20[mm]$ في العام وفق مُعطيات الأبحاث والتقنيات الهيدرولوجيولوجية.

تُشكل التوازن السنوي للمياه الجوفية في الشروط الطبيعية من أجل التحقق من الأبحاث

المُبينة:

$$\alpha_1 O_c - E + P = \Delta W_r \quad (1-3)$$

حيث: ΔW_r - تغير احتياطي المياه الجوفية خلال عام. يُمكن استخدام ΔW_r مُساوياً للصفر عند تطابق عمق المياه الجوفية في بداية العام ونهايته لسنوات عدة.

بالتعويض في المعادلة (1-3) القيم المعلومة نحصل على:

$$20 - 185 + 164 = -1[mm/yer]$$

تؤكد نتائج البحث الهيدرولوجي بهذا الشكل حساب التوازن المائي التقريبي.

تشتد المياه الجوفية المعدنية في الأفق الضاغط بين: $0.5-1[g/L]$ ، والمياه الكبريتية والكلور والكبريتية الجارية من الأفق السفلي الضاغط إلى الأفق العلوي غير الضاغط والمتبخرة، وأفق غير ضاغط حاوٍ للمياه المعدنية المرتفعة: $20[g/L]$ عند محتوى الكلور: $2[g/L]$.

تُفسر الشروط الهيدرولوجيولوجية للجزء الوسطي والسفلي من أرض الري (الحالة المُرتفعة للمياه الجوفية المعدنية، والحالة الضاغطة المُغذية وحالة الصرف الطبيعي الضعيف) ويُمكن إنشاء الري هنا فقط عند شرط إنشاء الصرف (الدريناج) النظامي.

شروط الاستصلاح الترابية: الغطاء الترابي المصمم أسفل أرض الري هو عبارة عن تربة مروج خضراء. كثافتها: $1.35[gr/cm^3]$ ، كثافة الجزيئات الصلبة: $2.7[gr/cm^3]$ النفاذية أو المسامية: 50% من الحجم. مجال السعة الرطوبة الحقلية للتربة من أجل: $1[m]$ يساوي: 69% من المسامية أو: 34.5% من حجم التربة. الارتفاع الأعظمي للارتفاع الشعري: $h_K = 2.6[m]$. ثابت التسرب لطبقة التربة: $0.3[m/Dy]$. سرعة امتصاص المياه في التربة حتى نهاية الساعة الأولى من أجل تربة المروج: من أجل تربة المروج الأرضية: $K_1 = 0.03[m/h]$ ، أما ثابت الأس: α في معادلة كوستياكوف:

$$W_t = K_1 / t^\alpha; \alpha = 0.5 \quad (1-4)$$

يحدث تشكيل النظام المائي الملحي لتربة المروج ولتربة المروج الشتوية في شروط مختلفة. بنعدم التبخر من سطح تربة المروج عند التوضع العميق للمياه الجوفية، ويتحدد النظام المائي الملحي بتسرب الأمطار الجوية: $\alpha_1 O_c$ في فترة الخريف والشتاء $20[mm]$ في العام. بالربط مع تربة المروج الشتوية هذه فهي غير مالحة.

تُنسب تربة المروج الشتوية للجزء الوسطي والسفلي لأرض الري إلى المجموعة الهيدرومورفولوجية. وقد تطورت في شروط التوضع القريب للمياه الجوفية المعدنية، مما أدى لدرجة كبيرة نسبياً إلى تملحها بسبب المياه الجوفية المتبخرة. عند التبخر من سطح المياه الجوفية $E = 185[mm]$ وتسرب الأمطار الجوية $\alpha_1 O_c = 20[mm]$ فإن التبادل الرطوبي بين المياه الجوفية والطبقة الترابية يُشكل: $E - \alpha_1 O_c = 185 - 20 = 165[mm]$ ، مما يعني عملياً يساوي طبقة المياه المُنسابة من الطبقة الضاغطة إلى الطبقة العلوية غير الضاغطة.

الجدول (1-2): مُعطيات الاستصلاح الترابية لأرض الري:

الأفق: [cm]	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-150	150-200	200-250	250-300
بقايا كثيفة %	3.80	2.80	2.10	1.30	0.95	0.70	0.60	0.55	0.60	0.55	0.35	0.25	0.20	0.20
كلور %	0.52	0.43	0.30	0.22	0.15	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02

تُشكل نسبة الأملاح في طبقة التربة المُغذية لجذور المحاصيل القيمة: 0.2% - 0.3% من كتلة التربة الجافة، وبما في ذلك الكلور النسبة: 0.01%. تُظهر المُعطيات المُبينة أنه لا يُمكن الاستخدام الزراعي لأرض الري دون إجراء الاستصلاح الجذري لها.

١-٣- المخطط التقني لأرض الري:

يُظهر تحليل الشروط الهيدرولوجية والاستصلاحية للتربة، وأيضاً النظام المائي والملحي لأرض الري قيد البحث ضرورة استخدام تقنية مُتطورة للري، وهذا يتطلب أولاً إنقاصاً أعظمياً لضياعات التسرب من قنوات الري، هذا يعني زيادة ثوابت التأثير المفيد (المردود المفيد) لشبكة الري بطريقة إنشاء شبكات قنوات ري زراعية وقنوات ري داخلية زراعية من أحواض من البيتون المسلح والمواسير، وتُجرى السقايات بواسطة خرطوم مرنة.

تشتد التربة الملحية والمياه الجوفية، والتيارات الصاعدة للمياه المعدنية الضاغطة في الجزء الوسطي والسفلي لأرض الري إنشاء الصرف الأفقي النظامي، الذي بارتفاعه يجب أن تُحقق انخفاض منسوب المياه الجوفية حتى: $2.5 - 3[m]$ عند تأثير التغذية بالمياه الضاغطة وبالتسرب بالوقت ذاته. يُمكن إنشاء الصرف الشاقولي الخطي بهدف النقاط تيارات المياه الجارية من الجبال تحت السطح وإنقاص التغذية الضاغطة في منطقة التفريغ في الجزء العلوي للأرض. لا بُد من إجراء الغسل من أجل استصلاح الأراضي الملحية في المزرعة، أما في نظام الغسل التالي للري فلا بُد منه مع إنشاء الصرف. يُنصح بإجراء نظام الغسل بالري بواسطة السقايات الوقائية في كل عام في الخريف والشتاء. تجري المياه إلى أرض الري من القناة الكبيرة بالانسياب الذاتي بواسطة القناة المرفوعة. يُشكل تدفقها حوالي: $2[m^3/sec]$.

تُصمم الموزعات الزراعية بحسب الإمكانية وفق حدود المزارع، وتُصمم الشبكة الزراعية الداخلية وفق الحدود المُنفصلة، ووفق قطاعات الدورات الزراعية للأرض.

١-٤- نظام جدولة الري للمحاصيل الزراعية

يتضمن نظام الجدولة للري تحديد معدلات الري والسقاية، وعدد مرات سقاية المحاصيل الزراعية والفترات الفاصلة بين السقايات. يُحدد نظام الجدولة لكل محصول على حدة، ولمجموعة المحاصيل الداخلة في الدورة الزراعية والتي تشغل مساحة القطاع الزراعي. يتم تحديدها من أجل الشروط السنوية المحسوبة لتحقيق النقص في التوازن المائي لطبقة نمو الجذور. بالتطابق مع المعدلات الفعلية المؤثرة في المناطق ذات الرطوبة الطبيعية المُخفضة عند معامل تغيير الهطولات المطرية: $C_v = 0.7$ يُستخدم عام جاف لتحقيق: 90% في الحساب من أجل الدورات الزراعية للقطن.

يُحدد مجموع الاستهلاك المائي ومعدل الري للقطن بطريقتين: ١- بحسب ثابت مجموع

الاستهلاك المائي. ٢- بحسب الأنظمة الحسابية المُعينة لري المحاصيل الزراعية الموضوعة في الوسط البيئي للقطن من أجل شروط أرض الري المُصممة بالاعتماد على معالجة المواد الحقيقية.

١- مجموع الاستهلاك المائي للقطن خلال فترة النمو، والمقدر: $E; [\frac{m^3}{ha}]$

$$E = \zeta_Y Y \quad (1-5)$$

حيث: ζ_Y - ثابت الاستهلاك المائي أو الاستهلاك المائي النوعي في واحدة الإنتاج: m^3 / ton ويُؤخذ في حالة الشروط الطبيعية للأرض المروية مساوياً: $\zeta_Y = 2140 [m^3 / ton]$.

$Y; [\frac{ton}{ha}]$ - الإنتاجية الحسابية وهي للقطن: $3.5; [\frac{ton}{ha}]$.

مجموع الاستهلاك المائي للقطن من أجل شرط العام الجاف:

$$E = 3.5 \cdot 2140 = 7490 [\frac{m^3}{ha}] \text{ . نستخدم القيمة: } E = 7500 [\frac{m^3}{ha}]$$

يُحدد معدل الري للقطن خلال فترة النمو: $M; [\frac{m^3}{ha}]$ من معادلة الموازنة المائية لطبقة التربة، التي تتوزع فيها الكتلة الأساسية من جذور المحاصيل وهو يُمثل الاحتياج المائي الصافي:

$$W_O - W_B = \alpha_1 O_C + M - E \pm g \quad (1-6)$$

من هنا نجد:

$$M = E - \alpha_1 O_C - (W_B - W_O) \mp g \quad (1-7)$$

حيث: $O_C; [\frac{m^3}{ha}]$ - الهطولات المطرية خلال فترة النمو من أجل شرط العام الجاف.

α_1 - ثابت استخدام الهطولات المطرية خلال فترة النمو.

$W_O; W_B; [\frac{m^3}{ha}]$ - احتياطي المياه الربيعية والخريفية في طبقة نمو الجذور.

$\pm g; [\frac{m^3}{ha}]$ - التبادل المائي بين التربة والمياه الجوفية (الإشارة الموجبة عند التيارات

الصاعدة للرطوبة).

تظهر خطورة تملح التربة ثانياً وهذا يستدعي إنشاء نظام غسل لها، ويقدر الأملاح ما تكون المياه الجوفية معدنية. ويتم ذلك من خلال زيادة معدلات الري بمقدار يساوي معدل الغسل وهو يعادل: 10-20% من E وذلك حسب عمق منسوب المياه الجوفية المعدنية من أجل التغلب على الملوحة الثانية للتربة.

تُعدُّ فترة نمو القطن من ١١ نيسان (البذر) حتى ٣٠ أيلول (الجنّي)، والتي تستمر 173 يوماً. يتغير فيها العمق الحسابي لطبقة نمو الجذور بحسب طور نمو محصول القطن، الجدول (1-3).

الجدول (1-3): العمق الحسابي الفعال لطبقة نمو جذور القطن في التربة [m]:

الشهر	نيسان			أيار			حزيران		
الأيام العشرة	1	2	3	1	2	3	1	2	3
العمق الحسابي حتى نهاية العشرة أيام	-	0.4	0.4	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.7

تابع الجدول (1-3):

الشهر	تموز			أب			أيلول		
الأيام العشرة	1	2	3	1	2	3	1	2	3
العمق الحسابي حتى نهاية العشرة أيام	0.8	0.9	0.95	1	1	1	1	1	1

إن قيمة السعة الحقلية الحدية لطبقات مختلفة من التربة والرطوبة البدائية تساوي: 0.75 من السعة الحقلية الحدية الأعظمية المُبينة في الجدول (1-4). تتحقق الرطوبة البدائية إما عن طريق الهطولات المطرية أو بإجراء السقايات. من أجل سماكة التربة: $1[m]$ فإن: $W_B = 0.75 \cdot 3450 = 2588 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$

أما احتياطي المياه الأصغري المسموح به فهو: $W_{\min} = 65\%$ من الرطوبة الطبيعية. تزداد الرطوبة في نهاية فترة النمو بالمُقارنة مع $W_{\min}$ بمقدار: $100 - 200 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$. ثابت استخدام الأمطار: $\alpha_1 = 1$.

عندما: $O_C = 190 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ خلال فترة النمو، و $\alpha_1 = 1$ ، فإن: $W_B = 2588 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، و $W_o = 2200 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، و $W_{BE} = 6922 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، خلال فترة النمو. نستخدم القيمة: $W_{BE} = 7000 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، خلال فترة النمو من أجل معدل الري الحسابي. الجدول (1-4): قيم السعة الرطوبة الحقلية من أجل طبقات التربة المختلفة:

احتياطي المياه: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$	عمق الطبقة الترايية: [m]									
	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	1
الأعظمي: $W_{\max} = \Pi\Pi B$	1380	1550	1720	1900	2070	2420	2760	3100	3280	3450
البدائي: $W_{uc} = 0.9\Pi\Pi B$	1040	1160	1290	1430	1550	1820	2070	2330	2460	2590
الأصغري: $W_{\min}$	900	1010	1120	1240	1350	1580	1790	2015	2130	2240

معدل الرطوبة المُضافة بالسقاية:

$$m_{Bl} = W_{\max} - \alpha_3 O_{C3} - W_{yb} \quad (1-8)$$

حيث: $W_{\max}$ - حجم المياه في الطبقة الترابية الحسابية المُطابقة لرطوبة السعة الحقلية مقدراً: $[\frac{m^3}{ha}]$ ويُساوي في مثالنا القيمة: $5330[\frac{m^3}{ha}]$.

$$O_{C3} - \text{الهطولات المطرية خارج فترة النمو: } [m^3 / hr] = 1060 \cdot O_{C3}$$

$$\alpha_3 - \text{ثابت استخدام هذه الهطولات وعادةً يُؤخذ: } 0.2 - 0.5$$

W_{yb} - احتياطي المياه في الطبقة الترابية الحسابية قبل السقاية، من أجل الطبقة

$$\text{الترابية التي تساوي: } [m] \text{ فإن: } W_{yb} = 1.5 \text{ و: } W_0 = 1.5 \cdot 2200 = 3300[\frac{m^3}{ha}]$$

تتشبع طبقة التربة على عمق: $[m] 1.5$ عند الرطوبة المُضافة بالسقاية.

$$m_{Bl} = 5330 - 0.35 \cdot 1060 - 3300 = 1659[\frac{m^3}{ha}]$$

بالأخذ بالحسبان الأمـلاح فإن: $m_{Bl} = 1700[m^3 / hr]$ عندها:

$$M_{xl}^{cym} = 7000 + 1700 = 8700[\frac{m^3}{ha}]$$

٢- معدل الري: $[\frac{m^3}{ha}]$; M ، للقطن:

$$M = 10(E_0 - O_C) \cdot 0.8K_1K_2 \quad (1-9)$$

حيث: E_0 ; $[mm]$ - التبخر من السطح المائي.

O_C ; $[mm]$ - الهطولات المطرية.

K_1 - ثابت يأخذ بالحسبان القدرة البيولوجية للقطن. $K_1 = 0.7 \dots 1.1$ بحسب

المنطقة جافة أو رطبة.

K_2 - ثابت يأخذ بالحسبان الشروط الاستصلاحية للتربة والهيدرولوجية والزراعية

للأرض الري. $K_2 = 0.8$ - ثابت التصحيح لمولتشانوف من أجل تحويل: E_0 في مجموع الاستهلاك المائي.

فُسمت المساحة المُبينة في الشكل (1-1) بالاعتماد على استصلاح التربة إلى مناطق

عريضة ومرتفعة، ومناطق هيدرولوجية واستصلاحية للتربة، وذلك بتقسيمها إلى تسع مناطق حسب الهيدرولوجيا وفق العلاقة بظروف التربة والهيدرولوجيا.

لا بُد في أثناء حساب نظام الري من الأخذ بالحسبان التغير المناخي للأرض المروية،

من حيث ارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض حرارة الهواء، والذي بدوره يُخفض الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية.

القيم الحسابية لمعدلات الري المُقترحة لري القطن، يُعطي توزيع مُعدلات الري وفق

الأشهر لفترة النمو (M%) والقيم الحسابية لإحداثيات المخطط البياني للهيدرومودول: $q_{\max}$ ، وأيضاً معدلات السقاية خارج فترة النمو، الجدول (1-5).

قبل استخدام القيم الحسابية لمعدلات الري وفق الطريقة المدروسة، لا بُد من الأخذ بالحسبان الفروقات كافة في خصائص المناطق المدروسة ومواصفاتها للأرض المروية وخاصةً من حيث المساحة. تدخل مساحة المزرعة المُصممة في منطقة عريضة: C-II-A، وهذا يعني في الجزء الجنوبي: II المنطقة العريضة المركزية: C والمنطقة الترابية الجافة: A.

بالتطابق مع الخصائص الهيدروجيولوجية والشروط الاستصلاحية الترابية للجزء العلوي من أرض الري على طول BFK يُنسب إلى المجال a - صرف تيارات المياه الجوفية في شروط المنسوب العميق لها، عندما لا تؤثر هذه التيارات على عمليات تشكيل التربة. ويُنسب الجزء الوسطي والسفلي لأرض الري إلى المجال b - التيارات الخارجية الشديدة وتيارات المياه الجوفية صعبة الصرف، والمتوزعة قريباً من السطح، التي تُحدد الشروط الأساسية لتشكيل التربة. تُستخدم معدلات الري من أجل الانتقال إلى مرحلة الاستصلاح بصورة مُعتدلة وتُشجر بصورة ضعيفة. يُنسب الجزء العلوي لأرض الري إلى المجال a-II للمنطقة الهيدرومودلية $h > 3[m]$ ، ويُنسب الجزء الوسطي والسفلي إلى b-IV للمنطقة الهيدرومودلية $h = 2 - 3[m]$.

الجدول (1-5): معدلات ري القطن ومحاصيل الأشجار الناتجة: $\left[\frac{m^3}{ha}\right]$.

مجموع معدل الري	قبل السقاية	سقاية المضافة	معدل الري في فترة النمو	مجال منطقة الهيدرومودول	محاصيل زراعية
9400	-	1700	7700	a-II	أشجار وكروم
9800	700	1800	7300	b-IV	القطن

يُفسر الفرق في قيم معدلات الري وفق كوستياكوف بأن حجم المياه في نظام الغسل في أثناء عمليات الري يجب أن يُضاف إلى معدل الري.

يُجرى حساب معدل السقاية وفق معادلة كوستياكوف:

$$m = AH(\beta_{\max} - \beta_0) \quad (1-10)$$

حيث: m - معدل السقاية. $[m^3/ha]$

$A = 50\%$ - مسامية التربة، % من الحجم.

$H; [m]$ - طبقة التربة الحسابية الفعالة.

$\beta_0; \beta_{\max}$ - رطوبة التربة بعد وقبل السقاية % من مسامية التربة.

تُحدد معدلات السقاية من أجل المحاصيل الزراعية من الشرط أنه بعد السقاية ستُطابق

الرطوبة في الطبقة الفعالة للتربة: السعة الحقلية الحدية، وهذا يعني: $\beta_{\max} = 69\%$ ، وتساوي

قبل السقاية: 0.65 من السعة الحقلية الحدية، هذا يعني: $\beta_{\min} = 0.65 \cdot 0.69 = 0.45$ أو: 45%

معدل السقاية من أجل الطبقة الحسابية الصغرى: $H = 0.4[m]$

$$m_{\min} = 50 \cdot 0.4 \cdot (69 - 45) = 500 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

معدل السقاية من أجل الطبقة الحسابية العظمى: $H = 1[m]$

$$m_{\min} = 50 \cdot 1 \cdot (69 - 45) = 1000 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

يُنشأ المنحني الحسابي لتدفقات المياه الوسطية اليومية اعتماداً على التبخر من أوراق المحاصيل الزراعية وعلى التبخر من سطح التربة من أجل تحديد المعدلات وفترات السقاية وعدد مراتها، ويُنشأ منحني مجموع الاستهلاك المائي للقطن من أجل شرط العام الحسابي (عند الإنتاجية النظرية ومستوى التقنية الزراعية). يُبين الجدول (1-6) الاستهلاك المائي للقطن على التبخر - نتج في فترة النمو من أجل شروط العام الجاف وإنتاجية القطن القريبة من الحسابية، وقد بلغ مجموع الاستهلاك المائي خلال موسم النمو: $E = 7500 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$.

الجدول (1-6): استهلاك القطن من المياه على التبخر من الأوراق التبخر من سطح التربة: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$.

حزيران			أيار			نيسان			استهلاك المياه
3	2	1	3	2	1	3	2	1	
8.0	6.0	4.5	3.5	3.0	2.5	2.0	1.0	-	مجموع الاستهلاك المائي خلال عشرة أيام %
600	450	338	263	225	187	150	75	-	مجموع الاستهلاك المائي خلال عشرة أيام %
60.0	45.0	33.8	24.0	22.5	18.7	15.0	7.5	-	الاستهلاك اليومي الوسطي خلال عشرة أيام
35.0	22.5	16.5	12.0	8.5	5.5	3.0	1.0		مجموع الاستهلاك المائي % من بداية النمو
2888	1688	1238	900	637	412	225	75		مجموع الاستهلاك المائي % من بداية النمو

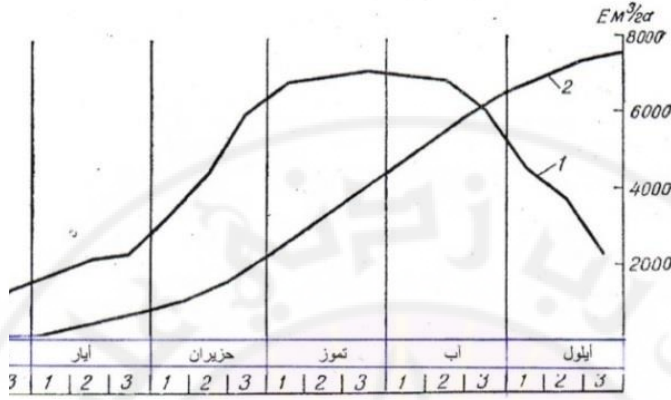
تابع الجدول (1-6)

أيلول			آب			تموز			استهلاك المياه
3	2	1	3	2	1	3	2	1	
3.0	5.0	6.0	8.8	9.0	9.2	10.3	9.2	9.0	مجموع الاستهلاك المائي خلال عشرة أيام %
225	375	450	659	675	690	773	690	675	مجموع الاستهلاك المائي خلال عشرة أيام %
22.5	37.5	45.0	60.0	67.5	69.0	70.0	69.0	67.5	الاستهلاك اليومي الوسطي خلال عشرة أيام
100	97.0	92.0	86.0	77.2	68.2	59.0	48.7	39.5	مجموع الاستهلاك المائي % من بداية النمو
7500	7275	6900	6450	5791	5116	4426	3653	2963	مجموع الاستهلاك المائي % من بداية النمو

ووفق المُعطيات المُبينة في السطرين الثالث والخامس من الجدول (1-6) تُنشئ

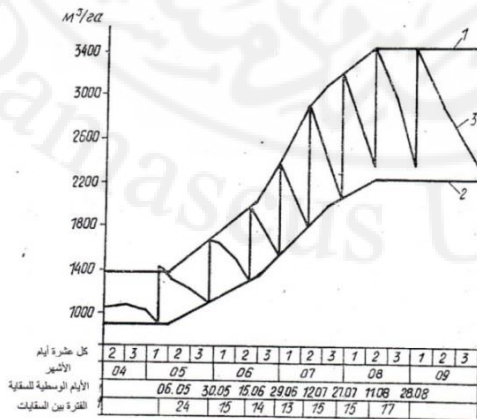
مُنحنيات الاستهلاك اليومي الوسطي للمياه لكل عشرة أيام (المنحني 1) ومُنحني مجموع

الاستهلاك المائي للقطن المنحني ٢ كما يُبين الشكل (1-3).



الشكل (1-3):
مُنحنيات الاستهلاك
المائي للقطن: ١ -
الاستهلاك المائي
الوسطي كل عشرة
أيام، ٢ - مجموع
الاستهلاك المائي.

وتكون مُعدلات السقاية في بداية فترة النمو: $500 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$. وتبلغ قيمتها العظمى: $1000 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$. في فترة الاستهلاك الأعظمي ويكون العمق الحسابي الأعظمي لطبقة الجذور: $H = 1[m]$. تتناقص المعدلات أو تبقى نفسها حتى فترة نهاية النمو عندما يتناقص استهلاك القطن للمياه. نفترض مبدئياً عدد السقايات ومعدلات السقاية للقطن خلال فترة النمو على النحو الآتي: في السقاية الأولى يكون معدل السقاية: $500 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، في السقاية الثانية: $600 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، السقاية الثالثة: $700 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، السقاية الرابعة: $800 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، يكون معدل السقاية من السقاية الخامسة حتى الثامنة: $1100 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$. تُحدد فترات السقايات وعددها خلال النمو، ومُعدلات السقاية المُستخدمة للقطن وفق الطريقة البيانية لحسابات التوازن لكوستياكوف. من أجل ذلك يُشكل الجدول (1-4) والذي على أساسه تم رسم المخطط البياني الشكل (1-4)، الذي نجد وفقه المُعطيات المُستخدمة لنظام ري القطن بصورة نهائية.



الشكل (1-4): احتياطي المياه
في طبقة التربة الحسابية للقطن.
١ - الاحتياطي الأعظمي
للرطوبة، ٢ - الاحتياطي
الأصغري للرطوبة، ٣ -
الاحتياطي بعد إجراء السقاية.

يُمأل العمود الثاني والثالث والرابع والخامس في الجدول (1-7) وفق المُعطيات الموجودة في الجدول (1-2)، ويُمأل العمود وفق المُعطيات الموجودة في الجدول (1-4)، أما العمود السابع وفق الجدول (1-6)، ويُمأل العمود الثامن وفق الجدول (1-1).

تُستهلك الرطوبة الاحتياطية البدائية المُحتواة في التربة وفق مراحل نمو جذور القطن، وبالتالي حسب زيادة الطبقة الفعالة للتربة. من أجل تبسيط الحسابات يُفترض شرطياً أنه لا يحدث تحرك للرطوبة الاحتياطية في فترة النمو، وبالتالي يُعاد توزيعها وفق عمق التربة. تُستخدم الرطوبة في طبقة التربة الفعالة مساوية: 0.9 من السعة الحقلية الحدية، ويبقى ثابتاً خلال كامل فترة النمو ويُستخدم من قبل القطن وفق مراحل نمو نظامه الجذري على كامل عمق الطبقة الترابية الفعالة.

يُمأل العمود العاشر في الجدول (1-7) من أجل تلك الأيام العشرة عندما يحدث زيادة لسماكة طبقة التربة الفعالة. تُحدد زيادة احتياطي الرطوبة في هذه الحالة كفرق بين احتياطي الرطوبة بدائي المُحتوى في الطبقة الترابية الفعالة المُتزايدة وبين الاحتياطي في الطبقة السابقة. مثال: في الفترة الحسابية المُمتدة بين: (30.06 – – – 21.06) تتغير طبقة التربة من: $[0.6...0.7m]$ بالربط مع نمو النظام الجذري. ويتراوح احتياطي المياه البدائي وفقاً لذلك بين: $270[\frac{m^3}{ha}] = 1550 - 1820$ انظر الجدول (1-4). وهذا الحجم مُسجل في السطر العاشر. يُجرى الحساب في الجدول (1-7) بطريقة الموازنة المائية ومراحل استهلاك الماء كل عشرة أيام على واحد هيكتار لزراعة القطن. يجب أن تقع القيم في السطر الحادي عشر في مجال قيم السطر الثالث والرابع. تُعطى السقايات وفق السطر العاشر عند عدم كفاية احتياطي الرطوبة. بعد إملاء الجدول يتم التحقق من النتائج الحاصلة. وتُشكل معادلة الموازنة وفق المعادلة (1-6).

$$E = 7500 = 190 + 7000 + (2590 - 2280) \dots [\frac{m^3}{ha}]$$

حيث: $W_0 = 2280[\frac{m^3}{ha}]$ ، $W_B = 1040 + 1550 = 2590[\frac{m^3}{ha}]$ ، يُعد إنجاز الحساب صحيحاً بقدر ما تكون الموازنة مُحققة.

تُصحح معدلات السقاية وفتراتها وفق خط تغير احتياطي الرطوبة في طبقة التربة الفعالة للقطن. يُؤخذ عند ذلك بالحسبان أن الرطوبة في التربة لا تنخفض إلى أقل من: 60% من السعة الحقلية الحدية، وأما فترات السقاية ومُعدلاتها فستتطابق مع منحنى الاستهلاك المائي اليومي الوسطي للقطن. يجب أيضاً بالطريقة نفسها تحديد النظام الحسابي لري محاصيل زراعية

أخرى في الدورة الزراعية (الفصة، الذرة).

تُستخدم في الحالة المدروسة وفق مُعطيات الباحثين العلمية من أجل شروط أرض الري

المُصممة: فمن أجل الفصة: $m_{BL}^L = 11600 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، و: $M_{CYM}^L = 9800 + 1800 = 11600$

$m_{BL}^L = 1800 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، و: $M_L = 9800 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$. ومن أجل الذرة: $M_{CYM}^L = 6900 + 1500 =$

$8400 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، و: $m_{BL}^K = 1500 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، و: $M_K = 6900 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$.

و تُعطى المياه بتدفق مستمر من أجل باقي القطاعات المزروعة، ويكون معدل الري الوسطي:

$$6300 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

مُخطط الهيدرودومودول: نظام الري للمحاصيل الزراعية الداخلة في الدورة الزراعية، يُجمع مع

حسبان نسبة كل محصول في الدورة الزراعية.

تُحدد قيمة الهيدرودومودول البياني $\left[\frac{l}{s/ha} \right]$ لكل محصول من المحاصيل المزروعة ضمن الدورة

الزراعية ولكل السقايات اللازمة خلال موسم النمو بالعلاقة الآتية:

$$q = am / (86.4t) \quad (1-11)$$

حيث إن: t ؛ [day] -مدة السقاية مقدرة بالأيام. و: q ؛ [$l/s/ha$] -قيمة الهيدرودومودول (المُقنن

المائي). a -النسبة المئوية للمساحة المزروعة بالمحصول الزراعي. m ؛ [m^3/ha] -معدل

السقاية.

تُستخدم عادةً فترة السقاية من أجل القطن والفصة ١٠ أيام من أجل الهيدرودومودول غير

التكاملي. وتُستخدم فترة السقاية من أجل الذرة من: ٥-٦ أيام. ويُشكل جدول الهيدرودومودول غير

المُعدل (اللاتكاملي)، بافتراض أن النتائج في العمود 13 أنظر الجدول (7-1) تُعد أيام سقاية

القطن وسطية الجدول (8-1). وتُساوي الفترة بين السقايات الفرق بالزمن بين الأيام الوسطية

للسقايات المُتجاورة. يُنشأ الهيدرودومودول اللاتكاملي وفق مُعطيات الجدول (8-1)، كما يُبين

الشكل (5-1).

من أجل إلغاء فترات الانقطاع وتسوية الذروة في المُخطط البياني، ومن أجل تسوية

الإحداثيات وبالتالي تحقيق عمل مُنظم لشبكة الري فإنه يُعدل (يُستكمل) المُخطط البياني

للهيدرودومودول ليصبح تكاملياً. عند ذلك يُؤخذ بالحسبان التالي: يُمكن تغيير فترة السقاية للقطن

من ٧ حتى ١٥ يوماً، والذرة من ٦ وحتى ١٢ يوماً، والفصة من ٤ وحتى ١٦ يوماً. ويُمكن

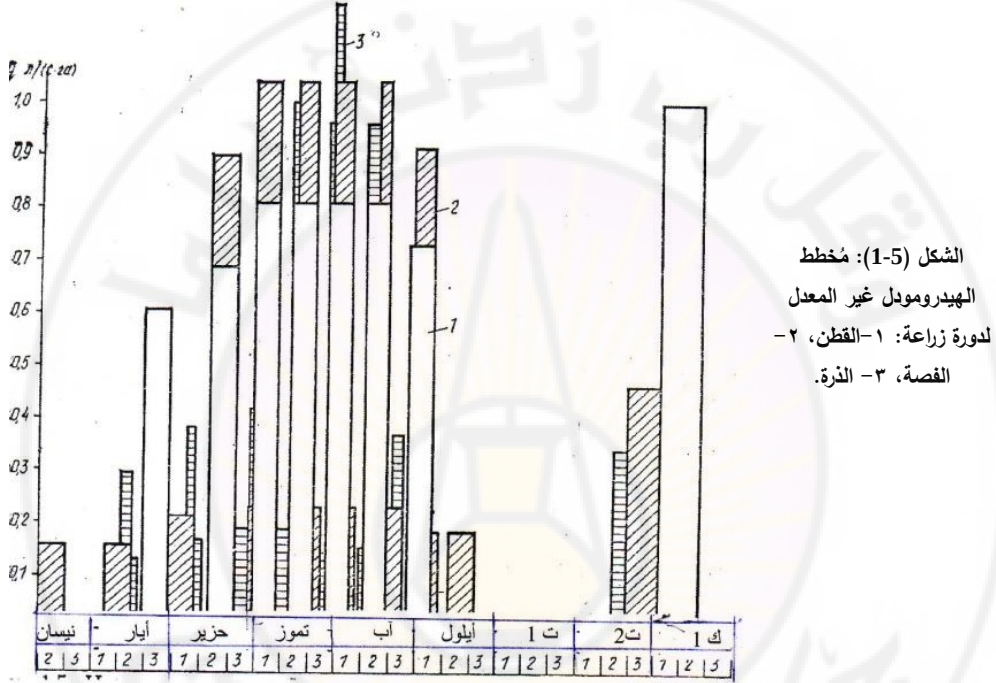
ازاحة اليوم الوسطي للسقاية بمقدار ٣ إلى ٤ أيام، والذرة والفصة بمقدار ٤ إلى ٥ أيام، ولا يُسمح

عند ذلك بانخفاض الرطوبة قبل السقاية إلى أقل من الاحتياطي الأصغري للرطوبة في التربة.

الجدول (1-7): مثال عن الموازنة المائية لمحصول القطن عندما: $E = 7500 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$.

الفترة الحسابية	سمكة الطبقة الفعالة: $H, [m]$	المجال الاحتياطي للمياه في الطبقة الفعالة للتربة حتى نهاية الفترة: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$		احتياطي الرطوبة في الطبقة الفعالة للتربة: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$		التبخر-نتح خلال فترة النمو: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$		كمية المياه خلال فترة النمو: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$			احتياطي الرطوبة في الطبقة الفعالة للتربة: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$	المعطيات الوسيطة المستخدمة للبينة للسقاية باليوم
		الأعظمي	الأصغري	البداية عند رطوبة: $0.9W_{max}$	في بداية الفترة	البداية عند رطوبة 0.9	من السعة الحقلية	الأمطار	من احتياطي المياه في التربة بالرابط مع زيادة الطبقة الحسابية	السقاية		
1	11.04- -- 20.04	1380	900	1040	1040	75	1040	100	-	-	1065	12
2	21.04- -- 30.04	1380	900	1040	1065	150	1065	90	-	-	1005	11
3	01.05- -- 10.05	1380	900	1040	1005	187	1005	-	-	500	(818) 1318	06.05
4	11.05- -- 20.05	1550	1010	1160	1318	225	1318	-	120	-	1213	30.05
5	21.05- -- 31.05	1720	1120	1290	1213	263	1213	-	130	600	(1080) 1680	
6	01.06- -- 10.06	1900	1240	1430	1680	337	1680	-	140	-	1483	
7	11.06- -- 20.06	2070	1350	1550	1480	450	1480	-	120	700	(1153) 1853	15.06
8	21.06- -- 30.06	2420	1580	1820	1853	600	1853	-	270	800	(1523) 2323	29.06
9	01.07- -- 10.07	2760	1790	2070	2323	675	2323	-	250	1100	(1898) 2998	12.07
10	11.07- -- 20.07	3100	2015	2330	2998	690	2998	-	260	-	2578	
11	21.07- -- 31.07	3280	2130	2460	2568	773	2568	-	130	1100	(1925) 3025	27.07
12	01.08- -- 10.08	3450	2240	2590	3025	690	3025	-	130	1100	(2465) 3565	11.08
13	11.08- -- 20.08	3450	2240	2590	3565	675	3565	-	-	-	2890	
14	21.08- -- 31.08	3450	2240	2590	2890	660	2890	-	-	1100	(2930) 3330	28.08
15	01.09- -- 10.09	3450	2240	2590	3330	450	3330	-	-	-	2880	
16	11.09- -- 20.09	3450	2240	2590	2880	375	2880	-	-	-	2505	
17	21.09- -- 30.09	3450	2240	2590	2506	225	2506	-	-	-	2280	
						$\sum 7500$		$\sum 190$	$\sum 1550$			

ويُمكن أن تتغير فترة السقاية بمقدار ٥ إلى ٧ أيام. جداء الإحداثيات بزمان السقاية: $q_1 t_1$ في المخطط اللاتكاملي (غير المعدل) للسقاية يساوي: $q_2 t_2$ من أجل ذلك أيضاً السقاية في المخطط التكاملي، وهذا يعني أنه يجب ألا يتغير حجم المياه المُعطى في كل سقاية عند المخطط التكاملي (المُعدل).



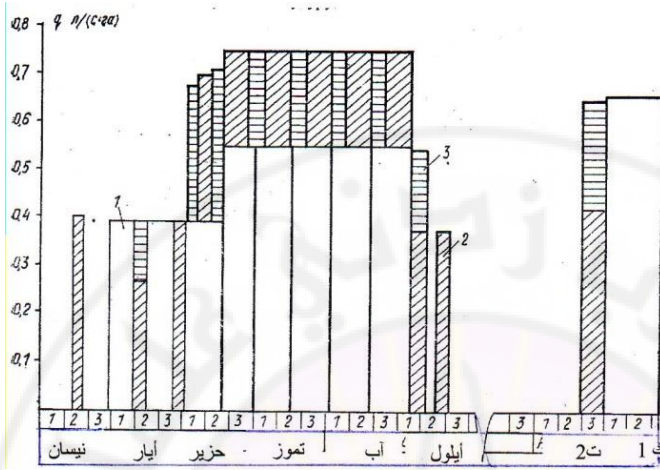
يُستكمل مخطط الهيدرولوجي البياني انطلاقاً من الشروط المبينة الشكل (1-6)، ويُشكل الجدول (1-9) تبعاً له. وتُحدد الإحداثيات الحسابية الأعظمية والأصغرية للمخطط البياني. ويجب تحقيق الشرط: $q_{min} \geq 0.4 q_{max}$.

يتضح من الشكل (1-6) أن قيمة الهيدرولوجي الأعظمية: $q_{max} = 0.75 \left[\frac{l}{s.ha} \right]$ ، وتبلغ قيمة الهيدرولوجي الأصغرية: $q_{min} = 0.34 \left[\frac{l}{s.ha} \right]$.

يجب أن يتطابق شكل المخطط المعدل مع مصدر الري، هذا يعني يجب تمثيل المخطط البياني لسحب المياه في المخطط البياني الحسابي لتدفقات مصدر الري عند سحب المياه من النهر دون مُعايرة جريانها.

الجدول (1-8): المخطط البياني للهيدرومودول اللاتكاملي (غير المعدل):

محاصيل	نسبة المحصول %	رقم السقاية	معدل السقاية: $\frac{m^3}{ha}$	معدل الري: $\frac{m^3}{ha}$	فترات السقاية		اليوم الوسطي للسقاية	فترة السقاية باليوم	الفترة بين السقايات باليوم	إحداثيات الهيدرومودول البياني: $\left[\frac{l}{s/ha}\right]$
					من	حتى				
قطن	٧٠	0	1800	7000+ 1800	01.12	15.12	-	15	-	1.03
		1	500		02.05	11.05	06.05	10	-	0.41
		2	600		26.05	04.06	30.05	10	24	0.49
		3	700		11.06	20.06	15.06	10	15	0.57
		4	800		25.06	04.07	29.06	10	14	0.65
		5	1100		08.07	17.07	12.07	10	13	0.89
		6	1100		23.07	01.08	27.07	10	15	0.89
		7	1100		07.08	16.08	11.08	10	15	0.89
		8	1100		24.08	02.09	28.08	10	17	0.89
فصة	٢٠	0	1800	9800+ 1800	21.11	30.11	-	10	-	0.42
		1	700		11.04	20.04	15.04	10	-	0.16
		2	700		06.05	15.05	10.05	10	25	0.16
		3	900		30.05	08.06	03.06	10	24	0.21
		4	900		14.06	23.06	18.06	10	15	0.21
		5	1000		27.06	06.07	01.07	10	13	0.23
		6	1000		10.07	19.07	14.07	10	13	0.23
		7	1000		23.07	01.08	27.07	10	13	0.23
		8	1000		05.08	14.08	09.08	10	13	0.23
		9	1000		18.08	27.08	22.08	10	13	0.23
		10	800		31.08	09.02	04.09	10	13	0.18
		11	800		13.09	22.09	17.09	10	13	0.18
ذرة	١٠	0	1500	6900+ 1500	15.11	20.11	-	6	-	0.34
		1	700		12.05	17.05	14.05	6	20	0.13
		2	900		06.06	11.06	08.06	6	14	0.17
		3	1000		20.06	25.06	22.06	6	12	0.19
		4	1000		02.07	07.07	04.07	6	18	0.19
		5	1000		20.07	25.08	22.07	6	18	0.19
		6	800		07.08	12.08	09.08	6	18	0.15
		7	800		22.08	27.08	24.08	6	15	0.15
		8	700		08.09	13.08	10.09	6	17	0.13



الشكل (1-6): مخطط
الهيدرولوجي المعدل
لدورة زراعة: ١- القطن،
٢- الفصة، ٣- الذرة.

تُستخدم القيم الحسابية للإحداثيات من أجل تحديد التدفقات الحسابية لقنوات الري. ويجب وضع مخطط معدل للهيدرولوجي الخاص من أجل القطاعات المزروعة، والبساتين، والكرمة وغيرها من المزروعات. في هذه الحالة المُبينة من أجل القطاعات المزروعة، البساتين، والكرمة والخضار يتم استخدام قيمة الهيدرولوجي وفق الأبحاث كنتيجة ثابتة:

$$q = 0.5 \left[\frac{l}{s/ha} \right]$$

نظام الغسل بالري: تُحسب معدلات الري لفترة نمو المحاصيل الزراعية وفق النقص بالموازنة المائية في الطبقة المغذية للجذور وفق الشروط المدروسة (أنظر المعادلة ٧-١) من أجل حالتين: حالة التوضع العميق لمنسوب المياه الجوفية: $h > 3[m]$ (الجزء العلوي من الأرض)، وحالة التوضع القريب للمياه الجوفية المعدنية: $h \approx 2.5[m]$ (الجزء الوسطي والسفلي للأرض).

توصلت بعض الأبحاث إلى أنه عند توضع منسوب المياه الجوفية على عمق أكبر من الارتفاع الشعري: $h > h_K$ ، فإن التبادل المائي بين الطبقة المغذية للجذور والطبقة المتوضعة أسفل الأفق: g يُعادل النسبة: 10-15% من مجموع التغذية المائية، وهذا ما يُحقق حالة من التوازن الملحي المطلوب للأراضي المروية.

يُمكن عدّ التبادل المائي بين الطبقة الترابية والمياه الجوفية وسطياً خلال فترة النمو: $g \approx 0$ في الأجزاء الوسطية والسفلية للأرض عندما يكون عمق المياه الجوفية: $h = h_K = 2.5[m]$. بهذا الشكل ستتجمع الأملاح الجارية مع مياه الري وبطريقة الانتشار من

المياه الجوفية المعدنية في الطبقة المُغذية للجذور حتى نهاية فترة النمو.

الجدول (9-1): إحدائيات مخطط الهيدرومودول المعدل للقطن في الدورة الزراعية:

محا صيل	نسبة المحص ول %	رقم السقا ية	معدل السقاية: $\frac{m^3}{ha}$	معدل الري: $\frac{m^3}{ha}$	فترات السقاية		اليوم الوسط ي للسقاية	فترة السقا ية باليوم	الفترة بين السقايا ت باليوم	إحدائيات الهيدرومودو ل البياتي: لهيكتار واحد $\frac{l}{s}$ $[\frac{l}{ha}]$
					من	حتى				
قطن	70	0	1800	7000+ 1800	01.12	23.12	-	23	-	0.65
		1	500		07.05	13.05	08.05	10	17	0.4
		2	600		20.05	31.06	25.05	12	19	0.4
		3	700		06.06	20.06	13.06	15	13	0.4
		4	800		21.06	02.07	26.06	12	14	0.55
		5	1100		03.07	16.07	10.07	16	16	0.55
		6	1100		19.07	03.08	26.07	16	16	0.55
		7	1100		04.08	19.08	10.08	16	16	0.55
		8	1100		20.08	04.09	27.08	16	-	0.55
فصة	20	0	1800	9800+ 1800	21.11	30.11	-	10	27	0.42
		1	700		18.04	21.04	19.04	4	19	0.4
		2	700		14.05	19.05	16.05	6	10	0.27
		3	900		01.06	05.06	03.06	5	13	0.40
		4	900		11.06	16.06	13.06	6	16	0.35
		5	1000		21.06	31.06	26.06	11	17	0.20
		6	1000		07.07	17.07	12.07	11	16	0.20
		7	1000		24.07	03.08	29.07	11	16	0.20
		8	1000		09.08	19.08	14.08	11	8	0.20
		9	1000		25.08	04.09	30.08	11	11	0.20
		10	800		05.04	09.09	07.04	5	-	0.37
		11	800		16.09	20.09	18.09	5	-	0.37
ذرة	10	0	1500	6900+ 1500	21.11	30.11	-	10	-	0.20
		1	700		14.05	19.05	16.05	6	13	0.13
		2	900		07.05	10.06	08.06	4	10	0.26
		3	1000		17.06	20.06	18.06	4	15	0.29
		4	1000		01.07	06.07	03.07	6	17	0.20
		5	1000		18.07	23.07	20.07	6	17	0.20
		6	800		04.08	08.08	06.08	5	16	0.20
		7	800		20.08	24.08	22.08	5	16	0.20
		8	700		05.09	09.09	07.09	5	-	0.16

عندما يكون مُعدل الري الوزني الوسطي لفترة النمو من أجل القطن والفصة في الدورة الزراعية:
 $M_{cpr} = 0.7 \cdot 7000 + 0.2 \cdot 9800 + 0.1 \cdot 6900 = 7550 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$
 وفق شوارد الكلور: $C_n = 0.05 [gr/l]$ فإن كمية الأملاح في مياه الري تُشكل القيمة:

$$\Delta C = 7550 \cdot 0.045 = 339 \left[\frac{kg}{ha} \right] = 0.339 \left[\frac{ton}{ha} \right]$$

أو:

$$\Delta C = \frac{0.339}{10000 \cdot 1.5} 100 = 0.002\% \text{ (كتلة التربة في طبقة واحد متر)}$$

يُمكن إهمال جريان الأملاح إلى الطبقة الترابية بطريقة الانتشار من المياه الجوفية المعدنية خلال فترة الجفاف من العام: $T = 234 [day]$ ، لأن تأثيرها قليل. وبالحقيقة يُحسب زمن الاستقرار لعملية انتقال الأملاح على حساب الانتشار الشعري باليوم من المُعادلة الآتية:

$$\tau = W_{cp} h^2 / D_M \quad (1-12)$$

حيث: W_{cp} - رطوبة التربة الوسطية خلال الفترة المدروسة وعمق منسوب المياه

الجوفية عن السطح: $h = 2.5 [m]$ ، $W_{cp} = W_{min} + \frac{1}{3} (W_{max} - W_{min})$ ، نسبة الحجم.

