الأكاديمية العربية الدولية

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية
المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

رجـاء لكـل مـن اسـتخدم هـذه المـذكرات الـدعاء لابـني أيمـن بالشـفاء مـن كـل داء

هندسة الري و الصرف

و

طرق الري الحديث

المواضيع الدراسية :

طرق الري :

1- الري السطحي:

أ – الري بالغمر (الري بالراحة)

ب – الري بالرفع

2- الري المغطى (تحت السطح)

3- طرق الري الحديث :

أ – الري بالرش Sprinkler Irrigation

ب – الري بالتنقيط Drop Irrigation

ج- الري المحوري Central Pivot Irrigation

شبكة الري السطحي :

1- خطوط الكونتور

2- تخطيط الترع والمصارف

أ – أرض متموجة

ب – أرض ذات انحدار بسيط

ج – أرض ذات انحدار متوسط

د- أرض ذات انحدارين

المساحات المخدومة بالترع والمصارف

المقنن المائي

الدياجرام المائي:

أنواع الترع

أنواع المصارف

أمثلة على حساب المقنن المائي

تصميم القطاعات العرضية لترع التوزيع.

تصميم القطاعات العرضية للترع الفرعية.

مقدمة

كثيـر مـن المؤرخين يطلق على الزراعة اسم "النشاط الأول للإنسان"، وقد كانت الزراعة قديماً تعتمد على مـياه الأمطـار الموسـمية، ولم تصل إلى الصفة الدائمة إلا بعد تدخل الإنسان في عملية الري، وتنظيم إمداد التربة بالمياه.

ما هو الري ؟

الـري هـو إمـداد النبات باحتياجاته المائية اللازمة لنموه، وإيصالها له بصورة لا تضره، بحيث لا يصاب بالجفاف أو يختنق بزيادة المياه، والري عبارة عن مجموعة من ثلاثة عناصر :

1- الماء : يجب توفير مصدر الماء اللازم لري المحاصيل كل حسب حاجته.
2- التـربة(الأرض) : يجب توفير التربة المناسبة لمرور الماء فيها وقدرتها على الإحتفاظ بالماء وتوصيله إلى المكان الذي يستفيد منه.
3- الفلاح : يجب أن يتفق اسلوب الري مع الإسلوب الحضاري للفلاح وعمل اسلوب ري يلائم أوقات الفلاح ويمكنه من الإستفادة الكلية بالماء.

وللوصـول إلـى نظام ري ناجح وسليم يجب أن تتلاءم تلك العوامل السابقة لتعطي أكفأ نظام للري، يحقق أعلـى إنتاجية بأقل كميات مياه وأقل طاقة ومجهود دون الإضرار بالتربة الزراعية أو التأثير على خواصها الأساسية للإنبات على الدوام.

أنواع الري

ينقسم الري إلى نوعين:

1- ري طبيعي: وهو الذي لا دخل للإنسان فيه، حيث تسقط الأمطار أو تفيض الأنهار فتغمر الأرض وتحصل النباتات على حاجتها من الماء.

ويتوفر في الري الطبيعي الشروط الآتية:

1- وجود المياه الطبيعية (سقوط أمطار أو فيضان أنهار) بكميات كافية لنمو المحاصيل.
2- إتفاق فصول سقوط الأمطار أو فيضان الأنهار مع المواعيد المناسبة لنمو المحاصيل.

2- ري صناعي: وهو الذي يتدخل فيه الإنسان بتجميع المياه وتخزينها ثم نقلها وتوزيعها إلى مناطق استغلالها.

مراحل تطور الري في مصر :

1- المرحلة الأولى كان الري فيها طبيعي، ينتظر المزارع سقوط الأمطار فيبذر البذور وينتظر حتى ينمو المحصول، وكانت هذه الطريقة تناسبه لأنه كان دائم الترحال.

2- بـدأ التفكير يتجه إلى التحكم في الماء بتخزينه أو بإقامة مجاري لها فيما يعرف بالري السطحي، وفيما بعد عند فيضان النيل تمتلئ هذه القنوات بالماء وتوصله إلى أرض الزراعة.

3- تحول الري في عهد (محمد علي) من ري حياض إاى ري دائم، وتم إنشاء القناطر الخيرية على النيل للتحكم في كميات المياه التي توزع على الترع الرئيسية.

4- تم إنشاء السد العالي و بحيرة ناصر، وذلك لتخزين المياه على مدار العام

5- مـع التوسـع في استصلاح الأراضي الجديدة، بدأ التطلع إلى أنظمة ري اقتصادية وبالتالي انتشر استخدام الري بالرش و الري بالتنقيط.

1- الري السطحي :

أ- الري بالرفع:

بـسبب إسـراف المزارعين في استعمال مياه الري وعدم وصولها إلى الحقول الواقعة على نهايات القنوات بالمناسـيب المقررة وبسبب المشاكل الأخرى المترتبة على تبديد المياه كازدحام المصارف وتلف الأراضي، قد يتجه الـرأي إلـى إعطـاء منسوب المياه في القنوات التوزيعية منخفضاً عن منسوب الزراعة بحوالى (50) سم، على أن يتولـى المنتفع بعد ذلك رفع المياه بأي وسيلة إلى أرضه – وبذلك يلتزم المنتفع برفع القدر الذي يحتاج إليه فعلاً من المياه طالما أنه يتحمل تكاليف الري.

ب- الري بالراحة:

وفـي ذلك النظام من الي تكون فيه المياه في القنوات التوزيعية أعلى من منسوب الأراضي التي تروي من القناة التوزيعية ، وفي هذه الحالة تتدفق المياه إلى حقول المزارعين دون الحاجة إلى وسيلة أو آلة لرفع المياه.

وتعطى المياه في هذه الحالة بمنسوب يعلو عن متوسط منسوب أرض الزراعة بحوالي (30-40) سم.

2- الري تحت السطح

تهـدف طـريقة الـري تحت السطح (الري الباطني) إلى المحافظة على الرطوبة المطلوبة للنبات داخل نطاق مـنطقة الجـذور عن طريق الدورة الصاعدة للمياه، ويتم ذلك عن طريق خلق مستوى مائي أرضي على عمق معين تعلوه تلقائياً منطقة الإمتداد الشعري.

وهـذه الطريقة لا تصلح إلا في الأراضي المنبسطة والتي لا يزيد انحدارها عن (1-2) في الألف، كما يجب ألا تـستخدم هـذه الطريقة في الأراضي التي تحتوي على نسبة عالية من الأملاح ويتم غسل الأرض بالري السطحي من وقت لآخر.

3- أساليب الري الحديثة:

أ- الري بالرش

فكـرة الري بالرش تعتمد على فكرة الي الطبيعي بالأمطار ، وهي عبارة عن تساقط المياه من الرشاشات على صورة رذاذ علـى الأرض وبمعدل يكفي للوصول بالمحتوى الرطوبي في منطقة الجذور إلى الدرجة المطلوبة وبأقل كمية من فواقد المياه بالترشيح العميق.