$W_{min} = 0.65$ من السعة الحقلية، $W_{max} = 0.9$ من الرطوبة الأولية.

$D_M = (10^{-4} \dots \dots 10^{-5}) \left[\frac{m^2}{day} \right]$ ثابت الانتشار الشعري لشوارد الكلور في

التربة.

بتعويض القيم المعلومة في المعادلة (1-12) نحصل على:

$$\tau = 0.25 \cdot \frac{2.5^2}{10^{-5}} = 156250 [day] = 428 [yer]$$

بالتالي خلال الفترة: $T = 234 [day]$ التي تُشكل القيمة: $\frac{234}{156250} = 0.001\tau$

لتجمع الأملاح في طبقة التربة سيُهمَل لصغره.

يُشكل تراكم الأملاح في الطبقة الترابية خلال الفترة الجافة من العام القيمة:

$\Delta C = 0.002\%$ ، وأما محتواها الكلي في الطبقة المُغذية للجذور عند القيمة البدائية:

$C_0 = 0.01\%$ فيُشكل القيمة: $C = 0.01 + 0.002 = 0.012\%$

يُحدد حجم ماء الغسل الوقائي: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$ (نظام الغسل) المطلوب من أجل عزل الأملاح

المُتراكمة باستخدام مُعادلة أفرياناف الآتية:

$$N = m(h + 2a\sqrt{\lambda mh}) \cdot 10000 \quad (1-13)$$

حيث: $m = 0.5$ - المسامية كنسبة للحجم. $\lambda = 0.5$ - ثابت الانتشار الهيدروليكي من أجل التربة الحالية. h - العمق الحسابي ويُعادل $h = 1[m]$ في الحالة المدروسة.

$$a - \text{ ثابت يتعلق بالنسبة: } \bar{C} = \frac{C_0}{(C_0 + \Delta C)} \text{ : ويُؤخذ من الجدول (10-1).}$$

$$\text{الجدول (10-1): قيم الثابت: } a - \text{ المتعلق بالنسبة: } \bar{C} = \frac{C_0}{(C_0 + \Delta C)}$$

$\bar{C}$	0.001	0.005	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14
a	2.19	1.82	1.65	2.45	1.24	1.10	0.99	0.91	0.83	0.76

$\bar{C}$	0.16	0.18	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
a	0.70	0.65	0.60	0.48	0.37	0.27	0.18	0.09	-0.09	-0.18

$\bar{C}$	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90				
a	-0.27	-0.37	-0.48	-0.60	-0.73	-0.91				

في الحالة المدروسة: $\bar{C} = 0.01/0.012 = 0.83$ ويتعويض القيم المعلومة في

المعادلة (1-13) نحصل على:

$$N = 0.5(1 - 2 \cdot 0.7\sqrt{0.5 \cdot 0.5 \cdot 1.0}) \cdot 10000 = 1500 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

لنجد حجم مياه الغسل الوقائي المطلوب لعزل الأملاح المتراكمة، الأصغر من الحجم المستخدمة للسقايات الإضافية. بهذا الشكل تُحقق الحجم المستخدمة للسقايات الإضافية الحفاظ على النظام الملحي المطلوب للأراضي المروية. من أجل تربة أرض الري: $K_1 = 0.03[m/h]; \alpha = 0.5$.

تُحدد السرعة الوسطية: $[m/h]$ لامتصاص المياه في التربة من بداية السقاية:

$$W_{cp} = K_0 / t^\alpha \quad (1-14)$$

حيث: K_0 - السرعة الوسطية لامتصاص المياه في التربة في واحدة الزمن.

$$K_0 = K_1 / (1 - \alpha) \quad (1-15)$$

وبالتالي تكون سماكة طبقة المياه خلال الزمن: t مساوية:

$$h_t = W_{cp} t = K_0 t^{1-\alpha} \quad (1-16)$$

وبمعرفة القيم: $K_1; \alpha$ وبإعطاء قيم مُختلفة: t يُمكن تحديد: $W_{cp}; h_t$ كما يُبين الجدول (1-11).

الجدول (1-11): السرعة: W_{cp} وعمق: h_t لامتصاص المياه في التربة:

ملاحظات	$h_t; [m]$	$W_{cp}; [m/h]$	t^α	$W_t; [m/h]$	$t; [h]$
$K_1 = 0.03[m/h]$	0.026	1.340	0.448	0.067	0.2
$K_0 = 0.06[m/h]$	0.038	0.094	0.633	0.047	0.4
$\alpha = 0.5$	0.060	0.060	1.000	0.030	1.0
	0.084	0.042	1.420	0.021	2.0
	0.102	0.034	1.730	0.017	3.0
	0.120	0.030	2.000	0.015	4.0
	0.144	0.024	2.450	0.012	6.0
	0.190	0.019	3.160	0.0095	10.0
	0.240	0.015	4.000	0.075	16.0

١-٥- طريقة (تقنية) الري السطحي بالانسحاب:

تُروى المحاصيل الحقلية (كالقطن والذرة وغيرها) بالأثلام، وتُروى في خطوط ضيقة (الفصّة وغيرها). وتُحدد سرعة تسرب (امتصاص) المياه $[m/h]$ في التربة في اللحظة الزمنية t وفق معادلة كوستياكوف الآتية:

$$W_t = K_1 / t^\alpha \quad (1-17)$$

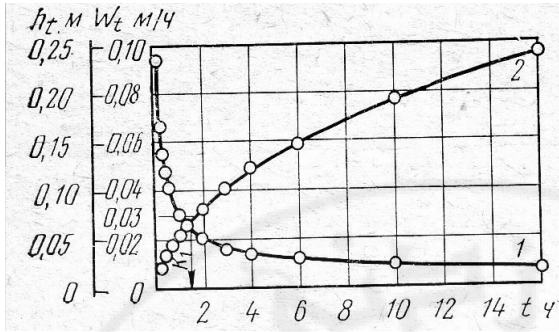
حيث: $K_1; [m/h]$ - سرعة تسرب المياه في التربة في واحدة الزمن الأولى.

α - مُعامل (الثابت الأسّي) يتغير عادةً من: 0.2 - 0.8 وفق العلاقة بخواص التربة وبرطوبتها البدائية.

تُحدد قيمة: $K_1; \alpha$ وفق معطيات حقلية مُعينة. بالإضافة إلى مُعطيات سرعة تسرب المياه في التربة الجدول (1-7)، يُنشأ المنحني: $W_t = f(t)$ الشكل (1-7). تُعطى سرعة الامتصاص في نهاية الساعة الأولى القيمة: K_1 . بمعرفة K_1 وبأخذ اللوغاريتم للعلاقة (1-17) نحصل على المُعادلة الخطية:

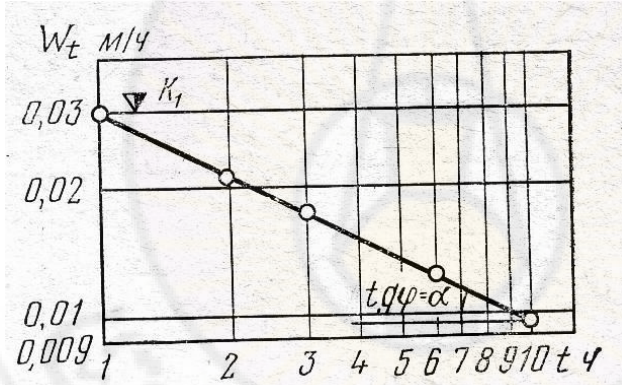
$$\lg W_t = \lg K_1 - \alpha \lg t \quad (1-18)$$

حيث: α - ظل زاوية ميل المستقيم المُعين على محور السينات: $\alpha = \tan \varphi$.



الشكل (1-7): المنحنيات المميزة
لتسرب المياه في التربة: ١- سرعة
التسرب: W_t ، ٢- منحنى التسرب
التجمعي للمياه في التربة: h_t .

تمثل القيم: $W_t; t$ في المخطط اللوغاريتمي ونجد: $\alpha = \tan \varphi$ الشكل (1-8). من أجل المحاصيل الداخلة في الدورة الزراعية كالقطن، تُساوي المسافة بين الأتلام (العرض بين الخطوط): $a = 0.6[m]$. معدل السقاية الحسابي: $m = 1000[m^3/hr] = 0.1[m]$ عمود أو طبقة مياه. تربة الأرض مروج، التضاريس مستوية وبميل: $i \approx 0.01$.



الشكل (1-8): تحديد
قيمة البارامتر: α في
المعادلة:
 $W_t = K_1 / t^\alpha$

في الظروف المبيّنة يُمكن سقاية القطن وفق ترطيب الأتلام دون صرف (عند وصول التدفق حتى نهاية التلم). يُمكن عدّ مقاسات التلم كالتالي: $h_\sigma = 0.15[m]$ ، وعرض القعر: $b = 0.05[m]$ ، وميل جوانب التلم: $m = 1$.

يُجرى الحساب بإعطاء عمق المياه في التلم: $h = 3[cm] = 0.03[m]$. تُحدد سرعة جريان المياه v المقدرة: $[m/s]$ في بداية التلم بالعلاقة:

$$v = C\sqrt{RI} \quad (1-19)$$

حيث: $v; [m/s]$ سرعة الجريان. $R; [m]$ نصف القطر الهيدروليكي للمقطع العرضي للتلم ويُحدد بالعلاقة: $R = \omega / x; [m]$. I - ميل التلم. C - معامل شيزي مقدراً $[m^{0.5}/sec]$ وفق بافلوفسكي:

$$C = R^y / n \quad (1-20)$$

حيث: $n = 0.04$ - معامل الخشونة لتربة الأتلام.

y - الثابت الأسّي، عندما: $R \leq 1$ فإن: $y = 1.5\sqrt{n} = 0.3$. $R = \omega / x; [m]$.

$\omega; [m^2]$ - مساحة المقطع المُرتب (المبلول) للثلم: $\omega = (b + mh)h; [m^2]$.

$x; [m]$ - المُحيط المرتب: $x = b + 2h\sqrt{1 + m^2}; [m]$

من أجل المقاسات المعتمدة للثلم نجد أن:

$$\omega = (0.05 + 1 \cdot 0.03)0.03 = 0.0024[m^2]$$

$$x = 0.05 + 2 \cdot 0.03\sqrt{1 + 1} = 0.135[m]$$

$$R = 0.0024 / 0.135 = 0.0178 \approx 0.18[m]$$

$$C = 1 \cdot 0.018^{0.3} / 0.04 = 7.5$$

$$v = 7.5\sqrt{0.018 \cdot 0.01} \approx 0.1[m/s]$$

بما أن السرعة المسموح بها لعدم حدوث انجراف في التربة: $v = 0.1 - 0.2[m/s]$

فلا خوف من التعرية المائية. ويُحسب تدفق المياه في الثلم من المعادلة الآتية:

$$q_\sigma = v \cdot \omega \quad (1-21)$$

هذا يعني: $q_\sigma = 0.0024 \cdot 0.1 = 0.00024[m^3/s] = 0.24[l/s]$ ويكون حجم

المياه المقدم: $[m^3]$ المروي في الثلم خلال الزمن: t من المعادلة الآتية:

$$W = q_\sigma t \cdot 3.6 \quad (1-22)$$

حيث: $q_\sigma; [l/s]$ - التدفق المنقول إلى الثلم.

$t; [h]$ - زمن التغذية.

3.6 - ثابت تحويل الزمن من ثانية إلى ساعة.

ويُحدد حجم المياه وفق العلاقة الشرطية مع معدل السقاية من المعادلة الآتية:

$$W = m_0 l_\sigma a \quad (1-23)$$

حيث أن: $W; [m^3]$ - حجم المياه. $l_\sigma; [m]$ - طول الثلم. $a; [m]$ - المسافة بين الأتلام.

$m_0; [\frac{m^3}{ha}]$ - معدل السقاية.

عند السقاية دون صرف يجب أن يكون حجم مياه الري المقدمة مساوياً حجم المياه

المتتصة من قبل المحاصيل، والذي من أجل المقطع الوسطي (شرطياً دون النظر إلى زمن

الوصول) يُساوي:

$$W = x_1 l_\sigma h_t = x_1 l_\sigma K_0 t^{1-\alpha} \quad (1-24)$$

حيث: $x_1 = b + 2vh\sqrt{1 + m^2}; [m]$ - المُحيط المُرتب للثلم مع الامتصاص الشعري:

حيث: $v=2$ - معامل يأخذ بالحسبان كمية المياه المتسرية عبر جوانب التلم ويفرض: $v=2$.
نجد عناصر تقنية السقاية بمطابقة الحجم المحددة وفقاً للمعادلات (1-22) و (1-23)

و (1-24). بمساواة المعادلتين (1-22) و (1-23) نحصل على:

$$t = [m_0 a / (x_1 K_0)]^{1/(1-\alpha)} \quad (1-25)$$

بمعرفة: t من مطابقة المعادلتين (1-19) و (1-21) نجد:

$$l_\sigma = 3.6 \cdot q_\sigma t / (m_0 a) \quad (1-26)$$

من أجل الحالة المدروسة نجد أن:

$$K_0 = 0.06 [m/h], a = 0.6 [m], m_0 = 0.1 [m]$$

$$x_1 = 0.05 + 2 \cdot 2 \cdot 0.03 \sqrt{1+1} = 0.22 [m]$$

$$t = 21 [h], q_0 = 0.24 [l/s], l_\sigma = 3.6 \cdot 0.24 \cdot 21 / 0.1 \cdot 0.6 = 300 [m]$$

$$t = [0.1 \cdot 0.6 / (0.22 \cdot 0.06)]^{1/(1-0.5)} \approx 21 [h]$$

حساب عناصر تقنية السقاية بالانسياب وفق الخطوط (الأخاديد) دون صرف:

تُروى بذور المحاصيل في خطوط ضيقة (كالأعشاب، والحبوب وغيرها). يُساوي مُعدل السقاية الحسابي من أجل الفصّة القيمة: $m = 1000 [m^3/hr]$ أو: $m = 0.1 [m]$ طبقة مياه. ويجب أن يكون عرض الخط: b_n ضعف العرض العامل لآلة البذر، هذا يعني: $1.8; 3.6; 7.2; [m]$

بتحديد معدل السقاية: m_0 وفق المنحني: $h_t = f(t)$ انظر الشكل (1-7) نجد أن زمن التغذية بالمياه في الخط: $t_n = 2.8 [h]$. يُستخدم طول الخط: l_n مساوياً طول التلم، وهذا يعني: $l_n = l_\sigma = 300 [m]$

يُحدد التدفق النوعي: $[m^3/s]$ عند بداية الخط من مساواة حجوم المياه المُعطاة والممتصة في واحدة العرض من الخط:

$$q_u t_u \cdot 3600 = m_0 l_n \quad (1-27)$$

ومنه نجد أن:

$$q_u = \frac{m_0 l_n}{t_u \cdot 3600} \quad (1-28)$$

$$q_u = 0.1 \cdot \frac{300}{2.8 \cdot 3600} \approx 0.003 \left[\frac{m^3}{s} \right] = 3 \left[\frac{l}{s} \right]$$

عندما يكون عرض الخط مُساوياً: $b_n = 3.6 [m]$ فإن التدفق الكلي في بدايته يُساوي:

$$Q_n = q_n b_n \quad (1-29)$$

$$Q_n = 0.0022 \cdot 3.6 \approx 0.008 [m^3 / s] = 8 [l / s]$$

١-٦- توزيع شبكة أفتية (قنوات) توزيع مياه الري في المخطط الأفقي:

يُنسب إلى أفتية توزيع مياه الري وقناة التوزيع لمزارع عدة - أفتية المزارع - أفتية التوزيع ضمن المزارع - الأفتية القطاعية وسواقي التوزيع أنظر الشكل (9-1) والشكل (10-1). تُثقل المياه من القناة الرئيسية بحسب كمية المياه اللازمة للري. يجب أن يُحقق مكان توزيع الأفتية متطلبات التنظيم الزراعي للمساحات، وتحقيق التحكم بتغذية المياه بالانسياب وبالسقايات السطحية عندما يتجاوز منسوب المياه فوق المساحة المروية، ومطابقة المتطلبات الأعظمية لمكنة الأعمال الحقلية. نرّمز للقنوات للاختصار بالتالي: القناة الرئيسية: MK. ونرّمز للقنوات التوزيع البينية الزراعية: MP-1;MP-2;... (ترّمز الأرقام لتسلسل توزيع قنوات التوزيع من بداية القناة الرئيسية: MK). ونرّمز لقنوات التوزيع الزراعية: P-1;P-2;.... ونرّمز للقنوات التوزيعية في الدورات الزراعية: P-1-1 (يرمز الرقم الأخير لرقم القطاع في الدورة الزراعية). ونرّمز للقنوات التوزيعية الفرعية: Y-1;Y-2;... ونرّمز للقنوات التوزيعية الداخلية الزراعية: BHX-1;BHX-2;... (ترّمز الأرقام لرقم قناة التوزيع الفرعية أو لرقم قناة التوزيع الزراعية الداخلية في المزرعة المعنية).

نرّمز للقنوات المرفوعة بالرمز: PL-1;PL-1-1... ونرّمز للأنابيب بالرمز: PT-1-1... إذا أُنجزت القنوات في شكل قنوات مرفوعة أو أنابيب.

شبكة الري المغلقة في المزرعة:

تُصمم شبكة القنوات التوزيعية الدائمة (قنوات التوزيع الزراعية، وقنوات التوزيع للدورة الزراعية، وقنوات التوزيع الداخلية الزراعية) بالتطابق مع المعدلات المبينة. يجب على جميع قنوات شبكة التوزيع تحقيق تغذية المياه بالانسياب وتوزيعها وفق المساحات بثابت مرتفع لاستخدام المياه المُفيد. تُؤخذ المياه إلى المزرعة من قناة التوزيع الزراعية: P-1 التي تأخذ المياه من القناة الرئيسية الكبيرة.

بفرض أن المزرعة مُقسمة إلى ثلاثة مزارع متوازية: 10% حقول للدورة الزراعية بمساحة: 450 - 465 [hr]. المساحة الوسطية للحقل: 45 - 46 [hr].

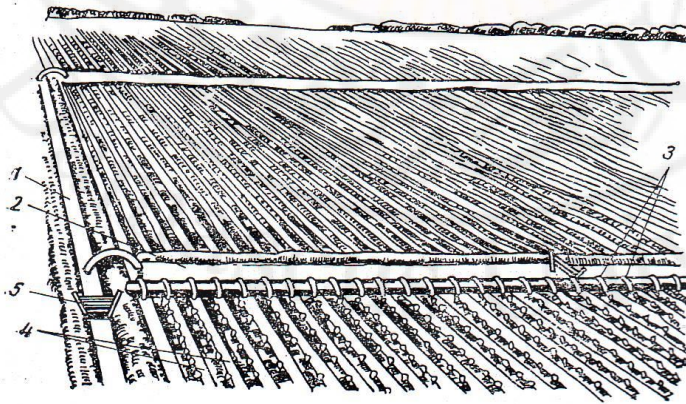
تُحل مسألة تنظيم المساحة في البداية وتُوزع المزارع، وتُحدد قطاعات الدورات الزراعية، والمزروعات وأرض المزروعات، والبساتين والكرمة. ثم يُلاحظ مخطط أفتية التوزيع وتصميمها

كالمجاري الأرضية، والقنوات المرفوعة أو الأنابيب. وبالأخذ بالحسبان التضاريس الموضعية يُلاحظ توزع الحقول، واتجاه السقاية، وتوزع قنوات الدورة الزراعية وغيرها. يجب أن تكون الحقول كبيرة ومنتظمة: لا يتجاوز الانحراف عن المساحة الوسطية: 10%. يُفضل عند السقاية من الأنابيب أو الخراطيم أن يكون عرض جميع الحقول متساوياً. ويُلاحظ في المخطط توزع قنوات التوزيع الفرعية بالتطابق مع الحقول تقريبياً. يُدقق بعد ذلك توضع قنوات التوزيع للدورات الزراعية والفرعية.

إذا امتلكت قناة التوزيع للدورة الزراعية مأخذاً مستقلاً لسحب المياه من قناة التوزيع البينية الزراعية أو من القناة الرئيسية، فإنها تتطابق مع القناة الزراعية وفق وظيفتها. يجب أن لا يقل عرض الحقل عن: $500[m]$ عند تصميم قنوات الري الزراعية الداخلية الدائمة، أما الطول باتجاه السقاية والمسافة بين القنوات من أجل المخطط الطولي لتوضع قنوات الري فيساوي: $500-1000[m]$ ، ويُساوي من أجل المخطط العرضي: $500[m]$ ، ومن أجل الشبكة المغلقة فالمسافة بين القنوات تُساوي: $500-2000[m]$ مع اعتبار طول الأنابيب التوزيعية: $1000-2500[m]$. يُمكن من أنبوب توزيع واحد إرواء حقل واحد أو اثنين أو ثلاثة منها.

١-٧- شبكة الري الحقلية:

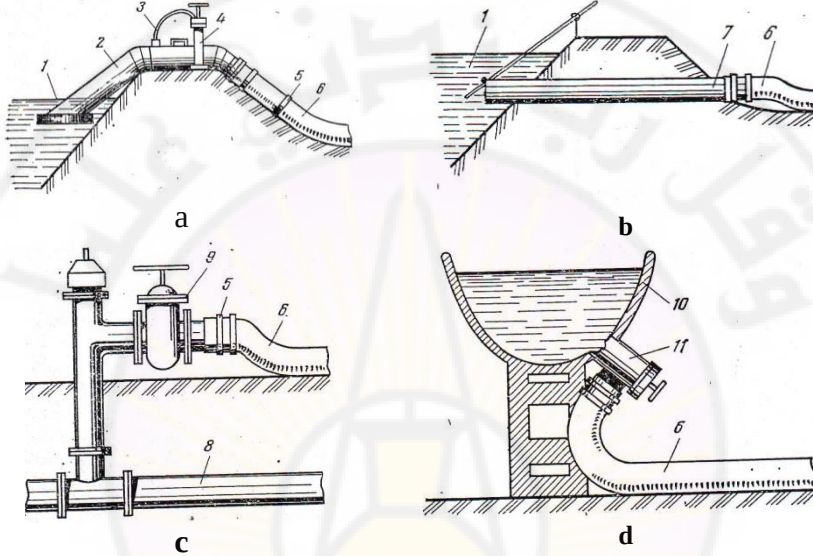
تتوضع شبكة الري الحقلية بأشكال مختلفة حسب الشروط الطبيعية والمُتطلبات الزراعية والتقنية الاقتصادية المناسبة. شبكة الري ذات القنوات الترابية هي الأكثر بساطة وأقل كلفة. تدخل قنوات الري المؤقتة وأتلام الصرف في تكوين مثل هذه الشبكة. الشكل (1-9).



الشكل (1-9): شبكة الري ذات القنوات الترابية: ١- قناة ري مؤقتة، ٢- أتلام الصرف، ٣- السيفونات، ٤- أتلام السقاية، ٥- حواجز فاصلة للمياه.

تكون شبكات الري الحديثة من الأنابيب التي تُصنع من الأسبستوس الإسمنتي أو من أنابيب البولييمر حيث يتم استبدال قنوات الري المؤقتة بأنابيب التوزيع.

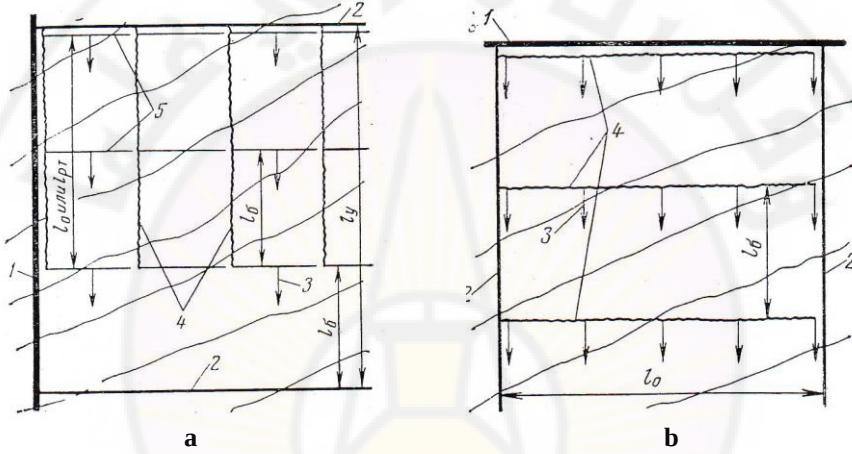
تنتقل المياه من أنابيب التوزيع عبر الصنابير إلى أنابيب السقاية. تُصنع أنابيب السقاية من مواسير ذات مكونات خفيفة ليسهل نقلها، ومن خراطيم بوليميرية في شكل أنابيب تحت سطح التربة. تنتقل المياه من أنابيب السقاية إلى أثلام السقاية عبر الثقوب التي تُحسب مقاساتها وفقاً للتدفق والضغط. يُبين الشكل (1-10) أساليب التغذية بالمياه في الأنابيب المرنة.



الشكل (1-10): أساليب التغذية بالمياه في الأنابيب المرنة: a- بواسطة السيفونات المتنقلة، b- عبر ماسورة لتمرير المياه، c- من أنبوب مغلق، d- من قناة مرفوعة، ١- قناة، ٢ و ٧ و ١١ مواسير السيفونات المتنقلة ومن القناة المرفوعة، ٣- خرطوم الوصل، ٤- مضخة تفريغ يدوية، ٥- ماسك تثبيت حلقي، ٦ و ٨- أنابيب مرنة ومغلقة، ٩- صنوبر، ١٠- قناة مرفوعة.

يُنظم تدفق المياه من الثقوب بتغيير الضغط في بداية أنبوب السقاية، لأنه في هذه الحالة يتحقق توزيع المياه إلى شبكة السقاية بصورة نصف مؤتمتة. تُخفّض مُعايرة التدفقات عند كل ثقب بواسطة تجهيزات مختلفة لدرجة كبيرة نسبياً كفاءة شبكة الري المغلقة في قطاع السقاية، وتزيد من صعوبة توزيع المياه إلى أثلام السقاية، وأيضاً تُخفّض إنتاجية العمل لمعدات السقاية. يُمكن استخدام شبكة ري مركبة في قطاع السقاية، ويُمكن حدوث انجراف للتربة نتيجةً لجريان المياه في قنوات الري ذات الميل الكبيرة من: 0.005 – 0.008 : ويُفضل في هذه الحالة استبدالها بأنابيب توزيع مغلقة تحت سطح التربة، تنتقل المياه منها عبر الصنابير إلى أثلام الصرف. ويتم أحياناً تغذية المياه من قنوات الري إلى أنابيب السقاية مباشرةً. تُوزع أنابيب الري المؤقتة والتوزيعية في الحقل وفق التوضع الطولاني أو العرضاني.

تتجه أنابيب الري المؤقتة أو التوزيعية على طول أثلام السقاية أو على طول الخطوط عند التوضع الطولاني، أما أثلام الصرف أو أنابيب السقاية فتتجه بالاتجاه العرضي لها. الشكل (1-11,a). الميل المسموح به على طول أنبوب الري: 0.0005–0.006 بحسب نوع التربة وقدرتها على مقاومة الانجراف. والميل على طول أثلام الصرف: 0.001–0.003. ويُفضل التحكم من جهتين بأنبوب الري إذا سمحت التضاريس الموضعية بذلك. تُستخدم المسافة بين أنابيب الري: 70–200[m]، وطول أنبوب الري: 500–800[m].

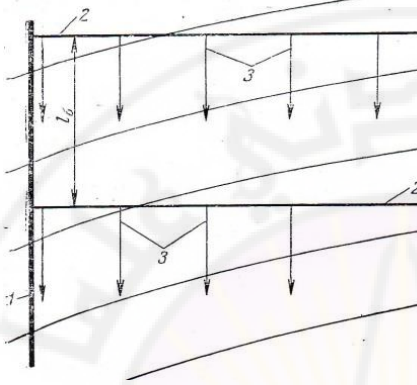


الشكل (1-11): مخطط توزيع أنابيب الري المؤقتة والتوزيعية: a- توضع طولاني، b- توضع عرضاني، ١ و٢- أنابيب توزيع زراعية وفرعية، ٣- أثلام أو خطوط السقاية، ٤- أنابيب الري المؤقتة، ٥- أثلام الصرف. تتجه أنابيب الري المؤقتة بالاتجاه العرضي لأثلام أو لخطوط السقاية عند التوضع العرضاني. الشكل (1-11,b). لا توجد أثلام صرف في هذا الشكل، وتجري المياه إلى أثلام أو خطوط السقاية مباشرة من أنابيب الري عبر السيفونات والمواسير وغيرها من التجهيزات. تُشكل أثلام مساعدة على طول أنبوب الري إذا كان ميله كبيراً من أجل تسهيل توزيع المياه، ويُستخدم طول أنبوب الري: 300–500[m] وبميل: 0.001–0.003 وتساوي المسافة بين أنابيب الري إلى طول أثلام السقاية.

تملك شبكة الري المؤقتة سيئات عدة في المجاري الأرضية، لذلك تُستبدل غالباً بقنوات الري وأثلام الصرف بالأنابيب.

يُمكن إجراء السقاية دون شبكة ري مؤقتة في التربة ذات النفاذية الضعيفة والمُنخفضة، وعند التضاريس شبه المستوية ويميل على طول أثلام السقاية: 0.003–0.01 في حقول مُخططة جيداً، حيث طول أثلام السقاية أكبر من: 300[m]. الشكل (1-12). تنتقل المياه من

الموزع الفرعي إلى أثلام السقاية عبر السيفونات، والخراطيم القصيرة حتى: $40 - 50[m]$ وغيرها من التجهيزات. تتحسن عند ذلك شروط مكننة الأعمال الحقلية، وتتناقص ضياعات المياه، ويزداد ثابت استخدام الأرض، لكن تزداد استمرارية فترة شبكة الري القطاعية.



الشكل (1-12): السقاية مباشرة من الموزعات الفرعية: ١ و ٢ - الموزعات الزراعية والفرعية، ٣ - أثلام أو خطوط السقاية.

مثال: تُصمم الشبكة الزراعية الداخلية في قطاع الدورة الزراعية: II، حيث الميل الموضعي كبير، وتُشكل شبكة ري بتصميم مُحسن: شبكة التوزيع في شكل قنوات مرفوعة، وتجري المياه منها إلى أنابيب التوزيع المتوضعة تحت سطح التربة والمُصنعة من مواسير الأسبستوس الإسمنتي مع الصنابير. تُوصل خراطيم السقاية المُنتقلة ذات الثقوب إلى الصنابير من أجل تغذية المياه إلى أثلام السقاية. يُصمم في قطاع الري قناتا توزيع مرفوعتان تخدمان الحقل الرابع في الجزء العلوي، وستة حقول في الجزء السفلي للدورة الزراعية. يُساوي طول القناة المرفوعة الأولى: $1600[m]$. وتُحدد المسافة بين قناتي التوزيع بطول أنبوب التوزيع PT. ويخرج أنبوب التوزيع PT من القناة المرفوعة السفلية الثانية بطول يُطابق أطوال ثلاثة حقول. تُساوي المسافة بين أنابيب التوزيع PT طول خراطيم السقاية: $200[m]$. وتُوزع الصنابير على مسافة تساوي طول أثلام السقاية: $275[m]$. ويُحدد طول أنبوب التوزيع PT من المعادلة الآتية:

$$l_{PT} = \sum l_n - l_{\sigma} \quad (1-30)$$

حيث: $\sum l_n; [m]$ - مجموع أطوال الحقول التي يخدمها أنبوب التوزيع PT. $l_{\sigma}; [m]$ - طول ثلم السقاية.

بهذا الشكل يكون طول أنبوب التوزيع PT الذي يخدم أربعة حقول علوية مساوياً: $825[m]$ ، أما طول أنبوب التوزيع الخارج من القناة المرفوعة السفلية الثانية فيُساوي: $1375[m]$. يخدم كل حقل أربعة أنابيب توزيعية. تملك جميع أنابيب التوزيع جهة واحدة للتحكم. وعدد الصنابير في الحقل: ٢. من هنا يُصبح طول أثلام السقاية: $l_{\sigma} = 275[m]$.

تتقل القنوات الزراعية الداخلية المياه من قناة الدورة الزراعية إلى حقلين. تُشكل أطوالها وسطياً حوالي: $1600[m]$. طول الحقل: $600[m]$ وعرضه: $800[m]$. تُحفر قنوات الري المؤقتة بطول: $450[m]$ ، $(l_n - l_\sigma)$ عند طول أثلام السقاية: $150[m]$. وتساوي المسافة بين القنوات: $200[m]$ ، وهذا يُطابق طول أثلام الصرف.

٨-١ - التصارييف (التدفقات) الحسابية لشبكة الري:

التصارييف الحسابية الصافية للأقنية العاملة باستمرار في شبكة الري: يتم حساب التصارييف استناداً إلى مخطط الاستهلاك المائي للمنطقة التي ترونها القناة ولنظام ري المحاصيل الزراعية والمساحة الصافية المروية. (قطاع خاضع للدورة الزراعية، مزرعة أو منطقة حدائق كالبساتين وغيرها).

المُخطط الحسابي لاستهلاك المياه: تُنقل المياه إلى القناة الرئيسية، وإلى قنوات التوزيع الزراعية والدورة الزراعية باستمرار، وتُنقل المياه دورياً إلى قنوات التوزيع الزراعية الداخلية. وتجري المياه عند القطاعات غير المُستصلحة باستمرار، وهي غير مُتعلقة بالدورة الزراعية الحقلية.

تُحدد التصارييف الحسابية الصافية بدءاً من أصغر قناة تعمل بشكل مستمر وهي قناة قطاع الدورة الزراعية المتفرعة عن قناة المزرعة. والتي تخدم المساحات وفق الشروط التي تُشكل مُخطط الهيدرودومودول البياني من المعادلات الآتية:

$$Q_{HT}^{\max} = q_{\max} F_{HT} \quad (1-31)$$

$$Q_{HT}^{\min} = q_{\min} F_{HT} \quad (1-32)$$

حيث: $q_{\min}; q_{\max} \left[\frac{l}{s/ha} \right]$ - القيم الأعظمية والأصغرية للهيدرودومودول ويُؤخذ من المخطط البياني المعدل.

$F_{HT}; [ha]$ - المساحة الحسابية الصافية للدورة الزراعية، للمزرعة أو لجميع القطاعات.

$$F_{HT} = kzu \cdot F_{bp} \quad (1-33)$$

حيث: $F_{bp}; [ha]$ - المساحة المشغولة بالأثلام (مساحة الحقل). $kzu = 0.85 - 0.9$. مُعامل استخدام الأرض الذي يأخذ بالحسبان المساحة المشغولة بالقنوات والطرق الزراعية وخطوط الأشجار، بحسب توزيع شبكة الري ونوعها.

يُستخدم مُخطط للهيدرودومودول المعدل من أجل (10) دورات زراعية للقطن في أثناء

عمليات التصميم من أجل جميع الدورات الزراعية للقطن وللمزارع المتوضعة في قطاع الري، لأن ظروفها الطبيعية والزراعية متماثلة.

تُحسب تدفقات المياه الصافية وفق التسلسل الآتي:

١- من أجل قناة الدورة الزراعية:

$$Q_{HT}^{co} = q F_{HT}^{co} \quad (1-34)$$

حيث: q - قيم الهيدرودومول وتؤخذ من مخطط الهيدرودومول للدورة الزراعية.

$F_{HT}^{co} [ha]$ - المساحة الصافية لقطاع الدورة الزراعية.

٢- في القطاع المزروع:

$$Q_{HT}^y = q^y F_{HT}^y \quad (1-35)$$

حيث: q^y - قيم الهيدرودومول من أجل القطاع المزروع.

$F_{HT}^y [ha]$ - المساحة الصافية للقطاع الزراعي.

٣- من أجل قنوات التوزيع الزراعية:

$$Q_{HT}^{XP} = \sum Q_{HT}^{co} + Q_{HT}^y \quad (1-36)$$

٤- من أجل الموزعات البينية الزراعية:

$$Q_{HT}^{MX.P} = \sum Q_{HT}^{XP} \quad (1-37)$$

٥- من أجل القناة الرئيسية:

$$Q_{HT}^{MK} = \sum Q_{HT}^{MX.P} + \sum Q_{HT}^{X.P} \quad (1-38)$$

أي أن:

$$\sum Q_{HT}^{MK} = \sum Q_{HT}^{MX.P} + \sum Q_{HT}^{co} + \sum Q_{HT}^y \quad (1-39)$$

حيث إن: $\sum Q_{HT}^{MK}; [l/s]$ - تصريف القناة الرئيسية.

$\sum Q_{HT}^{MX.P}; [l/s]$ - مجموع تصاريف أقنية التوزيع لمزارع عدة التي تأخذ مياهها من

القناة الرئيسية.

$\sum Q_{HT}^{co}; [l/s]$ - مجموع تصاريف أقنية المزارع التي تأخذ مياهها مباشرة من القناة

الرئيسية.

$\sum Q_{HT}^y; [l/s]$ - مجموع تصاريف بقية الأقنية التي تتغذى مباشرة من القناة الرئيسية.

يُمكن أيضاً تحديد التدفقات الصافية للموزعات الزراعية وللموزعات البينية الزراعية

وللقناة الرئيسية بافتراض القيم الوسطية للهيدرودومول:

$$q_{cp} = \frac{\alpha_1}{100} q_1 + \frac{\alpha_2}{100} q_2 + \dots + \frac{\alpha_n}{100} q_n \quad (1-40)$$

حيث: q_{cp} - القيمة الوسطية للهيدرومودول. $[\frac{l}{s/ha}]$

$q_1; q_2; q_3; [\frac{l}{s/ha}]$ - قيم الهيدرومودول لمختلف المحاصيل الزراعية مأخوذة من مخطط الهيدرومودول المعدل.

$\alpha_1; \alpha_2; \dots; \alpha_n$ - المساحات الصافية المزروعة بالمحاصيل المُعينة % من المساحة الكلية. التصارييف الحسابية الصافية للأقنية العاملة دورياً في شبكة الري: تتضمن تصارييف الأقنية العاملة بشكل دوري: تصريف القناة القطاعية، تصريف ساقية التوزيع، وتصريف أثلام التوزيع. يُفضل أن يكون عدد الموزعات في قطاع الدورة الزراعية مُحددًا بعدد الموزعات العاملة بالوقت ذاته عند التدفق النظامي، الجدول (1-12).

الجدول (1-12): التصارييف الحسابية الصافية للقنوات في المزارع، وفي الدورات الزراعية، وفي القطاع الذي تنتقل إليه المياه والمشغول بالأشجار وأشجار الكرمة والقنوات:

القطاع	المساحة: [ha]		القناة	$Q_{HT}; [l/s]$
	F_{bp}	F_{HT}		
المزارع			P_{-1}	1270
I	400	300	P_{-1-1}	245
II	466	420	P_{-1-2}	315
III	460	415	P_{-1-3}	310
IV	450	400	P_{-1-4}	300
المزروع	250	180	P_{yc}	100

تصريف القناة القطاعية ويُحدد بالعلاقة الآتية::

$$Q_{HT}^{BH} = Q_{HT}^{co} / n_{BH} \quad (1-41)$$

حيث: $Q_{HT}^{BH}; [l/s]$ - التصريف الصافي لقناة التوزيع في الدورة الزراعية.

n_{BH} - عدد الأقنية القطاعية العاملة بالوقت ذاته.

$Q_{HT}^{BH}; [l/s]$ - تصريف القناة القطاعية ويتراوح بين: $100 - 250; [l/s]$. ويُمكن أن يصل إلى $(300 [l/s])$ في شبكات الري المغلقة. يجب أن تُطابق المساحة المُعاملة باستخدام الجرار خلال يوم واحد مساحة السقاية اليومية. يُستخدم الحد الأعلى من شرط توزيع المياه (ذو التدفقات الأكبر من: $250; [l/s]$ لذلك وبصعوبة بالغة تُعدل معدات السقاية). يُمكن زيادة الحد

الأعلى في الشبكات المغلقة.

استمرارية سقاية القطاع باليوم: يُمكن حساب مدة سقاية القطاع بالعلاقة الآتية:

$$t_{BH} = m F_{HT}^n / (86.4 \cdot Q_{HT}^{BH}) \quad (1-42)$$

حيث: m - مُعدل السقاية (يأخذ عادةً القيمة الأعظمية). $[\frac{m^3}{ha}]$

F_{HT}^n - المساحة الصافية للقطاع.

t_{BH} - مدة سقاية القطاع ويجب أن تكون $t_{BH} \leq 2[day]$ وفي حال كانت

$t_{BH} > 2[day]$ يتم تقسيم القطاع إلى حقلين أو أكثر بحيث لا تزيد مدة السقاية للحقل عن يومين.

يُمكن حساب المساحة المروية في اليوم بالعلاقة الآتية:

$$F_{HT}^n = 86.4 \cdot Q_{HT}^{BH} / m \quad (1-43)$$

حيث: F_{HT}^n - المساحة الصافية المروية باليوم.

تصريف ساقية التوزيع (أو مُعامل السقاية) لقناة الري المؤقتة يُعطى بالعلاقة الآتية:

$$Q_{HT}^o = Q_{HT}^{BH} / n_0 \quad (1-44)$$

حيث: n_0 - عدد سواقي التوزيع العاملة بالوقت ذاته في قطاع السقاية.

Q_{HT}^{BH} ; $[\frac{l}{s}]$ - التصريف الصافي للقناة القطاعية. و Q_{HT}^o ; $[\frac{l}{s}]$ - تصريف ساقية التوزيع ويتراوح بين: $30 - 60 [l/s]$ من أجل المحاصيل الحقلية وحتى: $100 [l/s]$ من أجل المحاصيل المروية في الخطوط الضيقة. وتُحسب التصارييف الصغيرة على الميل الأكبر لقنوات الري. يحدث تعرية للتربة في الحقول ذات الميل الأكبر من: $0.005 - 0.008$ لذلك يُفضل تبديل القنوات بالأنابيب.

تصريف أثلام التوزيع العاملة بالوقت ذاته على قناة الري ويُعطى بالعلاقة:

$$Q_{HT}^{Bb} = Q_{HT}^o / n_{Bb} \quad (1-45)$$

حيث: n_{Bb} - عدد أثلام التوزيع العاملة بآن واحد. Q_{HT}^o ; $[\frac{l}{s}]$ - تصريف ساقية التوزيع. Q_{HT}^{Bb} ; $[\frac{l}{s}]$ - تصريف ثلم التوزيع ويتراوح عادةً: $20 - 30 [l/s]$ ، ويُستخدم عددها: n_{Bb} عند ذلك.

تُحسب مدة السقاية في المساحة: F_{HT}^o التي تخدمها قناة ري مؤقتة واحدة بالعلاقة الآتية:

$$t_o = m F_{HT}^o / (86.4 \cdot Q_{HT}^o) \quad (1-46)$$

يجب أن تكون أقل من يومين.

مثال: يجب تحديد التدفق الصافي من أجل القطاع المشغول بالحقول رقم IV, 5, 6، للدورة الزراعية للقطن. مقاسات الحقل: العرض: 800[m]، والطول: 600[m]، $F_{HT}^n = 43[ha]$ ، التدفق في بداية التلم: $q_b = 0.24[l/s]$ ، وطول التلم: $l_b = 300[m]$ ، والمسافة بين الأتلام: $a = 0.6[m]$ ، ومعدل السقاية: $m = 1000[m^3/hr]$. التدفق الحسابي الصافي IV لقطاع الدورة الزراعية للقطن: $Q_{HT}^{CO} = 300[l/s]$ أنظر الجدول (1-8).

بفرض أن عدد الأتلام العاملة بالوقت ذاته اثنان يكون: $Q_{HT}^{BE} = 300/2 = 150[l/s]$ وتُحسب مدة السقاية لحقل واحد كما يلي: $t_n = 1000 \cdot 43 / (86.4 \cdot 150) = 3.2[day]$

بما أن مدة السقاية أكثر من يومين يتم تقسيم الحقل إلى قطاعين مساحة كل منهما: $21.5[ha]$ ومدة سقايته: $1.6[day]$.

تُحدد التصاريح الحسابية عند عمل قناتي ري مؤقتتين الوقت ذاته كما يلي:

$$Q_{HT}^O = 150/2 = 75[l/s]$$

المساحة المُخدمة من قناة ري مؤقتة واحدة:

$$Q_{HT}^C = F_{HT}^n / n \quad (1-47)$$

زمن السقاية لهذه المساحة:

$$t_0 = 1000 \cdot 10.7 / (86.4 \cdot 75) \approx 1.6 \approx 2[day]$$

تصريف تلم التوزيع عند عمل تلمين بالوقت ذاته:

$$Q_{Bb} = 75/2 = 37.5[l/s]$$

تصريف أنابيب التوزيع وأنابيب السقاية: يتم إيجاد المسافة بين الأتلام بالطرق الحسابية أو التجريبية، وطول أتلام السقاية وقيم التصاريح فيها. من أجل السقاية من الأنابيب يُفضل أن لا يتجاوز التدفق في بداية التلم القيمة: $0.3[l/s]$ لأنه عند التدفقات الكبيرة يزداد بشدة قطر أنبوب السقاية ويصبح غير مُناسبٍ من أجل نقله.

يجب في التصميم مطابقة التدفقات في أنابيب السقاية وفي أنابيب التوزيع مع التدفق في أنبوب التوزيع الفرعي.

يُحدد التدفق الصافي لأنبوب التوزيع القطاعي وفق المعادلة (1-34). إذا كان أنبوب التوزيع الفرعي يخدم أكثر من: 40% من مساحة قطاع الدورة الزراعية، فإن تدفقه مُناسبٌ افتراضه مُساوٍ لتدفق قناة الدورة الزراعية، حيث يُحقق سقاية متطورة للحقول المُتعلقة به، هذا يعني أن: $Q_{HT}^{BEX} = Q_{HT}^{BEX.I}$.

يُحدد تصريف أنبوب التوزيع بالعلاقة الآتية:

$$Q_{HT}^{PT} = \frac{Q_{HT}^{BEX.l}}{n_{PT}} \quad (1-48)$$

حيث: $Q_{HT}^{Bb}; [\frac{l}{s}]$ - التصريف الصافي لأنبوب التوزيع ويتراوح بين: $60 - 150 [l/s]$.
 n_{PT} - عدد أنابيب التوزيع العاملة بالوقت ذاته. $Q_{HT}^{PT}; [\frac{l}{s}]$ - التصريف الصافي للقناة القطاعية.
يُعطى تصريف أنبوب (خرطوم) السقاية بالعلاقة الآتية:

$$Q_{HT} = \frac{q_{\sigma} l_{nT}}{a} \quad (1-49)$$

حيث: $Q_{HT}; [\frac{l}{s}]$ - تصريف أنبوب السقاية. $q_{\sigma}; [l/s]$ - تصريف المياه في بداية ثلم السقاية.
 $l_{nT}; [m]$ - طول أنبوب السقاية. $a; [m]$ - المسافة بين أثلام السقاية.
يُحدد عدد أنابيب السقاية العاملة بالوقت ذاته بالعلاقة:

$$n_{nT} = \frac{Q_{HT}^{PT}}{Q_{HT}} \quad (1-50)$$

إذا كانت قيمة: n_{PT} كسرية فيتم تدويرها إلى أقرب عدد صحيح، وثم يُحدد تصريف أنبوب السقاية بالعلاقة:

$$Q'_{HT} = \frac{Q_{HT}^{PT}}{n_{nT}} \quad (1-51)$$

ويُصح التصريف في بداية ثلم السقاية بالعلاقة:

$$q'_{\sigma} = \frac{Q_{nT} \cdot a}{l_{nT}} \quad (1-52)$$

مثال: تتم السقاية من الشبكة المركبة المُصممة في قطاع الدورة الزراعية II. حيث إن أنابيب التوزيع الخارجة من القنوات المرفوعة الزراعية الداخلية مُنوّضعة وفق المُخطط الطولي. بينت الحسابات وفق تقنية السقاية أن:

$q_{\sigma} = 0.24 [l/s]; l_{\sigma} = 275 [m]; a = 0.6 [m]; m = 1000 [m^3 / hr]$. والتدفق الحسابي الصافي للقناة: P-1-2 التي تنقل المياه إلى القطاع الزراعي II: $Q^{CO}_{HT} = 315 [l/s]$. تخدم كل قناة توزيع مرفوعة: (BHXl-1; BHXk-2) لا يقل عن: $40\% F^{CO}$ من مساحة القطاع. في هذه الحالة: $Q^{BEX}_{HT} = Q^{CO}_{HT} = 315 [l/s]$.

وبفرض أن أربعة أنابيب توزيع تعمل في آن معاً فإن:

$$Q_{HT}^{PT} = 315/4 = 78 [l/s] \text{ تصريف خرطوم السقاية بطول: } 200[m] \text{ يُساوي:}$$

$$Q_{nw} = 0.24 \cdot 200/0.6 = 80 [l/s]$$

يُلاحظ أن تصريف أنبوب التوزيع: PT وتصريف الخرطوم تقريباً متساويان، وبالتالي سيعمل بالوقت ذاته على كل أنبوب توزيع PT خرطوم واحد بتدفق: $78 [l/s]$.

يبلغ تصريف تلم السقاية: q'_o عند طول: $l_{nw} = 200[m]$ القيمة: $0.24 [l/s] = 78 \cdot 0.6 / 200$ ، هذا يعني أن قيمة: q_o بقيت ذاتها أو قريبة جداً منها.

التصاريف الكلية، ومُعامل كفاءة الأُفنية والشبكات: تُقسم الأراضي المروية الكبيرة إلى مناطق استصلاحية مُنفصلة ذات الظروف الطبيعية والزراعية المُتطابقة. يتم اختيار مزارع نوعية من أجل كل منطقة استصلاحية. وتُحدد بالتفصيل التصاريف الكلية ومُعامل الكفاءة: KPD لشبكة التوزيع الزراعية في المزارع. فإذا تبين أن مُعامل الكفاءة أصغر من: 80%، عندها يجب التقليل من التسرب بإجراءات حماية لمنع التسرب من الشبكة الزراعية الداخلية أو استبدال القنوات الترابية بأُفنية مرفوعة وبالأنابيب. يُفضل استخدام الأخيرة لأنها مناسبة أكثر عند الانحدارات الكبيرة، حيث تتطلب القنوات الترابية الدراسة مُسبقاً لإجراءات منع انجراف التربة.

في المزارع حيث الظروف الطبيعية والزراعية مُماثلة للمزارع النوعية، تُحدد التصاريف الكلية للموزعات الزراعية من خلال معامل الكفاءة لشبكة التوزيع الزراعية للمزرعة النوعية وعليها تُنشر جميع الإجراءات المدروسة من أجل قنوات المزارع النوعية.

تُحدد ضياعات المياه بالتسرب والتصاريف الكلية للقناة الرئيسية وقنوات التوزيع البينية الزراعية بطول القطاع بين منشآت سحب المياه. لا تُؤخذ عادةً بالحسبان ضياعات المياه بالتبخّر لأن قيمتها صغيرة بالمُقارنة مع ضياعات المياه بالتسرب. إذا تبين أن ثابت التأثير المفيد لشبكة القناة الرئيسية وقنوات التوزيع الزراعية البينية أصغر من: 80%، فإنه من أجلها تُختار أيضاً إجراءات حماية ضد التسرب.

تُحدد التصاريف الكلية بالتسلسل من القنوات الصغيرة حتى الكبيرة. يُجرى الحساب في المزارع النوعية من أجل الحالة الخاسرة، هذا يعني من أجل القنوات المعزولة والأكثر بعداً. يتم إيجاد التصاريف الكلية وفق المُخطط الحسابي المباشر من أجل المزارع النوعية ومن أجل القناة الرئيسية وأُفنية التوزيع. تُبين القنوات العاملة بالوقت ذاته فقط (القنوات المرفوعة، والأنابيب) في المُخطط الحسابي للمزارع النوعية.

من أجل الشبكات العاملة دورياً والأُفنية المرفوعة والأنابيب:

$$Q_{bp}^K = \frac{Q_K}{\eta_K} \quad (1-53)$$

$$Q_{bp}^C = \frac{Q_{HT}}{\eta_C} \quad (1-54)$$

من أجل الموزعات العاملة دوماً:

$$Q_{bp} = Q_K + Q_n \quad (1-55)$$

حيث: $Q_{bp}; Q_K; [l/s]; [m^3/s]$ - التصارييف الكلية في بداية ونهاية القناة أو في قطاعها.

$\eta_K; \eta_C$ - معامل الكفاءة للقناة ولشبكة القنوات.

$Q_{HT}; [l/s]; [m^3/s]$ - التصريف الصافي المنقول إلى الحقل.

$Q_n; [l/s]; [m^3/s]$ - الضياعات بالتسرب.

يُمكن تحديد ضياعات التسرب: $Q_n; [m^3/s \dots 1km]$ في القنوات العاملة دائماً

بالعلاقات الآتية:

١- وفق معادلة بافالوفسكي عند التوضع العميق لمنسوب المياه الجوفية:

$$Q_n = 0.0116K_\Phi (B + 2h) \quad (1-56)$$

حيث: $Q_n; [\frac{m^3}{s.km}]$ - ضياعات التسرب بالكيلومتر الطولي من القناة.

$K_\Phi; [m/day]$ - معامل نفاذية تربة مجرى القناة (ثابت تسرب التربة).

$B; [m]$ - عرض القناة وفق الخط العلوي للقناة.

$h; [m]$ - عمق المياه في القناة.

٢- وفق معادلة كوستياكوف:

$$Q_n = 0.0116K_\Phi (b + 2vh\sqrt{1+m^2}) \quad (1-57)$$

حيث: $K_\Phi; [m/day]$ - معامل نفاذية تربة مجرى القناة.

$b; [m]$ - عرض قاع القناة.

$h; [m]$ - عمق المياه في القناة.

$v = 1.1 - 1.4$ - معامل يأخذ بالحسبان التسرب الجانبي عبر جدران القناة.

m - ميل جوانب القناة.

٣- وفق معادلة أفريانف للتسرب في حال التوضع القريب للمياه الجوفية من سطح الأرض:

$$Q_n = 0.0116aK_B \left(1 + 0.5 \frac{H_K}{B} \right) (B + 2h) \quad (1-58)$$

حيث: $H_K; [m]$ - الارتفاع الأعظمي للماء شعرياً.

$B; [m]$ - عرض القناة وفق الخط العلوي.

$h; [m]$ - عمق المياه في القناة.

K_B - معامل الناقلية المائية.

$$K_B = K_\Phi \left(\frac{W_1 - W_0}{m - W_0} \right)^{3.5} \quad (1-59)$$

حيث: $K_\Phi; [m/day]$ - معامل النفاذية (ثابت التسرب).

W_1 - الرطوبة في التربة المُساوية للمسامات.

W_0 - السعة الرطوبة الشعريّة الصغرى نسبةً لحجم التربة.

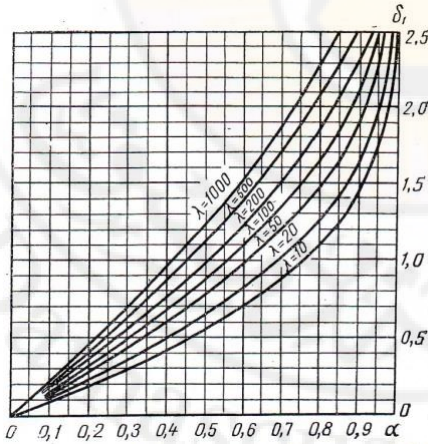
m - مسامية التربة %.

α - ثابت يأخذ بالحسبان عملية التسرب من القنوات بالعلاقة مع التركيب الحبي للتربة

ومع خصائصها الفيزيائية، ويتعلق: $\lambda = \frac{L}{B}$; $\delta_1 = \frac{\Delta}{B}$ حيث: $\Delta; [m]$ - عمق منسوب المياه

الجوفية في منصف المسافة بين الأفنية. و: $L; [m]$ - المسافة بين الأفنية. ويُحدد الثابت: α

وفق المخطط البياني المُبين في الشكل (1-13).



الشكل (1-13): تأثير منسوب المياه الجوفية على التسرب من القناة عند وجود التبخر من سطح المياه الجوفية.

٤ - الضياعات: يُمكن تحديد الضياعات المائية بالتسرب من أجل الأفنية العاملة بشكل

مستمر بالعلاقة الآتية:

$$Q_n = \frac{Q_K \sigma l}{100} \quad (1-60)$$

حيث: $\left[\frac{m^3}{s}\right]$ - Q_n - الضياعات المائية بالتسرب.
 $\left[\frac{m^3}{sec/km}\right]$ - σ - الضياعات بالتسرب للكيلو متر الطولي ويُقدر كنسبة مئوية من قيمة التصريف
ويُحدد بالعلاقة الآتية:

$$\sigma = A / Q_K^m \quad (1-61)$$

حيث: $A; m$ - ثوابت تتعلق بنفاذية التربة، وتُحدد حسب الجدول (1-13).
 $[m^3 / sec]$ - Q_K - التصريف الصافي الأعظمي المار في القناة. المياه في القناة.
 $[k.m]$ - l - قناة الري أو طول قطاعها.
الجدول (1-13): قيم الثوابت: $A; m$ وفق درجة النفاذية:

القيمة	درجة النفاذية		
	ضعيفة	متوسطة	شديدة
A	0.7	1.9	3.4
m	0.3	0.4	0.5

يُمكن أيضاً إيجاد الضياعات لكل واحد كيلو متر من طول القناة وفق الجدول المنشأ وفق المعادلة (1-60). نحصل على الضياعات الكلية: Q_n بضرب القيمة المأخوذة من الجدول بطول القناة الذي من أجله تُحدد الضياعات.
يجب تحديد النسبة المئوية لضياعات التسرب في القناة من أجل تحديد إجراءات الحماية وتخفيض قيم التسرب:

$$\alpha_1 = \frac{(\eta_1 - \eta) \cdot 100}{(1 - \eta)} \quad (1-62)$$

حيث: $\eta_1; \eta$ - معامل كفاءة القناة قبل استخدام الإجراءات، مُعامل كفاءة القناة بعد اتخاذ الإجراءات اللازمة لتقليل الضياعات.

يُمكن عدّ انخفاض ضياعات التسرب كنسبة مئوية من الضياعات الكلية من القنوات دون وجود إجراءات حماية. وعند الحسابات الأولية للأقنية وفق نفاذية التربة الوسطية ووفق إجراءات الحماية، يُشكل انخفاض ضياعات المياه من مجرى القناة المتراص النسبة: 70-80% عند العمق الأكبر من: $[0.5m]$ ، ويُشكل انخفاض ضياعات المياه عند تشكيل ستائر متماسكة أسفل الجوانب الترابية وفي قعر القناة النسبة: 40-60%. ويُشكل انخفاض ضياعات المياه عند التغطية البيتونية الإسمنتية النسبة: 85-95%. ويُشكل انخفاض ضياعات المياه عند التغطية الطينية النسبة: 60-80% وغيرها.

مثال: يجب تحديد التصريف الكلي ومعامل كفاءة القنوات والشبكة في قطاع الدورة الزراعية للقطن IV. وُضع المخطط الحسابي المباشر من أجل هذه الدورة الزراعية كما في الشكل (1-14).

يُؤخذ التصريف الصافي لأنبوب التوزيع للدورة الزراعية P-1-4 مساوياً: $300[l/sec]$ (انظر الجدول: 1-8)، وتصريف أنبوب التوزيع القطاعي: $Q_{HT}^y = 300/2 = 150[l/sec]$ ، وتصريف قناة الري المؤقتة: $Q_{HT}^o = 150/2 = 75[l/sec]$. تعمل قنوات الري المؤقتة وأنابيب التوزيع الفرعية دورياً، لذلك تُحدد تصاريدها الكلية وفق العلاقات (1-53; 1-54).

التصريف الكلي لقناة الري المؤقتة:

$$Q_{bp}^o = Q_{HT}^o / \eta_0 \quad (1-63)$$

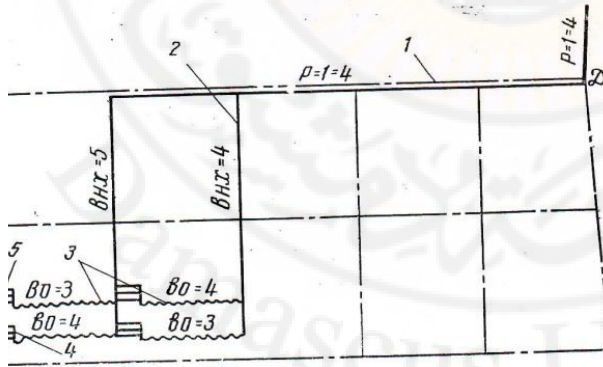
مع الأخذ بالحسبان بعض إجراءات بسيطة للحماية من التسرب: $\eta_0 = 0.95$ عندها يكون: $Q_{bp}^o = 75/0.95 = 78[l/sec]$.

التصريف الكلي ومعامل الكفاءة (ثابت التأثير المفيد) لأنبوب التوزيع الفرعي:

$$Q_{bp}^y = Q_{HT}^y / \eta_c^y; \eta_c^y = \eta_0 \eta_k^y \quad (1-64)$$

حيث: η^y - معامل الكفاءة للموزع الفرعي.

فإذا كان: $\eta_k^y = 0.9$ فإن: $Q_{bp}^y = 150/0.86 = 174[l/sec]$; $\eta_c^y = 0.95 \cdot 0.9 = 0.86$.



الشكل (1-14): مخطط شبكة ري قطاع الدورة الزراعية IV: ١ و ٢ - قناة الدورة الزراعية والقناة الداخلية الزراعية (قطاعية)، ٣ - قناة توزيع، ٤ و ٥ - أثلام الصرف والسقاية.

يُحدد التصريف الكلي لأنبوب التوزيع للدورة الزراعية: P-1-4 وفق العلاقة (1-55).

القنوات في المجرى الأرضي - دون حرف: I.

يبين الشكل (1-15) أنابيب التوزيع الفرعية وقنوات الري المؤقتة العاملة بالوقت ذاته.

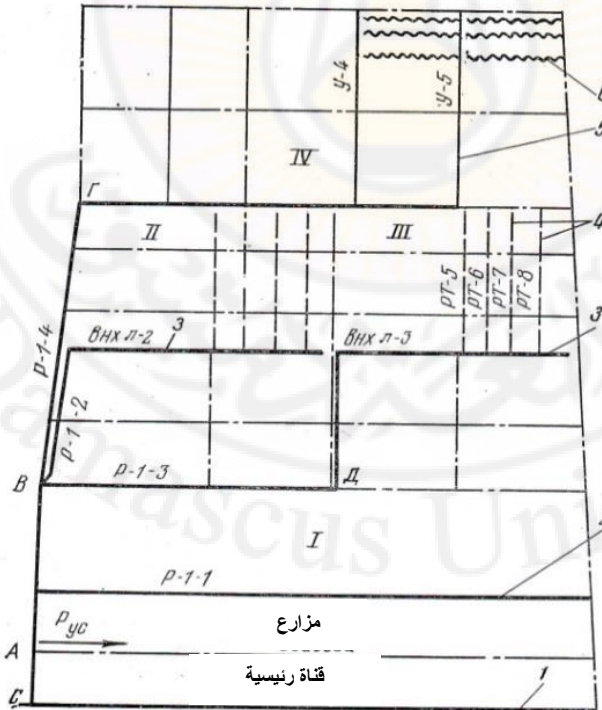


الشكل (1-15): مخطط شبكة الري في

قطاع الدورة الزراعية: II.

- ١ - قناة زراعية داخلية مرفوعة، ٢ -
- أنابيب توزيعية، ٣ - صنادير، ٤ و ٥ -
- خراطيم وأتلام سقاية.

نبدأ بتحديد التصريف الكلي من نهاية قطاع أنبوب التوزيع أي الفرعي: 1-2. ونحسب ضياعات التسرب من القنوات بالتطابق مع مخطط الشبكة، ويُحدد التدفق: Q_{bp} لجميع القنوات الشكل (1-16).



الشكل (1-16):

مخطط شبكة

الري: ١ - الأفتنية

الرئيسية، ٢ -

الأفتنية المرفوعة

للدورات الزراعية،

٣ - الأفتنية

الزراعية الداخلية

المرفوعة، ٤ -

أنابيب التوزيع،

٥ - أفتنية التوزيع

القطاعية، ٦ -

أفتنية الري

المؤقتة.

يُحدد في القطاع IV تدفق القناة: Q_{bp} للدورة الزراعية. وسيكون التصريف في نهاية أنبوب التوزيع P-1-4 مُساوياً لمجموع تصارييف القطاعات: 4-5.

$$Q_k^{P-1-4} = 174 \cdot 2 = 384 [l / \text{sec}]; Q_n^{P-1-4} = 8.8 \cdot 2 = 17.6 [l / \text{sec}]$$

$$Q_{bp}^{P-1-4} = Q_k^{P-1-4} + Q_n^{P-1-4} = 384 + 17.6 \cong 366 [l / \text{sec}]$$

يُحدد معامل الكفاءة للشبكة في قطاعات الدورات الزراعية:

$$\eta_c^{co} = Q_{HT}^{co} / Q_{bp}^{co}; \eta_c^{P-1-4} = 300 / 366 = 0.82 \quad (1-65)$$

القيمة الناتجة لمُعامل كفاءة القناة أصغر من المسموح بها، هذا يعني يجب اتخاذ بعض الإجراءات لمنع التسرب في الأقفية أو تصميم شبكة ري أكثر تطوراً. من الصعب تحقيق التصميم الأخير بسبب الميل القليل. لذلك تم اتخاذ بعض الإجراءات لمنع التسرب في الشبكة IV لقطاع الدورة الزراعية. ويُجرى رص التربة في قنوات الري المؤقتة، وتكسيثها بشرائح من الإسمنت المسلح أو من القطع البيتونية المتينة في الموزعات الزراعية الداخلية، وهذا ما رفع معامل الكفاءة للشبكة في قطاع الدورة الزراعية حتى: 0.9. تُستخدم أنابيب مُغلقة من الأسبستوس الإسمنتي في قطاعات الدورة الزراعية II, III بدلاً من قنوات الري المؤقتة وتُعطى المياه إلى أثلام السقاية من الأنابيب المرنة. بالإضافة إلى منع تسرب المياه من القنوات، لا بُد من الحذر من تعريضها. تُصمم كامل شبكة التوزيع من القنوات المرفوعة، ولا تتعرض معظم الموزعات القطاعية للتعرية، لكن من أجل السقاية من الشبكة المُغلقة يجب أن يتجاوز منسوب المياه فيها سطح الأرض بمقدار: $0.8 - 1 [m]$ مما يسمح بتحقيقه فقط باستخدام القنوات المرفوعة.

$$Q_n^I = 0.01 Q_k^I l^I \quad (1-66)$$

$$Q_{bp}^I = Q_k^I + Q_n^I \quad (1-67)$$

حيث: $Q_k^I [m^3 / s]$ - التصريف في نهاية القناة المرفوعة.

$l^I [k.m]$ - طول القناة.

بهذا الشكل: $Q_{bp}^{P-T} = 78 / 0.98 \cong 80 [l / s]$.

$$Q_{bp}^{BHX.I} = (80 \cdot 4) + 0.01 \cdot (80 \cdot 4) \cdot 2.1 = 320 + 6.7 \cong 327 [l / s]$$

$$\eta_c^{BHX.I} = 310 / 327 = 0.95$$

ثم تُحدد التصريف الكلي لجميع قنوات الشبكة في أرض الري ومعامل الكفاءة الكلي للشبكة. بمُطابقة المخطط الحسابي للشبكة أنظر الشكل (1-16)، نحصل على قيم التصارييف

الصافية للقنوات، الجدول (1-14).

الجدول (1-14): قيم التصارييف الكلية للأقتنية:

القطاع	القناة	تدفق القنوات: $[l/s]$			
		الصافي	في نهاية القناة	الكلي	
IV	P-1-4(G)	300	322	321	384
	P-1-4	300	-	336	405
III	P-1-3(D)	310	-	326	390
	P-1-3	315	333	347	408
II	P-1-2	310	-	326	390
I	P-1-1	245	-	250	300
الزراعة	Pyc	100	-	110	130
المزرعة	P-1(b-A)	925	1008	1050	1260
	b-A	1170	1300	1345	1740
	A-C	1270	1455	1500	1800
	MK	-	14000	14400	15600

عند تحديد التصارييف الكلية للقناة P-1-4 تم الأخذ بالحسبان بعض إجراءات منع التسرب وعدّ مُعامل كفاءة الشبكة مُساوياً: 0.9. كما أُعتبر مُعامل كفاءة القطاعات I, III مُساوياً: 0.95. ومعامل كفاءة القطاعات المزروعة: 0.93، ونتيجة ذلك كان التصريف المستمر لقطاع القناة الرئيسية مُساوياً: $12.5; [m^3/s]$.

يُحدد مُعامل الكفاءة الري اعتماداً على معلومات الجدول (1-9): ويُعطى بالعلاقة $\eta_C^{P-1} = 1270/1500 = 0.85$ ، مما يعني أنه أكبر من الحد الأصغري المسموح به: 0.8.

معامل كفاءة القناة الرئيسية: $\eta_K^{T.K} = 14.0/14.4$ عند طول: $4.4[k.m]$ ، وهذا يعني أنه يقع في الحدود المسموح بها. وإجراءات منع التسرب في القناة الرئيسية غير ملائمة.

تُحدد قيمة التسرب من المُعادلة الآتية:

$$Q_\Phi = K_\Phi Q_H \quad (1-68)$$

حيث: K_Φ - معامل النفاذية.

$Q_H; [m^3/s]$ - التصريف الأعظمي الكلي.

يُستخدم مُعامل النفاذية وفق العلاقة بالتدفق. كمثال: يُساوي من أجل القناة الرئيسية والموزعات البينية الزراعية القيمة: $K_\Phi = 1.1$ ، ويُساوي من أجل الموزعات الزراعية والدورة الزراعية القيمة: $K_\Phi = 1.2$. ولا يُحسب تصريف المياه في الموزعات الزراعية الداخلية. بشكلٍ

مماثل تُحسب التصريف الأصغرية الكلية من التصريف الأعظمية الكلية من القناة الرئيسية. تُحدد العناصر الهيدروليكية للقناة كارتفاع منسوب المياه فيها فوق منسوب المياه في القناة الصغيرة عند التدفق: Q_0 وفقاً للتصريف الأعظمي الكلي. وكذلك ارتفاع الجوانب الترابية والضاف فوق منسوب المياه في القناة بحسب كمية المياه المُتسربة ووفق السرعة المسموح بها التي لا تُحدث انجراف للتربة.

٩-١ - الحساب الهيدروليكي لشبكة الري:

حُسبت في المشروع بعض عناصر شبكة الري: خرطوم السقاية المرنة، وأنبوب توزيع المياه تحت سطح التربة، وقنوات التوزيع المرفوعة الزراعية والزراعية الداخلية، وقطاع القناة الرئيسية في المجرى الترابي.

خرطوم السقاية المتحركة: تُعطى المياه إلى أثلام السقاية من أنابيب - خرطوم السقاية المرنة المتحركة، حيث يُعطى قطر الخرطوم:

$$d = 1.13 \sqrt{\frac{Q_{nT}}{v_{Don}}} \quad (1-69)$$

حيث: $Q_{nT}; [m^3 / s]$ - تصريف أنبوب السقاية.

$v_{Don}; [m / s]$ - سرعة الجريان المسموح بها في أنبوب السقاية.

تُقَرَّب النتائج الحاصلة إلى أقرب قيمة معيارية (استندر) $(100;150;200;250;300;[mm])$. يُقَدَّر قطر ثقب خرطوم السقاية: $[m]$ ويُحدد من العلاقة الآتية:

$$d_o = \sqrt{\frac{q_\sigma}{(3.48\mu\sqrt{h})}} \quad (1-70)$$

حيث: $q_\sigma; [m^3 / s]$ - تصريف مياه السقاية إلى التلم.

$h; [m]$ - الضغط البيزومتري المؤثر.

μ - معامل تدفق الثقب، من أجل الخرطوم المرنة ذات الثقوب الصغيرة يُؤخذ:

$$\mu = 0.6$$

من أجل حساب خرطوم السقاية في الحقول: 5...10 يوجد: خرطوم من البولي إيثيلين

بطول: $200[m]$ ، والتدفق في بدايته: $Q_{nT} = 78; [l / s]$ ، وتصريف التلم:

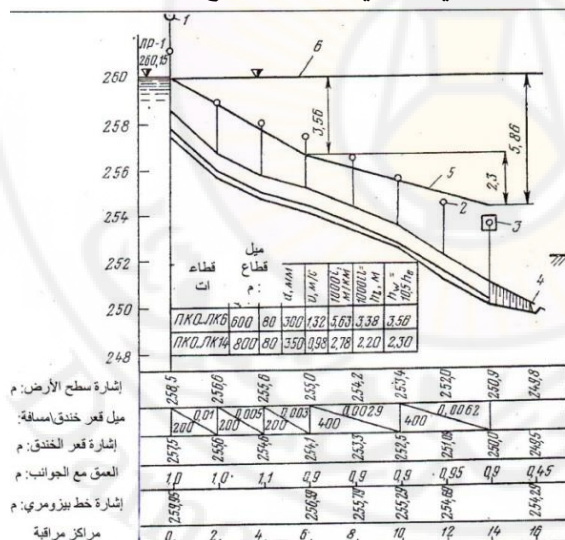
$q_\sigma = 0.24; [l / s]$. وسرعة الجريان المسموح بها في الخرطوم: $1.3; [m / s]$ ، وعندها يُحسب

قطر خرطوم السقاية كما يلي:

نختار قطر نظامي متوفر لخرطوم السقاية وهو: $300[mm]$.

$$d_o = \sqrt{\frac{0.00024}{3.84 \cdot 0.6 \cdot \sqrt{0.8}}} = 0.01130[m] \approx 0.12[mm]$$

الشكل (1-17): المفتح
الطولي الجانبي لأنبوب
التوزيع PT-13: ١ -
مخرج المياه إلى أنبوب
التوزيع، ٢ - صنبور،
٣ - بئر صرف مع
صنبور، ٤ - نفق، ٥ -
خط الضغط البيزومترى،
٦ - خط الضغط
الستاتيكي.



وفق قيمة $Q_{bp}^{P-T} = 78/0.98 \cong 80 [l/s]$ ووفق الجدول أو الخطوط البيانية من أجل الحساب الهيدروليكي للأنابيب يُختار قطر أنبوب التوزيع وتُحدد ضياعات الضغط لطول: $1[k.m]; (1000i)$ والسرعة الوسطية لجريان المياه. عند ذلك يجب أن يكون الضغط البيزومتري المؤثر في كل صنوبر: H_r أكبر من الضغوط المطلوبة من أجل العمل الطبيعي للأنابيب السقاية، مُضافاً إليها ضياعات الضغط في صنابير - خروج المياه: h_w^r :

(1-71)

حيث: h_n - الضغط المطلوب في بداية أنبوب السقاية: $h_n = 2...3$ من قطر أنبوب السقاية.

h_w^r - ضياعات الضغط في الصنبور : $h_w^r = 0.15 - 0.2[m]$

بمعرفة طول الأنبوب: $l_{PT}; [k.m]$ نجد ضياعات الضغط على كامل طول الأنبوب:

$$\cdot h_l = 1000il_{P.T}$$

أما الضياعات الموضعية في الأنابيب فتتراوح قيمتها بحدود: $h_M = 5...10\%$ من

قيمة ضياعات الضغط الطولية. عندها يكون مجموع الضياعات مُساوياً: $h_w = h_l + h_M$.

مثال: يُطلب تحقيق الحساب الهيدروليكي لأنبوب التوزيع PT-13 انظر الشكل (1-17)، والذي

يبلغ تصريفه: $Q_n^{P-T} = 80[l/s]$ وطوله: $l_{p,T} = 1.4[k.m]$.

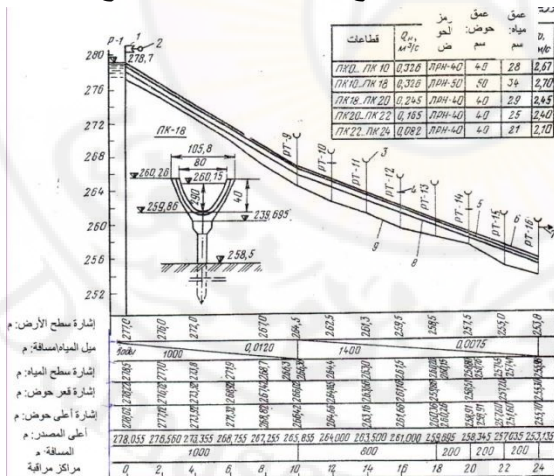
بفرض أن قيمة الضغط الأصغري في بداية أنبوب التوزيع: $H^{\min} = 0.65[m]$

لأنبوب سقاية قطره: $d_{nT} = 300[mm]$ ، والضغط الأعظمي: $H^{max} = 1.1[m]$. ويجب أن

تكون أيضاً مثل هذه الضغوط مُحَقَّقة في أي من الصنابير وفق طول أنبوب التوزيع PT، وكذلك

يجب أن يكون منسوب المياه في قناة التوزيع المرفوعة BXL-2 في PK13 وفي PK15

الشكل (1-18) في موضع خروج المياه إلى أنبوب التوزيع PT-13 أعلى من سطح الأرض:



الشكل (1-18): المقطع الطولي

الجانبى لقناة التوزيع المرفوعة

BHXI-2 فى قطاع الدورة

الزراعية II: ١ - مخرج المياه إلى

قناة التوزيع المرفوعة، ٢ - عداد

مياه، ٣- مخرج المياه إلى أنبوب

التوزيع، ٤ - منشأة حجز المياه،

٥- منسوب المياه، ٦- الجزء

العلوي للقناة المرفوعة، ٧-

الصرف النهائي، ٨ - قعر القناة،

٩- منسوب الأرض.

$$\nabla H = H^{\max} + h_w^{PT} = 1.1 + 0.2 = 1.3[m]$$

حيث: h_w^{PT} ; [m] ضياعات الضغط عند مخرج المياه من القناة إلى أنبوب التوزيع PT-13.

يُتغير قطر أنبوب التوزيع وفق طوله من أجل تحقيق الضغوط المطلوبة على الصنابير

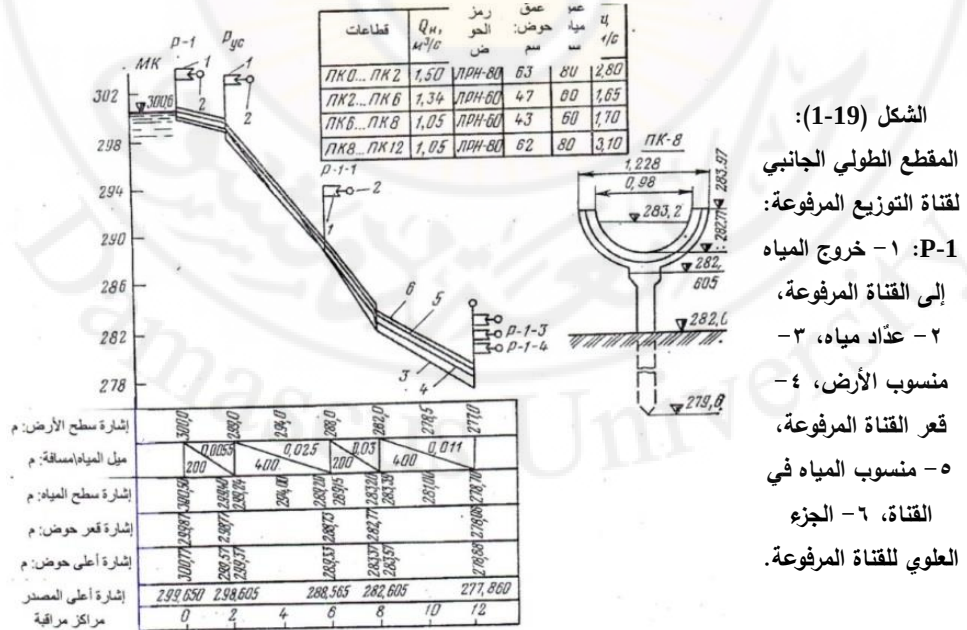
في حال تغير التدفق وفق طول أنبوب التوزيع PT.

تجري المياه من أنبوب التوزيع PT-13 إلى خرطوم سقاية واحد في المثال المدروس. وبالتالي لا يتغير تدفق أنبوب التوزيع PT على كامل طوله: $Q_n^{P-T} = 80[l/s]$.

يتخامد الضغط الزائد بواسطة السقاطات المنزلقة في الصنابير. تُستخدم مواسير الأسبستوس الإسمنتية المرتبطة ببعضها بعضاً بواسطة القارنات من أجل أنابيب التوزيع.

المقطع الطولي الجانبي، والمقاطع العرضية والحساب الهيدروليكي لشبكة الري المكشوفة:
تُحدد مراكز مراقبة وفق خط ميل تدرج القناة من أجل رسم المقطع الطولي الجانبي لها كل: $100[m]$. ومن أجل اختصار العمل الحسابي تُحدد الإشارات على الأرض كل: $200[m]$ من أجل قنوات التوزيع الزراعية الداخلية، وكل: $500[m]$ من أجل القناة الرئيسية. تُختار الإشارات الموضعية في المراكز والنقاط الموجبة من المخطط الأفقي وتُمثل على المقطع الطولي الجانبي. ولا يجب إنشاء الشكل الجانبي وفقاً لإشارات خط القناة المتقاطع مع الأفق، لأننا نحصل على مسافة غير نظامية بين المراكز، وهذا يزيد من صعوبة الحسابات لحجوم الأعمال الأرضية.

تُرسم المقاطع الطولية الجانبية بالمقاييس: الأفقي بمقياس: $\frac{1}{10000}$; $\frac{1}{20000}$ والشاقولي بمقياس: $\frac{1}{100}$; $\frac{1}{200}$ الشكل (1-19).



تُجرى الحسابات الهيدروليكية من أجل التصريف الأعظمي الكلي: Q_H الذي وفقه تُحدد أبعاد القناة المرفوعة وارتفاع منسوب المياه فيها فوق القنوات الصغيرة عند قيمة التسرب: Q_ϕ . يتم التحقق من القناة وفق قيم التسرب التي تُسبب انجراف، والقيم الأصغرية التي لا تُحدث ترسب. تُوضع الإشارات المطلوبة للتحكم بمنسوب المياه في القنوات عند التدفقات النظامية على المقاطع الطولية الجانبية في مواقع خروج المياه. ونحصل على ميل المياه: i_B من مناسب المياه الملحوظة عند مواقع خروج المياه.

يجب قبل الحساب الهيدروليكي من أجل إنشاء القنوات في المجرى الترابي التحقق من نوع التربة وماتنتها وتجانسها وتماسكها النوعي الحسابي من أجل التربة الطينية أو القطر الوسطي لجزيئات التربة غير المتماسكة، وزاوية الانحراف الطبيعية عند إشباعها الكامل بالمياه. يُحدد ثابت الخشونة: n بحسب قدرة القناة على تمرير المياه وبمواصفات عمل القناة (استمراراً أو دورياً). تُستخدم ثوابت الميل الجانبي للقنوات في التربة الجافة: m_1 وفي التربة الرطبة: m تبعاً لتصريف المياه، وبزاوية الانحراف الطبيعية للتربة، وبأسلوب إجراء العمل وبمواصفات القناة. يُستخدم عرض الجوانب الترابية من الأعلى: a وفق العلاقة بتدفق المياه في القناة مع الأخذ بالحسبان متطلبات أعمال المكننة وشروط استثمار القناة وصيانتها. يُحدد ارتفاع الجوانب والاضفاف الترابية فوق منسوب تدفق التسرب: δ وفق العلاقة بالتصريف وبالمعايير المُستخدمة لمنع التسرب.

تتحقق الحسابات الهيدروليكية للقنوات عند الحركة المنتظمة للمياه وفق العلاقة الآتية:

$$Q_H = \omega_1 v = \omega C \sqrt{R i_B} \quad (1-72)$$

حيث: $Q_H; [m^3/s]$ - التصريف الحسابي في القناة.

$\omega; [m^2]$ - مساحة المقطع الفعال المُرتبط (المبلول) للقناة.

$R; [m]$ - نصف القطر الهيدروليكي.

i_B - ميل مسار القناة (سطح المياه في القناة).

$v; [m/s]$ - سرعة الجريان الوسطية لحركة المياه في القناة.

C - ثابت السرعة الذي يُحدد بأسلوب الباحث بافالوفسكي أو أكروسكين.

نجد سرعة عدم الانجراف المسموح بها مع الأخذ بالحسبان تجانس التربة ومحتوى المياه من الجزيئات الطينية.

السرعة الحرجة التي تُؤدي إلى ترسب المواد المحمولة مع المياه:

$$v_{KP}^z = AQ^{0.2} \quad (1-73)$$

حيث: $A = 0.33$ - ضخامة الرواسب الهيدروليكية عندما تكون سرعة: $W < 1.5 [mm/s]$ ، و:
 $A = 0.44$ عندما تكون: $W = 1.5 \dots 3.5 [mm/s]$ و: $A = 0.55$ عندما تكون:
 $W > 3.5 [mm/s]$.

القدرة الانتقالية للقناة الرئيسية: $[kg/m^3]$:

$$\rho_K = \frac{700v}{W_0} \sqrt{\frac{Riv}{W}} \quad (1-74)$$

حيث: $W_0 = W$ - سرعة انتقال الرواسب، عندما: $W > 2 [mm/s]$ و: $W_0 = 2$ عندما:
 $W \leq 2 [mm/s]$.

$v; [m/s]$ - سرعة الجريان الوسطية لحركة المياه في القناة.

$R; [m]$ - نصف القطر الهيدروليكي.

i_B - ميل سطح المياه في القناة.

إذا كانت قدرة انتقال المواد المحمولة في القناة الرئيسية أكبر من تلوث المياه في النهر،
 فإن الانسداد لن يحدث، وإذا كانت أصغر يجب وضع حوض أو مجمع ترسيب أو وضع أجهزة
 لالتقاط الرواسب في منشأة السحب الرئيسية.

يجب إجراء الحساب الهيدروليكي بدءاً من القنوات الصغيرة ثم الكبيرة. عند ذلك يجب
 إيجاد: $v; h_H; b$ من أجل التصريف الحسابي: Q_H والميل الملحوظ: i_B الذي يستخدم القيم:
 m و: n . يجب اختيار عرض القناة نظامياً. ثم يُحدد عمق المياه وسرعتها عند: $Q_{\min}; Q_{\phi}$.
 إذا كانت تصارييف القنوات مُتغيرة أي إن الجريان غير مُنتظم وفق الطول فإنه غالباً
 وفق شروط التحكم بمنسوب المياه يُستخدم عمق الامتلاء ثابتاً أو يُزاد بمقدار: $5 \dots 10 [cm]$ عن
 الجزء العلوي نسبةً للجزء السفلي. وسيُصبح عندها عرض القناة مُتغيراً أو غير مُنتظم.

يجب مقارنة السرعة: v_{ϕ} مع السرعة المسموح بها التي لا تُسبب انجرافاً: v_D^P ،
 والسرعة عند التصريف الأصغري: $Q_{\min}$ مع السرعة الحرجة: v_{KP}^z التي لا تُحدث ترسباً للمواد
 المحمولة. يجب أن تُحقق السرع الناتجة المترابطة التالية:

$$v_{\phi} < v_D^P; v_{\min} < v_{KP}^z$$

إذا حُققَت هذه الشروط فإنه يُمثل على المقطع الطولي الجانبي خط القعر، وأعلى

الجوانب الترابية وإشاراتهما على قطاع القناة المحسوب أو المُعتبر:

$$\nabla_D = \nabla_B - h_H; \nabla_{DAM} = \nabla_D + h_{\phi} + \delta \quad (1-75)$$

حيث: $[\nabla_D; m]$ - منسوب قعر القناة.

$[\nabla_B; m]$ - منسوب المياه.

$[\nabla_{DAM}; m]$ - منسوب أعلى الجوانب الترابية.

$[\nabla_{h_H}; m]$ - عمق امتلاء القناة عند التصاريح النظامية.

$[\nabla_{h_\phi}; m]$ - عمق امتلاء القناة عند قيم التسرب.

$[\nabla_\delta; m]$ - الاحتياطي العلوي للجوانب الترابية أو للصفاف فوق منسوب التسرب.

يجب تغيير الميل الطولي للقناة في الحدود المسموح بها دون إنشاء انخفاضات أو جريانات سريعة على القناة إذا كانت سرعة المياه في القناة عند التدفق: Q_ϕ أكبر من المسموح بها على الانجراف، أو إذا كان ذلك غير كافٍ فإنه يُنقص الميل الطولي بواسطة الانخفاضات أو الجريانات السريعة. وتزداد السرعة المسموح بها على الانجراف بإنشاء تكسية متينة للقناة. يُستخدم الحل بالاعتماد على المقارنة التقنية الاقتصادية للحلول المقترحة. يجب تحقيق شرط التحكم بمنسوب المياه في القناة عند جميع السرع المتغيرة. إذا أظهرت الحسابات ضرورة تخفيض ميول القناة بإنشاء الانخفاضات أو بالجريانات السريعة، فإنه يُستخدم بينها مثل هذه الميول التي من أجلها تكون السرعة الوسطية قريبة من المسموح بها على الانجراف. إذا كانت الأعماق الناتجة للمياه عند التدفق: Q_{min} لا تُحقق التحكم بالمنسوب، فإنه يجب رفع إشارة القاع ورفع منسوب التدفق النظامي والأصغري حتى المطلوب أو تُثبت مُنشآت مائية استنادية في مواقع سحب المياه التي تُحقق التحكم بمنسوب المياه عند التدفقات الأصغرية.

يُظهر المقطع الطولي الجانبي ما يلي:

١- مراكز المراقبة والمسافة بينها، نقاط انعطاف أو تحول ميل القاع المُصمم ومخارج المياه

... الخ.

٢- منسوب سطح الأرض، وقاع القناة، ومنسوب المياه عند مرور التدفق النظامي، وارتفاع

الجوانب الترابية والصفاف.

٣- تكون مناسيب القاع ومنسوب المياه في الانخفاضات عند وجودها، كما في الحوض

السفلي أيضاً في الحوض العلوي.

٤- يكون منسوب المياه في القناة في بداية المقطع الطولي الجانبي للقناة الكبيرة كالتالي:

$$\nabla_{CT} = \nabla_{ML} + Z \quad (1-76)$$

حيث: ∇_{ML} - منسوب المياه في القناة الكبيرة. $Z = 5...10[cm]$.

٥- كل من الميول الطولية التصميمية لمنسوب المياه ولقاع القناة والمسافة التي عليها تتملك هذه الميول أهمية بالغة.

٦- تُعطى جميع البارامترات الحسابية للقناة: التدفقات، عمق المياه، عرض القاع، الميل الجانبي، عرض الجوانب الترابية، سرعة المياه (في جداول).

٧- إن المقاطع العرضية للقناة الأكثر شيوعاً هي عند مراكز مراقبة معينة ومنسوب المياه عند التدفقات: $Q_{\min}$; Q_{ϕ} ; Q_H وأبعاد القناة.

٨- تُظهر الشروط الجيولوجية من أجل القنوات الكبيرة ومُخطط ميلها.

٩- تُستخدم المقاطع العرضية لقنوات الري المؤقتة ولأنظمة التوزيع. ولا يتم التحقق من سرعة المياه على الانجراف في قناة الري المؤقتة عند التدفقات حتى: $60 [l/s]$ والميول الطولية حتى: 0.005 ، لأنه بهذه الحالة لن يحصل انجراف للتربة في قناة الري المؤقتة. يجب الحساب عند الميول الأكبر التي تتجاوز القيمة: 0.005 .

قنوات التوزيع المرفوعة: تُحسب الموزعات القطاعية المرفوعة وموزعات الدورة الزراعية المرفوعة نفرض أن الجريان فيها منتظم وبفرض أن معامل الخشونة: $0.015 \dots 0.013$.

يُعطى التصريف المار في الموزعات المرفوعة بالعلاقة الآتية: $[m^3 / s]$:

$$Q_H = \omega C \sqrt{Ri_B} \quad (1-77)$$

تُحدد أبعاد المقطع العرضي للقناة بشكل قطع مكافئ بالعلاقة الآتية:

$$\omega = (2/3) B h_H; R = \omega / x \quad (1-78)$$

حيث: $h_H; [m]$ - ارتفاع الماء في القناة الحوضية المرفوعة.

$B; [m]$ - عرض سطح الماء في المقطع العرضي: h_H .

$x; [m]$ - مُحيط الترطيب (المبلول): $x = A h_H$.

$$A = \frac{\alpha^2}{8} \left[\frac{4}{\alpha} \sqrt{1 + \frac{16}{\alpha^2}} + \ln \left(\frac{4}{\alpha} + \sqrt{1 + \frac{16}{\alpha^2}} \right) \right]; \alpha = \frac{B}{h_H} \quad (1-79)$$

تُحدد الميول وفق منسوب المياه الذي يُحقق التحكم المطلوب في مثل هذه الحسابات، بحيث يكون منسوب المياه في القناة الصغيرة أسفل من منسوب المياه في القناة الكبيرة بمقدار: $5 \dots 10; [cm]$ من قيمة الضياعات في المنظم المُعابر. ويتعلق منسوب المياه في قناة التوزيع المرفوعة بالضغط البيزومتري المطلوب في بداية أنبوب نقل المياه المُغلق عند تغذية المياه من القناة المرفوعة إلى الأنبوب المُغلق. ويتم إيجاد المواصفات الهيدروليكية وفق المُخططات البيانية

المطابقة.