ب- الري بالتنقيط

وفـي هـذا الـنظام يـتم اعطـاء المـياه للنـبات على هيئة قطرات مستمرة من منظمات للتنقيط تعرف بالمنقطات (Emitters) ، ويـستخدم هـذا الـنظام في ري النباتات على فترات زمنية متقاربة (يومين : أربعة أيام) لتعويض مايستهلك من المخزون المائي لفترات زمنية قصيرة.

ما هو الصرف ؟

الـصرف هو التخلص من كميات المياه الزائدة عن حاجة النبات. ويتم ذلك عن طريق تسرب المياه بالرشح حتى تصل إلى المصارف (صرف سطحي) أو إلى أن تصل إلى مواسير الحقليات (صرف مغطى)

كيفية التعامل مع منطقة لإقامة مشروع ري

1- استكشاف المنطقة: معرفة الأماكن المرتفعة والمنخفضة، ومعرفة اتجاهات الميل الرئيسي والثانوى.
2- طلـب خـريطة كونـتورية للمنطقة من هيئة المساحة ومقارنتها بالطبيعة، وإن لم تكن موجودة فإننا نقوم بعمل ميزانية شبكية للمنطقة كالآتي:

1- نقـسم الأرض إلـى شبكة من المربعات بواسطة الجير (الدقة تتناسب مع المساحة، كلما كانت المساحة صغيرة، كلما زادت الدقة المطلوبة).
2- نحـضر الميـزان ونضعه في مكان بحيث يرى أكبر عدد من النقط، ثم توضع القامة رأسية على أركان المربعات وتؤخذ عليها القراءات ومنها نعين مناسيب النقط.
3- نصل النقط ذات المنسوب الواحد بخط كونتوري فنحصل بذلك على الخريطة الكونتورية للمنطقة.

كيفية قراءة الخريطة الكونتورية من وجهة نظر الري

يـتم معـرفة الأمـاكن المـرتفعة، والأماكن المنخفضة بالمنطقة، كذلك معرفة اتجاه الميل الرئيسي والميل الثانوي، ويتم ذلك عن طريق أخذ قطاعات طولية وعرضية للمنطقة.

وعند معرفة طبيعة المنطقة توضع الترع في الأماكن المرتفعة، وتوضع المصارف في الأماكن المنخفضة.

أنواع الترع

1- الـرياحات : وهي أكبر درجات الترع فى الوجه البحري وتأخذ مياهها من أمام القناطر على النيل لتوزيعها على الفروع الأصغر.

2- الترع الرئيسية Main Canals

فـي الـوجه البحري تستمد مياهها من الرياحات أو من النيل مباشرة، وهي عبارة عن ترع ناقلة للمياه (لا يسمح بالري المباشر منها)، وفي حالة الاضطرار للري منها تؤخذ ترع موازية لها تسمى ترع جانبية أو جنابيات.

وطول الترع الرئيسية قد يمتد إلى 1000 كم، وانحدار سطح المياه بها يتراوح بين 6-8 سم في الكيلومتر.

3- الترع الفرعية Branch Canals

وتعتبر هى المستوى الثاني من مجاري الري وتأخذ مياهها من الترع الرئيسية، وهي أيضاً ترع ناقلة للمياه يمنع الري منها.

وأطـوال الترع الفرعية تمتد حسب الحاجة، وانحدار سطح المياه بها يتراوح بين 8-10 سم في الكيلومتر، والمسافات البينية بين الترع الفرعية تتراوح بين 10-15 كيلومتر.

4- ترع التوزيع Distributor Canals

وهـي أصـغر درجات شبكة قنوات الري، وتأخذ مياهها من الترع الفرعية أو من نهايات الترع الرئيسية. وهي الترع المسموح بالري منها.

أنواع المصارف:

يتم تقسيم المصارف من الأصغر فالأكبر كالأتي :

1- المصارف الفرعية : وهي أصغر درجات المصارف وتتلقى مياه الصرف من المصارف الحقلية الخاصة. وتناظر ترع التوزيع من حيث الدرجة.

2- المصارف الرئيسية : وتتلقى مياه الصرف من المصارف الفرعية. وتناظر الترع الفرعية من حيث الدرجة.

3- مصارف المناطق : وتتلقى مياه الصرف من المصارف الرئيسية، ومنها إلى البحر أو النيل أو المنخفضات الطبيعية. وتناظر الترع الرئيسية من حيث الدرجة.

قواعد تخطيط شبكات الري والصرف السطحي :

1- يتم عمل خريطة مساحية للمنطقة المراد عمل شبكة ري و صرف لها بمقياس رسم مناسب ، ويؤخذ عادة 1 : 2500 "أى أنه كل 4 سم تمثل 1 كم". ثم يتم أخذ مناسيب النقط في هذه المساحة، ويتم عمل خريطة كونتورية لها.

2- يتم رسم خطوط أو منحنيات حسب طبيعة الأرض تمثل الترع والمصارف، وترسم الترع بخطوط زرقاء متصلة، وكقاعدة عامة تشق الترع في الأماكن المرتفعة، أما المصارف فترسم بخطوط حمراء متقطعة، وتشق في الأماكن المنخفضة.

3- يراعى أن يكون التخطيط اقتصادياً قدر الإمكان بحيث نحتاج الى أقل قدر من الأعمال الصناعية التي تشمل الحفر والردم أو إقامة المنشآت المائية.

4- يمكن تعديل التخطيط المبدئي عدة مرات حتى يصل إلى التخطيط النهائي، ويتم فيه مراعاة الأتي :

1-4 بالنسبة للترع

درجة المجرى	متوسط الطول كيلومتر	متوسط المسافات البينية كيلومتر	انحدار سطح المياه سم / كم	حدود المساحة المخدومة فدان
الترع الرئيسية	300-80	25-10	8-5	200000-50000
الترع الفرعية	25-10	5-2	12-8	50000-10000
ترع التوزيع	5-2	2.5-1.5	16-12	4000-1000
مسقى رئيسية	2-1	0.50-0.25	20-15	300-200
مسقى فرعية	1-0.25	0.30	30-20	50-20
مسقى حقل	0.30-0.10	0.120	50-30	10-5

2-4 بالنسبة للمصارف

درجة المصرف	متوسط الطول كيلومتر	متوسط المسافات البينية كيلومتر	انحدار سطح المياه سم / كم
مصارف فرعية	5	3-2	15
مصارف رئيسية	10	15-9	10
مصارف المناطق	30	30-20	5

5- يفـضل – قدر الإمكان – تلافي التقاطعات المائية في التخطيط مع دراسة شبكة الري مع شبكة الطرق، وذلك لأن جسور الترع والمصارف عادة ما تستغل في إنشاء الطرق وتستفيد من ناتج حفر المجاري المائية.

بعض الأشكال الشائعة في التخطيط :

1- الأراضي المتماوجة

2- الأراضي المنحدرة في اتجاه واحد

1-2 ذات انحدار بسيط

2-2 ذات انحدار شديد

3- الأراضي المنحدرة في اتجاهين

4- الأراضي التي تجمع بين التماوج و الميل

الأعمال الصناعية في الري و الصرف:

تنقسم الأعمال المطلوبة لاستكمال مشروع ري وصرف سطحي، نوعين من الأعمال الصناعية:

1- الأعمال الترابية :

وتشمل الحفر و الردم والتسوية

2- المنشآت الصناعية :

وتشمل المنشآت المقامة على المجاري المائية، وهى منشآت تتدرج في الضخامة من فتحات ري صغيرة أو هدارات إلى القناطر الرئيسية.