مثال: المطلوب تصميم قناة التوزيع المرفوعة: P-1. والتي تصريفها الحسابي النظامي: $1500; [l/s]$. ومنسوب المياه في بدايتها P-1 هو: $10; [cm]$ أسفل منسوب المياه في القناة الرئيسية: $300.5; [m]$ $300.6 - 0.1 =$. ويُحدد عمق الامتلاء: h_H في القناة المرفوعة وفق التدفق والميل أنظر الشكل (1-19) ووفق قطاع القناة باستخدام الاحتياطي من أعلى القناة حتى المنسوب الحسابي: $0.1...0.2; [m]$ ولأن ارتفاع القناة يجب أن يكون نظامياً: $0.5, 0.6, ... 1.2; [m]$.

بهذا الشكل تُصمم القناة المرفوعة الزراعية الداخلية BHXI-2، التي تسحب المياه من قناة التوزيع المرفوعة P-1 في قطاع الدورة الزراعية II. والتي تصريفها يُساوي: $326; [l/s]$. ويُؤخذ منسوب المياه في بداية القناة BHXI-2 بمقدار: $20; [cm]$ أسفل من منسوب المياه في الموزع P-1.

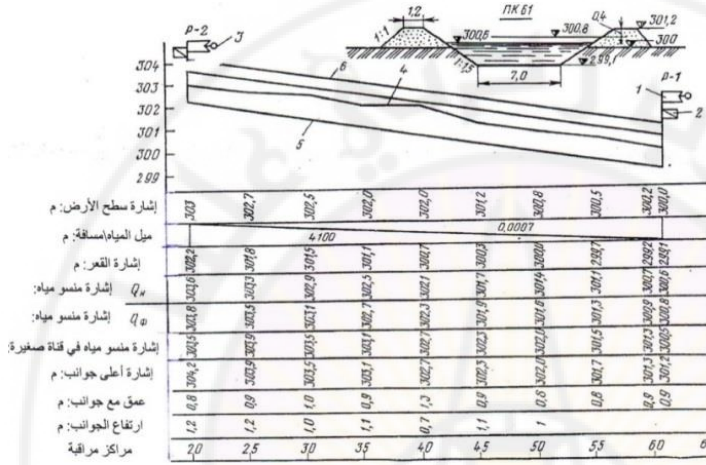
يجب أن يكون ميل سطح المياه بحيث أنه على كل مخرج للمياه في قناة التوزيع PT يتحقق ما يلي: $h^r = 0.15...0.2; [m]$ ، ولا يتجاوز الارتفاع الكلي للقناة المرفوعة فوق سطح الأرض: $2; [m]$ (انطلاقاً من الاستثمار الملائم للشبكة). يجب عند التصميم أن يتحقق العدد الأصغري لقطاعات القناة وبميويل مختلفة. ولحساب القناة الرئيسية لا بُد من الأخذ بالحسبان شروط عدم الترسيب وكذلك عدم الانجراف، وأن ميل القناة الرئيسية عند التصميم يُساوي: $i_B^{MK} = 0.0007$. وأن ثابت الخشونة يُساوي: $n = 0.0225$ ، وأن ميل الجوانب: يُساوي الميل الداخلي: $m = 1.5$ والميل الخارجي: $m_1 = 1$ ، وأن عرض الجوانب الترابية من الأعلى يُساوي: $a = 1$ ، وأن ارتفاع ضفاف الجوانب الترابية فوق منسوب المياه المتسربة يُساوي: $\delta = 0.4[m]$. ثَبِين نتائج الحساب في الجدول (1-15):

الجدول (1-15): النتائج الحسابية لفتوات التوزيع المرفوعة:

القطاع	Q_H	Q_Φ	i_B	n	m	$b,[m]$	
	$[m^3 / s]$						
NK20...NK31	14.4	15.6	0.0007	0.0225	1.5	7.0	
القطاع	β_H	h_H	h_Φ	v_H	v_Φ	v_{KP}^2	v_D^P
	$[m / s]$						
NK20...NK31	5.0	1.4	1.6	0.9	1.0	0.75	1.29

تُحدد السرعة المسموح بها التي لا تُسبب انجرافاً ويفرض محتوى جزيئات الطين في

الماء الجاري أكبر من: $[0.1 \text{ kg/m}^3]$ ، معامل التماسك النوعي للتربة الثقيلة للقناة الرئيسية: $C = 0.125$ ، وثابت التصحيح من أجل القناة الرئيسية هو: $\sqrt{m} = \sqrt{1.3} \approx 1.14$. وتُحدد السرعة: v_D^P وفق هذه المُعطيات عند العمق: $h_H = 1.4 \text{ [m]}$ التي تُساوي: $v_D^P = 1.3 \cdot 1.14 = 1.29 \text{ [m/s]}$



الشكل (1-20): المقطع

الطولي الجانبي والمقطع

العرضي للقناة القطاعية

الرئيسية. ١- مخرج المياه

من القناة الرئيسية، ٢-

منشأة استنادية، ٣- عداد

مياه، ٤- منسوب الأرض،

٥- قعر القناة، ٦- أعلى

الجوانب الترابية.

سرعة عدم الانسداد عند: $A = 0.44$ (لأن: $W = 3 \text{ [mm/s]}$):

$$v_{KP}^Z = 0.44 \cdot Q^{0.2} \quad (1-80)$$

$$v_{KP}^Z = 0.44 \cdot 14.4^{0.2} = 0.75$$

لا يحصل انجراف كما لا يحدث ترسيب في القناة عند النظام الحسابي لأن:

$$v_{KP}^Z < v_{D}^P$$

يُستخدم الارتفاع: 0.6 [m] للتحكم بالقناة الرئيسية فوق المساحة المروية. يُبين الشكل

(1-20) الشكل الطولي الجانبي والمقطع العرضي لقطاع القناة الرئيسية.

١٠-١ - حساب الدريناج (الصرف):

يتطلب استصلاح الأراضي المالحة إجراء عمليات غسل استثماري بهدف إزالة محاليل

الأملاح الزائدة من التربة بواسطة تشكيل نظام الغسل بالري وإنشاء الصرف النظامي. تُضاف

كمية المياه اللازمة للغسيل إلى مياه الري (بالمقارنة مع المتطلبات البيولوجية) عند نظام الغسل

بالري. ومن أجل منع التملح في التربة وفق المُعطيات التجريبية يجب زيادة معدل الري بنسبة:

10...20%، علماً أن الكمية المضافة لمياه الري يُفضل إعطاؤها إلى الحقل في خارج فترة

النمو. الأخيرة أقل فاعليةً من وجهة نظر تشكيل تيارات غسل دائمة، لكنها الأكثر اقتصادية،

لأنها لا تتطلب زيادة الإحداثيات العظمى للهيدرومودول، وبالتالي زيادة حجم العمل وفق إنشاء

القنوات والمنشآت المائية.

في ظروف الأرض المدروسة مجموع استهلاك المياه لحقل القطن: يُشكل الاستهلاك المائي (على النتج والتبخر من سطح التربة) خلال فترة النمو (نيسان - تشرين الأول) حوالي: $7500 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، ولحقل الفصة: $10838 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ ، ولحقل الذرة: $7478 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$. بالأخذ بالحسبان نسبة المساحة لهذه المحاصيل في الدورة الزراعية، سيساوي مجموع الاستهلاك المائي من أجل هيكتار وسطي القيمة:

$$E = 7500 \cdot 0.7 + 10838 \cdot 0.2 + 7478 \cdot 0.1 = 8166 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

يجب أن تكون قيمة معدّل الري من أجل فترة النمو مُساوية القيمة: $7550 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ إذا أخذنا بالحسبان الهطولات المطرية وجزء من المياه الاحتياطية، أما معدّل الري مع الغسل الكامل فيساوي: $9320 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$. والكمية المضافة إلى معدّل الري تُساوي: $1770 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ المدروسة مُسبقاً في خارج فترة النمو (تشرين الثاني - كانون الأول). يُبين الجدول (1-16) توزيع قيم التبخر والأمطار ومياه الري خلال العام.

الجدول (1-16): توزيع مجموع التبخر والأمطار ومياه الري خلال العام المُدرة: $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$.

الثوابت	الأشهر												خلال عام
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
مجموع الاستهلاك المائي													
للقطن	100	150	200	225	675	1388	2183	2024	1015	300	150	100	8465
للفصة	100	150	350	850	1300	1700	2420	2388	1550	300	150	100	11383
للذرة	100	100	300	450	820	1320	1710	2008	1170	300	150	100	8528
الأمطار	140	60	130	290	.	.	.	.	.	230	320	80	1250
تغذية مياه الري	-	-	-	140	980	1560	2010	2010	850	-	536	1234	9320

باستخدام قيم الهيدرومودول العظمى: (تموز - آب). يتم المُحافظة على كمية أملاح في مياه الري مُساوية: $0.5 [g/l]$ ، وعلى شوارد الكلور: $0.045 [g/l]$ في القناة الرئيسية.

التنبؤ بنظام المياه الجوفية وإجراءات الاستصلاح المطلوبة:

من أجل النمو النظامي للمحاصيل الزراعية، وتغذية مياه الري بالكمية المطلوبة وفي

فترة مُحددة يجب تحقيق التالي:

١- في التملح الأولي للتربة يجب أن لا يتجاوز المحتوى الملحي في منطقة نمو الجذور: $1[m]$

القيمة: 0.2...0.3% بما في ذلك شوارد الكلور، ولا تتجاوز: 0.01% من كتلة التربة الجافة.

٢- الحفاظ على نظام كافٍ لإزالة الملوحة بتشكيل تيارات غير صاعدة لمياه السقاية المُعطاة من التيارات الصاعدة من المياه المعدنية. من أجل ذلك يُجرى نظام الغسل بالري ومنسوب المياه الجوفية على عمق أكبر من العمق الحرج (المعياري).

٣- تنظيم الري للتربة المالحة التي تقع فيها المياه الجوفية شديدة الملوحة على عمق: $2.5...2.6[m]$. لأن الري يزيد التغذية الارتشاحية للمياه الجوفية بسبب ضياعات التسرب من شبكة الري ومن الجزء المُرطب بمياه الري في التربة. بسبب ضعف نفاذية الطبقات العلوية في الأرض ونمو الري في الأراضي المُحيطة لا توجد شروط من أجل صرف تيارات المياه الجوفية. لذلك عامل الاستهلاك الطبيعي الوحيد في توازن المياه الجوفية قد يكون التبخر. يُمكن في بعض الحالات صرف جزء من المياه الجوفية من الطبقة اللاضاغطة إلى أسفل توضع الطبقة الضاغطة.

٤- من أجل التقييم التقريبي إلى أي عمق يرتفع منسوب المياه الجوفية في الأرض في شروط الري دون صرف، يُشكل التوازن لواحد هكتار: $1[ha]$ من المساحة الكلية المروية ومن أجل الفترة، وعندما تستقر المياه الجوفية يُمكن عدم اعتبار تغير احتياطيها في فترات سنوية عديدة. يُفترض تقريباً أن جميع مياه الري والمياه المُتسربة وأيضاً الأمطار تجري إلى المياه الجوفية وتتبخّر من على سطحها، وذلك عندما يكون منسوب المياه الجوفية قريباً من سطح الأرض وبالتالي:

$$a_2 O_C + Op + \Phi_K - E + P = 0 \quad (1-81)$$

حيث: $a_2 O_C$ - كمية الهطولات المطرية الممتصة في التربة.

يُفترض تقريباً أن الجريان السطحي للأمطار يُشكل: 10% من مجموعها السنوي، أو:

$a_2 = 1 - 0.1 = 0.9$. عندها: $a_2 O_C = 0.9 \cdot 125 = 112.5[mm] = 1125[m^3 / hr]$ في العام.

تساوي كمية مياه الري الجارية لواحد هكتار: $1[ha]$ من المساحة الكلية المروية عند: $KZU = 0.9$ معامل استخدام الأرض. انظر الجدول (1-10).

$$Op = KZU \cdot M_{CP.BZB.CYM} = 0.9 \cdot 9320 = 8388[m^3 / hr] / yer$$

عندما يكون معامل كفاءة الشبكة مُساوياً: $\eta = 0.88$ فإن ضياعات التسرب من شبكة الري تُساوي:

$$\Phi_K = Op\left(\frac{1}{\eta} - 1\right) = 8388 \cdot \left(\frac{1}{0.88} - 1\right) = 1144[m^3 / hr] / yer \quad (1-82)$$

كمية التبخر من المياه الجوفية:

$$E = E_0 \cdot \left(1 - \frac{h_n}{h_r}\right) = 12340 \cdot \left(1 - \frac{h_n}{3.6}\right); [m^3 / hr] / yer$$

حيث: E_0 - التبخر الأعظمي المفترض ويساوي: $1234 \left[\frac{m^3}{ha}\right] / yer$ انظر الجدول (1-1).

$h_n; [m]$ - العمق المفترض لمنسوب المياه الجوفية في شروط الري.

حجم المياه الجوفية المناسبة من الأفق الضاغط في الطبقة اللاضاغطة أو بالعكس:

$$P = Q_0 - Q_p = Q_0 \left[1 - \left(\frac{K_2 T_2 + K_3 T_3 + K_4 T_4}{K_1 T_1}\right)^2\right] \quad (1-83)$$

حيث: $Q_0; \left[\frac{m^3}{day}\right]$ - تدفق المياه من الجبال. $Q_p; \left[\frac{m^3}{day}\right]$ - تدفق المياه من القناة.

$K_1 = 20 \left[\frac{m}{day}\right]$ - معامل نفاذية التربة الطينية في الجزء العلوي لأرض الري. K_2 - معامل

نفاذية المياه في التربة الوسطية، $K_2 = 0.3 \left[\frac{m}{day}\right]$ - معامل نفاذية المياه في التربة

الثقيلة، $K_3 = 0.03 \left[\frac{m}{day}\right]$ - معامل نفاذية في التربة الطينية الحصوية في الجزء المركزي

لأرض الري، $K_4 = 1.3 \left[\frac{m}{day}\right]$ - سماكة التربة الطينية المشبعة، $T_1 \cdot T_2^* = 200[m]$

السماكة المشبعة للجوانب الترايبية ضعيفة النفاذية، $T_2^* = T_2 - h_b = 63 - 2.55 = 60.45[m]$

T_2 - سماكة التربة الوسطية ضعيفة النفاذية، $T_3 \cdot T_2 = 63[m]$ - سماكة التربة الثقيلة

$T_4 \cdot T_3 = 37[m]$ - سماكة التربة الحصوية، $T_4 \cdot h_b = 100[mm]$ - المستوى العادي للمياه

الجوفية، $h_b = 2.55[m]$.

بما أن تنظيم أعمال الري لا يؤثر في الجريانات من المناطق المجاورة فتؤخذ قيمة P

مساوية: $P = 0.89 Q_0$.

مع اعتبار المعادلة المبينة فإن توازن المياه الجوفية يأخذ الشكل التالي:

$$1125 + 8388 + 1144 - 1234(1 - h_n/3) + 1640 = 0$$

من هنا العمق المفترض للمياه الجوفية في الأجزاء الوسطية والسفلية للأرض في شروط

الري: $h_n = 0.3[m]$ ، هذا يعني ارتفاع منسوب المياه الجوفية يُشكل: $2.25[m]$. من الواضح

جداً أنه عند مثل هذا العمق لا يمكن للمياه الجوفية المعدنية أن تُشكل ظروفاً مناسبة من أجل

نمو المحاصيل الزراعية، لذلك لا بُد من إجراء تدابير استصلاحية خاصة وفق نسبة الأملاح في

التربة. يُمكن خفض منسوب المياه الجوفية في الأرض بإنشاء شبكة صرف تُحافظ على منسوب متوازن للمياه الجوفية في التربة بالغسل.

تُظهر التطبيقات العملية أن هذه الإجراءات مناسبة في فترتين: عند استصلاح الأرض بالري (يُنشأ في هذا الوقت الصرف ويُحقق الغسل الاستثماري)، وعند استثمار الأرض (يُحافظ الصرف في هذا الوقت عند نظام الغسل بالري على المياه الجوفية على عمق معين ويُحافظ على التربة من التملح الثانوي). بما أن حمولة المصارف (كمية المياه، التي يجب صرفها في واحدة الزمن) ستكون أكبر في فترة الاستصلاح، فيجب أن يكون تصميمه على مرحلتين: تُحسب بارامترات الصرف الدائم لفترة استثمار الحمولة، وثم تُحدد بارامترات الصرف المؤقت الإضافي لفترة الاستصلاح، إذا لم يستطع الصرف الدائم تعديله بمثل هذه الحمولة.

حساب الصرف الدائم وتصميمه:

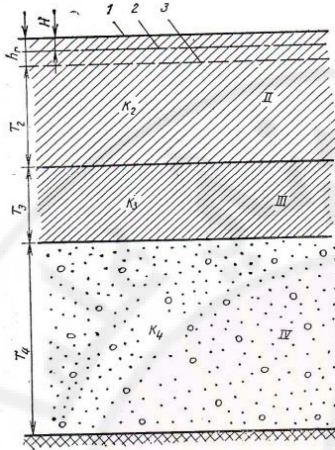
يُمكن أن يكون الصرف في الأراضي المروية أفقياً - مُغلَقاً في شكل مواسير ذات تقوب تعمل على جمع المياه الجوفية، ومكتشفة في شكل قنوات، وشاقولية في شكل آبار مُجهزة بمحطات ضخ من أجل ضخ مياه الصرف. يتعلق اختيار نوع الصرف أساساً بالشروط الهيدرولوجية. يُناسب استخدام الصرف الشاقولي عند التوضع غير العميق نسبياً للطبقة الفعالة ذات النفاذية والصرف الجيد التي قد تظهر جلياً على صرف المياه الفائضة من الطبقة العلوية للتربة. يُستخدم الصرف الأفقي عادةً في حالات أخرى، ولحل مشكلة اختيار نوع الصرف يجب أن تُحقق شبكة الصرف الجدوى الاقتصادية.

تقع الطبقة النفوذة جداً على عمق: $100; [m]$ وتملك قدرة: $100; [m]$ في الأجزاء الوسطية والسفلية للأرض المدروسة. وارتباطها مع الطبقة العلوية للتربة صعبٌ لوجود طبقة ضعيفة النفاذية بقدرة كبيرة تُساوي: $T_2 + T_3 = 100; [m]$. بهذا الشكل تُعدُّ الظروف غير مناسبة من أجل إنشاء وعمل الصرف الشاقولي في الجزء السفلي من الأرض، لذلك يُصمم هنا الصرف الأفقي.

تتطلب الشروط الهيدرولوجية الثقيلة (ثابت تسرب قليل للطبقة العلوية، والتغذية ضاغطة) الشكل (1-21) شبكة صرف كثيفة، وهذا يجعل إنشاء الصرف المُغلَق ضرورياً، لأن المصارف الجزئية في شكل قنوات مكشوفة يُؤدي إلى ضياعاتٍ كبيرةٍ من مساحة الحقول وتُؤثر في نسب زراعة المحاصيل الزراعية.

تتوضع طبقة نفوذة جيداً على عمق غير كبير في الحدود العلوية للأرض في المنطقة

المدرسة. يُناسب هنا إنشاء صرف خطي من آبار الصرف الشاقولي بهدف جمع التيارات تحت السطحية الجارية من جهة الجبال إلى أرض الري.



الشكل (1-21): المقطع الهيدروجيولوجي:

١ - سطح الأرض، ٢ - خط الضغط

البيزومتري (الضغط في الطبقة IV)، ٣ -
منسوب المياه الجوفية اللاضاغطة.

سيعمل الصرف الأفقي في الأرض المدرسة عند التغذية بالتسرب لمياه الري والتغذية بالضغط على حساب جريان جزء من المياه الجوفية من الطبقة الضاغطة. يجب عند ذلك التنبؤ بالشروط التصميمية للمشروع لزيادة شدة التغذية الضاغطة بالربط مع انخفاض منسوب المياه الجوفية (بالمقارنة مع توضعها الموجود) وازدياد ميلها الشاقولي.

تتغير تغذية مياه الري والتبخر خلال العام. لذلك سيتغير أيضاً عمق المياه الجوفية مع الزمن. من أجل تبسيط الحسابات يُمكن في البداية تحديد المسافة بين المصارف التي تُحقق العمق الوسطي السنوي للمياه الجوفية، الذي نجده في الحدود المسموح بها، ثم يُحسب التذبذب الداخلي السنوي لعمق المياه الجوفية. يُستخدم العمق الوسطي السنوي للمياه الجوفية:

$$h = 2.5[m]$$

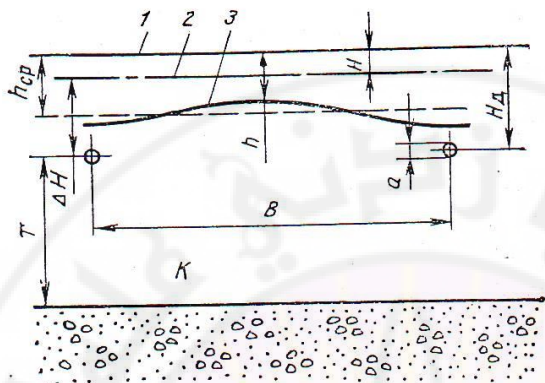
يُستخدم عمق توضع المصارف الأكبر من عمق المياه الجوفية: $H_D = 3.5[m]$. ستقع المياه الجوفية على عمق أكبر من: $h = 2.5[m]$ بفرض أن منسوب الماء بين المصارف يأخذ شكل قطع مكافئ الشكل (1-22)، فإن العمق الوسطي للمياه الجوفية على خط المصارف سيُساوي:

$$h_{cp} = H_D - \frac{2}{3}(H_D - h) = 3.50 - \frac{2}{3}(3.50 - 2.50) = 2.83[m] \quad (1-84)$$

تُعطى قيمة التسرب الوسطية السنوية بالعلاقة الآتية:

$$q_0 = a_2 Oc + Op + \Phi_K - U \quad (1-85)$$

حيث: U - مجموع استهلاك مياه الري ومياه الأمطار على النتح والتبخر من سطح الحقل خلال عام.



الشكل (22-1): المخطط الحسابي لتأثير الصرف بالمصارف: ١- سطح الأرض، ٢- خط الضغط البيزومتري، ٣- المنسوب الستاتيكي للماء الجوفي.

وبالنظر إلى نسبة المساحة للمحاصيل الزراعية في الدورة الزراعية ومُعطيات الجدول (1-16).
فان:

$$U = 0.9E = 0.9(0.7 \cdot 8500 + 0.2 \cdot 11338 + 0.1 \cdot 8528) = 8614 [m^3 / hr]$$

وتكون قيمة التسرب:

$$q_0 = 1125 + 8388 + 1444 - 8164 = 2493[m^3 / hr] / yer$$

أو :

$$q_0 = \frac{2493}{365 \cdot 10000} = 0.00068[m/dy] = 0.08[l/s.hr]$$

تُحدد المسافة بين المصارف وفق معادلة أفرانف، التي تأخذ بالحسبان التغذية التسريعية من المياه المضغوطة، وتوضع الطبقة الكتيمية على عمق كبير:

$$0.435T^* + (\Delta H - 1) = (\Delta \bar{H} - 1) \lg \left(\frac{2T_0}{d^*} \right) + 0.301 \quad (1-86)$$

$$T^* = \pi \frac{T_0}{B} \quad (1-87)$$

حيث: $T_0; [m]$ - سماكة الطبقة ضعيفة النفاذية.

$$T_0 = T_2 + \frac{K_2 T_3}{K_3} = 63 + \frac{0.3 \cdot 37}{0.03} = 433[m]$$

حيث: K_2 - مُعامل نفاذية الطبقة العلوية [m/day]، K_3 - مُعامل نفاذية الطبقة السفلية، T_2 [m/day] - سماكة الطبقة العلوية [m]، T_3 - سماكة الطبقة السفلية [m].

المسافة بين المصارف: $B; [m]$.

$$\Delta \bar{H} = \frac{(\Delta H + \bar{q} T_0)}{\Delta h} \quad (1-88)$$

حيث: ΔH - ارتفاع سطح الضغوط البيزومترية للطبقة IV أنظر الشكل (1-21) فوق مستوى سطح الماء في المصرف المحدد بالشكل التالي:

$$1640 = \frac{0.30}{433} (2.50 - H) \cdot 365 \cdot 10000 \quad (1-89)$$

$$H = 1.85[m]; \Delta H = H_D - H = 3.5 - 1.85 = 1.65[m]$$

حيث: $\bar{q} = q_0 / K_1 = 0.00068 / 0.3 = 0.0023$ - قيمة التسرب.

$$K_1 = 0.2[m/dy] - \text{معامل نفاذية التربة.}$$

$$\Delta h = H_D - h = 3.5 - 2.5 = 1[m] - \text{ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مُنتصف}$$

المسافة بين المصارف فوق محور المصرف.

وفق المعادلة (1-88):

$$\Delta H = (1.65 + 0.0023 \cdot 433) / 1 = 2.64[m]$$

ثم نجد:

$$d^* = \sqrt{2d(\Delta h + d)} = \sqrt{2 \cdot 0.4(1 + 0.4)} = 1.06[m]$$

حيث: $d = 0.4[m]$ - قطر المصرف مع الردييات المحيطة به (الفلتر).

بتعويض القيم المعلومة في المعادلة (1-86) نحصل على:

$$0.435T^* + (2.64 - 1) \lg T^* = (2.64 - 1) \lg (2.4 \cdot 433 / 1.06) + 0.301 \Rightarrow \lg T^* = 3.1 - 0.265T$$

بالتجريب نجد: $T^* = 8.2$ ووفق المعادلة (1-87) تكون المسافة بين المصارف

$$B = 3.14 \cdot 433 / 8.2 = 166[m] \text{ : مُساوية}$$

تدفق المصرف:

$$Q = \frac{\pi K_1 \Delta h (\Delta \bar{H} - 1)}{T - 0.693} \quad (1-90)$$

$$Q = \frac{3.14 \cdot 0.3 \cdot 1(2.64 - 1)}{8.2 - 0.693} = 0.206[m^3/dy]$$

وعندها يكون التدفق في واحدة المسافة (مودول الصرف) أو مُقنن الصرف:

$$D = Q / B = 0.206 / 170 = 0.0012[m/dy]$$

يتكون مودول الصرف أو مُقنن الصرف من قيم التسرب القادمة من الأعلى ومن التغذية

الجوفية: $q_0 = 0.00068[m/dy]$ والتغذية الضاغطة من الأسفل:

$$q_H = D - q_0 = 0.0012 - 0.00068 = 0.00053[m/dy]$$

بالتالي فإن المياه المصروفة ليست من التسرب فقط وإنما أيضاً من الحجم الكبير من المياه المضغوطة التي تُشكل نسبة: $0.00052 \cdot 100 / 0.0012 = 0.43\%$ من جريانات الصرف، مما يُظهر ضرورة النظر إلى التغذية الجوفية المضغوطة عند حساب الصرف. ثم تُستخدم المسافة بين المصارف: $170[m]$.

يُمكن إنقاص حجم إنشاء الصرف الأفقي النظامي في الأجزاء الوسطية والسفلية للأرض إذا أنشئ الصف الخفي للآبار الشاقولية بهدف جمع أو التقاط جزء من الجريانات تحت السطحية الجارية من الجبال: Q_0 . عند شرط جمع جريانات المياه تحت سطحية: 50% :

$$P = (0.89Q_0)0.5 = 1640 \cdot 0.5 = 820[m^3/hr]/yer$$

نجد قيمة: H من المعادلة الآتية:

$$820 = \frac{0.30}{433} (2.50 - H) 365 \cdot 10000 \Rightarrow H = 2.18[m]$$

عندها:

$$\Delta H = 3.5 - 2.18 = 1.32[m]; \dots; \Delta \bar{H} = \frac{1.32 + 0.00068 \cdot 433 / 0.3}{1} = 2.32$$

$$\lg T^* = 3.14 - 0.33T^* \quad \text{باستخدام المعادلة (1-79) نحصل على:}$$

بالتجريب نجد: $T^* = 6.9$ ووفق المعادلة (1-80) المسافة بين المصارف:

$$B = 3.14 \cdot 433 / 6.9 = 166[m]$$

إن إنشاء صف من الآبار الشاقولية التي تصرف: 50% من المياه تحت السطحية الجارية من جهة الجبال، يُسمح بزيادة المسافة بين المصارف بنسبة: $200 \cdot 100 / 170 = 18\%$ وبالتالي خفض حجم إنشاء الصرف الأفقي النظامي في الأجزاء الوسطية والسفلية للأرض.

حساب التذبذب الداخلي لمنسوب المياه الجوفية وتغير توازنها:

تُحدد المسافة بين المصارف انطلاقاً من افتراض أن تُوزع الحمولة على الصرف ستكون منتظمة خلال عام. لكن الواقع فإن قيمة التسرب: q_0 تتغير خلال العام بالتطابق مع المنحني البياني للتغذية المائية والشروط المناخية، التي تُحدد التبخر مما يؤدي إلى تذبذب منسوب المياه الجوفية وتدفقات المصارف.

تُستخدم طريقة تقريبية من أجل حساب هذه التذبذبات التي تعتمد على حل مُعادلة

مُوازنة المياه الجوفية بطريقة الفروق المُنتهية مع الزمن. يُستخدم عند ذلك تكامل الزمن:
 $t = 30[\text{day}]$ من أجل كل تكامل للزمن تُلاحظ المُساواة التالية:

$$\frac{\mu}{t}(h_H - h_K) = q'_0 + P - D \quad (1-91)$$

حيث: μ - معامل يُعبر عن حجم المسامات التي تُسهم في عملية الصرف (من أجل التربة المدروسة: $\mu = 0.15$). إدخال المتحول المُتعلق بعمق المياه الجوفية قيمة: μ تُعطى في جدول وفي شكل معادلة بسيطة، لكن هنا من أجل تبسيط الدراسة وتسهيلها لا يُدرس.

$h_H; [m]$ - العمق الوسطي للمياه الجوفية بين المصارف في بداية الفترة الحسابية.

$h_K; [m]$ - العمق الوسطي للمياه الجوفية بين المصارف في نهاية الفترة الحسابية.

$q'_0; [m/\text{day}]$ - التغذية الوسطية للمياه المُتسربة خلال الفترة الحسابية.

P - التغذية الجوفية الوسطية خلال الفترة الحسابية، المُحددة وفق المعادلة (1-86) أو

$$P = \frac{K(h^* - H)}{T} \quad \text{كما يلي:}$$

D - مودول (مُقنن) الصرف للمصارف الأفقية خلال الفترة الحسابية.

هذا يعني تغير احتياطي المياه الجوفية (الجزء الأيسر من المعادلة) يُساوي مجموع

حدود التوازن. تُحدد حدود التوازن خلال الزمن: t للعمق الوسطي للمياه الجوفية.

$$h^* = (h_H + h_K) / 2$$

يُمكن استخدام معادلة كوستياكوف من أجل الحسابات التقريبية:

$$D = \frac{\pi K_2 (H_D - h)}{B [\ln(B/d) - 1]} \quad (1-92)$$

التي نتجت من أجل حساب المصارف المتوضعة في الطبقة ذات التوضع العميق للطبقة الكتيمية (للمسند المائي). في الحقيقة في الأرض المدروسة يُصرف بالمصارف ليس فقط المياه المُتسربة وإنما أيضاً المياه القادمة من المياه الجوفية المضغوطة (الضاغطة). تُحسب المياه الضاغطة في معادلة التوازن المائي بالحد: P ، لذلك يُمكن استخدام المعادلة (1-13) من أجل الحسابات. بما أنه في الحساب الحالي مطلوب العمق الوسطي خلال شهر وعمق المياه الجوفية في الوسط بين المصارف، فإن عمق المياه الجوفية بين المصارف في المعادلة (1-84) يُستبدل بالعمق الوسطي وفق كامل الخط بين المصارف: h^* :

$$(H_D - h) = 1.5(H_D - h^*) \quad (1-93)$$

بتعويض الجزء الثاني من المعادلة (1-84) في المعادلة (1-83) نحصل على:

$$D = \frac{1.5\pi K_2 (H_D - h^*)}{B \left[\ln \left(\frac{B}{d} \right) - 1 \right]} = \frac{2.05 K_2 (H_D - h^*)}{B \left[\lg \left(\frac{B}{d} \right) - 0.435 \right]} \quad (1-94)$$

وفي النتيجة معادلة التوازن تأخذ الشكل التالي:

$$\frac{\mu}{t} (h_H - h_K) = q'_0 + \frac{K_3}{T_3} (h^* - H) - \frac{2.05 K_2 (H - h^*)}{B \left[\lg \left(\frac{B}{d} \right) - 0.435 \right]} \quad (1-95)$$

بإدخال الرموز الآتية:

$$L = \frac{t}{\mu} \left[\frac{2.05 K_2 H_D}{B \left[\lg \left(\frac{B}{d} \right) - 0.435 \right]} + \frac{K_2}{T_0} H - q'_0 \right] \quad (1-96)$$

$$S = \frac{t}{2\mu} \left[\frac{2.05 K_2}{B \left[\lg \left(\frac{B}{d} \right) - 0.435 \right]} + \frac{K_2}{T_0} \right] \quad (1-97)$$

حيث: $\left[\frac{m}{day} \right]; K_2$ - معامل النفاذية. $\left[\frac{m}{day} \right]; H_D$ - عمق توضع المصارف. $B; [m]$ - المسافة بين المصارف. μ - ثابت تغذية المياه للتربة وهو يساوي: $\mu = 0.5$ من أجل التربة المدروسة. $[m]; T_0$ - العمق المحول للطبقة ضعيفة النفاذية. $[m]; H$ - عمق المياه الجوفية. $\left[\frac{m}{day} \right]; -q_0$ - التغذية الوسطية المترسبة خلال الفترة الحسابية. $[m]; d$ - قطر المصرف مع النظر إلى أبعاد ردميات التصفية. $[m/day]; D$ - المودول الوسطي لجريان مياه الصرف خلال الفترة الحسابية. وبالأخذ بالحسبان المعادلات (1.87) و (1.86) و (1.85) تُشكّل المعادلة الآتية:

$$h_H - h_K = 2Sh^* - L \quad (1-98)$$

بالتعويض في المعادلة (1-87) قيمة h^* نحصل على:

$$h_H - h_K = S(h_H + h_K) - L \quad (1-99)$$

من هنا يمكن إيجاد عمق المياه الجوفية في نهاية الشهر، h_K من خلال معرفة عمق

المياه الجوفية في بداية الشهر: h_H :

$$h_K = \frac{1-S}{1+S} h_H + \frac{L}{1+S} \quad (1-100)$$

يُمكن إيجاد عمق المياه الجوفية في نهاية الشهر التالي أيضاً وفق المعادلة (1-91)،
لكون أن عمق المياه الجوفية في بداية الشهر هو نفسه العمق في نهاية الشهر السابق. بالتالي
من أجل حساب تذبذب منسوب المياه الجوفية يجب أن تُحسب من أجل كل شهر قيمة: $L; S$
وفق المُعادلات (1-88) و (1-89). بتعويض القيم المعلومة في هذه المعادلات نحصل على:

$$L = \frac{30}{0.15} \left[\frac{2.05 \cdot 0.3 \cdot 3.5}{170 \left[\lg \left(\frac{170}{0.4} \right) - 0.435 \right]} \right] 1.65 - q'_0 = 1.38 - 200q'_0$$

$$S = \frac{30}{2 \cdot 0.15} \left[\frac{2.05 \cdot 0.3}{170 \left[\lg \left(\frac{170}{0.4} \right) - 0.435 \right]} + \frac{0.3}{433} \right] = 0.23$$

يجب حساب قيمة: $q'_0; [m/day]$ كل شهر من العلاقة:

$$q'_0 = a_2 Oc + Op + \Phi_K - U \quad (1-100)$$

يُبين في الجدول (1-17) حساب كل من: $q'_0; L; S$. بافتراض عمق مياه الجوفية
اختيارياً في ١ ك ٢ ($h_H = 2[m]$)، يُحدد عمق المياه الجوفية في كل شهر (حتى: ٣١ ك ١).
الجدول (1-17): حساب عناصر المُوازنة المائية:

الأشهر	$a_2 Oc$	Op	Φ_K	U	q'_0		L	$L(1+S)$	$h_H; [m]$	$h_K; [m]$
	$\frac{m^3}{[ha]}$				$\frac{m^3}{[ha]}$	$10...3[m/day]$				
01	126	0	0	90	36	0.12	1.36	1.11	2.00	2.36
02	54	0	0	130	-76	-0.27	1.43	1.16	2.36	2.64
03	117	0	0	216	-99	-0.32	1.44	1.17	2.64	2.82
04	261	126	17	335	69	0.23	1.33	1.08	2.82	2.85
05	0	882	120	733	269	0.87	1.21	0.98	2.85	2.76
06	0	1404	192	1300	296	0.99	1.18	0.96	2.76	2.69
07	0	1809	247	1933	123	0.40	1.30	1.06	2.69	2.74
08	0	1809	247	1886	170	0.55	1.27	1.03	2.74	2.75
09	0	765	104	1046	-177	-0.59	1.50	1.22	2.75	2.94
10	207	0	0	270	-63	-0.20	1.42	1.15	2.94	2.99
11	288	482	66	135	701	2.34	0.91	0.74	2.99	2.61
12	72	1111	151	90	1244	4.01	0.58	0.47	2.61	2.10
المجموع	1125	8388	1144	8164	2493	-	-	-	-	-
ملاحظة	$S = 0.23; L = 1.38 - 200q'_0; h_K = 0.626; h_H = 0.813L$									

من أجل تصميم نظام ريّ ثابت خلال العام، ويفرض أن تكون الثوابت المناخية وسطية

لعدد كبير من السنوات. وهذا يجعل عمق المياه الجوفية في بداية العام ونهايته ثابتاً أو يختلف بسنتيمترات، فإذا حصل ذلك في نتيجة الحساب فهذا يعني أن العمق في بداية ١ ك ٢ قد اختير صحيحاً. إذا كان الانحراف أيضاً كبيراً فإن الحساب وفق المعادلة (1-88) يجب استمراره باستخدام بداية عمق المياه الجوفية في نهاية العام السابق. يُجرى عادةً حساب كافٍ لتذبذب المياه الجوفية خلال عام ونصف، ونادراً خلال عامين، حيث يتكرر عمق المياه الجوفية في الأشهر المتطابقة بدقة حتى: 5%.

بعد حساب عمق المياه الجوفية: h_H و h_K يُحدد العمق الوسطي للمياه الجوفية لكل شهر: h^* ، ووفق المعادلة (1-82) لحدود التوازن المتعلقة بالعمق: h^* . من أجل تبسيط الحسابات يُعبر عن هذه المُعادلات بالشكل الآتي:

$$P = \frac{0.3}{433} (h^* - 1.85) 30 \cdot 10000 = 208 (h^* - 1.85) [m^3 / hr] \text{ خلال شهر}$$

$$D = \frac{2.05 \cdot 0.3 \cdot (3.5 - h^*)}{170 \left[\lg \left(\frac{170}{0.4} \right) - 0.435 \right]} 30 \cdot 10000 = 495 (3.5 - h^*) [m^3 / hr] \text{ خلال شهر}$$

تغير احتياطي المياه الجوفية: $[m^3 / hr]$

$$\Delta W = \mu (h_H - h_K) 10000 = 1500 (h_H - h_K) \quad (1-101)$$

عند إيجاد حدود التوازن لعمق المياه الجوفية في المعادلة (1-82) من أجل كل شهر يجب تحقيق مساواة الجزء الأيمن والأيسر مما يخدم النظام الحسابي. يُبين الجدول (1-18) هذا الحساب.

لا يتجاوز التغير في الموازنة السنوية للمياه الجوفية: 7.1% من مجموع مراحل التوازن القيمة: $7.1 = \frac{(311 \cdot 100)}{(2443 + 1854)}$.

يُلاحظ أن التغير الشهري غير كبير وتُدار إشارتها مما يُثبت صحة الحسابات. يُبين في العمود الأخير من الجدول (1-18) المياه المُقدمة إلى الحقل والاستهلاك على التبخر. يظهر من خلال القيمة السنوية أن التسرب يتجاوز تبخر المياه المعدنية الجوفية، هذا يعني أن التربة ستُغسل. وتتجمع الأملاح نسبياً في الأفق العلوي في نهاية فترة النمو بشدة تيارات المياه الجوفية غير الصاعدة في الفترة الباردة من العام.

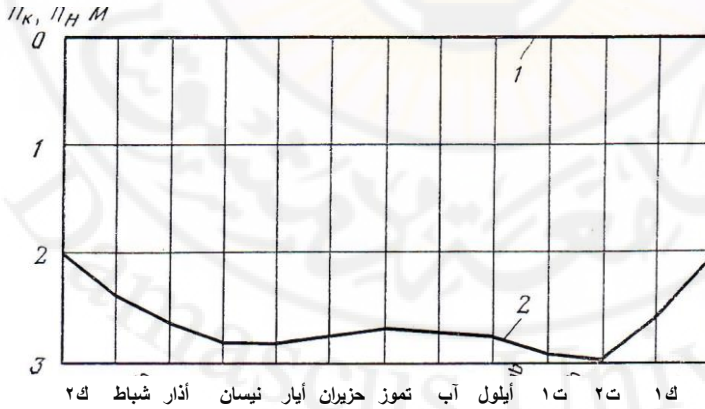
يُنشأ منحني تذبذب عمق المياه الجوفية وفق مُعطيات الجدول (1-18) الشكل (1-23). ونجد العمق الوسطي للمياه الجوفية بين المصارف في الحدود: $2.6 \dots 2.9 [m]$ وهذا يعني

تجاوز العمق الحرج. يُلاحظ الارتفاع الأعظمي للمياه الجوفية في نهاية الغسل، مُساوياً:
 $1.99[m]$

الجدول (1-18): تحديد الانحراف في معادلة التوازن:

الشهر	h_H	h_K	h^*	q'_0	P	D	$d'_0 + P - D$	ΔW	الانحراف	$(a_2 O_c + O_p - U)$
	[m]			$\frac{m^3}{ha}$						
01	2.00	2.36	2.18	36	69	653	-548	-540	-8	36
02	2.36	2.64	2.50	-76	135	495	-436	-420	-16	-76
03	2.64	2.82	2.73	-99	183	381	-297	-270	-27	-99
04	2.82	2.85	2.84	69	20	327	-238	-45	-193	52
05	2.85	2.76	2.80	269	198	346	121	135	-14	149
06	2.76	2.69	2.72	296	181	386	91	105	-14	104
07	2.69	2.74	2.72	123	181	386	-82	-75	-7	-124
08	2.74	2.75	2.74	170	185	376	-21	-15	-6	-77
09	2.75	2.94	2.84	-177	206	327	-298	-28	-13	-281
10	2.94	2.99	2.97	-63	233	262	-92	-75	-17	-63
11	2.99	2.61	2.80	701	198	246	553	570	-17	635
12	2.61	2.10	2.36	1244	106	564	786	765	+21	1093
				$\Sigma 2493$	$\Sigma 1895$	$\Sigma 4849$	$\Sigma -461$	$\Delta W_{\phi} = -150$	$\Sigma -311$	$\Sigma 1349$

يسمح الانخفاض السريع التالي للمنسوب بالوقت ذاته بالبدا في الأعمال الزراعية في الربيع. يتغير مودول (مُقنن) الصرف وفق الزمن: يُلاحظ التدفق الأعظمي: $564[m^3/s]$ في كانون ١، والأصغري: $262[m^3/s]$ في أيار وتشيرين ١. هذه القيم مطلوبة من أجل الحساب الهيدروليكي للمصارف.



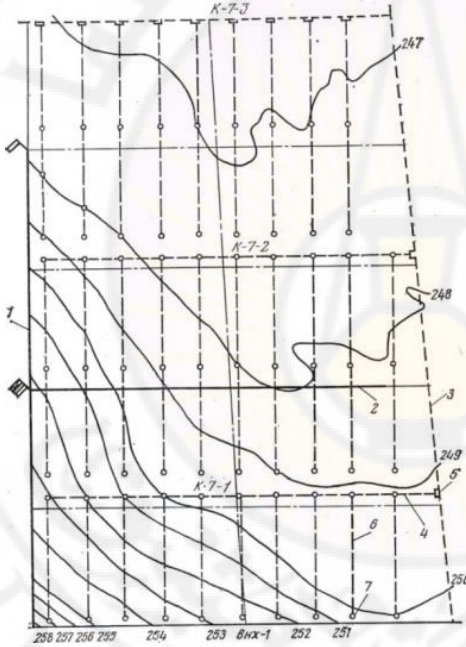
الشكل (1-23):
 المنحنى البياني
 لتذبذب مناسيب
 المياه الجوفية
 السنوي: ١ - سطح
 الأرض، ٢ - منسوب
 المياه الجوفية.

توضع قنوات الري الدائمة وشبكة مجاري الصرف في المخطط الأفقي:

يدخل في تكوين قنوات الري الدائمة قنوات التوزيع الزراعية وقنوات التوزيع الزراعية الداخلية. عند الربط تُؤخذ بالحسبان التضاريس الموضعية والشروط الهيدرولوجية (وجود واتجاه تيارات المياه الجوفية)، والاستخدام الزراعي للمساحات (توزيع المساحات المنفصلة،

وقطاعات السقاية) وتقنية السقاية.

يجب على شبكة الصرف ألا تُعيق الأعمال الميكانيكية للحقول، ولذلك يجب أن لا تقل المسافة بين المجاري المكشوفة عن: $800[m]$ ، ويجب أن يكون المصارف المُتقاطعة مع قنوات الري أصغرياً. ولا يُفضل توضع قنوات الري بالقرب من المصارف أو المجاري بصورة متوازية. ويجب توزيع المجاري والمصارف وفق التضاريس وخاصةً في المُنخفضات وفي الوسط بين قنوات الري. ويُفضل توضع المصارف عمودياً على اتجاه حركة المياه الجوفية. وعند انعدامها أو انعدام جزء غير كبير نسبياً من شبكة مجاري الصرف يجب توزيعها وفق اتجاه الميل الموضعي الأعظمي. تُصمم شبكة مجاري الصرف بالشكل التالي: الشكل (1-24).



الشكل (1-24): توزيع شبكة الري
الداخلية الزراعية وشبكة الصرف (من
قطاع الدورة الزراعية IV)، ١- موزع
زراعي داخلي من الدرجة الثانية، ٢-
موزع قطاعي، ٣- مجرى بيني
زراعي، ٤- مجرى مغلق زراعي
داخلي، ٥- منشأة المصب ذات مركز
لقياس كثافة المياه، ٦- مصرف
مغلق، ٧- بئر مراقبة.

تُوزع المصارف وفق الميل الأعظمي. ويتراوح طولها بين: $500...1000[m]$ ، لأن تيارات المياه الجوفية في الأفق العلوي غير كبيرة نسبياً، وستعمل المصارف أساساً عند التغذية الشاقولية (من الأعلى إلى الأسفل). وتُنشأ المصارف بصورة موازية للقنوات الزراعية الداخلية على مسافة لا تقل عن: $20...40[m]$.

تصب المصارف المُغلقة في مجاري مكشوفة أو مُغلقة بطول: $1600...3000[m]$. يُلاحظ ميل المجاري بزاوية حادة على الأفق، وتساوي المسافة من المجرى حتى أقرب موزع قطاعي: $50[m]$.

تُوزع المجاري الزراعية الداخلية والقنوات المكشوفة على طول الموزعات الزراعية الداخلية أساساً وفق الحدود بين الدورات الزراعية، وتساوي المسافة بينهم: $800[m]$ ، ويُساوي طولها: $2400...3200[m]$. يُصمم المجرى المكشوف البيئي الزراعي K-7 وفق الحد للمزرعة.

تصميم شبكة الصرف في المخطط الشاقولي:

من أجل تحقيق عمل نظامي للمصارف ولصرف المياه الزائدة لا بُد مما يلي:

١- يجب أن لا يقل عمق توضع المصارف على كامل امتدادها عن العمق الحسابي الناتج عن التجفيف. ولا يقل ميل المجاري والمصارف الأنبوبية المغلقة عن: 0.002 إذا كان قطرها: $50...100[mm]$. ولا يقل الميل عن: 0.0015 عند قطر: $125...200[mm]$ ، ولا يقل عن: 0.001 عند قطر أكبر من: $200[mm]$ ، ولا يقل ميل المجاري المكشوفة عن: 0.003 .

٢- يجب أن يكون أسفل المصارف أعلى من المجرى بمقدار قطر المجرى عند اتصال المصارف المغلقة مع المجاري المغلقة بواسطة آبار المراقبة. ويجب أن يكون قعر المصارف المغلقة أو المجاري عند الاتصال مع المكشوفة أعلى من منسوب المياه النظامي في المجرى بمقدار: $0.4...0.5[m]$ ، ولا يجب أن يعلو منسوب المياه الأعظمي في المجرى ماسورة الصرف في المصب. تُقرن المجاري المكشوفة بحيث تكون المناسيب الحسابية التي تصب في المجرى أعلى من المناسيب الحسابية المطابقة بمقدار: $0.1...0.2[m]$.

عند الميل الموضعي الأعظمي: 0.003 يُمكن وضع المصارف وفق كامل الطول بعمق ثابت: $3.5[m]$ وهذا مما يُحقق لميلها: $i = 0.003$ الذي يتجاوز الميل الأصغري المسموح به.

يُشكل ميل سطح الأرض للقطاع: 0.0015 ، أي إنه أصغر من الميل الأصغري المسموح به. يُزاد عمق مصبات المصارف من أجل تشكيل ميل لها: 0.002 ، وتُرفع مصادرها بمقدار: $25[cm]$. يُشكل عند ذلك عمق المصرف في المنبع القيمة: $3.5 - 0.25 = 3.25[m]$ ، ويُشكل عمق المصرف في المصب القيمة: $3.5 + 0.25 = 3.75[m]$.

تُوضع المجاري المغلقة بزاوية حادة على الأفق. ويُساوي ميل سطح الأرض في هذا الاتجاه في الجزء الشمالي للقطاع القيمة: 0.001 ، وهذا يعني أقل من الأصغري المسموح به. بالربط مع ذلك يُزاد عمق مصب المجرى المغلق K-7-3 بمقدار: $0.8[m]$ بالمقارنة مع بدايته.

وعندما يكون طول المجرى: $1700[m]$ فإن ميله يُساوي: $i = \frac{(1.7 + 0.8)}{1700} = 0.0015$.

عندما يكون عمق المصرف في المصب: $3.5[m]$ وبقطر مجرى مُغلق: $0.2[m]$

عند عمق ثابت للمجاري. يُحدد عمق المجرى K-7: $5[m]$ من الاتصال الطبيعي مع المجاري الصغيرة. يعبر المجرى K-7 من موقع صب المجرى المغلق K-7-1 إلى مجرى الجريان المُخصص لصرف المياه القادمة من جهة الجبال.

١-١١ - الحساب الهيدروليكي، التصميم والمقاطع العرضية لشبكة الصرف (مجاري الدريناج): يُنجز الحساب الهيدروليكي لشبكة المجاري الدريناج وفق معادلات الحركة المنتظمة للمياه. يجب عند ذلك تحديد مقاسات المقطع العرضي للمصارف والمجاري التي تُحقق المرور الأعظمي لتدفق الصرف.

حساب المصارف المغلقة: تُصمم المصارف المغلقة بطول: $l = 1000[m]$ وبميل: $i = 0.002$ والمسافة بينهما: $B = 170[m]$. عند مُودول (مُقنن) الصرف الأعظمي: $D_{\max} = 0.218[l / (s.hr)]$ وبالتالي فإن التدفق في مصب المصرف يُساوي:

$$Q_{\max} = 0.218 \cdot 1000 \cdot 170 \cdot 0.0001 = 3.71[l / s]$$

تُستخدم المصارف المُصنعة من أنابيب الفخار بطول: $33[cm]$. مُعامل الخشونة لها: $n = 0.015$ ، ويُحدد تدفق المصرف عند امتلاء المقطع الكامل من المعادلة الآتية:

$$Q = 0.393Cd^{\frac{5}{2}}i^{\frac{1}{2}} \quad (1-102)$$

حيث: C - ثابت شيزي المُحدد وفق الجدول (1-19).

من أجل تبسيط الحسابات تأخذ المعادلة (1-89) الشكل الآتي:

$$Q = \alpha \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad (1-103)$$

حيث: $\alpha = 0.393Cd^{\frac{5}{2}}$ - انظر الجدول (1-19).

d ; [m] - القطر الداخلي للمصرف.

عند تدفق معين معلوم: $Q = 3.71[l / s] = 0.00371[m^3 / s]$ وميل: $i = 0.002$

نجد أن: $\alpha = Q / \sqrt{i} = 0.00371 / \sqrt{0.002} = 0.082$. ويُحدد القطر: $d = 125[mm]$ وفق الجدول (1-19).

السرعة في المصرف عند مرور التدفق الأعظمي:

$$v = 0.5Cd^{\frac{1}{2}}i^{\frac{1}{2}} \quad (1-104)$$

حيث: $\beta = 0.5Cd^{\frac{1}{2}}$ ونجد: d ; n وفق الجدول (1-13).

عندما: $d = 0.125[m]$; $n = 0.015$; $\beta = 6.6$ فإن:

$v = 6.60\sqrt{0.0020} = 0.3[m/s]$. تقع هذه السرعة في الحدود المسموح بها:
 $0.15...1[m/s]$ ومن أجل المصارف الأنبوبية. المودول الأصغري (مُقنن الصرف) يُساوي:
 $0.100[l/(s.hr)]$ والتدفق الأصغري الناتج عنه في المصرف عند المصب:
 $Q_{\min} = 0.100 \cdot 1000 \cdot 170 / 10000 = 1.70[l/s]$

الجدول (1-19): تحديد قيم: $C; \alpha; \beta$ وفق العلاقة بالقطر: d وبثابت الخشونة: n :

$d; [mm]$	$n = 0.012$			$n = 0.013$			$n = 0.015$		
	C	α	β	C	α	β	C	α	β
100	45.1	0.0559	7.12	41.6	0.0517	6.58	36.1	0.048	5.70
123	46.6	0.097	8.17	43.0	0.0895	7.55	37.3	0.0776	6.54
125	46.7	0.101	8.26	43.1	0.0935	7.62	37.3	0.0809	6.60
141	47.7	0.140	8.97	44.0	0.129	8.27	38.2	0.113	7.18
147	48.0	0.155	9.19	44.3	0.143	8.48	38.4	0.124	7.35
150	48.2	0.165	9.30	44.5	0.152	8.61	39.2	0.134	7.58
180	49.7	0.269	10.60	45.9	0.248	9.74	39.7	0.214	8.41
195	50.4	0.332	11.10	45.5	0.307	10.30	40.3	0.266	8.90
200	50.6	0.357	11.30	46.7	0.328	10.40	40.5	0.285	9.06
243	52.2	0.596	12.90	48.2	0.551	11.90	41.8	0.478	10.30
250	52.5	0.644	13.10	48.5	0.594	12.10	42.0	0.515	10.50
300	54.2	1.050	14.90	50.0	0.969	13.70	43.3	0.840	11.90
338	55.2	1.440	16.00	51.0	1.330	14.80	44.2	1.160	12.80
350	55.5	1.580	16.40	51.2	1.460	15.20	44.2	1.270	13.10
400	56.8	2.260	17.90	52.4	2.080	16.50	45.4	1.800	14.30
482	58.6	3.720	20.30	54.1	3.430	19.10	46.9	2.960	16.30

من أجل تحديد امتلاء المصرف بقطر: $d = 0.125[m]$ يُسمح لهذا التدفق وبأي سرعة، ونجد النسبة: $A = Q_{\min}; Q = 1.7/3.71 = 0.46$. وتُحدد الثوابت: $a; b$ اعتماداً قيمة: A من الجدول (1-20). في هذه الحالة: $a = 0.48; b = 0.98$. يُساوي امتلاء المصرف عند ذلك: $h_{\min} = ad = 0.48 \cdot 0.125 = 0.06[m]$ نجد أن: السرعة:

$v_{\min} = vb = 0.98 \cdot 0.3 = 0.29[m/s]$ وهي أيضاً تقع ضمن الحدود المسموح بها.

الجدول (1-20): تحديد الثوابت: $a; b$ وفق العلاقة بالقيمة: A :

A	1.000	1.070	1.068	1.048	0.994	0.927	0.830	0.750	0.678	0.583
a	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55
b	1.000	1.100	1.150	1.157	1.157	1.152	1.137	1.115	1.079	1.045
A	0.500	0.415	0.332	0.256	0.188	0.129	0.080	0.045	0.020	0.004
a	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05
b	1.000	0.940	0.890	0.810	0.740	0.635	0.550	0.435	0.333	0.180

تصميم المجرى المغلق: يُنجز المجرى المغلق K-7-2 من أنابيب الأسبستوس الإسمنتي: $n = 0.012$ على قارنات دون تقوب وردميات ارتشاحية تعمل كفلتر. وهو يجمع ويصرف المياه من: 10 مصارف. وبما أن كلفة إنشاء المجرى تتعلق بقطر الأنابيب التي يجب أن تكون نظامية (بحسب النورمات) يُستخدم مقطع المجرى متغيراً بالتطابق مع التدفق المار عبره. يُبين الجدول (1-21) نتائج عملية الحساب. تزداد السرعة إلى المصب وهذا يعني أنها مناسبة ولا تتجاوز الحدود المسموح بها.

الجدول (1-21): حساب المجرى المغلق K-7-2:

رقم المصرف	المراكز	الميل	التدفق الأعظمي				
			$Q[m^3 / s]$	α	$d[mm]$	β	$v[m / s]$
1	NK0...NK1+70	0.001	0.0371	1.16	338	16.0	0.51
2	NK1+70NK3+40	0.001	0.0334	1.04	300	14.9	0.47
3	NK3+40...NK5+10	0.001	0.0297	0.93	300	14.9	0.47
4	NK5+10...NK6+80	0.001	0.0260	0.81	300	14.9	0.47
5	NK6+80...NK8+50	0.001	0.0223	0.70	300	14.9	0.47
6	NK8+50...NK10+20	0.001	0.0186	0.58	243	12.9	0.41
7	NK10+20...NK11+90	0.001	0.0148	0.46	243	12.9	0.41
8	NK11+90...NK13+60	0.003	0.0111	0.20	180	10.6	0.58
9	NK13+60...NK15+30	0.003	0.0074	0.13	141	8.97	0.49
10	NK15+30...NK-17	0.003	0.00371	0.067	100	7.12	0.39

تابع الجدول (1-21):

رقم المصرف	التدفق الأعظمي					
	$Q[m^3 / s]$	A	a	$h[m]$	b	$v[m / s]$
1	0.0170	0.458	0.48	0.16	0.98	0.50
2	0.0153	0.458	0.48	0.14	0.98	0.46
3	0.0136	0.458	0.48	0.14	0.98	0.46
4	0.0119	0.458	0.48	0.14	0.98	0.46
5	0.0102	0.458	0.48	0.14	0.98	0.46
6	0.0085	0.458	0.48	0.12	0.98	0.40
7	0.0068	0.458	0.48	0.12	0.98	0.40
8	0.0051	0.458	0.48	0.09	0.98	0.57
9	0.0034	0.458	0.48	0.07	0.98	0.48
10	0.0017	0.458	0.48	0.05	0.98	0.38

١٢-١ - حساب الغسل الاستثماري والصرف المؤقت، تنظيم الغسل وحجم العمل:

لا يُمكن استصلاح الأرض دون إزالة الملوحة الأولية منها. بالربط مع ذلك يُدرس في المشروع الغسل الاستثماري للأرض المالحة، وتُحدد معدلات الغسل التي تُزيل الأملاح إلى خارج حدود المنطقة المدروسة والتي تُحقق الملوحة المطلوبة في الطبقة الحسابية للتربة. تُؤخذ

بالحسبان الشروط الطبيعية للأرض وإمكانية تنظيم المزارع عند الحسابات. تُدرس عملية غسل الأملاح من الأرض (المحالييل وإزالة الأملاح) كمجموع تدفقات (تيارات) هيدروديناميكية وانتشارية في التربة عند إشباعها الكامل بالمياه.

يُحدد مُعدّل الغسل الصافي المطلوب من أجل إزالة الملوحة في طبقة مُحددة للتربة حتى الحدود المسموح بها:

$$N_{HT} = (2a\sqrt{D^*t} + h)m \quad (1-105)$$

حيث: N_{HT} ; $\left[\frac{m^3}{day}\right]$ - مُعدّل الغسل الصافي. D^* ; $[m^2 / day]$ - مُعامل الانتشار بالحمل. t ; $[day]$ - مدة الغسل. m - مسامية التربة، نسبة من الحجم. h ; $[m]$ - العمق الحسابي للطبقة المغسولة.

تُحدد قيمة الثابت: a وفق العلاقة: $\bar{C} = C_{DON} / C_{UCX}$ حيث: C_{DON} محتوى الأملاح المسموح به: % من كتلة التربة الجافة. C_{UCX} - المحتوى البدائي للأملاح: % من كتلة التربة الجافة قبل إجراء عملية الغسل: الجدول (1-22).

الجدول (1-22): قيمة الثابت: a وفق العلاقة: $\bar{C} = C_{DON} / C_{UCX}$:

$\bar{C}$	0.001	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14
a	2.19	1.65	1.45	1.24	1.10	0.99	0.91	0.83	0.76
$\bar{C}$	0.16	0.18	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
a	0.70	0.65	0.60	0.48	0.37	0.27	0.18	0.09	0

نجد قيمة الثابت: a وفق العلاقة: $\bar{C} = (C_{DON} - C_N) / (C_{UCX} - C_N)$ حيث: C_N ; % محتوى الأملاح من مياه الصرف عند الغسل.

يُستخدم العمق الحسابي المطلوب لإزالة الملوحة المستقرة في التربة مساوياً: $h = 1[m]$. يُمكن افتراض محتوى الكلور: $C_{DON} = 0.01\% Cl^-$ عند أملاح كلوريد السلفات وهو الحد المسموح به لمحتوى الأملاح من أجل زراعة القطن بعد الغسل الاستثماري.

يُفرض مُعامل الانتشار هنا بمقدار هو يساوي: $D^* = 0.015[m^2 / day]$ ، ومسامية: $m = 0.48$.

إن الوقت المناسب لإجراء الغسل هو الخريف والشتاء (تشرين أول-شباط). محتوى الكلور الوسطي في الطبقة: $0 \dots 1[m]$ يساوي: 0.199% . مع الأخذ بالحسبان أنه لا توجد على الأرض حقول مروية، وأن مياه المصارف تُستخدم من أجل الغسل بمياه النهر. في هذه الحالة: $\bar{C} = C_{DON} / C_{UCX} = 0.01 / 0.199 = 0.05$ قيمة: $\bar{C} = 0.05$ تُطابق: $a = 1.17$.

بإعطاء مُدد مختلفة للغسل: $t; [day]$ نجد وفق المعادلة (1-105) معدل الغسل الصافي: N_{HT} والسرعة المطلوبة لصرف مياه الغسل: الجدول (1-23).

الجدول (1-23): معدل الغسل الصافي: N_{HT} والسرعة المطلوبة لصرف مياه الغسل:

الثابت	$t; [day]$					
	30	60	90	120	150	180
$N_{HT}; [m^3 / hr]$	12100	15000	17300	19300	21000	22440
$v; [m / day]$	0.042	0.025	0.019	0.016	0.014	0.012

وبهذا الشكل تتعلق قيمة معدل الغسل والسرعة المطلوبة لصرف مياه الغسل بمدة الغسل. تُحدد سرعة صرف مياه الغسل المتشكلة في المصارف الدائمة وفق العلاقات المبينة أعلاه عند شروط ارتفاع المياه الجوفية حتى سطح الأرض. يجب الافتراض أن الحساب الهيدروليكي للمصارف مبين في مودول (مقنن) الصرف: $D = 0.08 [l / (s.hr)]$ وزيادته تؤدي إلى الضغط على عمل المصارف. بفرض الضاغط في المصرف عند الغسل: $0.5[m]$ ، نحصل على الضغط المؤثر: $\Delta h = H_D - 0.5 = 3.5 - 0.5 = 3[m]$. عندها من المعادلة (1-86) نحصل على:

$$0.435T^* + (\Delta \bar{H} - 1) \lg T^* = (\Delta H - 1) \lg \frac{2T}{d^*} + 0.301$$

نجد القيمة:

$$\Delta \bar{H} = 1 + \frac{0.435T^* - 0.301}{\lg \left[\frac{2T_0}{(T^* d^*)} \right]} = 1 + \frac{0.435 \cdot 8 - 0.301}{\lg \left[\frac{2 \cdot 433}{(8 \cdot 165)} \right]} = 1.73$$

$$T^* = \pi T / B = 3.14 \cdot 433 / 170 = 0.8 \quad \text{حيث:}$$

$$d^* = \sqrt{2d(\Delta h + d)} = \sqrt{2 \cdot 0.4(3 + 0.4)} = 1.65[m]$$

ثم من المعادلة: $\Delta \bar{H} = \frac{(\Delta H - \bar{q}T)}{\Delta h}$ عند قيم معلومة: $\Delta H; T; \Delta h$ نحدد:

$$\bar{q} = \frac{\Delta \bar{H} \Delta h - \Delta H}{T} = \frac{1.73 \cdot 3 - 1.65}{433} = 0.0082[m / day]$$

وتكون قيمة المودول (المقنن) الناتج عن التسرب عبر شبكة المصارف الدائمة في شروط الغسل، $q_0 = K_1 q = 0.3 \cdot 0.008 = 0.0025[m / day]$ القيمة الناتجة أصغر من السرعة المطلوبة: v لصرف مياه الصرف عند أي فترة زمنية: t . بهذا الشكل لا يُمكن للصرف الدائم تحقيق صرف مياه الغسل في الفترة المحددة، لذلك يجب تصميم الصرف المؤقت في فترة

الغسل، المنشأ عادةً في شكل قنوات مكشوفة غير عميقة: $0.8...1.2[m]$.
 بمقارنة السرعة المطلوبة لصرف مياه الغسل: v والسرعة المشككة بالصرف الدائم: q_0
 نُحدد الفرق: $v - q_0$ ووفقاً نُحدد المسافة بين المصارف المؤقتة: B_1 . عمق المصرف:
 $h = 1[m]$ وقطر: $d_1 = 0.5b_0 + h = 0.5 \cdot 0.5 + 0.1 = 0.35[m]$ حيث: $b_0 = 0.5[m]$
 - عرض المصارف المؤقتة عند القاع، و $h_0 = 0.1[m]$ - عمق المياه في المصارف المؤقتة.
 يتحقق حساب الصرف المؤقت وفقاً لمعادلة كوستياكوف:

$$v - q_0 = \frac{\pi K_1 h}{B_1 \left[\ln \left(\frac{B_1}{d_1} \right) - 1 \right]} = \frac{1.36 K_1 h}{B_1 \left[\left(\frac{B_1}{d_1} \right) - 0.435 \right]} \quad (1-106)$$

وبفرض أن نفاذية الرديمات المغطاة (الفلتر) مُنخفضة: $0.3[m/day]$ ، فإنه في فترة
 الغسل تُدرس التربة حتى العمق: $1[m]$ ، وهذا يسمح وفق البحث الحالي بزيادة معامل التسرب
 حتى: $0.5[m/day]$.

عند القيم المعروفة: $K_1 = 0.5[m/day]$ و $h = 1[m]$ و $d_1 = 0.35[m]$
 وبالاختيار نجد المسافة بين المصارف المؤقتة: B_1 ، التي تُحقق صرف المياه الجوفية بالسرعة:
 $v - q_0$ عند مدد غسيل مختلفة: t . تُبين نتائج الحسابات في الجدول (1-24).
الجدول (1-24): نتائج الحسابات لسرعة مياه الصرف والمسافة بين المصارف المؤقتة:

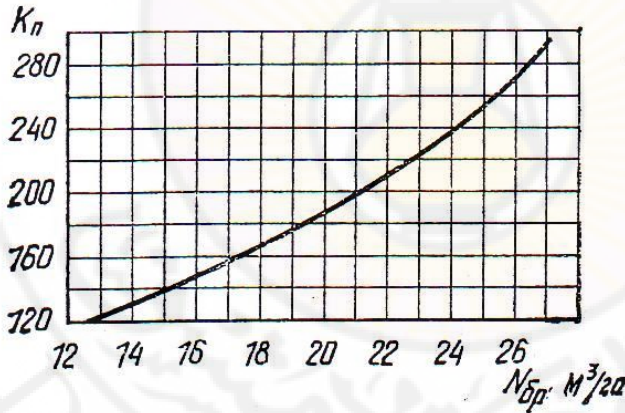
الثوابت	مدة الغسل: $t; [day]$				
	30	60	90	120	150
سرعة صرف المياه الجوفية بالمصارف المؤقتة: $v - q_0; [m/day]$	0.0395	0.0225	0.0165	0.0135	0.0115
المسافة بين المصارف المؤقتة: $B_1; [m]$	14	22	30	34	37

بهذا الشكل فإن تغير مدد الغسيل يتبعه زيادة في تغير حجم العمل وفق إنشاء الصرف
 المؤقت، لذلك من أجل اختيار استمرارية الغسل يجب إنجاز الحسابات التقنية والاقتصادية
 لبارامترات شبكة الري وشبكة الصرف، والضياعات على الإنشاء وإجراء الغسل وتحديد مدة
 الغسل بصورة نهائية، التي تُحقق الضياعات الأصغر على إجرائها.
 تتكون الضياعات المرتبطة بإنشاء شبكة الصرف الإضافية وإجراء الغسل من
 الضياعات الآتية:

$$١ - \text{أجور عمل على حفر المصارف المؤقتة } (0.11 \text{ lera} / 1[m]; 10000/B_1)$$

٢- أجور عمل على إنشاء المجاري المؤقتة المكشوفة، والجوانب الترابية (الأمشاط)، وعلى حفر قنوات الري المؤقتة، وعلى تخطيط سطح الحقل قبل الغسل، وعلى حراثة التربة (١٠٠ ليرة لكل واحد هكتار).

٣- أجور الأعمال (أجور الساقى وغيرها). تزداد هذه الضياعات بزيادة استمرارية معدلات الغسل، لأن عند المعدلات الكبيرة للغسل يُجرى وفق أشواط دورية. يُعطى خلال شوط واحد إلى الحقل: $3000...4000 [m^3 / hr]$ مياه. وتُجرى أعمال الصيانة للجوانب الترابية (للأمشاط) ولقنوات الري والصرف المؤقتة بعد امتصاص مياه السقاية في التربة. ويبين الشكل (1-27) علاقة الضياعات مع معدلات الغسل. معدل الغسل هو معدل المياه المطلوب للغسل مضافاً إليه الضياعات على التبخر من سطح التربة (يساوي إلى التبخر انظر الجدول (1-1)). لا تؤخذ بالحسبان الضياعات من شبكة الري المؤقتة عند حساب معدلات الغسل، بافتراض أنها تدخل في معدل الغسل الصافي. يُجرى الغسل في فترة الخريف بدءاً من تشرين الأول.



الشكل (1-27): علاقة الضياعات (أجور العمل) على الغسل بمعدلات الغسل.

يُبين الجدول (1-25) حساب معدلات الغسل مع حساب التبخر وكلفة إنشاء شبكة الصرف، والتخطيط والأجور وغيرها من الإجراءات المبينة أعلاه. بالإضافة إلى ذلك يجب التحقق من قدرة شبكة الري الدائمة على إعطاء الكمية المطلوبة من مياه الغسل في فترات معينة.

قدرة التمرير: $[m^3 / hr]$ لقنوات الري الدائمة:

$$Q = qt86400K_{\phi OP} / 1000 \quad (1-107)$$

حيث: $q = 0.75 [l / (s.hr)]$ - قيمة الهيدرودودول (مُقن الري). t ; [day] - مدة الغسل.

$K_{\phi OP} = 1.3$ - ثابت تسرب القنوات. نتائج الحساب في الجدول (1-26):

الجدول (1-25): حساب معدلات الغسل:

مجموع الضياعات على الغسل: ليرة لواء هيكتر	أجور آلات السقاية: ليرة لواء هيكتر	كلفة التخطيط وحرارة التربة وحفر الأمشاط: ليرة لواء هيكتر	كلفة إنشاء المصارف المؤقتة: ليرة لكل هيكتر	الامتداد النوعي للمصارف المؤقتة: $[m/hr]$	المسافة بين الدريناج المؤقت: $B_1; [m]$	معدل الغسل مع اعتبار التبخر: $[m^3/hr]$	الضياعات على التبخر: $[m^3/hr]$	زمن إجراء الغسل	معدل الغسل الصافي: $[m^3/hr]$	مدة الغسل باليوم: $t; [day]$
296	125	100	71	714	14	12930	830	ت ١	12100	30
296	150	100	46	455	22	16240	1240	ت ١.٢	15000	60
308	175	100	33	333	30	18860	1560	ت ١.١ ك ١	17300	90
329	200	100	29	294	34	21010	1710	ت ١.٢ ك ٢	19300	120
347	220	100	27	270	37	22920	1920	ت ١.٢ ش	21000	150

الجدول (1-26): نتائج الحساب للزمن وللتدفق:

$t; [day]$	30	60	90	120	150
$Q; [m^3/hr]$	1944	3880	5832	7776	9720

بالمناقشة وفق قيم: $N_{bp}; Q$ لشبكة الري المحسوبة في مشروع الري، لا يُسمح بإجراء الغسل في الفترات المبينة. في هذه الحالة يجب تمديد الغسل الاستثماري مدة عامين بالتزامن مع خفض معدل الغسل السنوي، أو إنشاء شبكة ري إضافية في فترة الغسل. يُناسب النموذج الأول عندما تكون التربة شديدة الملوحة، بالتالي عند معدلات غسل أكبر من: $25000[m^3/hr]$. وأما عند معدلات الغسل الأقل من: $20000...25000[m^3/hr]$ يُناسب إنهاء الغسل الاستثماري خلال عام واحد، لذلك في المشروع المدروس يُستخدم النموذج الثاني.

إنشاء شبكة ري إضافية يتبعه زيادة بالكلفة الإضافية. الامتداد لشبكة الري الدائمة الزراعية والزراعية الداخلية المدروسة في المشروع: $23[m/hr]$. ونجد الامتداد الكلي لشبكة الري بما فيها الإضافية بزيادة امتداد الشبكة الدائمة طرداً مع الزيادة المطلوبة لقدرة القنوات على التمرير.

الفصل الثاني

تصميم شبكات الري بالرش (بالرذاذ) في مناطق الرطوبة المنخفضة (مشروع فصلي)

الهدف من المشروع: تعريف الطالب بطريقة تصميم أنظمة (شبكات) الري وتقنياتها عند السقاية باستخدام تقنيات رش مختلفة في شروط المناطق الجافة وشبه الجافة. يُنجزه في شكل مذكرة تفسيرية، مُتضمنة الحسابات والشرح لجميع الأجزاء وملحق المواد البيانية، أشكال المقاطع الطولية والعرضية، وتصميم شبكة المنشآت الهيدروتقنية ومخطط قطاع الري والتصميم عليه، تنظيم المساحة، وشبكة الري والصرف، والمنشآت الهيدروتقنية، والطرق، ومزروعات الأشجار.

٢-١- المقدمة:

عرض باختصار لمجموعة وأحكام منطقة الري، حيث يقع مشروع الري ومسائل معينة التي يجب حلها نتيجة لإجراءات التصميم.

٢-٢- نص المشروع للتصميم:

يتضمن تصميم شبكات الري بالرش في مناطق الرطوبة المنخفضة ما يلي.

١- الأرض حيث تُصمم شبكة الري الواقعة في منطقة

٢- التوجه العام لإدخال المزارع إلى أرض الري ومزارع تربية المواشي.

أوجدت الحسابات ضرورة ري القطاعات التالية:

أ- زراعة حبوب علفية في ثمانية حقول من الدورة الزراعية في مساحة كلية: [ha]

وبمعدل ري وزني وسطي صافي: $[m^3/ha]$.

ب- زراعة خضار علفية في ثمانية حقول من الدورة الزراعية في مساحة كلية: [ha]

وبمعدل ري وزني وسطي صافي: $[m^3/ha]$.

ت- تتميز نفاذية التربة للمياه بسرعة تسرب (امتصاص) في نهاية واحدة الزمن الأولية:

$$K_1; [m/h]$$

ث- مصدر الري.

منسوب المياه الحسابي في موقع سحب المياه.

تحدد مساحة القطاعات المُصممة للري: $500-700[ha]$.

يُمكن استخدام نسبة مساحات الري بالتطابق مع الجدول (1-2).

الجدول (2-1): نسبة المساحات المروية، % من الدورة الزراعية.

نوع الدورة الزراعية	المحاصيل					
	قمح ربيعي	بطاطا	خضار	ذرة	فصة	جنور درنية
٨ حقول خضار علفية	12.5	25.0	25.0	12.5	25.0	-
٨ حقول حبوب مغذية	37.5	12.5	-	-	25.0	25
الإنتاجية: $[T / hr]$	4	25	25	60	10	45

يُمكن أن يكون مصدر الري إما قناة رئيسية أو نهراً أو حوضاً مائياً. لا تُدقق في المشروع الحالي خاصية التصميم لمصدر الري، على افتراض مساحات الري المُبينة ستأمن بالمياه من حوض مائي يُخصص للمشروع وبيان إشارة منسوب المياه الحسابي في موقع سحب المياه باستخدام آلات الضخ ومحطاته.

٢-٣ - المواصفات المختصرة أو المُعينة للشروط الطبيعية، تأسيس أسلوب الري:

من الوثائق المناخية الزراعية من أجل المنطقة التي تتوضع فيها القطاعات المُصممة للري، يجب على الطالب جمع المعلومات التالية:

١ - **الشروط المناخية:** الهطولات المطرية، التبخر، حرارة الهواء، سرعة الرياح، استمرارية فترة النمو، فترات الصقيع في الربيع المتأخر والخريف المبكر، عدد أيام ذات درجة الحرارة الأكبر من: $[5C^{\circ}]$ ، ومجموع درجات الحرارة الإيجابية: $[C^{\circ}]$ ، والرطوبة النسبية للهواء، عمق التربة المُعرضة للصقيع، المراحل الأساسية لنمو المحاصيل في الدورة الزراعية.

٢ - **الشروط الترابية:** المواصفات الأساسية لاختلاف التربة في قطاعات الري (التركيب الميكانيكي للتربة، الخواص الفيزيائية، البنية، سرعة تسرب المياه في التربة في نهاية الساعة الأولى، المحتوى الملحي وغيره).

٣ - **الشروط الجيومورفولوجية:** التضاريس، الانحدارات (الميل)، الرسوم الأفقية، تُبين مواصفات هذه الثوابت في مُخطط، ويُعطى سوية مع نص المشروع للتصميم.

٤ - **الشروط الجيولوجية والهيدروجيولوجية:** البنية الجيولوجية لقطاع الري، الوضع الهيدروجيولوجي (عمق توضع منسوب المياه الجوفية ونسبة ملوحتها، قدرة الطبقة الحاوية للمياه وشرط صرف جريانات أو تيارات المياه الجوفية وغيرها).

بالاعتماد على تحليل الظروف المناخية يُعطى تقييم لتأثيرها في الإنتاج الزراعي. في المناطق ذات الرطوبة غير المستقرة فإننا نتخذ للحساب السنة متوسطة الجفاف التي تتكرر بحسب نقص التوازن المائي: 75%.

تتميز المنطقة بمناخ قاري حاد، صيف حار وجاف وشتاء بارد مع قليل من الثلوج. يُبين في الجدول (2-2) درجات الحرارة وفق محطة الأرصاد الجوية.

الجدول (2-2): درجات الحرارة الوسطية الشهرية للهواء: $[C^{\circ}]$:

الأشهر												الوسطية
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	خلال عام
-14.2	-13.8	-7.5	3.4	13.8	18.6	21.1	19.0	12.3	4.2	-3.8	-11.3	3.5

عدد الأيام ذات درجات الحرارة الأكبر من: $[C^{\circ}]$ 0؛ يُساوي: $[Day]$ 208 (-07.04)

(31.10). وعدد الأيام ذات درجات الحرارة الأكبر من: $[C^{\circ}]$ 5؛ يُساوي: $[Day]$ 174 (-21.04)

(11.10). هذه الفترة كافية من أجل زراعة محاصيل الخضار والعلفية.

تُستخدم كمية الأمطار السنوية الوسطية وكمية الأمطار للعام الجاف ووسطياً، في الحسابات: $[mm]$. يُبين الجدول (2-3) كمية الأمطار الوسطية لعام جاف.

الجدول (2-3): كمية الأمطار الوسطية لعام جاف:

الأشهر													خلال
الأمطار	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	عام
السنوية الوسطية	6.6	3.9	9.2	18.3	29.7	29.3	48.5	37.5	33.9	20.4	16.3	11.2	274.8
الوسطية لعام جاف	5.0	7.0	11.0	40.0	4.0	5.0	39.0	4.0	45.0	11.0	8.0	3.0	182.0

تتساقط أكبر كمية من الأمطار في الصيف، وليس في الشتاء، لكنها غير كافية للحصول على إنتاج زراعي مضمون. والأمطار غزيرة غالباً، الغطاء الثلجي غير كبير نسبياً وغير مُنظم تبعاً لانتقال الثلوج بسبب الرياح من الأماكن العالية للتضاريس إلى الأماكن المنخفضة. استمرارية الغطاء الثلجي خمسة أشهر (من العشرية الثانية في كانون الأول حتى العشرية الثانية في نيسان)، ويُبين الجدول (2-4) سرعة الرياح.

الجدول (2-4): السرعة الوسطية الشهرية للرياح: $[m/s]$.

الأشهر												الوسطية
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	خلال عام
5.8	5.9	6.2	5.1	4.7	4.0	3.7	3.8	4.8	5.2	5.4	5.0	5.0

تتراوح السرعة الوسطية الشهرية للرياح في فترة النمو: $[m/s]$ 3.7 – 5.1، وتتجاوز في أيام أخرى: $[m/s]$ 10. الاتجاه الذي تتميز به الرياح في فترة النمو: في النصف الأول: الجنوب الشرقي، وفي النصف الثاني: الشمال الغربي. ويُبين الجدول (2-5) الرطوبة النسبية

الوسطية للهواء %.

الجدول (2-5): الرطوبة النسبية الوسطية الشهرية للهواء: %.

الأشهر												الوسطية
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	خلال عام
85	82	79	61	44	46	41	45	49	66	82	84	64

الجدول (2-6): التبخر الوسطي الشهري من السطح المائي: [mm] عند السرعة الوسطية الشهرية للرياح.

الأشهر												المجموع
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	خلال عام
0	2	4	38	119	116	189	155	86	30	6	2	747

تُعد التربة غير مالحة، $K_1 = 0.57[m/h]$. يتوضع عمق منسوب المياه الجوفية غير المعدنية على عمق أكبر من: $[m]$ 10 وتتمتع بجريانات طبيعية جيدة. يُظهر تحليل الشروط المناخية الطبيعية والزراعية أن المنطقة المُبينة تُنسب إلى مناطق الرطوبة المُخفضة المُتميزة بعدم استقرار تساقط الأمطار، وتكرر غالباً الرياح الجافة وشبه الجافة. وهكذا في المنطقة المُبينة يُعتبر الري إضافياً إلى الأمطار الطبيعية، والأسلوب المناسب أكثر هو الري بالريذاذ. فهو يسمح بإجراء السقاية بتوازن أكبر وبضياعات أصغرية للعمل اليدوي عند المكننة والأتمتة الأعظمية لعملية السقاية.

٢-٤- مخططات عمل منشآت الري المُستخدمة:

دُرس السؤال عن استخدام آلات الري بالريذاذ من شبكة مُغلقة وسقاية زوايا المُرَبَّعات التي لا تُحقِّقها آلة الري بالريذاذ العاملة دائرياً خلال الحركة يُمكن استخدام آلات الري بالريذاذ بعيدة المدى لري المحاصيل الزراعية عند وجود أنابيب السقاية المُنتقلة في الحقل التي يُمكن من صنابيرها سحب المياه. تُوضع أنابيب السقاية المُنتقلة عمودياً على الأنابيب الثابتة بأبعاد لا تقل عن: $[m]$ 300 – 400 الواحد عن الآخر. يبين الشكل (2-1) المخطط المبدئي لتوضع شبكة الري في الحقل.

يُحدد طول المطلوب للأنابيب المُنتقلة: $[m]$ لمجموعة واحدة عند الشرط، بحيث يقع

أول تمرکز المنشأة على مسافة: $a/2$ من الأنبوب الثابت من المعادلة الآتية:

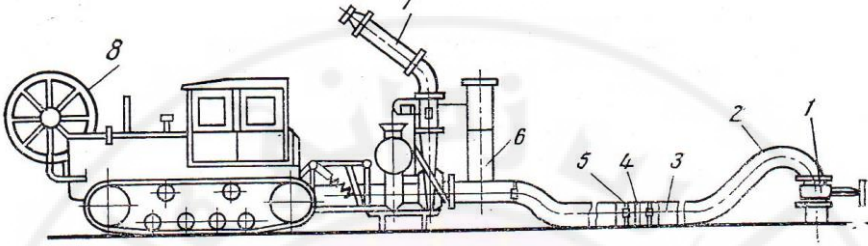
$$l_{nT} = na \quad (2-1)$$

حيث: n - عدد المراكز المثبتة على الأنابيب المُنتقل، عادةً: $n = 2 - 4$.

$[m]$ - المسافة بين المركز والذي يليه.

وفترة خدمة الآلة وغيرها عند حل مسألة عدد المواضع المناسبة لعمل آلة الري بالريذاذ العاملة بالحركة الدائرية، بالإضافة إلى الشروط الزراعية المناسبة والممكنة.

يُبين الشكل (2-2) جهاز الشد للخرطوم المرن المثبت على الجزء الأمامي لهيكل الجرار.



الشكل (2-2): مخطط التغذية المائية دون قناة (من الأنبوب) لآلة الري بالرش بعيدة المدى: ١ - صنبور

على أنبوب الري الثابت، ٢ - مرفق الوصل، ٣ - خرطوم مرن من الكابرون بطول: $80-100[m]$ ،

٤ - قارئة وصل، ٥ - حلقة إحكام ضاغطة، ٦ - منظم الضغط - لوصلة ثلاثية الفروع ذات مؤشر

للمنسوب، ٧ - جهاز التدوير، ٨ - الملفات الأسطوانية من أجل مد الخرطوم وجمعها.

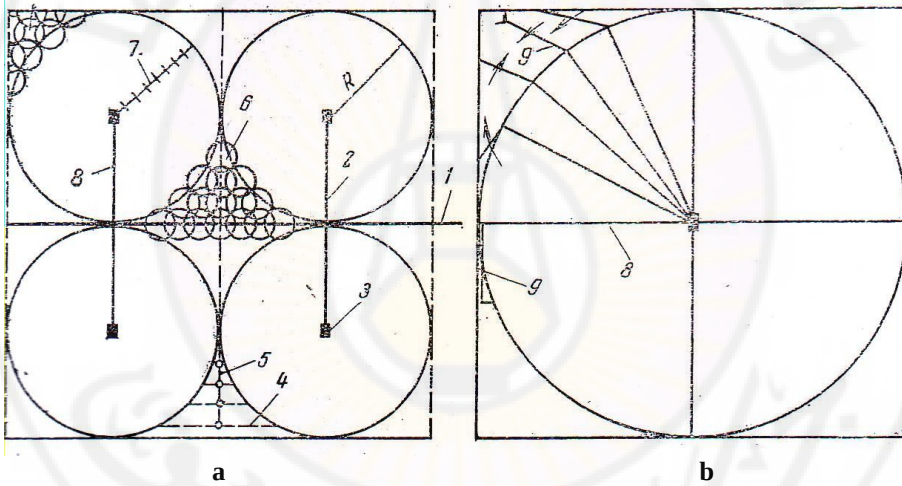
الشرط المفضل من وجهة نظر مكننة العمليات الزراعية عند السقاية باستخدام آلة الري بالريذاذ العاملة دائرياً هو أن تُوضع مساندها الثابتة وفق رؤوس مربع. يجب أن لا تقل مساحة الحقل عن مساحة السقاية من موضع واحد. يتميز مثل هذا المخطط لتنظيم مساحة قطاع الري عند طول أعظمي للآلة: $435.5[m]$ بالثوابت التالية: طول الأنبوب: $11.2[m]$ لكل: $1[ha]$. معامل استخدام المساحة المروية: 0.85% (مع اعتبار المساحة المروية باستخدام جهاز الري بالريذاذ النهائي بعيد المدى).

يزداد معامل استخدام المساحة المروية إذا توزعت المساند الثابتة وفق رؤوس مثلث متساوي الأضلاع وتحقق تلامس لمحيط الترطيب لجميع المواضع المتجاورة. يتناقص عند ذلك طول أنبوب الري لآلة الري بالريذاذ العاملة دائرياً، ويزداد طول شبكة الري لكل: $1[ha]$.

السيئة الأساسية لتوزيع المساند الثابتة وفق رؤوس مثلث متساوي الأضلاع هي الحدود المنحدرة لحقول الدورات الزراعية، التي تُعدّ مساحات سداسية الشكل. يُنصح بمثل هذه السقاية من أجل المراعي والمزروعات التي لا تتطلب بعد زراعتها مُعاملة بين خطوطها المزروعة (كالحبوب والأعشاب).

يُمكن زيادة معامل استخدام المساحة للسقاية باستخدام آلة الري بالرش العاملة دائرياً عند توزيع المساند الثابتة لها وفق رؤوس مربع باستخدام آلات وأجهزة تدوير إضافية من أجل سقاية القطاعات الزاوية في المربع. على سبيل المثال: آلة الري بعيدة المدى. فهي تعمل من

أنابيب مُنتقلة موصولة إلى الصنوبر المثبت على الأنابيب الثابتة في زوايا المربعات المتجاورة، والمُجهزة في مواضعها بأنابيب عمودية بوساطة معدات خاصة من أجل وصلها مع آلات الري بعيدة المدى. يُمكن سقاية الزوايا غير المروية أيضاً باستخدام محطات الري بالرش المُنتقلة المُتميزة بفوهات الرش المثبتة على مساند متحركة للأنابيب المنتقلة، والأنابيب المتحركة بوساطة تجهيزات خاصة، العاملة في نظام مؤتمت، الشكل (2-3)، وبوساطة خراطيم الرش في مجموعة مع شبكة ري مُغلقة نصف ثابتة أو بالكامل شبكة ري مُغلقة إضافية متحركة. يُمكن أن تُجهز العناصر المُنتقلة لشبكة الري المغلقة بخراطيم ذيلية متحركة في مجموعة يجب أن يكون معها محطة ضخ منتقلة، التي تُعوّض عن القنوات غير المُطابقة بخراطيم الرش وبآلة الري بالرش العاملة دائرياً.



الشكل (2-3): مخطط سقاية الزوايا غير المروية باستخدام آلة الري بالرش العاملة دائرياً (فريكات): a- أجهزة الرش الإضافية بعيدة أو متوسطة المدى المثبتة على شبكة الأنابيب المنتقلة أو الثابتة، b- الري بوساطة تجهيزة خاصة للآلة (السقاية في نظام مؤتمت)، 1- أنبوب توزيع، 2- أنبوب حقلي (زراعي)، 3- موضع تثبيت آلة الري بالرش العاملة دائرياً، 4- مواضع أو مسلك خطوط الأنابيب الإضافية، 5- أنبوب إضافي، 6- محيط دائرة الترطيب، 7- آلة الري بالرذاذ العاملة دائرياً (فريكات)، 8- أنبوب التوزيع الرئيسي، 9- تجهيزة خاصة متغيرة الزوايا آلياً بالعلاقة مع الأنبوب الرئيسي من: 90° حتى: 180° .

يُمكن تحديد عدد أجهزة الري بالرش الإضافية المطلوبة لتحقيق سقاية الزوايا بالعلاقة الآتية:

$$N_{DY} = F_{HT}^{OP} (1 - KU) / \omega_{ce} \quad (2-3)$$

حيث: F_{HT}^{OP} - المساحة الصافية لقطاع السقاية.

KU - معامل استخدام مساحة السقاية باستخدام آلة الري بالرش العاملة دائرياً.

$\omega_{ce}; [ha]$ - الإنتاجية الموسمية لجهاز الري الإضافي.

تُدور القيمة الناتجة: N_{DY} إلى الرقم الكامل أي دون فواصل.

٣-٥ - اختيار موقع قطاع (منطقة الري) الري:

يتم اختيار موقع قطاع الري انطلاقاً من الشروط التالية: ١- القرب من المصدر المائي، ٢- ملاءمة الشروط الترابية والطبوغرافية (الانحدارات المسموح بها، والأشكال المنتظمة للأرض)، ٣- الشروط الجيولوجية والهيدرولوجية، ٤- المساحة المطلوبة.

تُوزع قطاعات الري كقاعدة عند سحب المياه ميكانيكياً من النهر أعلى من المدارج المغمورة بالمياه، وتُحاط بحواجز ترابية في الجزء السفلي لانحدار النهر أو الجزء المغمور كي يُمنع غمرها بمياه الفيضانات.

يجب أن يقع قطاع الري على مسافة من ضفاف النهر لا تقل عن: $100[m]$ بهدف تشكيل منطقة حماية مائية.

٣-٦ - حساب عناصر تقنية السقاية بالرش:

تحديد غزارة الرش:

تُستخدم عادةً الغزارة الوسطية للرزاذ في التطبيقات العملية عند تصميم أنظمة الري بالرزاذ واستثمارها. بشكل عام تُحدد الغزارة الوسطية للرزاذ: $[mm/min]$ من المعادلة الآتية:

$$P_{CP} = 60 \frac{Q_{DY}}{\omega_{no}} \quad (2-4)$$

حيث: $Q_{DY}; [l/s]$ - تدفق جهاز الرش.

$\omega_{no}; [m^2]$ - مساحة الترطيب من موضع واحد مع عدد التغطية بالرزاذ من الموضع المجاورة.

يُروى الموضع باستمرار عند استخدام فوهات الرش الموجهة قصيرة المدى، وتكون السقاية مُقطعة عند استخدام الفوهات التدفقية الدائرة بسرعة أقل من دورة واحدة في الدقيقة وعند استخدام الفوهات الموجهة في آلات الري بالرزاذ المتحركة خلال عملية السقاية.