المقنن المائي

المقـنن المائـي هـو كمية المياه التي يلزم إعطاؤها للفدان من محصول معين حتى يعطي أفضل محصول، ويعبر عن المقنن المائي بسمك وارتفاع طبقة المياه فوق المساحة المروية، أو بالمتر المكعب لكل فدان في اليوم.

وينقسم المقنن المائي إلى الأقسام التالية:

1- المقـنن المائي للترعة: هو كمية المياه التي تعطى للترعة عند قنطرة الفم بالمتر المكعب للفدان الواحد فـي الـيوم الواحد (24 ساعة). مع الأخذ في الاعتبار كمية الفواقد (البخر – التسرب – استعمال المياه في أغراض أخرى غير الري).

2- المقـنن النظـري للحقـل: هو كمية المياه التي يحتاجها الفدان في اليوم الواحد لإنبات أقصى و أجود محصول.

3- المقنن العملي للحقل : وهو كمية المياه التي تعطى فعلياً للفدان خلال 24 ساعة ويساوي المقنن النظري + الفواقد، وتؤخذ الفواقد 10% من المقنن النظري.

العوامل التي يتوقف عليها المقنن المائي:

1- نوع الزراعة أى نوع المحصول، ويلاحظ أنه إذا كانت الأرض مزروعة بنوع واحد من النباتات، فإن الوقت الذي تحدث فيه أقصى الاحتياجات يكون أقل من الوقت اذا كانت الأرض مزروعة بمحاصيل مختلفة.

2- شكل الأرض وطريقة إعدادها ويتوقف عليها نسبة الفاقد بالتسرب والصرف السطحي.

3- المناخ والطقس، وهو يمثل الأمطار والحرارة ورطوبة الهواء وسرعة الرياح

4- طرق الري المتبعة وتأثيرها على فقد المياه.

5- قابلية التربة لامتصاص المياه (التسرب)، فكلما كانت الأرض مفككة (رملية) زاد مقدار المفنن المائي، بينما كلما قلت المسام وكانت الأرض متماسكة (طينية) كلما قل المفنن المائي.

6- مـدى تذبـذب المياه الجوفية، وكلما كان المنسوب قريباً من سطح الأرض كلما أفادت جذور النبات من الخاصة الشعرية وقل المفنن المائي، ولكن ينبغي ألا يكون المنسوب مرتفعاً إلى درجة اختناق جذور النبات.

7- مـدة المـناوبة، فـيجب أن تكون هذه المدة قصيرة في الأراضي الرملية حتى لا تفقد المياه بالتسرب، بينما في الأراضي الطينية تكون مدة المناوبة طويلة حتى يسهل صرف المياه السطحية.

مناوبات الري

لا تطلق المياه في ترع التوزيع بصفة مستمرة، وإنما تفتح بوابات قناطر الفم أيام معلومة وتغلق أيام أخرى تـبعاً لـنظام محدد فيما يعرف بمناوبات الري. فالأيام التي يفتح فيها أبواب القناطر تسمى أيام العمالة، والأيام التي تغلق فيها تسمى دور البطالة.

أسباب وجود مناوبات الري

1- عدم حاجة المحاصيل إلى الري المستمر، بل إن الضرر يصيبها إذا اسرف في ريها.

2- تسهيل صرف مياه الرشح، وتجفيف الأرض نسبياً في فترة البطالة.

3- تنظيم توزيع مياه الري المتاحة بين المزارعين، لضمان حصول كل مزارع على حصته من المياه.

4- ضمان توصيل المياه إلى الزمامات الواقعة في نهايات الترع.

المناوبة الثنائية

وعـادة ما تكون في الصيف، وفيها يتم تقسيم الأرض إلى جزأين متساويين تقريباً في المساحة وتكون أيام العمالة 7 أيام وأيام البطالة 7 أيام. وتكون في المناطق التي يكون الأرز هو المحصول الرئيسي,

المناوبة الثلاثية

وتكون في الشتاء وفي المناطق التي يكون القطن هو محصولها الرئيسي، وتكون أيام العمالة 5 أيام، وأيام البطالة 10 أيام.

وفي مصر تستخدم بكثرة الأرقام التالية في حساب مفنن الحقل:

يحتاج فدان الأرز إلى 420 متر مكعب من المياه للرية الواحدة.

يحتاج فدان القطن إلى 350 متر مكعب من المياه للرية الواحدة.

يحتاج فدان الشراقي (الأرض المعدة لزراعة الذرة) إلى 760 متر مكعب من المياه للرية الواحدة.

ونظراً لأن كمية المياه اللازمة لطفي الفدان الواحد من الشراقي تعادل تقريباً ضعف كمية المياه اللازمة لري فـدان واحـد مـن الأرض المزروعة بمحصول الذرة، لذا يتم خلال كل دور مناوبة من المناوبات الأربع الأولى اتباع الآتي:

ري كل مساحة الأرز + نصف مساحة القطن + ربع مساحة الشراقي

وبعد الإنتهاء من طفي الشراقي يتم خلال كل دور مناوبة الآتي:

ري كل مساحة الأرز + نصف مساحة القطن + نصف مساحة الذرة.

وبذلك يتم ري الأرز كل ثمانية أيام ويتم ري القطن والذرة كل ستة عشرة يوم.

السدة الشتوية

هـي الفتـرة السنوية التي تحبس فيها مياه الري عن المجاري المائية باستثناء المجاري التي تمد محطات الشرب بالمياه حيث يطلق فيها القدر اللازم من المياه للشرب أو للملاحة.

الغرض من السدة الشتوية:

1- إتاحة الفرصة لتطهير المجاري المائية التي يتعذر تطهيرها أثناء فترة المناوبات.

2- إجراء ما يلزم من ترميمات للأعمال الصناعية القائمة بعد الكشف عليها، أو تنفيذ الأعمال الصناعية الجديدة.

3- تمكـين الأراضـي الزراعية من التخاص من المياه التي تشبعت بها طوال العام لخفض منسوب المياه السطحية بالأراضي الزراعية.

ومـن المعـتاد أن تستغرق السدة الشتوية أربعة أسابيع خلال شهر يناير من كل عام، وقد اختير هذا الوقت بسبب انخفاض معدل استهلاك النبات للماء لبرودة الهواء وسقوط الأمطار مما يسمح بإطالة الفترة بين الريات.

أمثلة لحساب المقنن المائي:

1- مـا هـو أقصى تصرف لترعة توزيع زمامها 1500 فدان تروي منطقة مزروع منها 40% قطن، 50% مطلوب طفيها (أرض شراقي) لزراعة الذرة، والباقي مشغول بالمواقع العامة. إذا كان موقع الترعة:

أ- في الوجه البحري ب- في الوجه القبلي.