تُحدد الغزارة الوسطية للرزاذ من أجل أجهزة الرش ذات التوضع الثابت لفوهات الرش (المجموعة الأولى) التي تروي مساحة الترطيب من أحد الموضع باستمرار خلال كامل فترة السقاية، وأيضاً من أجل أجنحة السقاية بالرزاذ المثبتة في أحد الموضع ذات الفوهات التدفقية الدائرة حول المحور الشاقولي بعدد دورات: $1; [r.p.m]$ وأكثر. على سبيل المثال: أنبوب الري

بالرذاذ ذو العجلات الاستنادية، وآلة الري بالرذاذ الكهربائية متعددة المساند وآلة الري بالرذاذ المتحركة الموضعية: $[mm/min]$ من المعادلة التالية:

$$P_{CP} = 60Q_{DY} / \omega_{noz} = 60Q_{DY} / (l_{zax} b_{zax}) \quad (2-5)$$

حيث: $[m]; l_{zax}$ - طول خط الترطيب من موضع واحد.

$[m]; b_{zax}$ - عرض خط الترطيب من موضع واحد.

تُستخدم القيم: $[m]; l_{zax}$ و $[m]; b_{zax}$ مع الأخذ بالحسبان التغطية للمواضع المتجاورة. تُحدد الغزارة الفعلية والوسطية من أجل أجهزة الرش ذات الفوهات التدفقية (المجموعة الثانية) الدائرة بالنسبة للمحور الشاقولي.

تتصف الغزارة الفعلية للفوهة التدفقية بطبقة الرذاذ المتساقطة من الفوهة غير الدائرة على مساحة الترطيب في شكل قطع ناقص متطاول بطول يساوي نصف قطر تأثير الفوهة: R وبعرض وسطي لمقطع الترطيب: d .

$$P_D = 60Q_{DY} / (Rd) \quad (2-6)$$

تبلغ الغزارة الفعلية للفوهات التدفقية: $[mm/min]; 2-3$ ، وهذا لا يُسمح به للتربة وللمحاصيل. تُجعل الفوهات التدفقية دوارة حول المحور الشاقولي من أجل إنقاصها، علماً أنه عند ذلك يتناقص نصف قطر تأثير الفوهات بنسبة: $5-15\%$ وفق العلاقة بسرعة الدوران. تُحدد الغزارة الوسطية للرذاذ: $[mm/min]$ للفوهات التدفقية الدوارة من المعادلة التالية:

$$P_{CP} = 60Q_{DY} \cdot \mu / (\pi R^2 n) \quad (2-7)$$

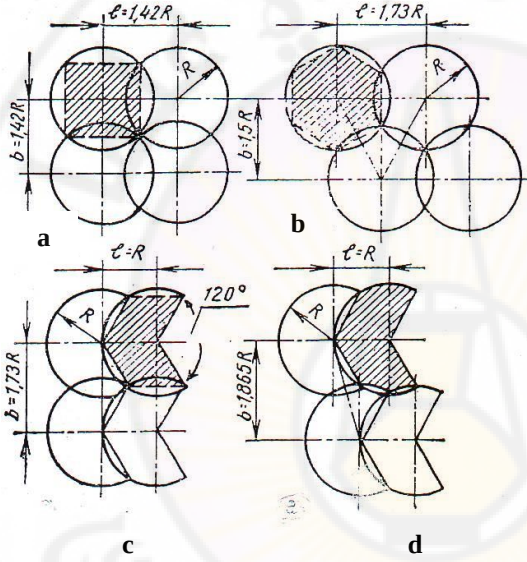
حيث: $[m]; R$ - نصف قطر تأثير الفوهات.

$[r.p.m]; n$ - سرعة دوران الفوهات.

μ - معامل يأخذ بالحسبان مساحة التغطية بالرذاذ للمواضع المتجاورة، وهو يتعلق بمخطط توزيع أجهزة الرش عند السقاية في المواضع المتجاورة، ويتعلق بمواصفات السقاية (دائرياً أو قطاعياً)، ويتعلق بالمسافة بين القوائم المتجاورة: a وبطول القائم: b وهو يُعادل: 1.57 عندما تتوضع مُشكلةً أشكالاً مُربعة، و: 1.20 عندما تتوضع مُشكلةً أشكالاً مُثلثية الشكل. (2-4).

يُنصح بالسقاية وفق القطاع باتجاه الرياح عندما تكون سرعة الرياح أكبر من: $[m/s]; 2.5$. تُوزع القوائم المتجاورة وفق رؤوس مربع أو وفق رؤوس مثلث متساوي الأضلاع عند السقاية دائرياً، وتُوزع القوائم المتجاورة وفق رؤوس مستطيل أو وفق رؤوس مثلث متساوي

الساقين عند السقاية قطاعياً. من أجل إنقاص الغزارة الوسطية للرداذ عند شروط بسيطة متماثلة، يتم إنقاص قيمة معامل التغطية μ ، وبالتالي تزداد الحدود المسموح بها لقيم كل من: a و b . تُساوي القيم العظمى لكل من: a و b : القيمة $1.42R$ من أجل مُخطط توزع القوائم على رؤوس مربع وفق شروط عدم تحقيق الري للقطاعات بين مُحيطات الترطيب، وتساوي القيمة $b = 1.5R; a = 1.73R$ من أجل مُخطط توزع القوائم على رؤوس مثلث مُتساوي الأضلاع. تُشكل ثوابت التغطية من أجل هذه المُخططات القيم: $1.2; 1.57$.



الشكل (2-4): مخطط السقاية باستخدام أجهزة الرش بعيدة المدى: a- وفقاً للقطاع عند توزيع المواضع على رؤوس مربع، b- السقاية أيضاً وفقاً للقطاع عند التوزيع على رؤوس مثلث متساوي الأضلاع، c, d- وفقاً للقطاع عند توزيع المواضع على رؤوس مستطيل وعلى رؤوس المثلث.

غالباً قيم a و b من أجل الترطيب الأمثل للقطاعات في مساحات السقاية المُتجاورة مع المواضع تُستخدم القيم الأصغر بمرات عدة من القيم العظمى المسموح بها. لكن ذلك يُؤدي إلى تناقص المسافة بين قنوات الري وبين أنابيب السقاية، ويُنقص معامل الاستخدام المفيد للزمن على السقاية بالربط مع عدد الأشواط الكثيرة بين المواضع المُتجاورة.

تُحدد الثوابت التالية من أجل آلات الري بالرداذ التي تُجري السقاية خلال الحركة (المجموعة الثالثة)، على سبيل المثال: آلة الري بالرداذ ذات الجناحين المُعلقين (الكانصولية) وآلة الري بالرداذ العاملة بالحركة الجبهية (المحورية):

الغزارة الوسطية للرداذ: $[mm/min]$:

$$P_{CP} = \frac{60Q_{DY}}{[l_{zax}(b_{zax} + S)]} \quad (2-8)$$

حيث: l_{zax} : $[m]$ و b_{zax} : $[m]$ - طول وعرض خطوط الترطيب بالرداذ في الوضعية الثابتة

للآلة.

$S; [m]$ - المسافة التي تقطعها الآلة خلال دقيقة.

طبقة الرذاذ الناتجة خلال شوط (مرور) واحد للآلة:

$$h_D = \frac{60Q_{DY}}{(l_{zax}S)} \quad (2-9)$$

عند التعبير عن سرعة حركة الآلة: $V; [m/min]$ نُعوّض في المعادلة (2-9) بدلاً من: S نضع: V تُصبح العلاقة كما يلي:

$$h_D = \frac{60Q_{DY}}{(l_{zax}V)} \quad (2-10)$$

يُمكن تحديد الغزارة الوسطية وطبقة الرذاذ خلال شوط واحد من أجل آلات الري بالرذاذ العاملة بالحركة الدائرية (المجموعة الرابعة) من المعادلتين (2-7) و (2-8). إلا أن هذه الآلة تُعطي خلال العمل معدل كمية السقاية خلال دورة واحدة، أي خلال مدة تتراوح من: $50 - 250; [h]$ ، وسرعة حركتها الدورانية خلال دقيقة واحدة صغيرة جداً. وهكذا عند الآلة العاملة بالحركة الدائرية $453.5[m]$ تكون السرعة العظمى (دورة كاملة خلال خمسين ساعة) وتُشكل مسافة النقاط النهائية وفق المحيط خلال دقيقة واحدة: $1; [m]$. أيضاً يُشكل عرض خطوط الترطيب عند السقاية وسطياً: $40; [m]$. لذلك من أجل الحسابات العملية وفق العلاقة (2-7) يُمكن إهمال القيمة: $S; [m]$ ، وتأخذ هذه العلاقة شكلاً أكثر بساطة.

تحديد المدة اللازمة لرش معدل السقاية من موضع واحد:

تُعطى مدة معدل السقاية من أجل مُنشآت مائية بالرش من المجموعة الأولى بالعلاقة الآتية: $[min]$:

$$t_{noz} = \frac{m}{10P_{CP}} = \frac{m_0}{P_{CP}} \quad (2-11)$$

حيث: $m; [m^3 / hr]$ - معدل السقاية.

$m_0; [mm]$ - معدل السقاية كطبقة مائية: $m_0 = m / 10$.

$P_{CP}; [mm/min]$ - الغزارة الوسطية للرش.

يُحدد زمن العمل لآلات الري بالرذاذ المجموعة الثانية: $[min]$ من المعادلة التالية:

$$t_{noz} = \frac{m_0}{P_{CP} \cdot n} \quad (2-12)$$

حيث: n - عدد دورات القاذف: $n \leq 1$.

يُحدد بدايةً عدد الأشواط للآلة على طول قناة الري أو على طول قطاعها من أجل إعطاء مُعدل السقاية المطلوب من أجل آلات الري بالرش للمجموعة الثالثة من المعادلة الآتية:

$$n_{npo} = \frac{m_0}{h_D} \quad (2-13)$$

تُدور القيمة الناتجة: n_{npo} إلى عدد صحيح: n'_{npo} ، ثم يُحسب معدل السقاية الجديد:

$$m'_0 = h_D n'_{npo} \quad (2-14)$$

يجب أن يكون عدد أشواط الآلة على الجزء المروي فردياً حيث تقع الآلة عند لحظة انتهاء السقاية من على أحد الأحواض، عند حدود الحوض التالي ويجب ألا تحصل أشواط فارغة. يُحدد زمن عمل الآلة على جزء واحد من المعادلة الآتية:

$$t_\sigma = \frac{n'_{npo} t_{npo}}{\beta_\sigma} \quad (2-15)$$

حيث: t_{npo} - المدة اللازمة لاجتياز الشوط على طول الجزء:

$$t_{npo} = \frac{l_\sigma}{V} \quad (2-16)$$

حيث: β_σ - معامل استخدام الزمن المفيد لأجل الري خلال مدة العمل على الجزء، لا بد من محاولة أن يكون: $\beta_\sigma = 1$.

$V; [m/s]$ - سرعة حركة الآلة على طول الجزء المروي خلال زمن السقاية.

$l_\sigma; [m]$ - طول الجزء المروي.

$$l_\sigma = (h_c - h_{\min} - h_{zan}) / i \quad (2-17)$$

حيث: $hc; [m]$ - العمق الكلي لقناة الري، يتراوح عادةً من: $(0.9 \dots 1.1)$.

$h_{\min}; [m]$ - العمق الأصغري المسموح به للماء في القناة.

$h_{zan}; [m]$ - الزيادة الصغرى المسموح بها لأمشاط القناة فوق منسوب الماء فيها

وتؤخذ من 0.1 إلى 0.15.

i - الميل الطولي لقاع القناة.

$$t_{ob} = \frac{mt_{\min}}{M_{\min}} \quad (2-18)$$

$$t_{noz} = \frac{\omega_{noz} m}{(10^4 \cdot 60 Q_{DY})} \quad (2-19)$$

حيث: $\omega_{noz}; [m^2]$ - المساحة المروية من موضع واحد، مع حساب التغطية للمساحات المتجاورة.

$m; [m^3/ha]$ - معدل السقاية.

$Q_{DY}; [l/s]$ - تدفق جهاز الرش.

يُدخل معامل استخدام الزمن المفيد: β_σ في المقام عند تحديد مدة العمل في الجزء لآلة الري بالرزاذ ذات الجناحين المعلقين وفق المعادلة (2-15). ويُدخل معامل استخدام الزمن المفيد للسقاية خلال فترة العمل في الموضع عند تحديد مدة العمل لآلة الري بالرزاذ العاملة بالحركة الدائرية في موضع واحد وفق المعادلة (2-18). يُدخل معامل الزمن الفعلي المفيد لسقاية القطاع عند تحديد مدة عمل آلة الري بالرزاذ العاملة بالحركة الجبهية لسقاية القطاع المرتبط بقناة الري وبالمساحة: ω_{noz}^y وفق المعادلة (2-19).

٢-٧ - اختيار آلات الرش:

تُختار آلات الري بالرش الأكثر مناسبةً لسقاية قطاع مُعين بالاعتماد على التحليل الآتي: ١- تطابق الغزارة الوسطية للرزاذ مع قدرة الامتصاص للتربة في القطاع المروي، ومع مقاسات وشكل القطاع المروي للثوابت والبارامترات الأساسية لآلات الري بالرزاذ، والشروط المناخية والطبوغرافية للمنطقة (الميل الموضعي وصعوبة تضاريس القطاع).

٢- الشروط الزراعية الممكنة. وزراعة المحاصيل الزراعية، والثوابت التقنية الاقتصادية والاستثمارية لآلات الري بالرزاذ. وأيضاً بتحليل تدفق المياه والإنتاجية الموسمية لآلات الري بالرزاذ الجارية على شخص واحد من المُستخدمين العاملين.

٣- درجة مكننة عملية السقاية وشروط مكننة الأعمال الزراعية. امتداد الشبكة على: $1[ha]$ من المساحة المروية. معامل التأثير المفيد لشبكة الري (المردود). تأثير الرياح على التوزيع المنتظم للرزاذ وفق المساحة. ضياعات الطاقة على تشكيل طبقة الرزاذ في: $1[mm]$. كلفة: $1[m^3]$ من المياه المنقولة للسقاية. كمية المعدن (عدد آلات الري بالرزاذ): $1[ha]$ للإنتاجية الموسمية. ونتيجة للتحليل تُختار آلات الري بالرزاذ المتميزة بثوابت إيجابية أكبر في شروط إيجابية وزراعية مُعينة.

٢-٨- المخطط التقني لقطاع الري، اختيار نوع شبكة الري وتأسيسها وتصميمها:

يشتمل المخطط التقني على: مصدر الري (أحواض مائية كالبحيرات، والأنهار، والقنوات) وإظهار منسوب المياه الحسابي فيها، ومواقع موقعها وأسلوب التغذية بالمياه إلى القطاعات المروية (بالانساياب، وبالمضخات الميكانيكية). ثم وفق العلاقة بالشروط الطبيعية الزراعية المعينة وبنوع آلات الري بالرذاذ يُختار نوع شبكة الري وتصميمها: ثابتة (مغلقة أو مكشوفة)، ومركبة، ومتحركة. تُصمم شبكة الري المركبة عند استخدام آلات الري بالرذاذ بعيدة المدى وآلة الري بالرذاذ ذات الجناحين المُعلقين وآلة الري بالرذاذ العاملة بالحركة الجبهية. وتُصمم شبكة الري المتحركة عند ري القطاعات الصغيرة التي مساحتها من: $50-70[ha]$. وتُصمم شبكة الري الثابتة من الآلات والأجهزة الأخرى المُتبقية وعند المساحات الأكبر من: $70[ha]$.

من أجل أنظمة الري المُغلقة وفق العلاقة بشروط العمل ووفق التقنية الاقتصادية يُمكن استخدام الأنابيب التالية: d_v فولاذية، وحديد الصلب، ومن فوهات ذات كتلة نوعية بسيطة، ومن الأسبستوس الإسمنتي، ومن الإسمنت المسلح، ومن البيتون، ومن البلاستيك، ومن الخزف. تُصنع الأنابيب الرئيسية النظامية (وفق نورمات) وبحسب التصريف المار بقطر: d_v الذي يُطابق القطر الداخلي لمواسير حديد الصلب.

يُسمح باستخدام الأنابيب المعدنية في أنظمة الري المُغلقة عند ضغط داخلي أكبر من: $1[MPa]$ في البحوث الزراعية. لكن بالربط مع استخدام تقنية ريّ بالرذاذ جديدة ذات عرض عامل كبير ومُرتفعة الضغط تُستخدم الأنابيب الفولاذية حتى عند الضغوط الصغيرة. هكذا من أجل عمل أنبوب الري بالرذاذ ذي العجلات الاستنادية يجب توزيع الصنابير كل: $18[m]$ ، وإنشاؤها على أنابيب السقاية الرئيسية لأنها أبسط وأرخص ثمناً. من أجل عمل آلة الري بالرذاذ العاملة بالحركة الدائرية يجب أن يكون الضغط الفعلي على الصنبور حتى: $0.65[MPa]$ ، لذلك الضغط الكامل عادةً يتجاوز: $100[m]$. بالإضافة إلى ذلك في أنظمة الري بالرذاذ العاملة بالحركة الدائرية يرتفع خطر تحطم الأنابيب بسبب الصدمة الهيدروليكية التي تظهر عند العمل المؤتمت لوسائل الحماية من الأعطال الطارئة.

الأنابيب المصنوعة من الإسمنت المسلح والبيتونية بالمقارنة مع المعدنية أكثر عمراً، وتُحافظ على سطح داخلي أملس، وتتطلب استهلاك معدن أقل. وبالمقارنة مع الأنابيب من الإسبستوس الإسمنتي هي أقل تأثراً بالصدمة الهيدروليكية المؤثرة. العيب الأساسي للأنابيب من

الإسمنت المسلح والبيتونية أن كتلتها كبيرة.

تُستخدم الأنابيب البيتونية من أجل شبكات الري المُغلقة مُنخفضة الضغط أو دون ضغط، وتُستخدم الأنابيب من الإسمنت المسلح كقاعدة من أجل شبكات الري المُغلقة مُرتفعة الضغط. عند تطابق الأساس التقني الاقتصادي لها يُمكن ألا تُستخدم في شبكات الري دون ضغط.

٢-٩- تنظيم مساحة قطاع الري وتصميم شبكة الري في المخطط الأفقي:

تُحدد حدود قطاع الري بالتطابق مع مساحة مُعينة، وتُحدد مساحة وحدود كل حقل في الدورة الزراعية. تُطابق مقاسات الحقول بارامترات الإنشاء المُستخدمة من أجل سقاية قطاع مُعين. يجب أن لا يكون طول الحقل باتجاه المُعاملة الطولية أقل من: $500[m]$. ونسبة الجهات لا تتجاوز: $1/3$. مقاس الحقل باتجاه توزع أجنحة الري بالرذاذ أو أجهزة الري بالرذاذ المُعلقة (الكانسولية) ضعف طول خط الرش: l_n ، أما من أجل الآلات العاملة دائرياً فيساوي طول نصف القطر مع اعتبار التغطية باتجاه الأنابيب الحقلية أو باتجاه قنوات الري المؤقتة يُساوي ضعف المسافة بين الصنابير أو يساوي طول قناة الري المؤقتة: $500....1000[m]$. من أجل التنسيق الكامل لتنظيم مساحة قطاع الري مع بارامترات آلات الري بالرذاذ لمساحة ري مُعينة يُمكن التغير بجهة كبيرة أو صغيرة بنسبة: $5....10\%$.

مثال: مساحة قطاع الدورة الزراعية الثامن بالكامل: $F_{bp}^{CO} = 714[ha]$ وعدد الحقول: $N_n = 8$ فمساحة الحقل الواحد تكون: $F_{bp}^{CO} = \frac{714}{8} = 89.1[ha]$. من أجل هذه المساحة للحقل تم اختيار آلة الري بالرذاذ العاملة دائرياً بعدد عجلات استنادية: $N_T = 18$ والمساحة المروية من موضع واحد: $F_{bp}^n = 92.5[ha]$. جهات الحقل سثنساوي: $E_{bp}^n = 92.5 \cdot d_n b_n = 2 \cdot 518 = 1036[m]$. تصحيح مساحة الدورة الزراعية: $8 = 740[ha]$ من هنا: $F_{HT}^{CO} = F_{bp} \cdot KZU = 740 \cdot 0.98 = 725[ha]$. حيث: $KZU=0.98$ - معامل استخدام الأرض في حدود المحيط المروي. انحراف مساحة السقاية المُستخدمة عن الحقل حوالي: 5% .

عند السقاية باستخدام آلة الري بالرذاذ العاملة دائرياً نسبة الجهات كقانون: $1/1$ وهذا يعني أن طول الحقل وعرضه يساوي: $2l_K$. في تلك الحالات عندما يُروى الحقل من موضعين تُستخدم نسبة الجهات: $1/2$ هذا يعني أن إحدى جهات الحقل تُساوي: $2l_K$ والأخرى: $4l_K$. يُمكن أن يتغير طول أجنحة أنبوب الري بالرذاذ ذي العجلات الاستنادية وآلة الري

بالرذاذ الكهربائية متعددة المساند وفق العلاقة بمقاسات الحقل. ويتعلق اختيار مخطط توزيع شبكة الري في المسقط الأفقي بموقع توضع مصدر الري، وتضاريس القطاع، وبارامترات وشروط عمل آلات الري بالرذاذ.

في شبكات الري المغلقة يُمكن تقسيم الحلقات التالية: الأنبوب الرئيسي (MT;GT)، أنابيب التوزيع بأنظمة مختلفة (...;TP-1-2;PT-1-1;PT-2;PT-1)، أنابيب حقلية (NT). ينقل الأنبوب الرئيسي المياه من موضع سحب المياه حتى قطاع الري ويُوزعها بين أنابيب التوزيع من النظام الأول (الأنابيب بين المزارع أو الأنابيب الزراعية). وتجري المياه من أنابيب التوزيع من النظام الأول إلى أنابيب التوزيع من النظام الثاني (أنابيب التوزيع الزراعية أو الزراعية الداخلية). تجري المياه من أنابيب التوزيع للنظام الأخير (وأحياناً تُسمى القطاعية YT) في الأنابيب الحقلية ذات الصنابير ثم إلى أجهزة الرش أو السقاية.

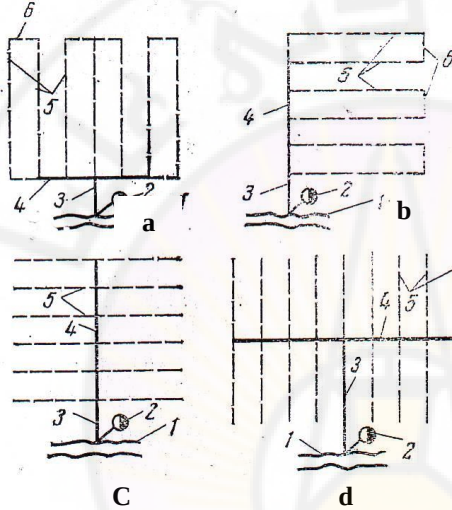
عندما تروي شبكة الري المغلقة مساحة كبيرة بما فيها مزارع عدة، فمن أجل راحة العمل من المناسب تقسيم الأنابيب إلى أنابيب توزيع بينية زراعية (MXT) وأنابيب توزيع زراعية (XT)، التي بدورها أيضاً يُمكن أن تكون بأنظمة مختلفة.

من شرط الربط مع تنظيم مساحة الري في المخطط الأفقي الشكل الأمثل للحدود هو المستطيل. تقنية الري بالرذاذ التي تتميز أجهزة الرش بها بخطوط معينة وبارامترات مساحية، يجب أن تُفترض حلقة شبكة الري المغلقة كقاعدة تحت زاوية مستقيمة نسبةً لبعضها بعضاً. يتعلق عدد الحلقات الداخلة في تكوين شبكة الري المغلقة ليس دائماً بشروط معينة لأرض الري وإنما بنوع أجهزة الرش.

تُصمم أنظمة الري ذات شبكات الري المغلقة كقانون مستقلة في حدود مزرعة، أو قطاع دورة زراعية، أو قطاع مُنفصل مع مواصفات الشروط ومتطلبات المحاصيل. مثال: ري المحاصيل المعمرة كالمحاصيل العلفية في المروج والبساتين والأشجار المثمرة وغيرها. تُوزع عادةً الشبكة المغلقة وفق مخططين أساسيين: وفق توضع الأنابيب الحقلية من جهة واحدة ومن جهتين الشكل (2-7).

يتعلق اختيار هذا أو ذاك المخطط للشبكة بشكل القطاعات المروية وبمقاساتها، وبالتضاريس السطحية وبتجاه حركة أجهزة الرش في أثناء السقاية. كقانون تتحرك أجنحة أجهزة الرش عند السقاية بزاوية مستقيمة على الأنبوب الحقلية. في الشروط التضاريسية غير المناسبة على سبيل المثال: عند ارتفاع الميل يُفضل توزيع أجنحة الري بالرذاذ على طول الاتجاه العام

لأفق. بهذا الشكل في القطاعات الممتدة على طول مصدر الري فإنه من المناسب توزيع الأنابيب الحقلية بالاتجاه العرضي العام للموضع الأفقي، أما الأنابيب التوزيعية فباتجاه الموضع الأفقي، وهذا يعني وفق المخطط من جهة واحدة. في القطاعات الممتدة عرضياً على مصدر الري، وأيضاً تقريباً مساوياً للجهات لكن مع رفع أو خفض الإشارات على طولها الوسطي، غالباً يُستخدم المخطط من جهتين.



الشكل (2-7): مخطط شبكة الري
المغلقة من جهة واحدة (a,b)
ومن جهتين (c,d) لتوضع
الأنابيب: ١- مصدر الري، ٢-
محطة ضخ، ٣- الأنابيب
الرئيسية، ٤- أنابيب التوزيع، ٥-
الأنابيب الحقلية، ٦- جزء مغلق
لفروع منفصلة من الأنابيب
الحقلية.

الحل الأكثر دقة عند اختيار مخطط شبكة الري المغلقة يُمكن قبوله بمقارنة نتائج الحسابات التقنية الاقتصادية لنماذجها. يُحدد غالباً اختيار مخطط توضع شبكة الري المغلقة للأنابيب الحقلية بنسبة تبلغ حتى: 70-80% لكامل امتداد الشبكة. يُعطي توضع الأنابيب الحقلية وفق الميل الأعظمي إمكانية الاقتصاد في ضياعات الاستثمار بفضل تناقص أقطارها وخفض كتلة الأنابيب والمعدات، وبساطة تركيب الأنابيب، ويُسمح لدرجة كبيرة باستخدام الضغط الطبيعي في الأنابيب، ويُشكل ظرفاً أفضل لعمل أجهزة الرش على السقاية. يُمكن إنقاص قطر الأنابيب الحقلية عند تدفقات معينة بزيادة سرعة حركة المياه فيها أو في الفروع المتسلسلة للأنابيب الحقلية، التي تستطيع في عملية السقاية العمل بالتطابق مع نظام الري المُستخدم دورياً. يُفترض عادةً الحد العلوي للسرعة في أنابيب الأسبستوس الإسمنتي والأكثر استخداماً في أنظمة الري المغلقة: $2.5 \dots 3 [m/s]$. ويجب أن لا تقل السرعة الصغرى في الأنابيب الحقلية عن: $0.8 \dots 1 [m/s]$ كي يتم التغلب على انسدادها. تُستخدم عادةً السرعة في الأنابيب الحقلية الطولية: $1 \dots 1.5 [m/s]$ مما يُناسب الأساس التقني الاقتصادي.

الشبكة الحقلية المتصلة تُنقص قطر الأنابيب، وتُحقق تغذية مستمرة بانتظام للمياه عند

الأعطال في قطاعات مُنفصلة للأنابيب. لكن الطول الكلي للأنابيب يزداد وتزداد كمية المعدات عليها، وتزداد صعوبة الحسابات الهيدروليكية، لذلك في الشبكة الحلقية يجب تأسيس المُقارنة الاقتصادية المبدئية لنماذج مختلفة لتوضع الشبكة المُغلقة. يتحقق انخفاض ضياعات الاستثمار وفق الشبكة بزواج من الأنابيب الحلقية المُتسلسلة. عند عدم وضوح عدد الفروع في أحد القطاعات الحلقية للشبكة فستكون ثلاثة فروع. أظهرت الدراسات والبحوث أن زوج الأنابيب الحلقية بتدفق: $400[l/s]$ يُعطي جدوى اقتصادية في تلك الحالات، وعندما يكون طول الأنابيب الحلقية ضعفين وأكثر يتجاوز المسافة فيما بينهما.

يُحدد طول الأنابيب الحلقية المسافة بين أنابيب التوزيع، وهذا يؤثر في الامتداد المُنفصل لأنابيب التوزيع، لذلك يجب المحاولة لزيادة طول الأنابيب، لكن دون ضرر بشروط استثمارها ومع الأخذ بالحسبان الضغوط العاملة المسموح بها فيها. أظهرت التطبيقات العملية أن طول الأنابيب الحلقية يُمكن أن يُشكل: $500....3000[m]$ عند شرط خدمة الأنبوب لحقل واحد، ولا يتجاوز حقلين أو ثلاثة من الدورة الزراعية.

تتعلق المسافة بين الأنابيب الحلقية ببارامترات أجهزة الرش في أنظمة الري ذات الشبكات المُغلقة. يُنصح بتصميم الأنابيب الحلقية من شرط التحكم بالتغذية من جهتين. في هذه الحالة المسافة بينهما تُساوي ضعف طول خطوط الترطيب لأجهزة الرش من موضع واحد. تُستخدم أنابيب مُنتقلة قابلة لل فك والتركيب في أنظمة الري المُغلقة المتحركة والنصف ثابتة. تُستخدم عادةً أنظمة الري المُغلقة المتحركة في المساحات الصغيرة، لأنها تتطلب ضياعات استثمار كبيرة وضياعات كبيرة على الجهد اليدوي للتركيب والفك وعلى التجهيز لنقل الأنابيب القابلة للفك والتركيب، علماً أنه وفق ضياعات الاستثمار للأنظمة المُبينة الأرخص هي الأنظمة الثابتة والنصف ثابتة.

تُستبدل الأنابيب القابلة لفك والتركيب المُنتقلة في أنظمة الري نصف الثابتة بالأنابيب الحلقية الثابتة.

لا يُناسب استخدام شبكة الري المُنتقلة قطاعات الري في الأراضي المغمورة. يُمكن استخدام أنابيب فولاذية رقيقة الجدران أو ألومينية أو بلاستيكية ذات وصلات سريعة التركيب من أجل الأنابيب سريعة الفك والتركيب. من الشائع استخدام الأنابيب الفولاذية رقيقة الجدران القابلة لفك والتركيب ذات الوصلات على شكل قمع (جرسية) التي تُثبت بواسطة خطاف ذي حلقات

فولاذية مُحكمة. من أجل الأنابيب صغيرة الأقطار من المُناسب استخدام الوصلات الكروية. والأنبوب باتجاه محوره أكثر راحةً لتحريكه دائرياً بوساطة الجرار المقطور.

٢-١٠ - نظام الري بالرش وتطابقه مع تقنية السقاية المستخدمة:

اتخاذ الأزمنة، والمعدلات وعدد السقايات من أجل ظروف السنة المتوسطة (من: 80%.....75 يُحقق التوازن المائي).

خصائص نظام الري عند السقاية بالرش تكون معدلات السقاية: m أقل بكثير إذا ما قُورنت مع الري السطحي. ويجب أن تكون مدة السقاية لحقل واحد (فترة سقاية المحاصيل) أصغر أو تُساوي الحد المسموح به زراعياً: t_{arp} ، ولكن ترتبط مع تدفق آلة الري بالرش المستخدمة: $Q_{D.Y}$ ، وبمعدلات السقاية m وبعدد آلات الرش: $n_{D.Y}^n$ العاملة في حقل واحد. مدة السقاية:

$$t_n = \frac{F_{HT}^n m K_H}{86.4 Q_{D.Y} \beta_{cy} C n_{D.Y}^n} \leq t_{arp} \quad (2-20)$$

حيث: F_{HT}^n ; [hr] - مساحة الحقل الصافية.

m ; [m^3 / hr] - معدل السقاية.

$K_H = 1.05 \dots 1.1$ - معامل يأخذ بالحسبان ضياعات المياه على التبخر، ويتعلق

بالمنطقة وبنوع فوهات الرش.

$Q_{D.Y}$; [l / s] - تدفق آلة الري بالرش.

β_{cy} - معامل مدة الزمن اليومي ويرتبط بنوع آلات الري بالرش.

t_{cy} ; [day] - مدة عمل آلة الرش في اليوم: $C = t_{cy} / 24$.

$n_{D.Y}^n$ - عدد آلات الرش العاملة بالوقت ذاته في الحقل.

t_{arp} ; [day] - الفترة المحددة المسموح بها زراعياً من أجل محصول معين لفترة السقاية

فمن أجل الخضار: $t_{arp} = 6$ [day] ومن أجل المحاصيل الباقية: $t_{arp} = 10$ [day].

تُحدد فترة السقاية في البداية عند سقاية الحقل باستخدام آلة رش واحدة، هذا يعني

عندما: $n_{D.Y}^n = 1$. إذا كان: $t_n > t_{arp}$ يجب إعادة حساب فترة السقاية على العدد المطابق:

$n_{D.Y}^n$ لآلات الرش من الحساب كي تكون: $t_n \leq t_{arp}$. كقاعدة عامة من أجل آلات الرش

دندير، وفريكات وكوبان: $n_{D.Y}^n = 1$.

تُحدد إحداثيات الهيدرومودول: [$l / (s.hr)$] المطابق لتدفق آلة رش واحدة:

$Q_{D,Y}; [l/s]$ من المعادلة التالية:

$$q_{DY} = Q_{D,Y} / F_{HT}^{CO} \quad (2-21)$$

حيث: $F_{HT}^{CO}; [hr]$ - المساحة الصافية لقطاع الدورة الزراعية.

بمعرفة اليوم الوسطي للسقاية، ومدة سقاية المحصول: t_n وتدفق المياه لسقاية محصول معين: Q_K وعدد آلات التذيرير في الحقل: $n_{D,Y}^n$ يُمكن إنشاء مخطط الهيدرودول البياني وأيضاً المخطط البياني لتغذية المياه.

$$Q_K = n_{DY}^n Q_{DY} n_K^n \quad (2-22)$$

حيث: n_K^n - عدد الحقول المشغولة بمحصول معين.

ويُبين الحساب كما في الجدول (2-7) والشكل (2-8).

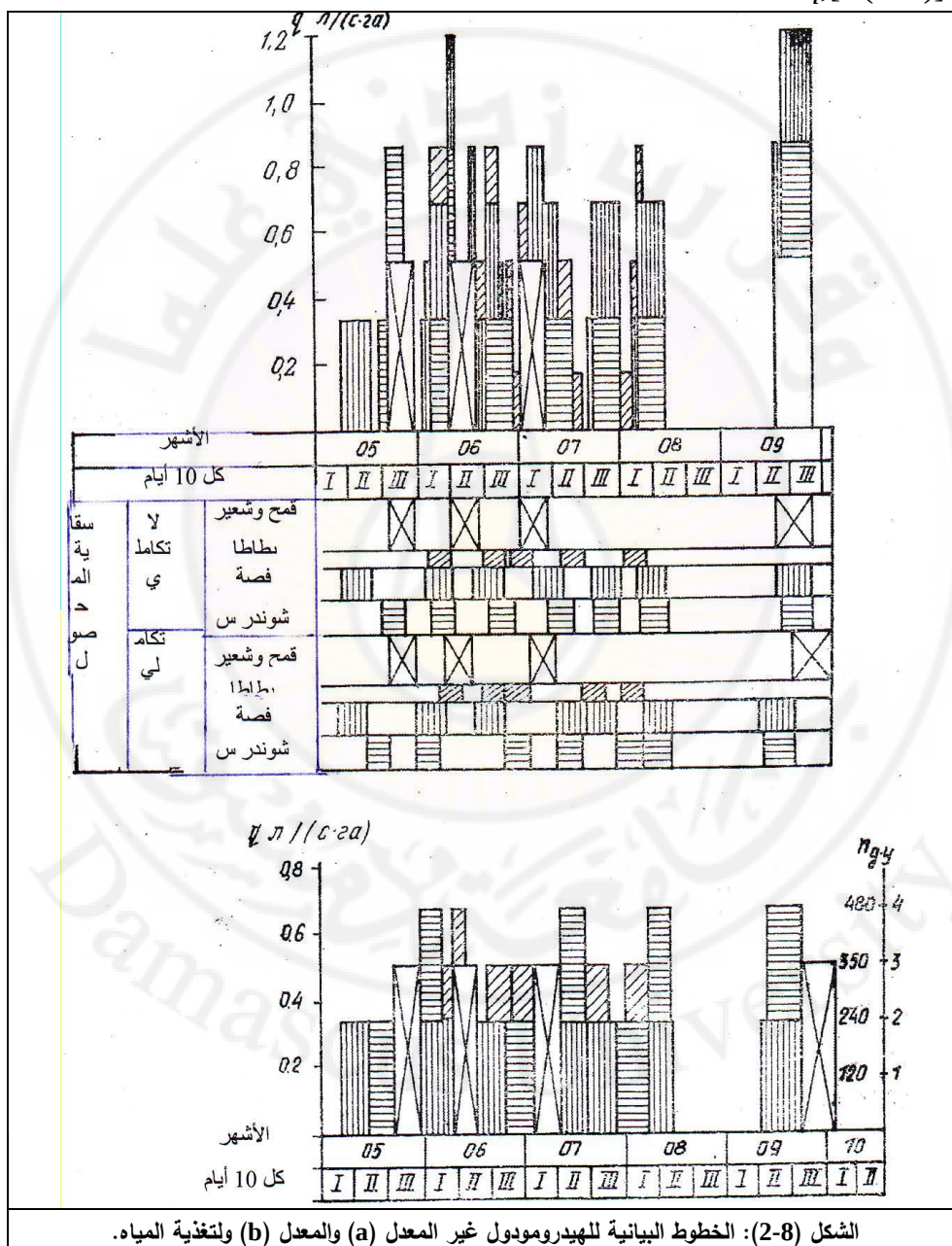
الجدول (2-7): حساب التدفق: Q_K وإحداثيات الهيدرودول: q .

إحداثيات الهيدرودول ول البياني: $q; [l/(s.hr)]$	التدفق: $Q_K; [l/s]$	المخطط البياني التكاملي	المخطط البياني اللاتكاملي	فترة السقا ية: $t_n; [day]$	معدل الري: $M; [m^3/hr]$	معدل السقا ية: $m; [m^3/hr]$	رقم ال سقا ية	نسبة الحاصل في الدورة الزراعية: $\alpha; \%$	المحص ول
		فترات السقاية	اليوم الوسطي للسقاية	c	no	اليوم الوسطي للسقا ية			
14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ثُملاً الأعمدة البيانية: 1,2,3,4,5,7 بالتطابق مع المُعطيات، ويُحدد الخط البياني t_n العمود (6) وفق المعادلة (2-19). وثُملاً الخطوط البيانية: 8,9 بالعد من اليوم الوسطي للسقاية في يسار c وفي يمين no المحددة لعدد الأيام: عند العدد الفردي لأيام فترة السقاية t_n في يسار وفي يمين اليوم الوسطي يُحسب عدد الأيام المساوي: $(t_n - 1)/2$. عند العدد الزوجي t_n في اليسار يُحسب كقانون العدد: $t_n/2$ ، وفي اليمين: $t_n/2 - 1$. ويُحدد تدفق المياه Q_K لسقاية محصول معين وفق المعادلة (2-22).

وكذلك الهيدرودول. ثُمثل على المحور الأفقي الأشهر وكل عشرة أيام بالتطابق مع استمرارية فترة النمو باستعمال مقياس: $1[mm] = 1[day]$. وثُمثل على المحور الشاقولي تدفقات المياه: $Q_K; [l/s]$ و $q; [l/(s.hr)]$ ، مُتخذين المقياس الشاقولي: $1[cm] = Q_{D,Y} = q_{DY}$

حيث: Q_{DY} تدفق آلة رش واحدة. بهذا الشكل من أجل كل محصول ولكل سقاية تُوضع وفق المحور الأفقي فترات السقاية، وتُوضع وفق المحور الشاقولي قيم كل من: $Q_K; [l/s]$ و: $q; [l/(s.hr)]$.



بحسب محتويات الأعمدة 6,7,8,9,13,14 نرسم المخطط غير المعدل للماء المُعطى يتميز الخط البياني المنشأ الشكل (2-8,a) بإحداثيات حدية غير منتظمة، لذلك يجب تعديله، لأن تغذية المياه والفترة الكاملة مرتبطة بتدفق آلة التذير وبمساحة الحقل، ويمكن التعديل فقط على حساب إزاحة اليوم الوسطي لسقاية محصول معين في الحدود المسموح بها زراعياً. يُمكن لأهداف الدراسة السماح بإزاحة اليوم الوسطي كقانون، وكما إلى اليمين أيضاً إلى اليسار بمقدار: $5[day]$. بعد تعديل المنحني البياني الشكل (2-8,b) ثُملاً الأعمدة 10,11,12 ويُصحح عدد آلات الرش العاملة بالوقت ذاته لسقاية القطاع:

$$N_{DY} = Q_{max} / Q_{DY} \quad (2-23)$$

حيث: $Q_{max} [l/s]$: مجموع التدفق الأعظمي من المخطط البياني لتغذية المياه.
٢-١١ - التدفقات الحسابية لشبكة الري:

تتعلق التدفقات الحسابية لشبكة الري عند السقاية بالرش وفق قطاعاتها بتوزيع آلات الرش في الحقول المروية بأن واحد. يتحدد دورياً تسلسل ري الحقول في الظروف الطبيعية، لذلك تُشكل المخططات التكنولوجية للسقاية لأعوام دورية مختلفة، ويُختار النموذج الأكثر صعوبة ووقفه تُوزع الآلات في الحقول. بما أن هذا العمل صعب جداً، في المشروع الفصلي يُمكن شرطياً قبول النموذج الأكثر سوءاً وهو مخطط توزيع الآلات على المآخذ الأخيرة للحقول الأكثر بعداً. ويُبين مخطط توزيع الآلات ويُرفق مع مُذكرة المشروع.

تُحدد التدفقات الحسابية وفق عناصر أو أجزاء الشبكة بالعلاقة مع مخطط عمل الآلات في الحقول مع الأخذ بالحسبان التالي:

١- التدفق الحسابي في بداية الأنبوب الحقلي:

$$Q_{nT} = \frac{\sum Q_{DY}}{\eta_{nT}}; \eta_{nT} = 0.98 \quad (2-23)$$

تُحدد التدفقات الحسابية للأنبوب الحقلي وفق العلاقة بتوزيع آلات الرش عليه بحسب الأجزاء. تدفق كل قطاع أو جزء:

$$Q_{nT}^{yt} = \frac{\sum Q_{DY}^{yt}}{\eta_{nT}} \quad (2-24)$$

حيث: $\sum Q_{DY}^{yt} [l/s]$: مجموع تدفقات آلات الرش العاملة على قطاع واحد.

٢- تُحدد التدفقات الحسابية لأنابيب التوزيع وفق القطاع بين الأنابيب الحقلية العاملة بالوقت ذاته. التدفق الحسابي في بداية أنبوب التوزيع:

$$Q_{P.T} = \sum Q_{nT} / \eta_{P.T}; \eta_{P.T} = 0.99 \quad (2-25)$$

حيث: $\sum Q_{nT}; [l/s]$ - مجموع تدفقات الأنابيب الحقلية العاملة بالوقت ذاته على القطاع المحدد لأنبوب التوزيع.

٣- التدفق الحسابي للأنبوب الرئيسي:

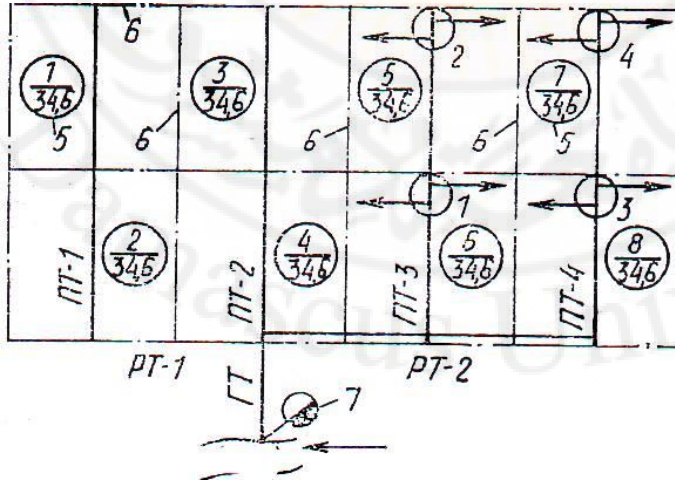
$$Q_{rT} = N_{DY} Q_{DY} / \eta_{cuc}^{rT}; \eta_{cuc}^{rT} = \eta_{rT} \eta_{P.T} \eta_{nT} \geq 0.96 \quad (2-26)$$

حيث: N_{DY} - عدد آلات الرش المطلوبة لسقاية مساحة معينة.

$Q_{D.Y}; [l/s]$ - تدفق آلة الرش.

مثال: في الحقل الثامن من الدورة الزراعية المروي باستخدام آلة الرش (فالجنكا) عدد آلات الرش: $N_{DY} = 4$. انطلاقاً من المخطط الأكثر صعوبة لتوزيع الآلات العاملة بذات الوقت، المبينة في مخططات الحقول الأكثر بعداً 5,6,7,8 الشكل (2-9)، وفق آلة واحدة في كل حقل (عدد الآلات اللازمة للحقل: n_{DY}^n ، المستخدمة عند تحديد فترة السقاية: t_n). تُثبت أجنحة الرش وفق كلتا الجهتين لأنبوب السقاية، لكن على مآخذ مختلفة. يُمكن أن تعمل آلتان على كل أنبوب حقل. طول الجناح الواحد: (400[m]) وتدفقه (31.3[l/s]) انطلاقاً من هذا التوضع تُحدد التدفقات الحسابية.

تُعدّ القيمة الناتجة: $Q_{rT} = 262[l/s]$ التدفق الحسابي من أجل تحديد استطاعة محطة الضخ أي إن التدفق في الأنبوب الرئيسي هو نفسه التدفق الذي يجب أن تعطيه المضخة: $Q_{rT} = Q_{H.C}$.



- الشكل (2-9): مخطط
تحديد التدفقات
الحسابية عند السقاية
باستخدام آلة الرش
فالجنكا. ١ و ٢ و ٣ و ٤ -
موضع وقوف الآلة وفق
زمن السقاية، ٥ - في
البسط رقم الحقل، وفي
المقام مساحة الحقل،
٦ - حدود الحقل، ٧ -
محطة الضخ.

التدفق الحسابي في بداية الأنبوب الحقلية:

تدفقات الأنابيب الحقلية في $Q_{nT} = 2Q_{DY} / \eta_{nT} = 2 \cdot 62.6 / 0.98 = 129 [l/s]$
 القطاعات العلوية التي تخدم الحقول: 1,3,5,7: $Q_{nT} / 2 = 64.5 [l/s]$. التدفقات الحسابية
 للقطاعات السفلية (الحقول: 2,4,6,8): $Q_{nT} = 129 [l/s]$.
 التدفق الحسابي في بداية أنبوب التوزيع: $Q_{P.T} = \sum Q_{nT} / \eta_{P.T}$. التدفق في بداية
 الأنبوب التوزيعي PT-1:

$$Q_{P.T-1} = \frac{Q_{nT-1} + Q_{nT-2}}{\eta_{P.T}} = \frac{129 + 129}{0.99} = 261 [l/s]$$

تدفق أنبوب التوزيع PT-2 في القطاع بين nT-3;nT-4 سيساوي: $131 [l/s]$ أما
 بين nT-3;nT-2 فيساوي: $261 [l/s]$.
 التدفق الحسابي للأنبوب الرئيسي:

$$Q_{rT} = N_{DY} Q_{DY} / \eta_{cuc}^{rT} \eta_{cuc}^{rT} = \frac{4 \cdot 62.6}{0.96} = 262 [l/s]$$

$$\eta_{cuc}^{rT} = 0.98 \cdot 0.99 \cdot 0.99 = 0.96$$

يُجرى الحساب الهيدروليكي للشبكة وفق التدفق الناتج، وهذا يعني تحديد أقطار الأنابيب المطابقة
 لضغوط الضغط لها وفق قطاع الشبكة والسرعة. إذا وُجدت شبكة مركبة أو مكشوفة في
 المجاري الترابية ومُكساة لمنع التسرب أو من دون تغطية، فإنه نجد بالتطابق التدفقات المختلفة
 لعناصر (الأجزاء) الشبكة وفق العلاقة بتصميم العنصر المعين وبعدد آلات الرش العاملة في
 العنصر المعين.

مثال: يتم إرواء القطاع باستخدام آلة الرش ذات الجناحين المعلقين. تُسحب المياه من
 مصدر المياه بواسطة المضخة وينقلها الأنبوب المغلق إلى قنوات الري المؤقتة. يُمكن أن تعمل
 آلة واحدة على قناة الري المؤقتة، وبالتالي تدفقها الحسابي الكلي:

$$Q_{B.O} = Q_{D.Y} / \eta_{B.O} \quad (2-27)$$

حيث: $Q_{D.Y} [l/s]$ - تدفق آلة الرش، فمن أجل آلة الرش ذات الجناحين المعلقين:
 $Q_{D.Y} = 130 [l/s]$.

$$\eta_{B.O} = 0.95 - \text{معامل الكفاءة (المردود) لقناة الري المؤقتة.}$$

التدفق الحسابي لأي قطاع من الأنبوب:

$$Q_{TP} = \frac{\sum Q_{B.O}}{\eta_{TP}} \quad (2-28)$$

حيث: $Q_{B.O}; [l/s]$ - مجموع تدفقات المياه العاملة بالوقت ذاته في قطاع معين من أنبوب قنوات الري المؤقتة.

η_{TP} - معامل الكفاءة (المردود) للأنبوب.

٢-١٢ - الحساب الهيدروليكي لشبكة الري المغلقة:

تُحدد أقطار وضيعات الضغط الطولية والموضعية للأنابيب بالاعتماد على التدفقات الحسابية وعلى مادة أنابيب الري المُختارة والسرعة المثالية لحركة المياه فيها.

يُحدد القطر التقريبي للأنبوب: $[mm]$ من المعادلة الآتية:

$$d = 1000 \sqrt{4Q/(\pi V)} = 1130 \sqrt{Q/V} \quad (2-29)$$

حيث: $Q; [m^3/s]$ - التدفق الحسابي للأنبوب المُعين أو لجزء منه.

$V; [m/s]$ - السرعة المثالية لحركة المياه في الأنبوب.

الجدول (2-8): أقطار الأنابيب الفولاذية وحديد الصب (الفونت المرن): $[mm]$.

شرط المرور: D_Y	مواسير فولاذية ملحومة كهربائياً			مواسير ضغط من حديد الصب			
	القطر الخارجي	سمانة الجدار	القطر الحسابي الداخلي	الصف: LA		الصف: A	
				القطر الداخلي: D	القطر الحسابي الداخلي: d	القطر الداخلي: D	القطر الحسابي الداخلي: d
50	70	2.5	64	52.6	51.6	-	-
60	76	2.5	70	-	-	-	-
75	89	2.5	83	-	-	-	-
80	102	3.0	95	83.6	82.6	-	-
100	121	3.0	114	103.0	102.0	-	-
125	140	3.0	133	128.2	127.2	-	-
150	168	4.5	158	153.4	152.4	-	-
175	180	4.5	170	-	-	-	-
200	219	4.5	209	203.6	202.6	-	-
250	273	6.0	260	254.0	253.0	-	-
300	325	7.0	311	304.4	304.4	-	-
350	377	7.0	363	-	-	352.4	352.4
400	426	6.0	414	-	-	401.4	401.4
450	480	7.0	466	-	-	450.6	450.6
500	530	7.0	516	-	-	500.8	500.8
600	630	7.0	616	-	-	600.2	600.2
700	720	7.0	706	-	-	699.4	699.4
800	820	8.0	804	-	-	799.0	799.8
900	920	8.0	904	-	-	899.2	899.2
1000	1020	8.0	1004	-	-	998.4	998.4
1400	1420	10.0	1400	-	-	-	-
1500	1520	10.0	1500	-	-	-	-
1600	1620	10.0	1600	-	-	-	-

تُستخدم عادةً السرعة في أنابيب الأسبستوس الإسمنتي مُساوية: $1...2 [m/s]$ ، أما في

أنابيب البيتون المسلح والفولاذية وحديد الصب (الفونت المرن): $1...3 [m/s]$. القيم الدنيا أو

الأصغرية المسموح بها لهذه السرعة مُشترطة بعدم انسداد الأنابيب بالرواسب. تسمح زيادة السرعة بإنقاص أقطار المواسير، وهذا يعني انخفاض كلفتها، لكن يزداد الضغط، وبالتالي استطاعة محطة الضخ، وأيضاً إمكانية ظهور الصدمة الهيدروليكية. يُختار القطر النهائي بالاعتماد على الحسابات التقنية الاقتصادية.

ويمكن حساب الأنابيب من الأسبستوس الإسمنتي والفولاذية ومن حديد الصلب ومن البيتون المسلح وفق الجداول: (2-8;2-9;2-10) أو وفق خطوط بيانية تُرفق من الشركات الصانعة. الجدول (2-9): أقطار الأنابيب البيتونية ذات النهايات القمعية الشكل (الجرسية) وذات قلوب فولاذية:

ماركة الأنبوب	القطر الشرطي للمرور: [mm]	سماعة جدران المواسير: [mm]	الضغط الحسابي: [MPa.]	الطول: [m]	كتلة الأنبوب: [kg]
PTHC	250;300;400;500;600;800	35	1...1.5	10.1	390...2456
PTHG	500;700;900;1000	55...75	1...1.5	5.1	1250...3280

الجدول (2-10): أقطار أنابيب الأسبستوس الإسمنتي والقارنات: [mm].

شرط المرور: D_Y	الأنابيب									القارنات		
	BT- 6;BT- 9	BT- 12	BT- 6	BT- 9	BT- 12	الطول				القطر الخارجي		الطول:
	القطر الداخلي		القطر الخارجي				BT- 6	BT- 9	BT- 12	BT- 6	BT- 9	L_1
50	50	-	68	68	-	2950	11	11	-	108	108	150
75	75	-	93	93	-	2950	16	18	-	133	133	150
100	100	-	118	122	-	2950	21	25	-	160	169	150
125	119	-	139	143	-	2950	26	31	-	183	191	150
150	141	135	163	169	169	2950	35	43	50	211	217	150
150	141	135	163	169	169	3950	-	-	-	-	-	-
200	189	181	217	221	224	3950	80	95	128	269	269	150
250	235	228	265	273	274	3950	106	134	152	313	327	150
300	279	270	314	325	325	3950	146	188	224	365	387	-
350	322	312	361	376	376	3950	184	238	280	419	449	180
400	368	356	414	428	428	3950	245	315	405	479	511	180
500	456	441	511	532	532	3950	364	466	560	586	631	200

يُمكن تحديد ضياعات الضغط: $1000i; [m]$ وسرعة حركة المياه: $V; [m/s]$ في

أنابيب البيتون المسلح بقطر: $d = 300...700 [mm]$ وفق الجدول (2-11).

الجدول (2-11): السرعة: $V; [m/s]$ وضغوط الضفط: $1000i; [m]$ لكل: $1000 [m]$ طول الأنابيب البيتونية:

$Q; [l/s]$	$d_p; [mm]$ قطر الأنبوب:													
	300		350		400		450		500		600		700	
	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i
400	-	-	4.43	69.98	3.18	34.43	2.52	18.43	2.04	10.53	1.41	3.28	1.04	1.45
408	-	-	4.52	72.81	3.25	35.82	2.57	19.18	2.08	10.95	1.44	3.41	1.06	1.51
412	-	-	4.57	74.25	3.28	36.53	2.59	19.55	2.10	11.17	1.46	3.48	1.07	1.54
460	-	-	-	-	3.66	45.54	2.89	24.38	2.34	13.92	1.63	4.80	1.20	1.92
488	-	-	-	-	3.88	51.25	3.07	27.43	2.48	15.67	1.73	5.41	1.27	2.16
510	-	-	-	-	4.06	55.97	3.21	29.96	2.60	17.11	1.80	5.90	1.33	2.36
530	-	-	-	-	4.22	60.45	3.83	32.86	2.70	18.48	1.87	6.30	1.38	2.55
610	-	-	-	-	4.85	80.08	3.84	42.87	3.11	24.48	2.16	9.30	1.58	3.71
650	-	-	-	-	-	-	4.09	48.67	3.31	27.80	2.30	10.56	1.69	4.21

٢-١٣ - الضفط الحسابي واستطاعة محطة الضفط المطلوبة:

يُحدد الضفط الحسابي المطلوب $[m]$ لمحطة الضفط من المعادلة الآتية:

$$H_p = h_r + \sum h_l + \sum h_M + h_C \quad (2-30)$$

حيث: $h_r; [m]$ - الارتفاع الجيوديزي للرفع (فرق المنسوب).

$\sum h_l [m]$ - مجموع ضغوط الضفط وفق الطول الحسابي لميل تدرج الأنبوب.

$\sum h_M = (0.05 - 0.1) \sum h_l$ - الضغوط الموضعية.

$h_C; [m]$ - الضفط الحر على الصنبور (المأخذ) المتعلق بنوع آلة أو جهاز الرش.

يُحدد فرق المنسوب: $h_r; [m]$ بين منسوب المأخذ الحسابي المثبت على سطح

الأرض، وبين منسوب المياه في المصدر المائي. وتُحدد: $h_l; [m]$ من أجل كل قطاع ذي تدفق

ثابت أو: $d; [m]$. وتُحدد: $\sum h_l [m]$ و: $\sum h_M; [m]$ - مجموع ضغوط الضفط وفق طول

جميع القطاعات لميل التدرج الحسابي.

يُحدد الضفط الحسابي المطلوب وفق تدرج ميل الأنبوب الأكثر صعوبة الذي ينقل

المياه إلى المأخذ الأبعد أي الأكثر بُعداً أو إلى المأخذ المثبت في أعلى منسوب. تُستخدم من

أجل الحساب القيم الناتجة الأكبر.

وتُحدد استطاعة (قدرة) محطة الضفط المطلوبة: $N; [KW]$ من المعادلة الآتية:

$$N = \frac{\gamma Q_{H.C} H_p}{102 \eta_H \eta_D} \quad (2-31)$$

حيث: $\gamma = 1 \left[\frac{ton}{m^3} \right]$ - كثافة المياه.

$Q_{HC}; \left[\frac{l}{s} \right]$ - التدفق الحسابي لمحطة الضفط.

$-H_P; [m]$ - الضغط الحسابي المطلوب لمحطة الضخ.

$\eta_H; \eta_D = 0.75$ - معامل الكفاءة (المردود) لمحطة الضخ والمحرك:

يتم اختيار المضخة وفق البارامترات الحسابية: $Q_{HC}; [\frac{l}{s}]$ و: $H_P; [m]$ و: $N; [KW]$.

٢-١٤ - المقطع الطولي الجانبي والمقاطع العرضية وفق تدرج الميل للأنابيب:

يُبين على المقطع الطولي الجانبي:

خط سطح الأرض بدءاً من المصدر المائي. وتوضع المناسيب كل: $200[m]$ وتُظهر بكل تأكيد النقاط المُعينة لكامل الأفق.

جميع المنشآت المائية الضرورية: محطة الضخ، وأبار التوزيع، والمأخذ، وأبار الصرف، وصمامات تنفيس الهواء.

الخط العلوي للأنبوب (يجب أن يكون عمق توضع الأنبوب في التربة بما لا يقل عن القيمة الأصغرية المسموح بها).

العمق الأصغري لتوضع الأنبوب حتى أعلى الأنابيب: $0.7...0.8[m]$ شرط حمايته من التخريب نتيجةً للحمولات الميكانيكية المؤثرة.

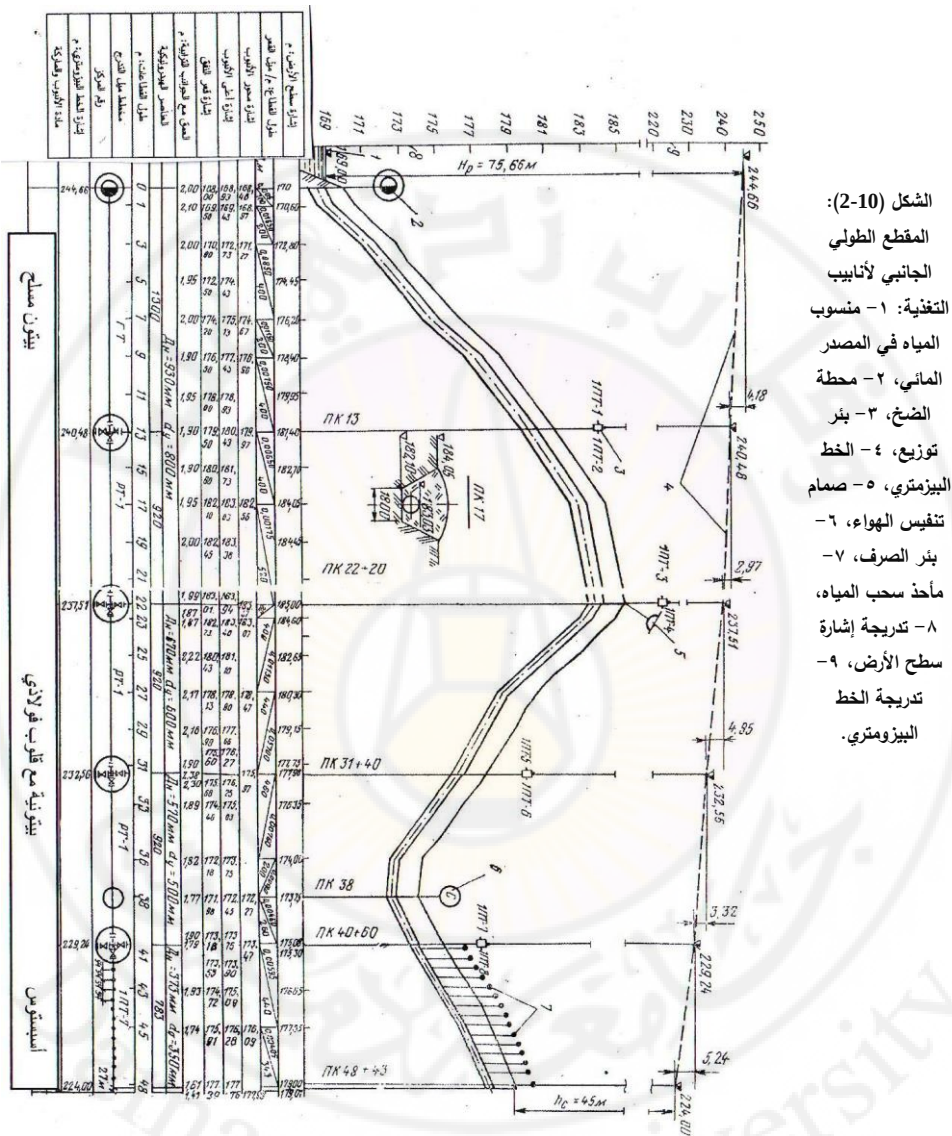
الخط السفلي للأنبوب (قعر الخندق أو النفق). تُحدد المنسوب السفلي للأنبوب في مواضع تغير أقطار الأنابيب في القطاعات المجاورة، تُظهر إشارة مضاعفة في هذه المواضع.

إشارة الضغط البيزومتري وبالتطابق معها الخط البيزومتري. وتُظهر الإشارات على الشكل الجانبي الطولي للأنبوب كل: $200[m]$ ، وأيضاً في مواضع تثبيت المنشآت الهيدروتقنية وعند تغير أقطار الأنابيب. تُقترح المقاييس التالية من أجل الشكل الجانبي الطولي للأنبوب: الأفقي: $1/10000$ والشافولي: $1/100$.

تُعطى ميزة واحدة للمقطع العرضي في كل مقطع طولي. يُستخدم المقياس ذاته للمقطع أفقياً وشافولياً. يُبين الشكل (10-2) نموذج المقطع الطولي للأنبوب.

يتعلق عمق توضع الأنابيب الثابتة تحت سطح التربة أساساً بعمق الصقيع في التربة. يجب عند ذلك توفير حماية للأنابيب من الأضرار الميكانيكية. إذا استُخدمت أنابيب الري في فترات الصقيع، مثال: من أجل إجراء السقايات الاحتياطية، يجب أن يقع أعلى الأنابيب على عمق: $20[cm]$ أسفل من العمق الذي يُؤثر فيه الصقيع، وهذا يزيد من حجم الأعمال، ويزيد من صعوبة التركيب ويؤدي إلى زيادة التكاليف. لذلك لا ضرورة خاصة لوضع أنابيب الري تحت السطح، انطلاقاً من أنّ شرط عدم تجدد المياه فيها غير مناسب. يُنصح بتفريغ الأنابيب من

المياه بالكامل وفق شرط التحذير من الانسداد.



لحماية الأنابيب من الأضرار الميكانيكية يجب ألا يقل ارتفاع طبقة الردم فوق الأنابيب عن: $0.7 \dots 0.8 [m]$. في ميل تدرج الأنابيب في المستوي الشاقولي يُمنع القطاعات المنحنية أو المنكسرة ذات الميل العكسي، وأيضاً في الأجزاء السفلية التي يُمكن أن تبقى المياه فيها وتتجمد عند درجات الحرارة السالبة. إذا لم نستطع عند التصميم التخلص بالكامل من مثل هذه القطاعات، فإنه يجب تثبيت أجهزة خاصة من أجل تفريغ الأنبوب من المياه في النقاط السفلية

للالحناء، ويجب تثبيت أجهزة خاصة لخروج الهواء كصمامات تنفيس الهواء في النقاط العلوية لالحناء أنابيب الضغط وللتخلص من تشكل فقاعات الهواء. لا يُنصح بالميل الصغري لتدرج الأنبوب.

الميل الأصغري المطلوب للأنبوب حتى موضع تفريغه يُساوي: $i = 0.001$. عندما يكون طول القطاع لا يتجاوز: $100[m]$ يُمكن استخدام الميل الأصغري مساوياً: $i = 0.0005$ يُمكن أن تملك الأنفاق مقاطع على شكل: مستطيل ذات جدران شاقولية، وشبه منحرفة ومركبة من أجل وضع أنابيب الري. يُمكن أن تكون المقاطع المستطيلة ذات عرض وفق العمق متماثل أو مختلف (على شكل كتف). في المقاطع المركبة يُنجز عادةً الجزء السفلي للنفق بمقطع مستطيل، ويُنجز الجزء العلوي مع جوانب ترابية مائلة. يُختار نوع المقطع العرضي للنفق بالاعتماد على الحساب التقني الاقتصادي وحساب البارامترات وعمق توضع الأنبوب، وعلى خواص التربة الميكانيكية، وعلى الشروط الهيدروجيولوجية، وعلى أساليب إنتاج الأعمال وعلى التقنية الآمنة وغيرها. يُحدد عرض النفق من الأسفل وفق القعر من شرط إمكانية إنتاج العمل وفق الأجزاء التناكبية للمواسير وحساب بارامترات آلات استصلاح الأراضي.

يُستخدم عرض النفق مساوياً: $d_H + 0.5; [m]$ من أجل أنابيب الأسبستوس الإسمنتي بقطر حتى: $300[mm]$ ، وبقطر أكبر من: $300[mm]$ يُستخدم عرض النفق مساوياً: $d_H + 0.7; [m]$ حيث: d_H القطر الخارجي للقارنة.

عند تركيب الأنبوب من أنابيب منفصلة فإنه من الضروري في أماكن الوصل مباشرةً في النفق إعداد حفرة عرضها يُساوي عرض النفق في الأسفل وبعمق وطول يُؤمنان القيام بالعمل في أثناء التركيب.

مثال: من أجل تركيب أنابيب الأسبستوس الإسمنتي تُحفر حفرة بالمقاسات التالية: من أجل أنابيب بقطر حتى: $300[mm]$ يكون طولها: $0.7[m]$ وعمقها: $0.2[m]$. ومن أجل الأنابيب بقطر أكبر من: $300[mm]$ يكون طولها: $0.9[m]$ وعمقها: $0.3[m]$.

للتخلص من الهبوط غير المنتظم للأنبوب وتحطم الأنابيب عند الوصلات التناكبية الخزفية (القرميديّة) يجب وضعها على القاعدة الطبيعية (تربة غير مُحطمة) بما لا يقل عن: $3/4$ من طولها.

تُرَكَّب أجزاء التشكيل الجانبي والمعدات بالإضافة إلى صمامات تنفيس الهواء والصنابير بالوقت ذاته مع الوصلات.

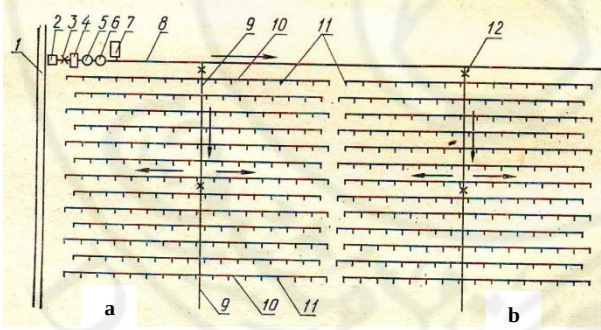
الفصل الثالث

التطبيقات العملية لتخطيط شبكات الري بالتنقيط وتصميمها

٣-١- تخطيط شبكات الري بالتنقيط فوق سطح التربة وتصميمها (مشروع فصلي):

٣-١-١- نص المشروع:

المطلوب تخطيط وتصميم شبكة ري بالتنقيط وفق الشكل (3-1) المبين أدناه في منطقة جافة في أرض مساحتها: $200 \times 100[m]$ وتتوضع المياه الجوفية على عمق أكبر من: $10[m]$ أي لا يحصل تبادل شاقولي للرطوبة فيها، وميل الأرض لا يتجاوز: 0.05 ويراد زراعة الذرة في أحد القطاعات (القطاع: **a**) علماً أن الإنتاجية النظرية أي التصميمية للذرة: $Y = 4[\frac{ton}{ha}]$ وأن ثابت مجموع الاستهلاك المائي عند الري بالتنقيط: $\zeta_Y = 2300[m^3/ton]$ ، وفي القطاع الآخر زراعة أشجار مُثمرة (زيتون، أو أشجار الفاكهة، ...) (القطاع: **b**) علماً أن الإنتاجية النظرية للأشجار المُثمرة: $Y = 10[\frac{ton}{ha}]$ ، وأن ثابت مجموع الاستهلاك المائي عند الري بالتنقيط: $\zeta_Y = 600[\frac{m^3}{ton}]$.



الشكل (3-1): مخطط نظام الري بالتنقيط:
١- قناة مكشوفة، ٢- مضخة، ٣- سكر،
٤- مصفاة، ٥- حوض ترسيب، ٦-
مانومتر، ٧- جهاز مزج الأسمدة مع مياه
الري، ٨- الأنابيب الرئيسي، ٩- الأنابيب
التوزيعي، ١٠- أنابيب السقاية، ١١-
نقاطات المياه، ١٢- صنبور تنظيم الضغط
والتدفق.

٣-٢-١- تخطيط شبكات الري بالتنقيط وتصميمها لري المحاصيل الحقلية وللأشجار المثمرة.

أولاً- القطاع (الحقل) **a**- مُخصص لزراعة الذرة. في المشروع الإنتاجية التصميمية للذرة: $Y = 4[\frac{ton}{ha}]$ المُطابق لها في الشروط الطبيعية لأرض الري ثابت الاستهلاك المائي: $\zeta_Y = 2300[m^3/ton]$. وبناءً على ذلك نحسب مجموع الاستهلاك المائي وفق كوستياكوف من المعادلة التالية:

$$ET_{crop} = Y \cdot \zeta_Y$$

$$ET_{crop1} = 4 \cdot 2300 = 9200 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

ثانياً- في القطاع الآخر زراعة أشجار مثمرة (القطاع: **b**) علماً أن الإنتاجية النظرية للأشجار المثمرة: $Y = 10 \left[\frac{ton}{ha} \right]$ ، وأن ثابت مجموع الاستهلاك المائي عند الري بالتنقيط: $\zeta_Y = 600 [m^3/ton]$.

$$ET_{crop2} = 10 \cdot 600 = 6000 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

٣-١-٣-١ جدول الري:

معدل السقاية: هو كمية المياه المنقولة للأرض خلال السقاية مرة واحدة ويقدر: $[m^3 / hr]$ أو $[mm]$ لطبقة المياه.

في الحالة العامة تتعلق قيمة معدل السقاية بالخواص الفيزيا-مائية للتربة وبدرجة جفافها حتى لحظة السقاية، وبالعُمق المطلوب للتطريب وبأسلوب وتكنولوجيا السقاية. يُحسب مُعدل السقاية من معادلة كوستياكوف التالية:

$$m = W_{FC} - W_{cr} = 10 \gamma h_z (\beta_{FC} - \beta_{cr}) \quad (3-1)$$

حيث: $m; [mm]$ - مُعدل السقاية الحسابي. $W_{FC}; [mm]$ - المُحتوى الرطوبي (رطوبة السعة الحقلية) بالمياه في طبقة التربة المحسوبة. $W_{cr}; [mm]$ - الاحتياطي المسموح به أو الفعلي للرطوبة في نفس تلك الطبقة الترابية. $h_z; [mm]$ - العُمق الحسابي لتطريب التربة. $\gamma; [ton / m^3]; [gr / cm^3]$ - الوزن الحجمي الجاف للتربة. $\beta_{cr}; \beta_{FC}$ - رطوبة السعة الحقلية في التربة والحد الأدنى المسموح به للجفاف، % من الكتلة.

لدينا: $\beta_{FC} = 22\%$ ، $\beta_{cr} = 0.8\beta_{FC}$ ، $h_z = 600 [mm]$ ، $\gamma = 1.3 \left[\frac{gr}{cm^3} \right]$.

$$m = W_{FC} - W_{cr} = 10 \gamma \cdot h_z (\beta_{FC} - \beta_{cr})$$

نُعوض في المعادلة (4-1) نجد مُعدل السقاية m_1 للذرة:

$$m_1 = 10 \cdot 1.3 \cdot 600 (0.22 - 0.22 \cdot 0.8) = 343.2 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

ونُعوض في المعادلة (4-1) نجد مُعدل السقاية m_2 للأشجار المثمرة:

$$m_2 = 10 \cdot 1.3 \cdot 900 (0.22 - 0.22 \cdot 0.8) = 514.8 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

معدل الري: هو كمية المياه التي تنقل لري مساحة هيكتار واحد خلال فترة نمو المحاصيل

المقدر: $[m^3 / hr]$ أو بطبقة المياه (عمود ماء). يُحدد المُعدّل كفرق بين مجموع الاستهلاك المائي (التبخر) للمحاصيل وتأمينها الطبيعي. يُستخدم عادة مُعدّل الري مساوياً للنقص بمجموع الاستهلاك المائي للمحاصيل خلال فترة نموها.

$$M = \sum_{i=1}^n \Delta ET_{crop} \quad (3-2)$$

حيث: M - معدل الري الصافي. $\sum_{i=1}^n \Delta ET_{crop}$ - مجموع النقص في الاستهلاك المائي خلال فترة النمو للمحاصيل الزراعية.

يحدد النقص في الاستهلاك المائي من أجل أية فترة للنمو وفق معادلة الموازنة المائية التي تأخذ الشكل المبسط التالي:

$$\Delta ET_{crop} = ET_{crop} - W_{ai} - P_i \alpha - V_{gr} + V_i \quad (3-3)$$

حيث: $ET_{crop}; [mm]$ - مجموع الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية خلال الفترة الحسابية. $W_{ai}; [mm]$ - الاحتياطي الفعال لرطوبة التربة عند بداية الفترة الحسابية. $P_i; [mm]$ - كمية الأمطار الجوية خلال الفترة الحسابية. α - معامل استخدام الأمطار الجوية الطبيعية. $V_{gr}; [mm]$ - الصعود (التسرب) الشعري للمياه الجوفية في الطبقة الحسابية. $V_i; [mm]$ - جريان الرطوبة خارج مجال الطبقة الحسابية.

يُحسب الاحتياطي الفعال لرطوبة التربة: $W_{ai}; [mm]$ في هذه المعادلة كفرق بين الاحتياطي الأولي للرطوبة في الطبقة الحسابية: W_{in} واحتياطي المياه المسموح به: W_{cr} (قبل السقاية) في تلك الطبقة نفسها.

يُحدد مُعامل استخدام الأمطار الطبيعية: α بالشكل التالي:

إذا كان: $P_i \leq ET_{crop} + (W_{FC} - W_{in})$ فإن: $\alpha = 1$ ، أما إذا كان: $P_i > ET_{crop} + (W_{FC} - W_{in})$ فإن: $\alpha = [ET_{crop} + (W_{FC} - W_{in})] / P_i$. حيث: $W_{FC}; [mm]$ - المُحتوى الرطوبي الأصغرى (قدرة الاحتفاظ بالمياه) في الطبقة الترايبية الحسابية العظمى من أجل محاصيل معينة، $W_{in}; [mm]$ - احتياطي الرطوبة في تلك الطبقة الترايبية نفسها لبداية الفترة الحسابية.

تتعلق قيم الصعود الشعري للمياه الجوفية بعمق هذه المياه، وبقدرة النظام الجذري للمحاصيل على امتصاص المياه، وبالبنية الترايبية الحجرية في مجالات التهوية، وأيضاً بعدد

مرات ترطيب سطح التربة بالأمطار الطبيعية وبالسقايات. عندما تكون قيم الصعود الشعري للمياه الجوفية معروفة يتم حسابها من العلاقة الآتية:

$$V_{gr} = ET_{crop} k_g \quad (3-4)$$

حيث: $V_{gr}; [mm]$ - الصعود الشعري للمياه الجوفية المستخدمة.

$ET_{crop}; [mm]$ - مجموع الاستهلاك المائي خلال الفترة الحسابية.

k_g - معامل استخدام المياه الجوفية من مجموع الاستهلاك المائي.

تُحدد كمية مياه الري المطلوبة لتأمين شبكة الري من المُعادلات (3-2 و 3-3)، وهذا يعني الحفاظ على رطوبة مثالية للتربة.

تُحسب كمية المياه من أجل ري الأراضي المالحة والمائلة للتملح بالاعتماد على التنبؤات بالنظام الملحي والهوائي للتربة.

يتراوح متوسط كمية الأمطار السنوية في المناطق الجافة بين: $100\text{---}200[mm]$. لذلك نختار: $150[mm]$. ونجد الاحتياطي الفعال لرطوبة التربة عند بداية الفترة الحسابية من المُعادلة الآتية:

$$W_{ai} = \beta_{FC} - 0.8\beta_{FC} = 0.22 - 0.8 \cdot 0.22 = 0.044$$

ونفرض أن معامل استخدام الأمطار يُساوي: $\alpha = 0.3$ حيث يقع في المجال: $0.2\text{---}0.5$ للمناطق الجافة. وبإهمال كل من القيم: $V_{gr}; [mm]$ - الصعود الشعري للمياه الجوفية في

الطبقة الحسابية. $V_i; [mm]$ - جريان الرطوبة خارج مجال الطبقة الحسابية.

إن نجد مُعدل الري للذرة من المُعادلات (3-2;3-3):

$$\Delta ET_{crop1} = 9200 - 0.044 - (0.3 \cdot 150) \approx 9155 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

$$M_1 = \sum_{i=1}^n \Delta ET_{crop} = 9155 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

ونجد مُعدل الري للأشجار المثمرة من المُعادلات (3-2;3-3):

$$\Delta ET_{crop2} = 6000 - 0.044 - (0.3 \cdot 150) \approx 5955 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

$$M_2 = \sum_{i=1}^n \Delta ET_{crop} = 5955 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

٣-٤-١ - تحديد فترات السقاية وعددها:

يُعبر عن العلاقة بين مُعدل السقاية واستمرارية الفترة بين السقايات في الشكل العام،

هذا يعني الزمن بين سقايتين متتاليتين بالمعادلة الآتية:

$$\Delta t = (m + P\alpha + W_a) / ET_{crop} \quad (3-5)$$

حيث: Δt - الفترة بين السقايات باليوم، m ; [mm] - معدل السقاية الفعلي الصافي، P ; [mm] - كمية الأمطار الطبيعية خلال الفترة، α - معامل استخدام الأمطار الطبيعية، W_a ; [mm] - احتياطي الرطوبة في الطبقة الحسابية في لحظة السقاية، ET_{crop} ; [mm] - التبخر اليومي الوسطي لرطوبة التربة من الحقل (الفعلي أو المتوقع) خلال الفترة Δt .

تُحدد الفترة بين السقايات للذرة من المعادلة (4-5):

$$\Delta t_1 = \frac{(343 + 0.3 \cdot 150 + 0.44)}{170} = \frac{388.044}{170} = 2.28 \approx 2.3[\text{day}]$$

وتُحدد الفترة بين السقايات للأشجار المثمرة من المعادلة (3-5):

$$\Delta t_2 = \frac{(514.8 + 0.3 \cdot 150 + 0.44)}{170} = \frac{559.844}{170} = 3.29 \approx 3.3[\text{day}]$$

وبما أن المياه الجوفية على عمق أكبر من 10 متر لذلك لا تؤخذ بالحسبان في الحسابات. يتعلق عدد مرات السقاية للمحاصيل خلال فترة النمو N بمعدل الري والسقاية:

$$N = M / m_{mit} \quad (3-6)$$

حيث: M ; [mm] - معدل الري. m_{mit} ; [mm] - معدل السقاية الوسطي.

يُحسب عدد مرات السقاية لمحصول الذرة من المعادلة (3-6):

$$N_1 = \frac{M}{m} = \frac{9155}{343} = 26.69 \approx 27$$

ويُحسب عدد مرات السقاية للأشجار المثمرة من المعادلة (3-6):

$$N_2 = \frac{M}{m} = \frac{5955}{514.8} = 11.57 \approx 12$$

٣-٥-١ - مخطط الحقل للقطاع a المخصص لزراعة الذرة:

لدينا طول الحقل يُساوي عرضه: $l=b=100[\text{m}]$. والمسافة: $1[\text{m}]$ بين كل نقطة وأخرى.

$$n_1 = \frac{l - 2}{B} = \frac{100 - 2}{1} = 98$$

حيث: n_1 - عدد أنابيب السقاية. L ; [m] - طول الحقل. $B=1[\text{m}]$ - المسافة بين كل نقطتين على طول أنبوب السقاية.

عدد النقاط يُساوي: $l - 2 = 100 - 2 = 98$.

نختار نقطة من نوع هيكلية من الجدول (4-1): تدفقها: $q_1 = 4 \left[\frac{l}{h} \right] = 0.0000011 \left[\frac{m^3}{s} \right]$.

تُعدّ النقاطات المثبتة على أنابيب السقاية والتي تؤمّن غزارة المياه مباشرةً إلى جذور المحاصيل العنصر الأكثر أهميةً في شبكة الريّ بالتنقيط. لذلك تُبين في الجدول (3-1) الموصافات التقنية لبعض أنواع النقاطات المُختلفة المُستخدمة في شبكات الريّ بالتنقيط. ويمكن استخدام أنابيب الترطيب المسامية البسيطة ذات الثقوب الدقيقة بقطر: $5 - 100[mk]$ بدلاً من أنابيب الريّ المجهّزة بالنقاطات.

الجدول (3-1): الموصافات التقنية للنقاطات ذات فوهات الخروج المكروية.

البارامترات	مالدافيا	كورناليا	هيكليّة ١	هيكليّة ٣	تافاريا
النوع	ذاتية التنظيم (معياريّة)			ذات فوهات - معايير متغيرة	
الحل التقني لإخماد الضغط وتثبيته	الصمام الخانق ذو قناة حلزونية ومنظم غشائي مرن	منظم مرن ذو قناة قطرية	صمام معايير رقي مرن	منظم مرن موجه حر	صمام خانق ذو منظم أبري عائم
نظام العمل	مستمر				
التدفق : [l / h]					
الفعلي	4 ± 1	2 ± 0.65	4 ± 1	5.5 ± 1	6;8;10
عند الغسل	20 ---	40 ---	40 ---	40 ---	
الضغط: [MPa]					
الفعلي في الشبكة	0.08 - 0.25	0.03 - 0.6	0.05 - 0.6	0.2 - 0.6	0.04 - 0.08
عند الغسل	0.01 - 0.04	0 - -0.03	0.03	-	-
نظام الغسل	مؤتمت				
المحتوى المسموح به من المواد العالقة في مياه الري [m · gr / l]	50	100	80	100	-
التوضع على شبكة الري	على سطح التربة				
مواد العناصر التصميمية	بوليمير بلاستيكي	بولي إيثيلين متين، مطاط	بوليمير بلاستيكي حراري، مطاط	بوليمير بلاستيكي حراري، مطاط	إثارة ثابتة PE بلاستيك رغوي
الكتلة: [Kg]	0.01	0.01	0.025	0.01	0.04
شروط الاستثمار	-	ارتفاع السقوط حتى : $60[m]$			-

٣-٦-١ - حساب أنابيب السقاية في الشبكة للقطاع a المخصص لزراعة الذرة:

تدفق أنبوب السقاية يُساوي جداء تدفق النقطة الواحدة في عددها على أنبوب السقاية الواحد:

$$q_2 = q_1 \cdot n_1 = 4 \cdot 98 = 392 \left[\frac{l}{h} \right] \approx 0.00011 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

يُمكن تحديد قطر أنبوب السقاية وضياعات الضغط النوعية في أنابيب السقاية وفي الأنابيب الفرعية من الجدول (3-2).

الجدول (3-2): ضياعات الضغط النوعية h_{sp} في أنابيب السقاية لشبكة الري بالتنقيط.

المسافة بين النقاطات: $a; [m]$						تدفق المياه $q_o [m^3 / sec]$	سرعة التدفق عند المدخل: $V_o [m/sec]$
8	4	2	1	0.5	0.25		
القطر الخارجي $d_o = 0.016[m]$ ، والقطر الداخلي $d_{in} = 0.012[m]$							
0.007	0.007	0.007	0.0073	0.0081	0.0096	0.000034	0.3
0.016	0.017	0.017	0.0184	0.0205	0.0248	0.000056	0.5
0.030	0.031	0.032	0.0338	0.038	0.0462	0.000079	0.7
0.046	0.048	0.050	0.0531	0.06	0.0786	0.000101	0.9
0.066	0.069	0.071	0.0763	0.0865	0.107	0.000124	1.1
0.089	0.092	0.096	0.103	0.0121	0.146	0.000147	1.3
0.115	0.12	0.125	0.134	0.153	0.191	0.00017	1.5
0.191	0.2	0.208	0.225	0.258	0.327	0.000226	2
0.28	0.292	0.306	0.332	0.384	0.487	0.000283	2.5
القطر الخارجي $d_o = 0.02[m]$ ، والقطر الداخلي $d_{in} = 0.016[m]$							
0.005	0.005	0.005	0.0050	0.0052	0.006	0.000060	0.3
0.012	0.012	0.012	0.0124	0.0132	0.015	0.000100	0.5
0.020	0.021	0.021	0.022	0.0235	0.027	0.000141	0.7
0.033	0.033	0.034	0.0351	0.0376	0.043	0.000181	0.9
0.046	0.047	0.048	0.0502	0.0541	0.062	0.000221	1.1
0.062	0.064	0.065	0.0678	0.0731	0.084	0.000261	1.3
0.081	0.082	0.084	0.0876	0.0948	0.109	0.000301	1.5
0.134	0.137	0.14	0.147	0.159	0.185	0.000402	2
0.199	0.204	0.209	0.219	0.239	0.279	0.000503	2.5
المسافة بين النقاطات: $a; [m]$						تدفق المياه $q_o [m^3 / sec]$	سرعة التدفق عند المدخل: $V_o [m/sec]$
8	4	2	1	0.5	0.28		
القطر الخارجي $d_o = 0.025[m]$ ، والقطر الداخلي $d_{in} = 0.021[m]$							
0.003	0.003	0.003	0.0034	0.0035	0.0038	0.0001	0.3
0.008	0.008	0.008	0.0085	0.0088	0.0094	0.00017	0.5
0.015	0.015	0.015	0.0155	0.0161	0.0173	0.00024	0.7
0.023	0.023	0.024	0.0243	0.0254	0.0274	0.00031	0.9
0.033	0.034	0.033	0.0348	0.0364	0.0394	0.00038	1.1
0.044	0.045	0.046	0.0468	0.049	0.0533	0.00045	1.3
0.058	0.058	0.059	0.0603	0.0631	0.0688	0.00052	1.5
0.096	0.097	0.098	0.101	0.106	0.116	0.00069	2
0.143	0.145	0.147	0.151	0.159	0.174	0.00086	2.5

عند التدفق: $q_2 = 0.00011 \left[\frac{m^3}{s} \right]$ والمسافة بين النقاطات: $B = 1[m]$ نجد من

الجدول (3-2) أن: $h_{sp} = 0.058[m]$ ضياعات الضغط النوعية في أنابيب السقاية،

وأن: $v_o = 0.980 \left[\frac{m}{s} \right]$ وأن: $d_o = 0.012[m]; \dots; d_{in} = 0.016[m]$

٣-٧-١ - حساب الأنابيب الفرعية في الشبكة للقطاع a المخصص لزراعة الذرة:

طول الأنبوب الفرعي يُساوي عرض الحقل وهو: $100[m]$ ويكون عدد أنابيب السقاية المتعلقة

به يُساوي: 98 أنبوباً والمسافة بينهما تُساوي: $1[m]$. ويبين الجدول (3-3) ضياعات الضغط

النوعية (الميل البيزومتري) i_{pz} في الأنابيب الفرعية بأقطار مختلفة.

الجدول (3-3): ضياعات الضغط النوعية (الميل البيزومتري) i_{pz} في الأنابيب الفرعية بأقطار

مختلفة.

$d_o = 0.09[m]$ $d_{in} = 0.083[m]$		$d_o = 0.075[m]$ $d_{in} = 0.089[m]$		$d_o = 0.063[m]$ $d_{in} = 0.058[m]$		$d_o = 0.05[m]$ $d_{in} = 0.046[m]$		$V_o;$ [m/sec]
i_{pz}	$q_o;$ [m ³ /sec]	i_{pz}	$q_o;$ [m ³ /sec]	i_{pz}	$q_o;$ [m ³ /sec]	i_{pz}	$q_o;$ [m ³ /sec]	
0.00062	0.00162	0.00077	0.00112	0.00096	0.0008	0.00127	0.0005	0.3
0.00152	0.00271	0.00191	0.00187	0.00236	0.00132	0.00314	0.00083	0.5
0.00277	0.00379	0.00347	0.00262	0.00429	0.00185	0.00571	0.00116	0.7
0.00432	0.00487	0.00542	0.00336	0.00671	0.00238	0.00891	0.00149	0.9
0.00617	0.00595	0.00774	0.00411	0.00957	0.00291	0.0127	0.00183	1.1
0.00839	0.00703	0.0104	0.00486	0.0129	0.00343	0.0171	0.00216	1.3
0.0107	0.00812	0.0134	0.00561	0.0165	0.00396	0.0221	0.0025	1.5
0.0178	0.0108	0.0224	0.00748	0.0275	0.00588	0.0367	0.00332	2
0.0265	0.0135	0.0332	0.00935	0.0411	0.0066	0.0546	0.00415	2.5
0.0366	0.0162	0.0459	0.0112	0.0568	0.00793	0.0754	0.005	3
$d_o = 0.16[m]$ $d_{in} = 0.148[m]$		$d_o = 0.14[m]$ $d_{in} = 0.129[m]$		$d_o = 0.125[m]$ $d_{in} = 0.115[m]$		$d_o = 0.11[m]$ $d_{in} = 0.102[m]$		$V_o;$ [m/sec]
i_{pz}	$q_o;$ [m ³ /sec]	i_{pz}	$q_o;$ [m ³ /sec]	i_{pz}	$q_o;$ [m ³ /sec]	i_{pz}	$q_o;$ [m ³ /sec]	
0.0003	0.00516	0.00036	0.00392	0.00041	0.00312	0.00048	0.00245	0.3
0.00075	0.0036	0.00089	0.00653	0.00102	0.00519	0.00118	0.00409	0.5
0.00136	0.012	0.00161	0.00915	0.00186	0.00727	0.00215	0.00572	0.7
0.00213	0.0155	0.00252	0.0118	0.00290	0.00935	0.00336	0.00735	0.9
0.00304	0.0189	0.00359	0.0144	0.00414	0.0114	0.00479	0.00899	1.1
0.00408	0.0224	0.00483	0.017	0.00556	0.0135	0.00644	0.0106	1.3
0.00526	0.0258	0.00623	0.0196	0.00717	0.0156	0.00831	0.0123	1.5
0.0087	0.0344	0.0104	0.0261	0.012	0.0208	0.0138	0.0163	2
0.0136	0.043	0.0154	0.0327	0.0178	0.026	0.0206	0.0204	2.5
0.018	0.0516	0.0213	0.0392	0.0245	0.0312	0.0284	0.0245	3

تدفق الأنابيب الفرعي يُساوي جداء تدفق أنبوب السقاية في عددها المتعلقة به، وهذا يعني:

$$q_2 = 0.00011 \cdot 98 = 0.011 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

يُحدد قطر الأنبوب الفرعي عند التدفق: $q_3 = 0.011 \left[\frac{m^3}{s} \right]$ والمسافة بين أنابيب السقاية:

$B_1 = 1[m]$ من الجدول (3-3)، نجد أن: $i_{pZ} = 0.006683$ - ميل الأنبوب

القطاعي، وأن: $v_o = 1.35 \left[\frac{m}{s} \right]$ ، وأن: $d_o = 0.11[m]$; ...; $d_{in} = 0.102[m]$;

تُحسب ضياعات الضغط النوعية في الأنابيب الفرعية من المعادلة:

$$h_p = \gamma \cdot g \cdot l_2 \cdot i_{pZ} \left[1 - \left(\frac{v_E}{v_o} \right)^3 \right] \quad (3-7)$$

حيث: γ ; $\left[\frac{gr}{cm^3} \right]$ - كثافة المياه.

g ; $\left[\frac{m}{sec^2} \right]$ - تسارع السقوط الحر.

l_2 ; $[m]$ - طول الأنبوب.

i_{pZ} ; $[m]$ - الضياعات النوعية (الميل البيزومتري).

v_o, v_E ; $[m/sec]$ - سرعة الجريان عند بداية المقاطع ونهايتها.

$$v_{E1} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0.011}{3.14 \cdot (0.102)^2} = 1.33 \left[\frac{m}{s} \right]$$

إذن:

$$h_{p1} = 1.29 \cdot 9.81 \cdot 100 \cdot 0.006683 \left[1 - \left(\frac{1.33}{1.35} \right)^3 \right] = 0.373[m]$$

٣-٨-١ - حساب أنابيب السقاية في الشبكة للقطاع **b** المخصص لزراعة الأشجار المثمرة:

طول أنبوب السقاية يُساوي: $100[m]$ مثبت عليه نقطة واحدة كل ستة أمتار على امتداد:

$96[m]$ فيكون لدينا: 16 نقطة المسافة فيما بينها: $6[m]$.