الحل

يتم زيادة المقنن المائي النظري بنسب متفاوتة حسب الأحوال الآتية:

1- المحاصيل ذات الإحتياجات المائية العالية مثل الحدائق والخضروات : 50%

2- الأراضي الرملية المفككة والمستصلحة حديثاً : 50-80% حسب نسبة الرمل.

3- أراضي الوجه القبلي لمواجهة الفقد بالتبخر والحرارة : 25-35 % حسب شدة درجة الحرارة.

2- احـسب مقنن ترعة توزيع في منطقة أرز زمامها 2000 فدان، إذا كان نسبة المنزرع قطناً من زمامها 20% ، والمنـزرع أرز 40% ، و 35 % مـن الـزمام أرض شـراقي ، والباقـي و هـو 5.0% أرض بور للمنافع العامة والخدمات.

الحـــل

فـي مـناطق زراعة الأرز حيث يقتضي الأمر تزويد أحواض الأرز بالمياه كل ثمانية أيام، لذلك يطبق نظام المناوبة الثنائية (أربعة أيام تشغيل، وأربعة أيام بطالة).

يحتاج فدان الأرز إلى 420 متر مكعب من المياه في كل دور مناوبة.

يحتاج فدان القطن إلى 350 متر مكعب من المياه في الرية الواحدة (في دوري مناوبة)

يحتاج فدان الشراقي إلى 760 متر مكعب من المياه في الرية الواحدة (في 4 أدوار مناوبة).

كمية المياه اللازمة للفدان الواحد في مدة الدور:

نسبة مساحة الأرض × كمية المياه اللازمة في الرية/ عدد أيام العمالة في المناوبة × 1\ عدد المناوبات

$$\frac{40}{100} * 1 * \frac{420}{4} + \frac{20}{100} * 0.50 * \frac{350}{4} + \frac{35}{100} * 0.25 * \frac{760}{4}$$

$= 67.375\ m^3$

كمية المياه الفعلية (المقنن العملي) = 110 % * المقنن النظري

$= 67.375 * 1.10 = 74.1125\ m^3$.

التصرف المائي اللازم إدخاله في فم الترعة (Q)

$$Discharge\ (Q) = \frac{\text{Area Served x Water Dutey}}{24 \text{ x } 60 \text{ x } 60}$$

مقنن الصرف :

1- مقنن الصرف للمصارف المكشوفة :

مقنن الصرف Drainage Duty

هو كمية المياه اللازم صرفها يومياً من وحدة المساحات، ويعبر عنه بالمتر المكعب لكل فدان لكل يوم : م^3\ فدان\يوم، ويستخدم هذا التعريف في الصرف المكشوف.

ويتكون مقنن الصرف من جزأين: مقنن الصرف السطحي + مقنن الصرف الباطني.

1- مقنن الصرف السطحي : مياه زائدة بعد الري + تصافي الترع + أمطار + مياه غسيل التربة
= 25 ← 35 م^3 / فدان / يوم
2- مقنن الصرف الباطني : المياه الزائدة بمنطقة الجذور مهما كان مصدرها
= 6 ← 20 م^3 / فدان / يوم

معامل الصرف Drainage Factor

هـو سـمك المياه اللازم صرفها يومياً من وحدة المساحات ويعبر عنه بالمليمتر لكل يوم مم/يوم، ويستخدم هذا التعريف في الصرف المغطى.

تصميم القطاعات العرضية للترع والمصارف

يتم تصميم قطاعات الترع والمصارف باستخدام معادلة ماننج، وبمعرفة تصرف القطاع (Discharge) ، وميل خط المياه (Longitudinal Slope) ، معامل خشونة القاع (K=1/n).

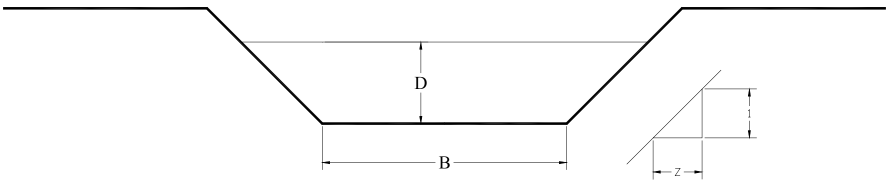
وتكتب معادلة "ماننج" على الصورة:

$$Q = \frac{1}{n}.R^{\frac{2}{3}}.S^{\frac{1}{2}}.A$$

Where

Q	Discharge of the water section
R	Hydraulic radius = A/P

P	Wetted perimeter
S	Longitudinal Slope
A	Cross-sectional area of the water section.



و ا قاطع ا ائية للترع الأراضي الطينية ا تماسكة فإن ا يول ا انبية للقطاع تؤخذ 1:1 ويكون شكل القطاع على هيئة شبه منحرف، وكذلك يؤخذ معامل ا شونة K=1/n = 40.0

$$\textbf{Area} = B * D + Z * D^2$$

$$P = B + 2D\sqrt{1 + Z^2}$$

بالتعويض في معادلة "ماننج" يتضح أنه بمعلومية كل من:

Q, 1/n, Z, S

فإن المجهول في المعادلة يكون B,D ولذلك اقترح "Buckly" معادلتين تجريبيتين تربط بين B,D وذلك من واقع الدراسة لمجموعة من الترع في الأراضي المصرية:

$$D = \frac{(S+8)^2}{650}.B \qquad \textbf{If } D < 1.62 \text{ m}$$

$$D = 0.10.\left(\frac{S}{2} + 4\right).\sqrt{B} \qquad \textbf{If } D > 1.62 \text{ m}$$

ملحوظة هامة: عند التعويض عن قيمة S في معادلتي Buckly يتم التعويض عنها بنفس قيمتها المجردة (بدون أي قسمة)، أما عند التعويض عن قيمة S في معادلة Manning فيتم قسمة S على 100000.

وبالتالـي يمكن استخدام معادلتي Buckly مع معادلة Manning لتصميم القطاع المائي بفرض معرفة كل من Q, 1/n, Z and S.

1- يتم حساب Q من المعادلة:

$$Q = \frac{\text{Area Served(Fd)} * \text{Water Dutey}(m^3/\text{Fd}/\text{Day})}{24 * 60 * 60} \quad \mathbf{m^3/Sec.}$$

2- في الأراضي الطينية المتماسكة تؤخذ 1/n = 40.0

3- الميول الجانبية للترع تختلف حسب طبيعة التربة التي تمر فيها القناة، وحسب عمق المياه فيها في الترع :-

أراضي طينية متماسكة Z=1

أراضي متوسطة التماسك Z=1.5

أراضي رملية مفككة Z=2.0

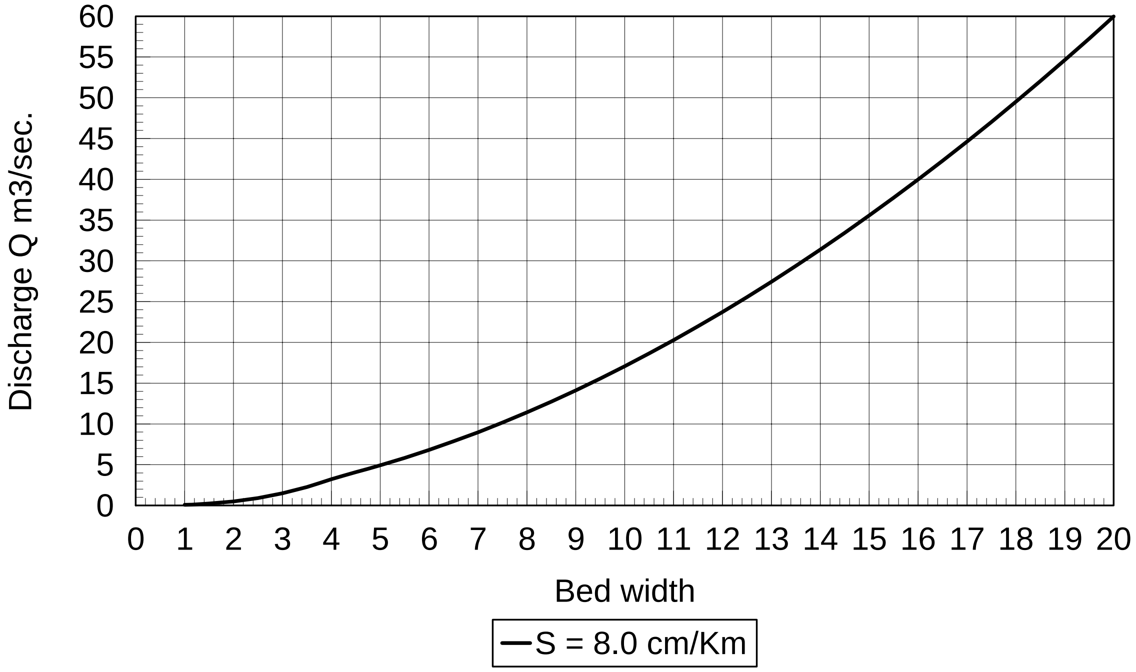
4- ميل خط المياه يتم التعويض عنه من الدياجرام المائي Synoptic Diagram.

ثم بعد ذلك يتم عمل جدول يربط بين B,D,Q كالآتي:

B m	D m	A =B(D+Z.D)	P $=B+2D(1+Z)^{0.5}$	R A/P	Q $=\frac{1}{n}.R^{\frac{2}{3}}.S^{\frac{1}{2}}.A$
1 2 3 4					

يـتم فرض قيم للعرض B ومنها يتم معرفة العمق D باستخدام معادلتي Buckly وذلك بالتعويض أولاً في المعادلة الأولى، فإذا كانت D < 1.62 فإن النتيجة تكون سليمة، وإذا كانت D > 1.62 نعوض في المعادلة الثانية.

ثم نرسم منحنى بين B, Q مثل المنحنى التالي:



Side Slope 1:1, 1/n = 40.0

نرسـم خطـاً أفقياً عند قيمة Q المطلوبة فيقطع المنحنى في نقطة ننزل منها بخط رأسي، فنعرف العرض المطلوب، ثم نعوض في إحدى معادلتي Buckly فنعرف العمق المطلوب.

ملحوظة

يتغيـر شكل المنحنى كلما تغيرت المدخلات 1/n, S, Z، وبالتالي نرسم منحنى آخر كلما تغير أحد المدخلات السابقة. والأفضل من ذلك عمل برنامج كومبيوتر لتصميم قطاعات الترع بطريقة التكرار مثل البرنامج البسيط التالي والمكتوب بلغة BASIC :

```
10    CLS:KEY OFF
20    PRINT "DESIGN OF WATER SECTIONS"
30    PRINT "BY USING MANING EQUATION"
40    PRINT "AND BUCKLY'S EMPRICAL EQUATIONS"
50    PRINT
60    INPUT "DISCHARGE OF THE CANAL IN M3/SEC";Q:PRINT
70    INPUT "LONGITUDINAL SLOPE IN CM/KM";S:PRINT
80    INPUT "MANING'S COEFFECIENT  1/n";K:PRINT
90    INPUT "SIDE SLOPE OF THE CANAL  1/S";SS:PRINT
100   B=.5
110   D=(S+8)^2/650*B
120   IF D <= 1.62 THEN 140
130   D=.1*(S/2+4)*(B)^.5
140   A=B*D+SS*D^2
150   P=B+2*D*(1+SS^2)^.5
160   R=A/P
170   QN=K*R^(2/3)*(S/100000!)^.5*A
171   IF ABS(QN-Q) <=.001 THEN 190
180   B=B+.001:GOTO 110
190   PRINT "Q,B,D":PRINT QN,B,D
200   END
```

ملاحظـــات هامة :

1- يتم تقريب عرض قاع المجرى المائي كالآتي:

إلى أقرب 1.0 متر إذا زاد العرض عن 5.0 أمتار

إلى أقرب 0.50 متر إذا تراوح العرض بين 2.0-5.0 متر

إلى أقرب 20 سم إذا تراوح العرض بين 1.0-2.0 متر

ولا يجب أن يقل عرض القطاع عن 1.0 متر لصعوبة تنفيذه باستخدام الحفار.

2- كلمـا زادت مساحة الأرض التي يخدمها المقطع المائي، كلما زادت مساحة مقطع الترعة أو المصرف، والعكس صـحيح، ولـذلك يـتم تغيير المقطع المائي في الاتجاه الطولي كلما صغرت المساحة التي يخدمها، ويتم أيضاً زيادة انحدار سطح المياه.

وعلـى ذلـك يزداد انحدار سطح المياه في الإتجاه الطولي كلما اتجهنا ناحية مصب نهاية الترع، ويقل انحدار سطح المياه في المصارف كلما اتجهنا ناحية مصب المصرف.

3- إذا كـان انحدار أرض الزراعة التي تمر فيها المجاري المائية أكبر بكثير من الإنحدارات المناسبة لسطح المياه، فيـتم الـتحكم فـي انحدار سطح المياه بانشاء هدار في المكان المناسب لكسر خط المياه، وهو في هذه الحالة أفضل اقتصادياً من تغيير ميل قاع المجرى المائي وما يصاحبه من حفر و تبطين.

4- لا يـشترط أن يكـون إنحدار سطح المياه ثابتاً على طول المجرى المائي، وخصوصاً إذا كان طوله كبيراً، ولكن يمكن تغيير ميل خط المياه كلما تطلب التصميم ذلك، ويتم تغيير ميل خط المياه عند المنشآت الحاجزة للمياه (هدارات – قناطر).

تصميم القطاعات العرضية للمصارف

تصمم القطاعات العرضية للمصارف مثل تصميم قطاعات الترع مع مراعاة الاختلافات الآتية:

1- قطاعات المصارف العامة تشبه إلى حد كبير قطاعات الترع مع مراعاة أن تنخفض مناسيب المياه في المصارف الفرعية عن منسوب أرض الزراعة بمقدار 2-2.5 متر وهو ما يسمى بعمق الصرف.

2- في حالة وجود المصرف المكشوف في منطقة صرف مغطى يجب أن يكون

مسائل محاولة:

1- احسب تصرف ترعة توزيع في منطقة زمامها 2000 فدان إذا كان نسبة المنزرع قطناً من زمامها 40%، و50% من الزمام شراقي، والباقي 10% أرض بور، علماً بأن المناوبة ثلاثية 6 أيام عمالة و 12 يوم بطالة، و فدان القطن يحتاج إلى 420 م^3 من المياه في كل دور مناوبة ، وفدان الشراقي يحتاج إلى 760 م^3 في كل دوري مناوبة.
وإذا علم أن القطاع العرضي لترعة التوزيع على شكل شبه منحرف مساحتة 3.75 م^2 وعرض قاعها 2.0 متر، والميول الجانبية لها 1:1 ومعامل ماننج 0.025 ، فاحسب ميل سطح المياه في هذه الترعة باستخدام معادلة ماننج.

الحل

$$\text{Water Duty}\ (m^3/Fd/Day) = \frac{420}{6} * 0.40 * \frac{1}{1} + \frac{720}{6} * 0.50 * \frac{1}{2} \qquad = \mathbf{58.0\ m^3/Fd./Day}$$

Actual Water Duty = 1.1 * Theoretical Water Duty

= 1.1 * 58.0 = 63.8 m^3/Fd./Day.

$$Q\ (m^3/Sec.) = \frac{\text{Area Served} * \text{Water Duty}}{24 * 60 * 60}$$

$$Q = \frac{2000 * 63.8}{24 * 60 * 60}$$

Q = 1.477 m^3/s.

* * * * * * * * * *

2- احسب الزمام بالأفدنه التي يمكن ريها لترعة توزيع إذا علم أن تصرفها 1.50 م^3/ث، و45% من الزمام مزروعة قطن، 50% شراقي، و5% أرض بور، وفدان القطن يحتاج إلى 400م^3 من المياه في كل دور مناوبة، وفدان الشراقي يحتاج إلى 720م^3 من المياه في كل دوري مناوبة، وأن المناوبة ثنائية 4 أيام عمالة، 4 أيام بطالة.

الحل

$$Q\ (m^3/Fd/Day) = \frac{400}{4} * 0.45 * \frac{1}{1} + \frac{720}{4} * 0.50 * \frac{1}{2} \quad = \mathbf{90.0\ m^3/Fd./Day}$$

Actual Water Duty = 1.1 * Theoretical Water Duty

= 1.1 * 90.0 = 99.0 m^3/Fd./Day.

$$Q\ (m^3/Sec.) = \frac{\text{Area Served} * \text{Water Duty}}{24 * 60 * 60}$$

$$1.50 = \frac{A * 99.0}{24 * 60 * 60}$$

Area Served = 1309.1 Fd.

****

3- أوجـد الفترة بين الريات لري نبات القطن إذا كان معدل الإستهلاك اليومي للفدان هو 24.0 متر^3 من المياه، وأن طـول الجـذر الفعال في هذه المرحلة من نموه هو 90 سم، واحسب كذلك كفاءة الري علماً بأن معدل إمداد الأرض بمـياه الـري 420 م^3 للفـدان وذلك بفرض أن السعة الحقلية 0.37 ودرجة الذبول 0.24 وتعطى مياه الري للأرض عندما تكون 70% من الماء المتيسر قد استهلك.

الحل

كمية المياه التي يمكن إعطائها للفدان الواحد = الماء المتيسر × 0.7 × عمق الجذر الفعال × مساحة الفدان م^2 .

الماء المتيسر = (السعة الحقلية – درجة الذبول)

= (0.37-0.24) * 0.70 *0.90 * 4200.83 = 344.048 m^3/Fd.

معدل استهلاك الفدان في اليوم الواحد = 24.0 متر مكعب

الفترة بين الريات = كمية المياه المطلوبة للفدان/ معدل استهلاك الفدان من المياه في اليوم

= 344.048 / 24.0 = 14.33 days.

كفاءة الري = الفترة بين الريات × استهلاك الفدان في اليوم/ معدل امداد الأرض بالمياه

= (14.00 * 24) / 420 = 0.80 = 80.0 %

أمثلة على الهدارات

1- نصبة توزع المياه على أربع ترع بواسطة هدارات حرة التصرف، فإذا علم أن سعة العتب رقم (1) =4.00 متر، والـزمام المتـرتب عليه 12000 فدان،، أوجد سعة الأعتاب الأخرى اذا كان زمام الترع 2، 3، 4 على التوالي هي : 3500، 5000، 450 فدان.

الحل

Data of the problem:

$B_1 = 4.0$ m $\quad\quad A_1 = 12000$ Fd.

$A_2 = 3500.0$ Fd. $\quad\quad A_3 = 5000.0$ Fd. $\quad\quad A_4 = 450.0$ Fd.

Requirements :

weir breadth

Equation of clear over fall weir is

$$Q = \frac{2}{3} C_d . B . \sqrt{2g} . H^{1.5}$$

$$Q_1 = \frac{2}{3} C_d . B_1 . \sqrt{2g} . H^{1.5}$$

$$Q_2 = \frac{2}{3} C_d . B_2 . \sqrt{2g} . H^{1.5}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

$B_2 = 1.167$ m

$B_3 = 1.667$ m

$B_4 = 0.15$ m

2- في الشكل رقم (1) معلوم الآتي :

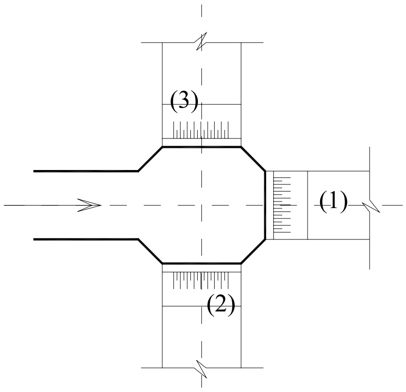
أ- زمام الترع 1، 2، 3 هو 2500، 1400، 1300 فدان على التوالي.

ب- المقنن المائي للمنطقة = 40 م^3 / فدان/ يوم

ج- انحدار سطح المياه في الترعة (1) 14 سم/كم، والترعة متزنة هيدروليكياً، والأرض طينية متماسكة $1/n = 40$

د- منسوب المياه في النصبة مرتفع عن منسوب عتب هدار فم الترعة (1) بمقدار ثلث عمق المياه فيها عند القطاع 1-1

هـ- طول عتب الهدار للترعة رقم (1) يقل عن عرض الترعة بمقدار 0.5 متر.



شكل رقم (1)

المطلوب :

1- سعة أعتاب الهدارات الثلاثة.

2- معامل التصرف C_d للهدارات بفرض أنه ثابت ومتساوي لجميع هدارات النصبة.

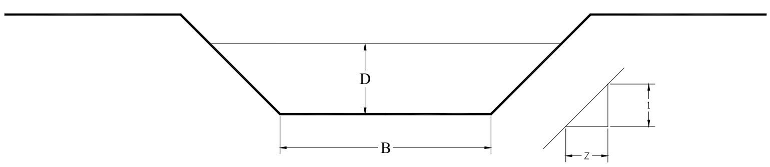
3- أقصى تصرف مطلوب إدخاله في النصبة من الترعة المغذية.

الحل

تصميم قطاع الترعة (1):

$$Q = \frac{\text{Water Duty} * \text{Area Served}}{24 * 60 * 60}$$

$$Q = \frac{40.0 * 2500.0}{24 * 60 * 60} = 11574\ \mathbf{m^3/s.}$$



$$Q = \frac{1}{n}.R^{\frac{2}{3}}.S^{\frac{1}{2}}.A$$

Area =B * D + Z *D^2

$$P = \mathbf{B + 2D\sqrt{1+Z^2}}$$

and by using the computer program

B = 1.57602, D = 1.173529

العرض يتراوح بين 1-2 متر، لذلك يقرب إلى أقرب 20 سم.

B = 1.60 m

$A_1 = A_2$, 1.17353(1.576 + 1.17353) = D_2(1.60 + D_2)

3.23 = 1.60 D_2 + $(D_2)^2$.

D_2 = 1.1664 m.

وبما أن منسوب المياه في النصبة مرتفع عن منسوب عتب هدار فم الترعة (1) بمقدار ثلث عمق المياه فيها

h (head of water over the weir) = 1.1664 / 3 =0.38 m

طول عتب الهدار للترعة رقم (1) يقل عن عرض الترعة بمقدار 0.5 متر.

B = 1.60 – 0.50 = 1.10 m

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$\frac{2500}{1400} = \frac{1.10}{B_2}$$

B_2 = 0.616 m., **B_3 = (1300 / 2500) * 1.10**

B_3 = 0.572 m.

$$Q = \frac{2}{3} C_d . B . \sqrt{2g} . H^{1.5}$$

1.1574 = 0.667 * C_d * 1.10 * 4.43 * $(0.38)^{0.50}$

C_d = 0.57

أقصى تصرف مطلوب إدخاله للترعة = مجموع التصرفات

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

Q_2 = (1400 / 2500) * 1.1574 = 0.65 m^3/s.

Q_3 = (1300 / 2500) * 1.1574 = 0.602 m^3/s.

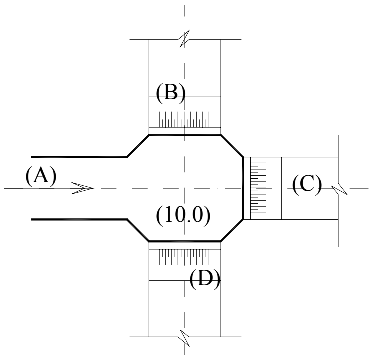
Total discharge = 1.1574 + 0.65 + 0.602 = 2.41 m^3/s.

3- في الشكل رقم (2) إذا علم الآتي :

أثـناء الفيضان تصرف "A" = 30 م^3/ث، وأثناء التحاريق 20 م^3/ث، ونسبة تصرفات الترع كالآتي :

$$\frac{Q_B}{Q_C} = \frac{2}{3} \ \& \ \frac{Q_C}{Q_D} = 2$$

المقـنن المائي للمنطقة = 50م^3/فدان/يوم، ومعامل التصرف للهدارات = 0.65 ، عرض الهدار (B) = 4.0 متر، منسوب المياه في النصبة في حالة الفيضان (10.0)، فأوجد:



شكل (2)

1- سعة ومناسيب أعتاب الهدارات

2- أكبر وأقل زمام ممكن أن ترويه الترع

3- منسوب المياه في النصبة في حالة التحاريق.

الحل

$$\frac{Q_B}{Q_C} = \frac{2}{3}, Q_B = \frac{2}{3} Q_C \qquad \text{and} \qquad \frac{Q_C}{Q_D} = 2, Q_D = \frac{Q_C}{2}$$

Flood time:

$Q_A = Q_B + Q_C + Q_D$ **$30.0 = 0.667\ Q_C + Q_C + 0.50\ Q_C$**

$Q_C = 13.846\ m^3/s$. **$Q_B = 9.23\ m^3/s$.** **$Q_D = 6.923\ m^3/s$.**

Summer time:

$Q_A = Q_B + Q_C + Q_D$ **$20.0 = 0.667\ Q_C + Q_C + 0.50\ Q_C$**

$Q_C = 9.23\ m^3/s$. **$Q_B = 6.154\ m^3/s$.** **$Q_D = 4.615\ m^3/s$.**

$$Q = \frac{2}{3} C_d . B . \sqrt{2g} . H^{1.5}$$

substituting for weir (B):

1- Flood time:

$9.23 = 0.667 * 0.65 * 4.0 * (2*9.81)^{0.5} * (H)^{1.5}$

H = 1.13 m

2- Summer time:

$6.154 = 0.667 * 0.65 * 4.0 * (2 * 9.81)^{0.5} * (H)^{1.5}$

H = 0.863 m.

ولكن منسوب المياه في النصبة في حالة الفيضان = 10.0

منسوب قمة الهدار "Sill level" = 10.0 – 1.13

Sill level = 8.87

منسوب المياه في النصبة في حالة التحاريق = 8.87 + 0.863 = 9.733

ولإيجاد سعة أعتاب الهدارات:

$\frac{Q_B}{Q_C} = \frac{B_B}{B_C}$ **2 / 3 = 4.0 / B_C** **B_C = 6.0 m**

$\frac{Q_C}{Q_D} = \frac{B_C}{B_D}$ **2.0 = 6.0 / B_D** **B_D = 3.0 m**

أكبر زمام ترويه الترع (أثناء فترة الفيضان):

$$Q = \frac{\text{Water Duty} * \text{Area Served}}{24 * 60 * 60}$$

Q_C = 13.846 m^3/s. **Q_B = 9.23 m^3/s.** **Q_D = 6.923 m^3/s.**

$9.23 = \frac{50.0 * \text{Area Served}}{24 * 60 * 60} = A_B = 9.23 * 1728.0$ **A_B = 15,949.44 Fd.**

$13.846 = \frac{50.0 * \text{Area Served}}{24 * 60 * 60} = A_C = 13.846 * 1728.0$ **A_C = 23,925.88 Fd.**

$6.923 = \frac{50.0 * \text{Area Served}}{24 * 60 * 60} = A_D = 6.923 * 1728.0$ **A_D = 11,962.94 Fd.**

أقل زمام ترويه الترع (أثناء فترة التحاريق) :

$6.154 = \frac{50.0 * \text{Area Served}}{24 * 60 * 60} = A_B = 6.154 * 1728.0$ **A_B = 10,634.11 Fd.**

$9.23 = \frac{50.0 * \text{Area Served}}{24 * 60 * 60} = A_C = 9.23 * 1728.0$ **A_C = 15,949.44 Fd.**

$4.615 = \frac{50.0 * \text{Area Served}}{24 * 60 * 60} = A_D = 4.615 * 1728.0$ **A_D = 7,974.72 Fd.**

التخزين

1- حجم المياه الداخلة إلى خزان – مقدرة بالمليون متر^3 - في فترات زمنية متتابعة كانت كالتالي (الفترة 30 يوم) :

240 – 260 – 200 – 105 – 88 – 44 – 60 – 50 – 130 – 180 – 200 – 235 .

إحسب سعة التخزين المطلوبة لسحب تصرف ثابت مقداره 50 متر^3 / ثانية، وذلك باستخدام طريقة الدياجرام المائي (Hydrograph).

الحل

2- التصرف الداخل لنهر خلال عام كان كالتالي : (التصرفات معطاة بالمليار م^3)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
9.40	12.2	4.5	0.5	0.5	0.2	0.0	0.2	1.6	0.7	7.2	9.2

وكان السحب كالآتي : (التصرفات معطاة بالمليار م^3)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2.70	2.70	3.0	3.0	3.30	3.0	2.70	2.70	3.0	3.60	3.30	3.0

احسب سعة الخزان التي تغطي الإحتياجات المطلوبة وذلك بطريقة الجداول (Tabulation)

الحل

Month	Q_{In}	Q_{Out}	$Q_{In} - Q_{Out}$	$\sum Q_{In} - Q_{Out}$	Reservoir	Wast
Jan	9.40	2.70	6.70	6.70	16.80	0.0
Feb	12.20	2.70	9.50	16.20	17.60	8.70
Mar	4.50	3.00	1.50	17.70	17.60	1.50
Apr	0.50	3.00	-2.50	15.20	15.10	0.0
May	0.50	3.30	-2.80	12.40	12.30	0.0
Jun	0.20	3.00	-2.80	9.60	9.50	0.0
Jul	0.00	2.70	-2.70	6.90	6.80	0.0
Aug	0.20	2.70	-2.50	4.40	4.30	0.0
Sep	1.60	3.00	-1.40	3.00	2.90	0.0
Oct	0.70	3.60	-2.90	0.10	0.00	0.0
Nov	7.20	3.30	3.90	4.00	3.90 بداية التخزين	0.0
Dec	9.20	3.00	6.20	10.20	10.1	0.0

3- متوسط التصرفات الشهرية والمقاسة في نهر كانت كالآتي : (التصرفات بالمتر^3 / ثانية)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
105	265	235	140	80	90	145	175	260	230	140	90

احـسب أقـل سـعة تخزينية للخزان باستخدام طريقة منحنى التصرفات التجميعي (Mass flow curve) ، إذا كان السحب بمعدل منتظم ولا يوجد أي فاقد خلال المفيض.

4- التصرفات الواردة إلى بحيرة وكذلك التصرفات المطلوبة بالمليار م^3 من الفترة 1921 إلى 1941 كانت كالتالي :

Year	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926
Inflow	18.9	20.9	22.6	23.6	34.3	35.8	37.0	25.0	22.0	15.0	13.2	17.6	18.2	16.0	25.0
Outflow	28.5	34.5	19.0	19.0	19.0	19.0	28.2	14.3	19.6	22.2	18.1	18.0	18.0	21.3	18.0

Year	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941
Inflow	23.5	20.5	18.9	24.0	27.0	29.5	25.2	21.5	19.3	21.6	26.0	25.8	21.4	19.0	23.0
Outflow	25.1	19.5	26.0	27.7	18.0	18.0	18.0	17.0	17.0	17.0	22.0	18.0	20.0	31.0	20.0

احسب سعة التخزين الدائمة المطلوبة باستخدام معادلة هرست (Hurst's Equation for Century Storage)

الحل

حساب سعة التخزين باستخدام معادلة هرست

$$\frac{R}{\sigma} = \left(\frac{N}{2}\right)^K \qquad \text{............. (1)}$$

حيث :

R= أقصى سعة للخزان الدائم والتي تسمح بإمرار تصرف سنوي ثابت يساوي المتوسط الحسابي لتصرفات السنين.

N= عدد السنين

K= ثابت يساوي 0.72

σ = الإنحراف المعياري (Standard deviation)

$$\sigma = \left(\frac{\sum_{i=N}^{i=1} (Q_i - Q_m)^2}{N} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (2)$$

and $Q_m = \frac{\sum_{i=N}^{i=1} Q_i}{N} = \frac{691.3}{30} = 23.043$

Q_{In}	18.9	20.9	22.6	23.6	34.3	35.8	37	25
$Q_{In}-Q_m$	-4.1433	-2.1433	-0.4433	0.5567	11.2567	12.7567	13.9567	1.9567
$(Q_{In}-Q_m)^2$	17.16693	4.593735	0.196515	0.309915	126.7133	162.7334	194.7895	3.828675

Q_{In}	22	15	13.2	17.6	18.2	16	25	23.5
$Q_{In}-Q_m$	-1.0433	-8.0433	-9.8433	-5.4433	-4.8433	-7.0433	1.9567	0.4567
$(Q_{In}-Q_m)^2$	1.088475	64.69467	96.89055	29.62951	23.45755	49.60807	3.828675	0.208575

Q_{In}	20.5	18.9	24	27	29.5	25.2	21.5	19.3
$Q_{In}-Q_m$	-2.5433	-4.1433	0.9567	3.9567	6.4567	2.1567	-1.5433	-3.7433
$(Q_{In}-Q_m)^2$	6.468375	17.16693	0.915275	15.65547	41.68897	4.651355	2.381775	14.01229

Q_{In}	21.6	26	25.8	21.4	19	23		
$Q_{In}-Q_m$	-1.4433	2.9567	2.7567	-1.6433	-4.0433	-0.0433		
$(Q_{In}-Q_m)^2$	2.083115	8.742075	7.599395	2.700435	16.34827	0.001875		

And σ = 5.5382

بالتعويض في المعادلة (1)

$$\frac{R}{5.5382} = \left(\frac{30}{2} \right)^{0.72}$$

R = 38.918

وللحصول على سعة خزان تضمن سحب ثابت مقدارة أقل من المتوسط الحالي للتصرفات:

$$Log\frac{S}{R} = -0.08 - 1.05\left(\frac{Q_m - Q_d}{\sigma}\right)$$

حيث :

S= سعة الخزان المطلوبة

Q_d = التصرف المسحوب خلف الخزان (The draft).

$$Q_d = \frac{\sum Outflow}{N} = \frac{631}{30} = 21.033$$

$$Log\frac{S}{38.918} = -0.08 - 1.05\left(\frac{23.0433 - 21.0333}{5.5382}\right)$$

S (The Starage Capacity) = 13.461

5- التـصـرف الـداخل خـلال نهـر في موقع معين ، خلال فترات زمنية متتابعة (الفترة = 30 يوم) كان كالتالي : (التصرفات بالمليون م^3)

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inflow	8.20	7.70	7.90	7.90	17.3	30.5	28.5	20.0	12.8	13.6	10.8	9.4

وكان المطلوب من المياه لمحطة كهربائية كالتالي :

أ- في حالة عدم التخزين:

التـصـرف المطـلـوب ثابـت ومقـداره 12 مليون م^3 /فترة، من الفترة 4 إلى الفترة 10، والسحب مساوياً التـصـرف الـداخل خلال الفترة 11 إلى الفترة 4 ، وذلك باستخدام منحنى التصرفات التجميعي. واحسب حجم المياه المفقودة خلال المفيض.

ب- في حالة التخزين:

احـسب سـعة الخزان المطلوبة إذا كان السحب بمعدل منتظم ويساوي القيمة المتوسطة للتصرفات الداخلة، ووضح على المنحنى الفترات التي يكون فيها الخزان ممتلئ وفارغ.

الحل