نختار نقطة من نوع تقاريا من الجدول (4-1): تدفقها:

$$q_1 = 8 \left[\frac{l}{h} \right] = 0.0000022 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

نحسب تدفق أنبوب السقاية: $q_2 = 16 \cdot 0.0000022 = 0.0000352 \left[\frac{m^3}{s} \right]$

وبالاعتماد على قيمة تدفق أنبوب السقاية نجد قطر الأنبوب وضياعات الضغط والسرعة من

الجدول (4-2):

$$q_2 = 0.0000352 \left[\frac{m^3}{s} \right]; \dots; h_{sp} = 0.0073[m]; \dots; v_o = 3[m/s]; \dots; d_{in} = 0.012[m]; \dots; d_o = 0.016[m]$$

٣-٩-١- حساب الأنابيب الفرعية في الشبكة للقطاع **b** المخصص لزراعة الأشجار المثمرة:

يكون طول الأنبوب الفرعي $100[m]$ مُساوياً لعرض الحقل ويكون عدد أنابيب السقاية 16 والمسافة بين كل خط وخط: $6[m]$ عندئذٍ تدفق الأنبوب الفرعي يُساوي جداء تدفق أنابيب السقاية بعددها المتعلقة بأنبوب فرعي واحد. أي إن:

$$q_3 = q_2 \cdot n_1 = 0.0000352 \cdot 16 = 0.00056 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

نجد من الجدول (3-3) عند التدفق: $q_3 = 0.00056 \left[\frac{m^3}{s} \right]$ قطر الأنبوب الفرعي وميله البيزومتري:

$$q_3 = 0.00056; \dots; i_{pZ} = 0.00127; \dots; v_o = 3 \left[\frac{m}{s} \right]; \dots; d_{in} = 0.046[m]; \dots; d_o = 0.05[m]$$

تُحدد ضياعات الضغط النوعية في الأنبوب الفرعي للأشجار المثمرة:

$$h_p = \gamma \cdot g \cdot l_2 \cdot i_{pZ} \left[1 - \left(\frac{v_E}{v_o} \right)^3 \right]$$

$$v_{E2} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0.00056}{3.14 \cdot (0.046)^2} = 0.34 \left[\frac{m}{s} \right]$$

إذن:

$$h_{p2} = 1.29 \cdot 9.81 \cdot 100 \cdot 0.00127 \left[1 - \left(\frac{0.34}{3} \right)^3 \right] = 1.6[m]$$

٣-١٠-١- حساب الأنبوب الرئيسي للشبكة للقطاعين **a, b**:

طول الأنبوب الرئيسي: $200[m]$ ويتعلق به أنبوبان قطاعيان. وتدفق الأنبوب الرئيسي يُساوي مجموع التدفقات في الأنابيب القطاعية المتعلقة به. أي إن:

$$q_4 = q_2 + q_3 = 0.011 + 0.00056 \approx 0.012 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

ومن الجدول (3-3) نجد عند التدفق $q_3 = 0.012 \left[\frac{m^3}{s} \right]$ الميل البيزومتري والسرعة والقطر الداخلي والخارجي للأنبوب الرئيسي:

$$q_3 = 0.012 \left[\frac{m^3}{s} \right]; i_{pZ} = 0.00831; \dots; v_o = 1.5 \left[\frac{m}{s} \right]; \dots; d_{in} = 0.102[m]; \dots; d_o = 0.11[m]$$

٣-١١-١- حساب الضياعات الطولية في الشبكة:

حساب الضياعات الخطية في أنبوب السقاية في الحقل الأول **a** للذرة:
تُحسب الضياعات الخطية في أنبوب السقاية في الحقل الأول مع الأخذ بالحسبان عامل
التخفيض F الذي نجد قيمته بحسب عدد النقاطات من الجدول (3-4):

$$H_{f1} = F \cdot h_{sp1} \cdot l_1 = 0.356 \cdot 0.058 \cdot 100 \approx 2.1[m]$$

حيث: $[m]$; l_1 - طول أنبوب السقاية في الحقل الأول.

$[m]$; h_{sp} - الضياعات النوعية لأنبوب السقاية في الحقل الأول.

$F = 0.356$ - عامل تخفيض الضغط عند عدد نقاطات: 100 من الجدول (3-4).

تُحسب الضياعات الخطية في أنابيب السقاية في الحقل الأول وعددها: 98 وهي تساوي
جداً عدد الأنابيب في الضياعات الخطية لأنبوب واحد:

$$H_{f11} = H_{f1} \cdot n_1 = 2.1 \cdot 98 = 205.8[m]$$

حيث: n_1 - عدد أنابيب السقاية في الحقل الأول.

الضياعات الخطية لأنبوب السقاية في الحقل الثاني للأشجار المثمرة:

$$H_{f2} = F \cdot h_{sp2} \cdot l_2 = 0.383 \cdot 0.0073 \cdot 100 = 0.279 \approx 0.28[m]$$

حيث: $[m]$; l_2 - طول أنبوب السقاية في الحقل الثاني.

$[m]$; h_{sp2} - ضياعات الضغط في أنبوب السقاية في الحقل الثاني.

$F = 0.383$ - عامل تخفيض الضغط عند عدد نقاطات: 16 نجده من الجدول (3-4).

وتُحسب الضياعات الخطية في أنابيب السقاية كافة في الحقل الثاني وعددها: 16 وهي
تساوي جداً عدد الأنابيب في الضياعات الخطية لأنبوب واحد:

$$H_{f22} = H_{f2} \cdot n_2 = 0.28 \cdot 16 = 4.48[m]$$

حيث: n_2 - عدد أنابيب السقاية في الحقل الثاني.

الجدول (3-4) قيم معامل التخفيض (F):

N	F	N	F	N	F	N	F	N	F
1	1.000	7	0.425	13	0.390	19	0.387	30	0.368
2	0.639	8	0.416	14	0.387	20	0.376	35	0.365
3	0.534	9	0.408	15	0.385	22	0.374	40	0.363
4	0.485	10	0.402	16	0.383	24	0.372	50	0.361
5	0.457	11	0.398	17	0.381	26	0.370	100	0.356
6	0.438	12	0.394	18	0.379	28	0.369	150	0.354

يُسَاوِي مجموع الضياعات الخطية لأنابيب السقاية كافة في الحقلين:

$$\sum H_F = H_{f11} + H_{f22} = 205.8 + 4.48 = 210.28[m]$$

الضياعات الخطية في الأنابيب الفرعية في الحقلين:

تم سابقاً حساب ضياعات الضغط الخطية في الأنابيب الفرعية والتي تُساوي في الحقل الأول وفي الحقل الثاني:

$$h_{p1} = 0.373[m]; \dots; h_{p2} = 1.6[m]$$

يُسَاوِي مجموع الضياعات الخطية في الأنابيب الفرعية في الحقلين:

$$\sum h_p = h_{p1} + h_{p2} = 0.373 + 1.6 = 1.973[m]$$

الضياعات الخطية في الأنبوب الرئيسي:

$$H_{f3} = i_{pz3} \cdot l_3 = 0.00831 \cdot 200 = 1.662[m]$$

حيث: l_3 - طول الأنبوب الرئيسي.

i_{pz3} - ميل الأنبوب الرئيسي.

يُسَاوِي مجموع الضياعات الطولية في أنابيب الشبكة كافة:

$$\begin{aligned} \sum H_f &= \sum H_F + \sum h_p + H_{f3} = 210.28 + 1.973 + 1.662 \\ &= 213.915 \approx 214[m] \end{aligned}$$

٣-١٢-١ - حساب الضياعات الموضعية في أنابيب الشبكة:

يُفَضَّل حساب الضياعات الموضعية من العلاقة الآتية:

$$\sum h_M = (0.05 \dots 0.1) \sum h_f; [m] \quad (3-8)$$

حيث: $\sum h_f; [m]$ - مجموع ضياعات الضغط الطولية وفق الطول الحسابي للأنابيب في الحقلين الأول والثاني.

الضياعات الموضعية في أنابيب السقاية في الحقلين الأول والثاني:

$$\sum h_{M1} = 0.1 \cdot \sum H_F = 0.1 \cdot 209.96 = 20.996[m]$$

حيث: $\sum H_F; [m]$ - ضياعات الضغط الطولية في أنابيب السقاية للحقلين الأول والثاني.

الضياعات الموضعية في الأنابيب الفرعية للحقلين الأول والثاني:

$$\sum h_{M2} = 0.1 \cdot \sum h_p = 0.1 \cdot 1.973 = 0.1973[m]$$

الضياعات الموضعية في الأنبوب الرئيسي التي تأخذ بالحسبان الضياعات الموضعية

للمجموعة الرأسية (أي الضياعات الموضعية في أجهزة التسميد وفي المصافي وفي مُنظّمات التدفق وغيرها) وللأنابيب الفرعية المُتعلّقة بالأنبوب الرئيسي:

$$\sum h_{M3} = 0.1 \cdot \sum H_{f3} = 0.1 \cdot 1.662 = 0.1662[m]$$

الضياعات الموضعية الكلية في الشبكة:

$$\begin{aligned} \sum h_M &= \sum h_{M1} + \sum h_{M2} + \sum h_{M3} = 20.996 + 0.1973 + 0.1662 \\ &= 21.3585 \approx 21.4[m] \end{aligned}$$

إذن يُساوي مجموع الضياعات الكلية (الطولية والموضعية) للشبكة:

$$\sum H_F = \sum H_f + \sum h_M = 214 + 21.4 = 235.4[m]$$

التدفق للأنبوب الرئيسي هو ذاته المطلوب تحقيقه من وحدة الضخ وعليه يكون:

$$\sum Q_H = q_4 = q_2 + q_3 = 0.011 + 0.00056 \approx 0.012 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

ويُحدد الضغط الحسابي المطلوب: [m] لمحطة الضخ من المُعادلة:

$$H_p = h_r + \sum h_f + \sum h_M + h_c \quad (3-9)$$

حيث: $h_r; [m]$ - الارتفاع الجغرافي للرفع. وهو يُمثّل ارتفاع السحب (الامتصاص) من القناة المكشوفة والتي عمقها متر واحد، ويُحافظ على منسوب المياه فيها ثابتاً في أثناء عملية الري.

$\sum h_f; [m]$ - مجموع الضياعات الطولية لميل تدرج الأنبوب الرئيسي.

$\sum h_M; [m]$ - مجموع الضياعات الموضعية الكلي للشبكة.

$$\sum h_M = (0.05 \dots 0.1) \sum h_f$$

$h_c; [m]$ - الضغط الحر على النقطة. لا تُؤخذ بالحسبان لأنها في مستوي الميل للأرض.

$$H_p = h_r + \sum h_f + \sum h_M + h_c = 1 + 235.4 + 0 = 236.4[m]$$

٣-١٣-١ - تحديد استطاعة (قدرة) محطة الضخ:

يتم تحديد قدرة محطة الضخ من المُعادلة:

$$N = \frac{\gamma \cdot Q_H \cdot H_p}{102 \cdot \xi_H \cdot \xi_D} \quad (3-10)$$

حيث لدينا: $\sum H_p = 236.4[m]$; $Q_H = 0.012 \left[\frac{m^3}{s} \right]$;

وحيث: $\gamma = 1 \left[\frac{ton}{m^3} \right]$ - كثافة المياه.

$Q_H; \left[\frac{l}{s} \right]$ - التدفق الحسابي لمحطة الضخ.

$-H_P; [m]$ - الضغط الحسابي المطلوب لمحطة الضخ.

$-\xi_H$ - مردود محطة الضخ وهو يتراوح في المجال: $[0.65...0.85]$.

$-\xi_D$ - مردود المحرك الكهربائي وهو يتراوح في المجال: $[0.98...0.99]$.

وبالتعويض في المعادلة (3-26) نحصل على استطاعة محطة الضخ:

$$N = \frac{1 \cdot 12 \cdot 236.4}{102 \cdot 0.75 \cdot 0.98} = 37.839 \approx 38 [KW]$$

ويتم اختيار المضخات وفق البارامترات الحسابية الآتية:

$Q_H; [\frac{l}{s}] \dots; H_P; [m] \dots; N; [KW]$ إذن نختار مضختين لوحدة الضخ استطاعة كل

منها تساوي: $20 [KW]$ أي باحتياطي أمان $2 [KW]$ ، وتُربط على التسلسل لتحقيق التدفق

والضغط المطلوبين معاً.

ويُحدّد زمن السقاية عند انعدام ضياعات التسرب في الأفق السفلي وفق العلاقة بالعمق

الحسابي للرطوبة وبحسب سرعة امتصاص المياه في التربة. وبناءً على ذلك:

لدينا مُعدل السقاية للذرة: $m_1=343[mm]=0.0343[m]$ وسرعة الامتصاص في واحدة الزمن

الأولية: $v_1=0.02[m/h]$. $\alpha=0.5$.

$$\ddot{v} = \frac{v_1}{(1-\alpha)} \cdot \frac{1}{t^\alpha} \quad (3-11)$$

$-\ddot{v}; [m/h]$ - السرعة الوسطية لامتصاص المياه.

$-t; [h]$ - زمن الامتصاص.

$-v_1; [m/h]$ - سرعة الامتصاص في واحدة الزمن الأولية.

ولدينا: $h = \ddot{v} \cdot t$.

$$h = \frac{v_1}{1-\alpha} \cdot t^\alpha \quad (3-12)$$

$$t = \left(\frac{h}{\frac{v_1}{(1-\alpha)}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (3-14)$$

وبالتعويض في المعادلة (3-14) يكون زمن السقاية للذرة:

$$t_1 = \left(\frac{h}{\frac{v_1}{(1-\alpha)}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left(\frac{0.0343}{\frac{0.02}{1-0.5}} \right)^{\frac{1}{1-0.5}} = \left(\frac{0.0343}{0.04} \right)^2 = 0.734 [h]$$

ولدينا مُعدل السقاية للأشجار المثمرة: $m_2=514.8[mm]=0.05148[m]$ وسرعة الامتصاص

في واحدة الزمن الأولية: $v_1=0.02[m/h]$. $\alpha=0.5$.

وبالتعويض في المعادلة (3-14) يكون زمن السقاية للأشجار المثمرة:

$$t_2 = \left(\frac{h}{\frac{v_1}{(1-\alpha)}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left(\frac{0.05148}{\frac{0.02}{1-0.5}} \right)^{\frac{1}{1-0.5}} = \left(\frac{0.05148}{0.04} \right)^2 = 1.66[h]$$

ويمكن حساب زمن السقاية أيضاً من المعادلة التالية:

$$t = \frac{a \cdot m}{q}; \quad a = l_d \cdot l_p \quad (3-15)$$

حيث: $a; [m^2]$ - المساحة المروية بالنقطة الواحدة.

$l_d; [m]$ - المسافة بين النقاطات.

$l_p; [m]$ - المسافة بين أنابيب النقاطات.

$m; [mm]$ - معدل السقاية بالري بالتنقيط.

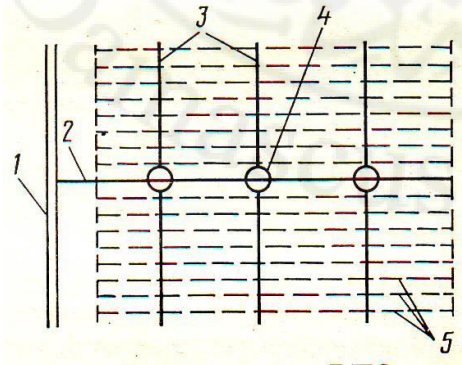
$q; [\frac{l}{h}]$ - تدفق النقطة الواحدة.

$t; [h]$ - زمن السقاية.

٣-٢- تخطيط شبكات الري بالتنقيط تحت سطح التربة وتصميمها (مشروع فصلي):

٣-٢-١- نص المشروع:

المطلوب تخطيط وتصميم شبكة ري تحت سطح التربة وفق الشكل (3-2) المبين أدناه في منطقة جافة في أرض مساحتها: $300 \times 100[m]$ ومنسوب المياه الجوفية عميق أكثر من: $10[m]$ ، أي لا يحصل تبادل شاقولي للرطوبة فيها، وميل الأرض لا يتجاوز: 0.005 ومزرعة بأشجار مثمرة (زيتون، أو أشجار الفاكهة، ... الخ). علماً أن الإنتاجية النظرية للأشجار المثمرة: $Y = 10[\frac{ton}{ha}]$ ، وأن معامل مجموع الاستهلاك المائي عند الري تحت سطح التربة: $\zeta_Y = 500[\frac{m^3}{ton}]$.



الشكل (3-2): مخطط قطاع الري تحت سطح التربة

وفق الشبكة المغلفة: 1 - أنبوب قطاعي، 2 -

أنبوب توزيع، 3 - أنبوب الري، 4 - حفرة رأسية،

5 - أنابيب الترطيب (المُرطبات).

٣-٢-٢- مخطط الحقل:

يُقسم الحقل إلى ثلاث قطاعات طول كل قطاع: 100[m] ويعرض: 100[m]. فتكون مساحة كل قطاع 1[ha]. ونختار المسافة بين الأشجار على طول الخط بين: 0.7....0.9[m] نأخذ الوسطي بينها: 0.8[m]. والمسافة بين الخطوط: 0.8[m] أيضاً. وبناءً عليه يكون عدد الأشجار في القطاع الواحد: 144 شجرة.

يُحدد مجموع الاستهلاك المائي عند زراعة أشجار مثمرة من المعادلة الآتية فإذا كانت الإنتاجية النظرية للأشجار المثمرة: $Y = 10 \left[\frac{ton}{ha} \right]$ ، وأن ثابت مجموع الاستهلاك المائي عند الري تحت سطح التربة: $\zeta_Y = 500 \left[\frac{m^3}{ton} \right]$. عندئذٍ يُحدد الاستهلاك المائي (الاحتياج المائي) بالعلاقة الآتية:

$$ET_{crop} = Y \cdot \zeta_Y$$

$$ET_{crop2} = 10 \cdot 500 = 5000 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

٣-٢-٣- الحساب الهيدروليكي لأنابيب نظام الري تحت سطح التربة:

٣-٢-٣-١- حساب أنابيب الترطيب (المُرطبات):

يُحدّد التدفق (الاستهلاك): $[l/s]$ لأنبوب الترطيب وفق المعادلة الآتية:

$$Q_{ht} = q_h \cdot l_h \quad (3-16)$$

حيث: $l_h [m]$ - طول أنبوب الترطيب. وهو: 100[m].

نختار من الجدول (3-5) التدفق وفق الخواص الفيزيائية للتربة: $q_h = 0.0018 \left[\frac{l}{s} \right]$ للتربة الثقيلة.

$q_h \left[\frac{l}{s} \right]$ - تدفق المياه الجارية في التربة لكل متر واحد من الأنابيب الترطيب: $[l/s/m]$ ، يُحدّد وفق البحث المُعين. ويُمكن استخدام الجدول (3-5) تقريبياً من أجل أنواع التربة كافة.

عدد أنابيب الترطيب في كامل الحقل: 36 أنبوباً، فيكون في كل قطاع: 12 أنبوباً. ونختار أنابيب بولي إيثيلين مشقوقة بقطر داخلي: $d_{in} = 20 [mm]$ وقطر خارجي: $d_o = 25 [mm]$ عند التدفق: $0.0018 [l/s]$ للتربة الثقيلة. وبالاعتماد على ذلك يُحسب التدفق في أنبوب الترطيب من المعادلة (3-16):

$$Q_{ht} = q_h \cdot l_h = 0.0018 \cdot 100 = 0.18 \left[\frac{l}{s} \right]$$

الجدول (3-5): الخواص الفيزيا-مائية للتربة وقيمة عناصر شبكة الريّ تحت سطح التربة:

التكوين الميكانيكي للتربة				البارامترات
تربة طينية	تربة ثقيلة	تربة وسطية	تربة خفيفة	
				الامتصاص النوعي الوسطي:
0.0047	0.0065	0.0009	0.0112	$[m^3 / h]$
0.0013	0.0018	0.0025	0.0032	$[l / sec]$: على المرطب
0.044	0.053	0.065	0.074	ثابت يمتاز بنقل الرطوبة في مجالات منحني الرطوبة عندما الرطوبة: $W_{FC} \geq W_i (0.8 - 0.7)$
0.058	0.06	0.062	0.06	السعة الرطوبة الفعالة: $[m^3 / m^3]$
0.52	0.49	0.45	0.4	الحركة الأفقية للرطوبة: $[m]$
0.24	0.26	0.3	0.36	عرض المنطقة العرضية المشبعة كاملة $[m]$ عند قطر أنبوب (خندق) الترطيب: $32 - 40[mm]$

الجدول (3-6): الحسابات المقترحة لبارامترات ترطيب التربة عند شبكة الريّ تحت سطح التربة.

معدات الترطيب الخندقية			معدات الترطيب المثقبة البولي إيثيلينية			التكوين الميكانيكي للتربة
المسافة بين معدات الترطيب: $a_h; [m]$	عمق محيط الترطيب: $H; [m]$	عرض محيط الترطيب: $B; [m]$	المسافة بين معدات الترطيب: $a_h; [m]$	عمق محيط الترطيب: $H; [m]$	عرض محيط الترطيب: $B; [m]$	
محاصيل حقلية						
تربة جافة:						
0.8	1.5	0.8	1	1.5	0.8	خفيفة
0.9	1.4	0.9	1.2	1.4	1	وسطية
1.1	1.3	1	1.3	1.3	1.1	ثقيلة
1.2	1.3	1.1	1.5	1.2	1.3	تربة طينية
أشجار النخيل والجوز ... والكرمة						
تتعلق البارامترات بالتكوين الميكانيكي للتربة المشابهة للمحاصيل الحقلية						

يُبين الجدول: (3-7) الأطوال المقترحة لأنواع مختلفة من أنابيب الترطيب وفق العلاقة

بالميل الموضعي.

الجدول (3-7): أطوال أنابيب الترطيب من البولي إيثيلين وفق العلاقة بالميل الموضوعي:

الميل	طول أنبوب الترطيب: [m]	الفرق بالعلامات الجيوديزيا (المستويات) عند بداية ونهاية أنبوب الترطيب: [cm]	التدفق عند بداية أنبوب الترطيب: [l/sec]
0.001	200-250	20-25	0.2-0.25
0.002	200-250	40-50	0.2-0.25
0.004	200-250	80-100	0.2
0.006	120-160	72-96	0.1-0.15
0.008	80-160	64-96	0.06-0.1
0.010	60-90	60-90	0.05-0.07

٣-٢-٣-٢ - حساب أنابيب الري:

إذا كان طول أنبوب الري: 100[m]، عندئذٍ يُحسب تدفقه: $Q_L; [\frac{l}{s}]$ من المعادلة التالية:

$$Q_L = Q_{ht} \cdot n = 0.18 \cdot 12 = 2.16 [\frac{l}{s}]$$

حيث: $Q_L; [\frac{l}{s}]$ - تدفق أنبوب الري، و: $Q_{ht} = 0.18 [\frac{l}{s}]$ و: n - عدد أنابيب الترطيب الموصولة إلى أنبوب الري.

وتُحدد قيمة القطر الخارجي والداخلي لأنبوب الري والميل من الجدول (3-3):

$$d_o = 0.05[m]; \dots d_{in} = 0.046[m]; \dots i_{pz} = 0.02$$

وعند توضع تحت سطح التربة: 0.6[m].

٣-٢-٣-٣ - حساب أنبوب التوزيع الرئيسي:

يُثبت أنبوب التوزيع الرئيسي على عمق: 0.8[m] تحت سطح التربة وتتصل به أنابيب الري بشكل عمودي عليه وقطرها يساوي قطره. ويساوي طول أنبوب التوزيع الرئيسي الذي يتوسط الحقل 300[m] ويُحدد من الجدول (3-3) بدلالة التدفق.

يُحدد تدفق أنبوب التوزيع الرئيسي: $Q_P; [\frac{l}{s}]$ من المعادلة التالية:

$$Q_P = Q_L \cdot n_1 = 2.16 \cdot 3 = 6.48 [\frac{l}{s}]$$

حيث: $Q_L; [\frac{l}{s}]$ - تدفق أنبوب الري.

$n_1; [\frac{l}{s}]$ - عدد أنابيب الري المتصلة بالأنبوب الرئيسي.

ونجد من الجدول (3-3) القطر الخارجي والداخلي والميل للأنبوب بدلالة التدفق:

$$d_o = 0.14[m]; \dots d_{in} = 0.13[m]; \dots i_{pz} = 0.001$$

٣-٢-٤- حساب الضياعات في الأنابيب:

تحدّد ضياعات الضغط البيزومتري: [m] في أنبوب الترطيب من المُعادلة الآتية:

$$h_{pz} = \frac{Q_{ht}^3 - 3K^2 i_h Q_{ht}}{3K^2 q_h} \quad (3-17)$$

حيث: [m] $-h_{pz}$ الضياعات مقدرة بالمتر. Q_{ht} : التدفق الحسابي أو المعين لأنبوب الترطيب.

[l/s] $-K$ معدل (مودول) التدفق: $K = SC\sqrt{R}$, S : مساحة المقطع الفعال لأنبوب الترطيب، $C = 0.5$ [m/sec] - ثابت شيزي. R : نصف القطر الهيدروليكي لأنبوب الترطيب. i_h ميل أنبوب الترطيب. لدينا:

$$Q_h = 0.18 \left[\frac{l}{s} \right]; \dots K = 0.00002 \left[\frac{l}{s} \right]; \dots S = 3.14 \left(\frac{0.02}{2} \right)^2 = 0.000314 [m]$$

$$R = 0.01 [m]; \dots q_h = 0.0018 \left[\frac{l}{s} \right]$$

بالتعويض في المُعادلة (3-17) نجد أن: $h_{pz} = 0.0022 [m]$

وُحسب ضياعات الضغط في أنابيب الترطيب من المُعادلة التالية:

$$h_l = L \cdot h_{pz} \cdot n = 100 \cdot 0.0022 \cdot 36 = 7.92 [m]$$

حيث: $L=100$ [m] - طول أنبوب الترطيب. n - عدد أنابيب الترطيب الكلي الموصولة إلى أنابيب الري. h_{pz} : ضياعات الضغط البيزومتري.

التدفق في بداية أنبوب الريّ يُساوي مجموع التدفقات لأنابيب الترطيب المُتفرعة عنه. ضياعات الضغط البيزومتري في أنابيب الريّ يجب أن لا تتجاوز: 30% من الضغط عند بدايته. يُمكن بشكل عام حساب ضياعات الضغط: [m] في أنبوب الري من المُعادلة التالية:

$$h_f = \frac{(Q_L^3 - 3Q_L i_L K^2) a_h}{3K^2 Q_L} \quad (3-18)$$

حيث: Q_L : تدفق أنبوب الريّ. i_L ميل أنبوب الريّ. K - مودول التدفق. a_h : المسافة بين أنابيب الترطيب.

بالتعويض في المُعادلة (3-18) نجد أن: $h_f = 0.50 [m]$. وُحسب ضياعات الضغط في أنبوب التوزيع الرئيسي: $h_p = 2.3 [m]$. وُحسب الضياعات الموضعية في المجموعة الرأسية من المُعادلة التالية:

$$h_M = (0.05 \dots 0.1) \sum h_L \quad (3-19)$$

$$\sum h_L = h_L + h_f + h_p = 7.92 + 0.5 + 2.3 = 10.72[m]$$

بالتعويض في المُعادلة (3-19) نجد أن:

$$h_M = 0.1 \sum h_L = 0.1 \cdot 10.72 = 1.072 \approx 1.1[m]$$

ويُضاف 5[m] ضياعات المجموعة الرأسية فيُصبح مجموع الضياعات الكلي:

$$\sum H = 300 + 5.1 = 305.1[m] \text{ حيث: طول أنبوب التوزيع الرئيسي يُساوي: } 300[m]$$

٣-٢-٥ - حساب استطاعة وحدة الضخ:

تُحسب استطاعة المضخة من المُعادلة التالية:

$$N = \frac{\gamma Q \sum H}{102 \cdot \eta_m \eta_d} = \frac{1 \cdot 6.48 \cdot 305.1}{102 \cdot 0.75 \cdot 0.98} = 26.37[kw]$$

حيث: $\eta_m = 0.75$ - مردود المضخة، و: $\eta_d = 0.98$ - مردود المحرك الكهربائي. ولزيادة الأمان في عمل المضخة نختار مضخة باستطاعة: 30[kw].

٣-٢-٦ - العناصر التكنولوجية لنظام الري تحت سطح التربة:

يُنسب إلى عناصر شبكة الري تحت سطح التربة: معدّل السقاية الواحدي (النوعي) (حجم المياه في الحساب على واحدة الطول لأنبوب الترطيب، اللازم من أجل تشكيل الرطوبة في التربة ببارامترات معينة)، ومعدّل السقاية، واستمرارية السقاية.

يُحسب معدّل السقاية الواحدي: $\left[\frac{m^3}{m}\right]$ من المُعادلة التالية:

$$m_{sh} = 0.65 d_w B (FC_1 - V_{01}) \quad (3-20)$$

يُحسب معدّل السقاية الحسابي لكل هكتار واحد من المساحة المروية: $\left[\frac{m^3}{ha}\right]$ من

المُعادلة التالية:

حيث: d_w ; [m] - العمق الحسابي لرطوبة التربة.

B ; [m] - العرض الوسطي لخط الترطيب.

FC_1 ; [m^3 / m^3] - سعة الرطوبة الأصغرية في متر مكعب واحد من طبقة التربة الحسابية.

V_{01} ; [m^3 / m^3] - حجم الرطوبة في متر مكعب واحد من طبقة التربة الحسابية قبل السقاية.

لدينا:

$$F_{C1} = 0.8 \cdot 0.5 = 0.4; \dots V_{01} = 0.8 \cdot 0.4 = 0.32; \dots d_w = 1[m]; \dots B = 1.3[m]$$

بالتعويض في المُعادلة (3-20) نجد أن: $m_{sh} = 0.0676[m^3/m]$

يُحسب مُعدل السقاية الحسابي لكل هكتار واحد من المساحة المروية: $[m^3 / ha]$ من المُعادلة التالية:

$$m = 0.65d_w B(FC_1 - V_{01})l_h n_h \quad (3-21)$$

حيث: l_h ; [m] - طول أنبوب الترطيب.

n_h - عدد أنابيب الترطيب لهكتار واحد.

$$m = 0.0676 \times 100 \times 12 = 81.12 [m^3 / ha]$$

مُعدل السقاية: هو كمية المياه المنقولة للأرض في أثناء السقاية مرة واحدة ويقدر: $[m^3 / hr]$ أو $[mm]$ لطبقة المياه.

في الحالة العامة تتعلق قيمة معدل السقاية بالخواص الفيزيا-مائية للتربة وبدرجة جفافها حتى لحظة السقاية، وبالعُمق المطلوب للترطيب وبأسلوب وتكنولوجيا السقاية.

يُحسب مُعدل السقاية من معادلة كوستياكوف التالية:

$$m = W_{FC} - W_{cr} = 10\gamma h_z (\beta_{FC} - \beta_{cr}) \quad (3-1)$$

حيث: m ; [mm] - مُعدل السقاية الحسابي. W_{FC} ; [mm] - المُحتوى الرطوبي الأصغري أو

قدرة الاحتفاظ بالمياه في طبقة التربة المحسوبة. W_{cr} ; [mm] - الاحتياطي المسموح به أو

الفعلي للرطوبة في تلك الطبقة الترايبية نفسها. h_z ; [mm] - العُمق الحسابي لترطيب التربة.

γ ; $[ton / m^3]$; $[gr / cm^3]$ - الكتلة الحجمية لطبقة التربة المحسوبة. β_{FC} ; β_{cr} - رطوبة

التربة المُطابقة للمُحتوى الرطوبي الأصغري والحد الأدنى المسموح به للجفاف، % من الكتلة.

لدينا: $\beta_{FC} = 22\%$ ، $\beta_{cr} = 0.8\beta_{FC}$ ، $h_z = 600 [mm]$ ، $\gamma = 1.3 \left[\frac{gr}{cm^3} \right]$.

$$m = W_{FC} - W_{cr} = 10\gamma \cdot h_z (\beta_{FC} - \beta_{cr})$$

نُعوض في المعادلة (4-1) نجد مُعدل السقاية للأشجار المثمرة:

$$m = 10 \cdot 1.3 \cdot 1000(0.22 - 0.22 \cdot 0.8) = 572 \left[m^3 / ha \right]$$

مُعدل الري: هو كمية المياه التي تنقل لري مساحة هكتار واحد في أثناء فترة نمو المحاصيل

المقدر: $[m^3 / hr]$ أو بطبقة المياه (عمود ماء). يُحدد المُعدّل كفرق بين مجموع الاستهلاك

المائي (التبخّر) للمحاصيل وتأمينها الطبيعي. يُستخدم عادة مُعدّل الري مساوياً للنقص بمجموع

الاستهلاك المائي للمحاصيل في أثناء فترة نموها.

$$M = \sum_{i=1}^n \Delta ET_{crop} \quad (3-2)$$

حيث: M - معدل الري الصافي.

$\sum_{i=1}^n \Delta ET_{crop}$ - مجموع النقص في الاستهلاك المائي في أثناء فترة النمو للمحاصيل الزراعية.

يحدد النقص في الاستهلاك المائي من أجل أية فترة للنمو وفق معادلة التوازن المائي

التي تأخذ الشكل المبسط التالي:

$$\Delta ET_{crop} = ET_{crop} - W_{ai} - P_i \alpha - V_{gr} + V_i \quad (3-3)$$

حيث: ET_{crop} [mm] - مجموع الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية في أثناء الفترة الحسابية.

W_{ai} [mm] - الاحتياطي الفعال لرطوبة التربة عند بداية الفترة الحسابية.

P_i [mm] - كمية الأمطار الجوية في أثناء الفترة الحسابية.

α - ثابت استخدام الأمطار الجوية الطبيعية.

V_{gr} [mm] - التسرب الشعري للمياه الجوفية في الطبقة الحسابية.

V_i [mm] - جريان الرطوبة خارج مجال الطبقة الحسابية.

يُحسب الاحتياطي الفعال لرطوبة التربة: W_{ai} [mm] في هذه المعادلة كفرق بين

الاحتياطي الأولي للرطوبة في الطبقة الحسابية: W_{in} واحتياطي المياه المسموح به: W_{cr} (قبل السقاية) في تلك الطبقة نفسها.

يُحدد ثابت استخدام الأمطار الطبيعية: α بالشكل التالي:

إذا كان: $P_i \leq ET_{crop} + (W_{FC} - W_{in})$ فإن: $\alpha = 1$ ، أما إذا كان:

$P_i > ET_{crop} + (W_{FC} - W_{in})$ فإن: $\alpha = [ET_{crop} + (W_{FC} - W_{in})] / P_i$ حيث:

W_{FC} [mm] - المحتوى الرطوبي الأصغرى (قدرة الاحتفاظ بالمياه) في الطبقة الترابية

الحسابية العظمى من أجل محاصيل معينة، W_{in} [mm] - احتياطي الرطوبة في تلك الطبقة الترابية نفسها لبداية الفترة الحسابية.

تتعلق قيم التسرب الشعري للمياه الجوفية المطلوب منها تأمين المحاصيل بالرطوبة

بعمقها، وبقدرة النظام الجذري للمحاصيل، وبالبنية الترابية الحجرية في مجالات التهوية، وأيضاً

بعدد مرات ترطيب سطح التربة بالأمطار الطبيعية والسقايات. عند انعدام المعطيات التجريبية

للاستخدام الشعري للمياه الجوفية تحسب قيمة التسرب الشعري من العلاقة التالية:

$$V_{gr} = ET_{crop} k_g \quad (3-4)$$

حيث: $V_{gr}; [mm]$ - التسرب الشعري للمياه الجوفية المستخدمة.

$ET_{crop}; [mm]$ - مجموع الاستهلاك المائي خلال الفترة الحسابية.

k_g - ثابت استخدام المياه الجوفية في مجالات مجموع الاستهلاك المائي.

تُحدد كمية مياه الري المطلوبة لتأمين شبكة الري من المُعادلات (3-2 و 3-3)، هذا

يعني الحفاظ على رطوبة مثالية للتربة.

يتراوح متوسط كمية الأمطار السنوية في المناطق الجافة بين: $100\text{---}200 [mm]$.

لذلك نختار: $150 [mm]$. ونجد الاحتياطي الفعال لرطوبة التربة عند بداية الفترة الحسابية من

المُعادلة الآتية:

$$W_{ai} = \beta_{FC} - 0.8\beta_{FC} = 0.22 - 0.8 \cdot 0.22 = 0.044$$

ونفرض أن ثابت استخدام الأمطار يُساوي: $\alpha = 0.3$ حيث يقع ضمن المجال:

$0.2 \dots 0.5$ للمناطق الجافة. وبإهمال كلٍ من القيم: $V_{gr}; [mm]$ - التسرب الشعري للمياه

الجوفية في الطبقة الحسابية. $V_i; [mm]$ - جريان الرطوبة خارج مجال الطبقة الحسابية.

نجد مُعدل الري للأشجار المثمرة من المُعادلات (3-2; 3-3):

$$\Delta ET_{crop2} = 5000 - 0.044 - (0.3 \cdot 150) \approx 4955 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

$$M_2 = \sum_{i=1}^n \Delta ET_{crop} = 4955 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$$

٣-٤-١ - تحديد فترات السقاية وعددها:

يُعبّر عن العلاقة بين مُعدل السقاية واستمرارية الفترة بين السقايات في الشكل العام،

هذا يعني الزمن بين سقايتين متتاليتين بالمُعادلة التالية:

$$\Delta t = (m + P\alpha + W_a) / ET_{crop} \quad (3-5)$$

حيث: Δt - الفترة بين السقايات باليوم، $m; [mm]$ - معدل السقاية الفعلي الصافي، $P; [mm]$

كمية الأمطار الطبيعية في أثناء الفترة، α - ثابت استخدام الأمطار الطبيعية، $W_a; [mm]$ -

احتياطي الرطوبة في الطبقة الحسابية للترايبية فوق الدرجة في لحظة السقاية، $ET_{crop}; [mm]$ -

التبخر اليومي الوسطي لرطوبة الأرض خلال الفترة Δt .

تُحدد الفترة بين السقايات للأشجار المثمرة من المُعادلة (3-5):

$$\Delta t_2 = \frac{(572 + 0.3 \cdot 150 + 0.44)}{170} = \frac{817.44}{170} = 3.6 \approx 4[\text{day}]$$

وبما أن المياه الجوفية على عمق أكبر من 10 أمتار لذلك لا تؤخذ بالحسبان في

الحسابات. يتعلق عدد مرات السقاية للمحاصيل في أثناء فترة النمو N بمعدل الري والسقاية:

$$N = M/m = 4955/572 = 8.66 = 9 \quad (3-6)$$

حيث: M ; [mm] - مُعدل الري. m ; [mm] - مُعدل السقاية الوسطي. N - عدد مرات السقاية.

$$\gamma = 1.3 \left[\frac{gr}{cm^3} \right], h_z = 1000[mm], \beta_{cr} = 0.8\beta_{FC}, \beta_{FC} = 22\%$$

$$m = W_{FC} - W_{cr} = 10\gamma \cdot h_z(\beta_{FC} - \beta_{cr})$$

ونُعوض في المعادلة (4-1) نجد مُعدل السقاية للأشجار المثمرة:

$$m = 10 \cdot 1.3 \cdot 1000(0.22 - 0.22 \cdot 0.8) = 572 \left[m^3/ha \right]$$

ولدينا مُعدل السقاية للأشجار المثمرة: $572[m^3/ha]$ وسرعة الامتصاص في واحدة الزمن

$$\alpha = 0.5, v_1 = 0.02[m/h]$$

يُحدد زمن امتصاص المياه في التربة من المعادلة التالية:

$$t = \left(\frac{h}{\frac{v_1}{(1-\alpha)}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (3-14)$$

بالتعويض في المعادلة (3-14) نجد أن زمن الامتصاص:

$$t = \left(\frac{h}{\frac{v_1}{1-\alpha}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left(\frac{0.0572}{\frac{0.02}{1-0.5}} \right)^{\frac{1}{1-0.5}} = 2.0449[h]$$

ويُحسب زمن استمرارية السقاية: [h] من المعادلة التالية:

$$\tau = \frac{d_w 1m^2(1.1 - -1.15)}{\sum_{i=1}^i v_i} \quad (4-16)$$

بالتعويض في المعادلة (4-16) نجد أن زمن السقاية:

$$\tau = \frac{1 \cdot 1.15}{2.0449} = 0.489[h]$$

حيث: d_w ; [m] - العمق الحسابي لرطوبة التربة.

$$-\sum_{i=1}^i v_i; m/h] \text{ السرعة الوسطية لامتصاص المياه في التربة في أثناء الفترة الزمنية (حتى ١٢ ساعة).}$$

عند ضغط حتى متر واحد يحدّد زمن الاستمرارية وفق منحني الامتصاص.

المصطلحات العلمية

A	
Actual evapotranspiration	النتح التبخري الفعلي
Agricultural	زراعي
Alkaly soil	ترية قلووية
B	
Basin irrigation	الري بالغمر
Border irrigation	الري بالانسحاب
C	
Capillary potential	الجهد الشعري
Consumptive use	الماء المستهلك
D	
Drip irrigation	الري بالتنقيط
Discharge	تدفق
Dispersibility	التبعثر
Drain	مصرف
Drainage water	ماء الصرف
E	
Electrical conductivity	ناقلية كهربائية
Evaporation	التبخر
Equivalent weight	الوزن المكافئ
F	
Field capacity	السعة الحقلية
Furrow irrigation	الري بالانسحاب
Freeboard	ارتفاع حر
G	
Gravitation potential	الجاذبية الأرضية
Grond water	المياه الجوفية
H	
Hydraulic conductivity	معامل التوصيل المائي
Hydraulic radios	نصف القطر الهيدروليكي
I	
Infiltration	ارتشاح
Irrigation	ري
L	

Lysimeter	لايزومتر
Leaching	احتياج الغسيل
Lining	تكسية
P	
Permeability	نفاذية
Percolation	تسرب
Precipitation	هطول
R	
Reclamation	استصلاح
Reservoir	خزان
Ruqosity	خشونة
S	
Saline soil	تربة مالحة
Saturation soil	تربة مشبعة
Sodic soil	تربة صودية
Soil extract	مستخلص التربة
Soil solution	محلول التربة
Stilling basin	حوض ترسيب
Soil moisture	رطوبة التربة
Soil structure	بنية التربة
Specific volume	الحجم النوعي
Specifc weight	الوزن النوعي
Sprinkler irrigation	الري الرذاذ
T	
Tensiometer	مقياس إجهاد الشد
U	
Unsaturated soil	تربة غير مشبعة
V	
Viscosity	لزوجة
W	
Water table	سطح الماء الأرضي
Wetted area	مقطع مرطب
Wetted perimeter	محيط مرطب

المراجع العلمية

- ١ - مخططات استثمار الأراضي المروية في المناطق الجافة . أحمدجاناف . م . أ . موسكو . كولاس ٢٠٠٥ .
- ٢ - المرجع في المنشآت المائية الزراعية . لاغينوف . ف . ب . وشوسير . ل.م. موسكو . كولاس ٢٠٠٦ .
- ٣ - تنظيم توزيع المياه السطحية ونظام التغذية في الأراضي المروية . أيداراف . ي.ب . موسكو ، مجلة أعمال معهد الري واستصلاح الأراضي . ٢٠٠٧ .
- ٤ - مكننة أعمال السقاية . سانديغروسكي . د.م. وبيرودني . ي.أ . موسكو كولاس ٢٠٠٨ .
- ٥ - المرجع في إجراءات الأعمال الزراعية . إليتسوف . ي.ي. موسكو ٢٠٠٩ .
- ٦ - أنابيب أنظمة الري . زيوليك . غ. م . مجلة أعمال معهد الري واستصلاح الأراضي موسكو ٢٠١٠ .
- ٧ - المرجع في مكننة الري . ب.غ . شتیب . موسكو - كولاس ٢٠١٠ .
- ٨ - مجموعة الوسائل الكيميائية المستخدمة مع مياه السقاية . موسكو غوسابرغرام ٢٠١١ .
- ٩ - نظام الآلات من أجل مكننة الإنتاج الزراعي . موسكو - الري الجزء الثالث . غوسابرغرام ٢٠١١ .

1 - The organization of the water distribution and a system of the alimentation the irrigation is in the territories . Aedavaf . E. P. Moscow , the blister of an institute acts is the irrigation and the reclamation of the territories . 2005 .

2 - The drawing of a territory investment is the irrigation in the tracts rude horde rude . Ahmedjan . M . A . Moscow .Kolas 2002 .

3 - The resort is in the performances of the agriculture acts . Eletcof . E.E. Moscow 2001 .

4 - The pipes of the irrigation polities . Zulek . G . M . The blister of an institute acts is the irrigation and the reclamation of the territories is Moscow 2002 .

5 - The group of the means with the waters of the irrigation are the alchemy of the servant with the waters of the irrigation . Moscow is Gosaprgam . 2011 .

6 - The resort the waters are in the constructs and the agriculture . . Lagenov .L.M . And than . Shuser . P.M . Moscow . Kolas 2004 .

7 - The mechanisation of the irrigation acts . Sandegroske . A . E . And Bezerodne . D . M . Moscow is Kolas 2009 .

8 - The system of the machines a mechanisation of the production is for the agriculture . Moscow - the irrigation is the third part . Gosaprgam . 2011 .

9 - The resort is in the mechanisation of the irrigation . Shtep . B . G . Moscow . Kolas 2002 .

اللجنة العلمية:

جامعة تشرين

أ. د. عز الدين حسن

جامعة البعث

أ. د. الياس ليوس

جامعة البعث

أ. د. ياسر حمدان

المدقق اللغوي:

د. سامر محمود زيود

-حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات-