محاضرات مادة الري الجزء العملي لطلبة المرحلة الثالثة/ قسم التربة والموارد المائية

م. محمد كريم عبيد

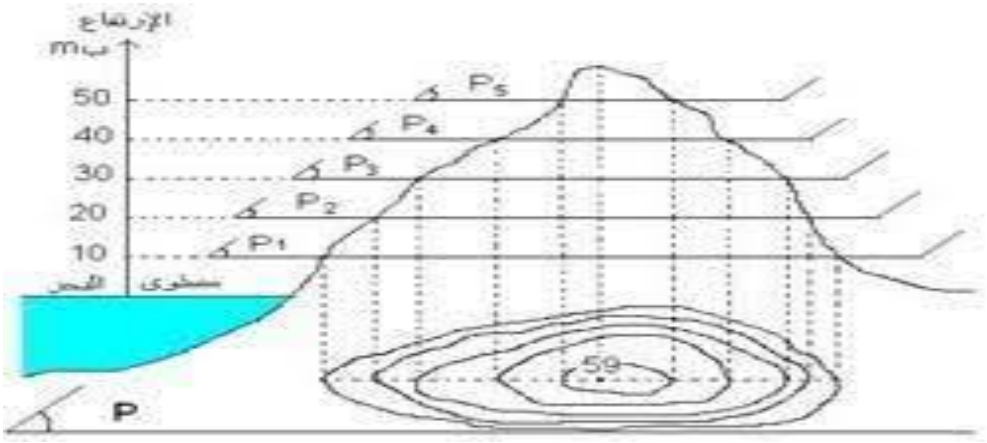
الري /الجزء العملي/ المحاضرة الأولى بتاريخ 2021/10/19

الكنتورات (خطوط التسوية المنحنية) Contours

تعد الكنتورات من أفضل الوسائل المستخدمة للعبير عن المعالم الأرضية مثل التلال والجبال والمنخفضات والتموجات الأرضية على ورق الخرائط، فمن الخارطة يمكن الحصول على البعدين الأفقيين بالاتجاهين الطولي والعرضي ممثلين بالمساحة القاعدية التي يشغلها المعلم الأرضي على الخارطة، إضافة إلى البعد العمودي الذي توفره تفاصيل الخطوط المضافة ضمن حدود المساحة القاعدية،وإن هذه الخطوط المضافة هي التي يطلق عليها اصطلاح ((الخطوط الكنتورية)) .

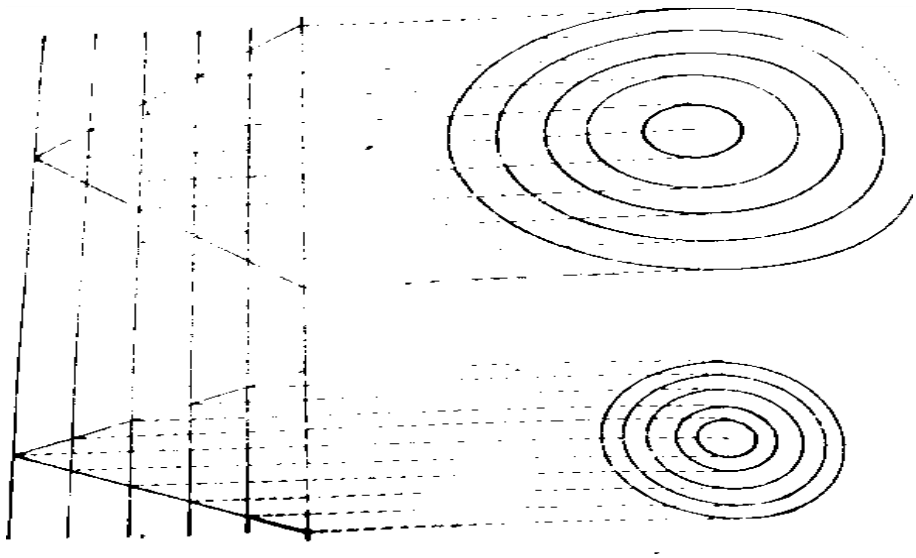
يعَرف الخط الكنتوري بأنه الخط الوهمي الناتج من تقاطع سطح الأرض مع مستوى أفقي ذي منسوب معلوم، وهذا يعني إن جميع النقاط الواقعة على الخط الكنتوري الواحد لها نفس المنسوب وهو منسوب المستوى الأفقي المتقاطع مع سطح الأرض

وللوصول إلى فهم واضح لماهية الخطوط الكنتورية، نفرض أن هناك مرتفعاً ارضياً يحيط به الماء من جميع جهاته، وإن هذا الماء يرتفع تدريجياً حتى يصل إلى قمته . وبذلك فإن الخط الذي يتكون من تلامس الماء المحيط بسطح المرتفع الأرضي عند أي ارتفاع هو بمثابة خط كنتوري. ومن هذا يتضح إن الانحدار الشديد للمرتفع ينتج عنه خطوط كنتورية متقاربة بعضها من بعض على الخارطة، وإذا حدث العكس تكون هذه الخطوط متباعدة في حالة قلة انحدار المرتفع وكما موضح في الشكل (1).



شكل (1) تشكيل الخطوط الكنتورية

يلاحظ من الشكل أعلاه إن الخطوط الأفقية هي بمثابة خطوط كنتورية، وان المسافة العمودية بين خط كنتوري وآخر هي مسافة ثابتة تسمى (الفترة الكنتورية) كما إن جميع النقاط الواقعة على أي خط من الخطوط الكنتورية تكون ذات منسوب واحد، كما يلاحظ إن الخطوط الكنتورية متقاربة في الجهة ذات الانحدار العالي (الجانب الأيمن من المعلم الأرضي) في حين تكون متباعدة في الجهة القليلة الانحدار (الجانب الأيسر من المعلم الأرضي).



شكل (2) تأثير شدة الانحدار على تقارب الخطوط الكنتورية

الفترة الكنتورية Contour Interval

وهي البعد العمودي الثابت بين مناسيب الخطوط الكنتورية المتجاورة، فلو افترضنا إن مناسيب الخطوط الكنتورية 20 ، 25 ، 30 ، 35 متراً على التوالي عن مستوى المقارنة، فان الفترة الكنتورية 5متر لأنها تمثل الفرق بين أي منسوبين لخطين متجاورين.

إن اختيار الفترة الكنتورية يتأثر بجملة من العوامل :

1- الغرض من رسم الخارطة

يقل مقدار الفترة الكنتورية بزيادة درجة الدقة المطلوبة مع مراعاة مقياس الرسم المعتمد في رسم الخارطة، لهذا السبب يتم استخدام فترة كنتورية قصيرة عند رسم الخطوط الكنتورية لإغراض تسوية الأراضي الزراعية وحساب أحجام الأعمال الترابية .

2- طبيعة سطح الأرض

يزاد مقدار الفترة الكنتورية بزيادة الانحدار لمنع تزاحم وتداخل الخطوط الكنتورية بعضها مع بعض، وهذا يعني استعمال فقترة كنتورية طويلة لخرائط المناطق الجبلية وفترة كنتورية قصيرة لخرائط المناطق المنبسطة والمستوية نسبياً أو القليلة الانحدار

3- المساحة المشمولة بالخارطة

يصغر مقدار مقياس الرسم بزيادة المساحة المشمولة بالخارطة وبالتالي تزداد الفترة الكنتورية والعكس صحيح، لان العلاقة عكسية بين مقياس الرسم ومقدار الفترة الكنتورية .

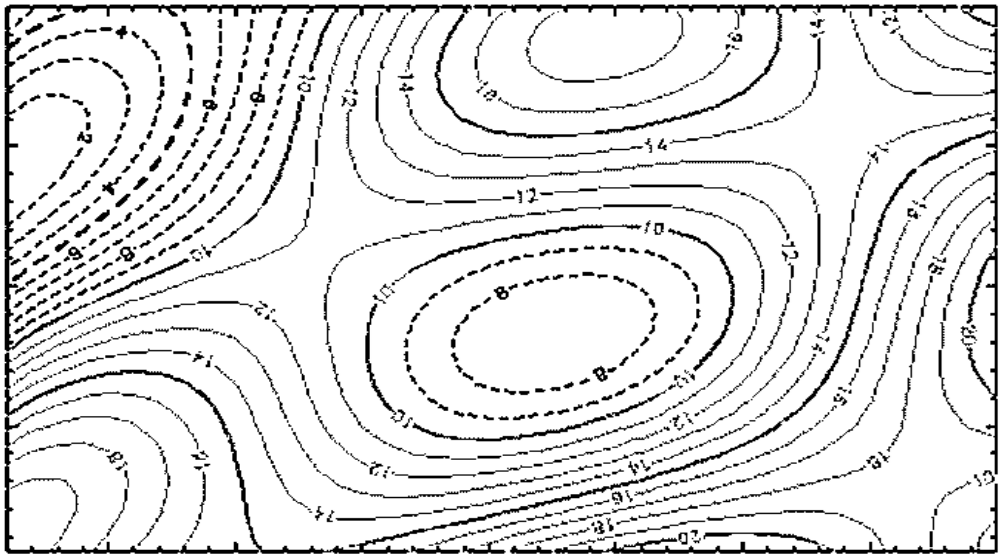
4- الوقت والتكاليف

يقل مقدار الفترة الكنتورية بزيادة الوقت المتاح لإعداد الخارطة الكنتورية. أما التكاليف فهي مرتبطة بعدد الخطوط الكنتورية الواجب تحديدها ورسمها .

مواصفات الخطوط الكنتورية Characteristics of Contours

1- يكون لنقاط الخط الكنتوري الواحد نفس المنسوب
2- لاينتهي الخط الكنتوري ولا يكون سائباً وإنما لابد أن يقفل راجعاً إلى نقطة البداية سواء أكان ذلك داخل حدود الخارطة أو خارجها
3- قد يكون للكنتور ذي المنسوب المعين أكثر من خط واحد وكل منها يكون مقفلا أو منتهيا عند حدود الخارطة .
4- الخط الكنتوري المفرد المقفل يدل على مرتفع أو منخفض حيث يميز المنخفض بتضليل حدوده نحو الداخل
5- الخط الكنتوري الواحد لا يتفرع ولا يتشعب كما لا يمكن لخطين مختلفين في المنسوب أن يندمجا ويستمران خطاً واحداً
6- تتساوى المسافات الأفقية الفاصلة بين الخطوط الكنتورية على الأراضي ذات الميل المنتظم المتجانس. أما اختلاف المسافات الأفقية فيدل على اختلاف درجات الميل حيث يزداد بتقارب الخطوط الكنتورية يقل بتباعدها .
7- تكون الخطوط الكنتورية مستقيمة ومتوازية في حالة استواء سطح الأرض تماماً وهذا ما لا يتوافر في الطبيعة عادةً .
8- تدل الخطوط الكنتورية المقفلة المتعاقبة على مرتفع أو منخفض حيث يكون الأول عند تناقص مناسيب الخطوط الكنتورية بابتعادها عن المركز والعكس يكون الثاني عند تزايد مناسيب الخطوط الكنتورية بابتعادها عن المركز
9- يكون سطح الأرض محدب الشكل إذا تقاربت الخطوط الكنتورية المتعاقبة عند جزئها العلوي أكثر من تقاربها عند جزئها السفلي . أما الخطوط الكنتورية المتقاربة عند جزئها السفلي أكثر من تقاربها عند جزئها العلوي فتدل على إن سطح الأرض مقعر الشكل.
10- لا تتقاطع الخطوط الكنتورية المختلفة المناسيب مع بعضها، لان نقطة التقاطع سيكون لها أكثر من منسوب واحد وهذا بديهياً غير ممكن .
11- لا تتطابق الخطوط المختلفة المنسوب إلا في حالة انعدام المسافة الأفقية بين مواقع الخطوط الكنتورية كما هو الحال عند وجود جدار أو مقطع عمودي حيث يتماس خطان أو أكثر من نقطة واحدة ولمسافة قصيرة

12- قد تتلامس الخطوط الكنتورية المتساوية المنسوب من نقطة واحدة أو لمسافة قصيرة في حالة وجود مرتفع ذي قمتين متقاربتين جداً وهذه حالة شاذة .



شكل (3) الخارطة الكنتورية

إعداد الخارطة الكنتورية

يمكن تعريف الخارطة الكنتورية بأنها صيغة مساحية خيالية لتمثيل تضاريس سطح الأرض، والتعبير عنها على الورق بشكل مادي متطور، ذلك من خلال عملية النقل من الأرض إلى الورق والتي تتطلب بيانات ومعلومات يتم الحصول عليها من الحقل بطرق ووسائل مختلفة. ولتحقيق ذلك يجب تنظيم هذه البيانات والمعلومات بالشكل الذي يحافظ على العلاقة النسبية القائمة بين تفاصيلها، ويؤدي إلى الحصول على الخارطة الممثلة لها بإبعادها الأفقية والعمودي. وبصورة عامة فان إعداد الخارطة الكنتورية يمر بالمراحل التالية:-

1- إيجاد مناسيب عدد من النقاط الأرضية التي يتم تحديدها على امتداد خطوط مستقيمة أو عند نقاط تقاطع شبكة من الخطوط المتعامدة .

2- نقل النقاط الأرضية بمواقعها النسبية الصحيحة من الأرض والى الورق بموجب مقياس رسم معين.

3- ربط النقاط الأرضية ذات المناسيب المتساوية مع بعضها للحصول على الخطوط الكنتورية، مع مراعاة خصائص الخطوط الكنتورية المذكورة أعلاه.

طرق رسم الخارطة الكنتورية

تعتمد هذه الطرق على حساب مناسيب النقاط الأرضية التي يتم تحديد مواقعها على امتداد خطوط مستقيمة، أو عند نقاط تقاطع شبكة من الخطوط المتعامدة على بعضها، ومن هذه الطرق:-

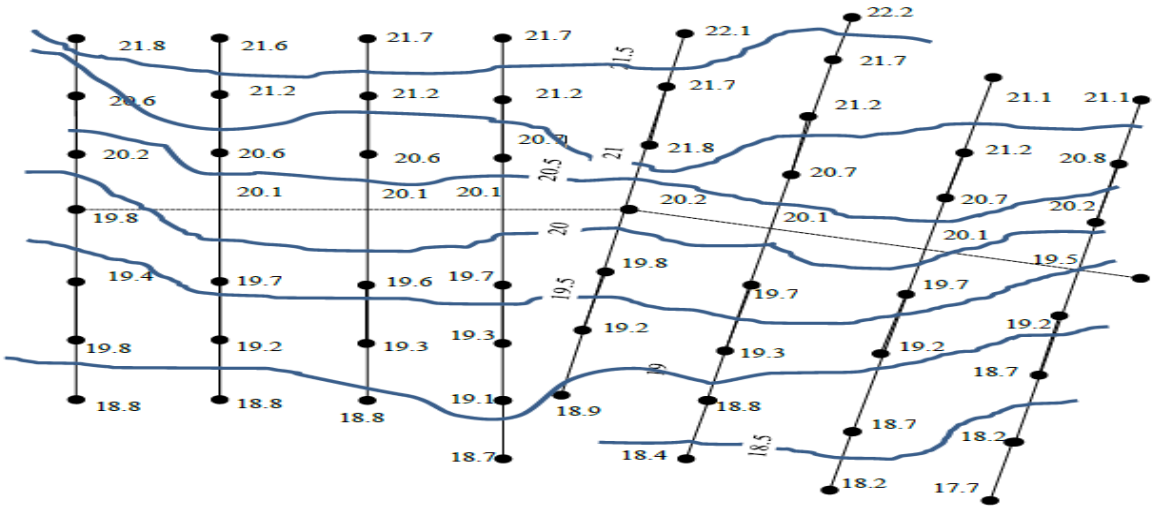
اولاً: طريقة المقاطع العرضية

تستخدم هذه الطريقة للمساحات الكبيرة ذات الانحدارات العالية، وهي تعتمد على تكوين مقاطع عرضية لمساحة من الأرض يتحدد عددها على طبيعة سطح الأرض وعلى مدى التغيرات المتميزة الموجودة على سطحها .

الأساس العلمي:

يعتمد الأساس العلمي لطريقة المقاطع العرضية على إقامة المقاطع العرضية على هيئة خط قاعدي يقع في احد إطراف المساحة المطلوب رسم كنتوراتها، وتقام على هذا الخط القاعدي خطوط عمودية عليه وعلى مسافات متساوية، ثم تحدد عليها مواقع عدد من النقاط الأرضية بواسطة جهاز الثيودولايت تحسب مناسيبها بطريقة (ارتفاع خط النظر) وتسجل المسافات الأفقية الفاصلة بينها، وعندئذ ترسم خطوط المقاطع العرضية واتجاهاتها على الورق بموجب مقياس رسم معين وتؤشر مواقع النقاط الأرضية إضافة إلى إدراج الأرقام الدالة على مناسيبها، ثم ترسم الخطوط الكنتورية من خلال تحديد مواقع النقاط الأرضية المتساوية المنسوب وربط بعضها مع بعض للحصول على الخطوط الكنتوري.

يتحدد عدد المقاطع العرضية وعدد النقاط الأرضية المرصودة اعتماداً على طبيعة سطح الأرض، حيث يزداد عدد المقاطع العرضية وعدد النقاط الأرضية مع زيادة وعورة سطح الأرض والعكس صحيح. ويمكن تشكيل المقاطع العرضية من خلال رسم خطوط عمودية وعلى مسافات متساوية على امتداد خط محوري واقع في وسط المساحة المطلوب رسم كنتوراتها مكون من مستقيم واحد أو أكثر تبعا لاتجاهات خط المقطع الطولي لمساحة الأرض وكما مبين في الشكل (4)



شكل (4) يبين الخط المحوري الواقع وسط المساحة المطلوب إيجاد كنتوراتها والمكون من مستقيم واحد أو أكثر حسب اتجاهات المقطع الطولي لمساحة الأرض

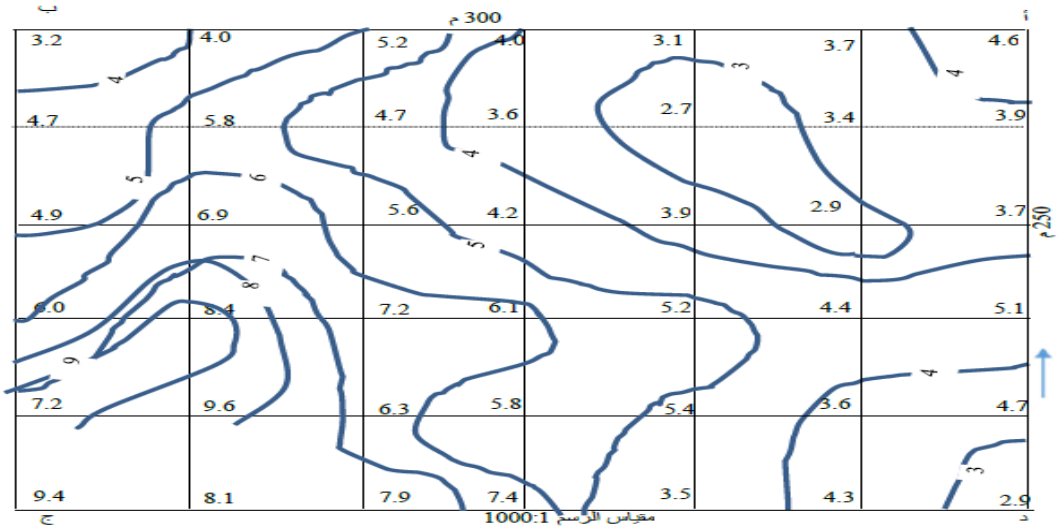
ثانياً: طريقة المربعات

تستخدم هذه الطريقة للمساحات الصغيرة ذات الانحدارات الخفيفة، والتي يكون فيها مقياس الرسم كبيراً والفترة الكنتورية قصيرة.

الأساس العلمي :

أساس هذه الطريقة هو تغطية مساحة الأرض المطلوب إيجاد كنتوراتها بشبكة من الخطوط المتعامدة والمتساوية البعد فيما بينها، والتي يتشكل من تقاطعاتها مربعات أو مستطيلات وكما مبين في الشكل (5). أركان أو رؤوس هذه المربعات أو المستطيلات يحدد مواقع النقاط الأرضية التي تحسب مناسيبها بعملية التسوية (بطريقة ارتفاع خط النظر)، وكلما كانت المربعات أو المستطيلات صغيرة ازدادت دقة النتائج التي يتم الحصول عليها. إن طول ضلع المربع المستخدم بهذه الطريقة يتراوح بين (5 – 50) متر تبعاً لتضاريس الأرض والفترة الكنتورية المطلوبة.

بعد الانتهاء من العمل الحقلي وإيجاد مناسيب النقاط المرصودة، يتم رسم شبكة المربعات على الورق بموجب مقياس رسم معين بعد تحديد اتجاه الشمال. ترسم شبكة المربعات بحيث تكون خطوط حدود المساحة بخط غامق، أما التشبيك الداخلي فيكون بلون فاتح وكذلك المناسيب تكتب بلون فاتح أيضاً وبقلم الرصاص كونها سوف تمسح بعد رسم الخطوط الكنتورية.



شكل (5) رسم الخارطة الكنتورية بطريقة المربعات

تحشية الخطوط الكنتورية

يقصد بها تحديد مواقع النقاط الكنتورية ذات المناسيب المتساوية، وربط بعضها مع بعض للحصول على الخطوط الكنتورية وإجراء هذه العملية يمر بالخطوات التالية:-

اولاً: حساب عدد الخطوط الكنتورية

عدد الخطوط الكنتورية = (أعلى منسوب – أدنى منسوب) / الفترة الكنتورية

من الشكل (5) نلاحظ إن أعلى منسوب 9.6 متر وأدنى منسوب 2.7 متر ولنفترض إن الفترة الكنتورية 1 متر (لتسهيل عملية الحساب) وعليه فان عدد الخطوط الكنتورية يساوي

(9.6 متر – 2.7 متر) / 1متر = 6.9 ويساوي 7 خطوط (يجب التقريب إلى أعلى قيمة)

ثانياً: حساب مناسيب الخطوط الكنتورية

يتم حساب مناسيب الخطوط الكنتورية وفقاً للاتي:-

1- منسوب الخط الكنتوري الأول = تقريب أدنى منسوب إلى أدنى قيمة للخط (أي تقريبه إلى اقرب عدد صحيح)

فإذا كانت قيمة أدنى منسوب 2.7 متر فان منسوب الخط الكنتوري الأول تساوي 3 متر

2- مناسيب بقية الخطوط الكنتورية فيتم إيجادها حسب العلاقة أدناه:-

منسوب الخط الكنتوري = منسوب الخط الذي قبله + الفترة الكنتورية

فإذا كانت الفترة الكنتورية 1 متر فان منسوب الخط الكنتوري الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع 4 متر، 5 متر، 6 متر، 7 متر، 8 متر، 9 متر على التوالي.

ملاحظة هامة جداً:-

يجب أن يكون منسوب الخط الكنتوري الأول اكبر من أدنى منسوب، ومنسوب الخط الكنتوري الأخير يجب أن يكون اقل من أعلى منسوب.

ثالثاً: تحديد النقطة الكنتورية التي سوف يمر من خلالها الخط الكنتوري

يتم ذلك باستخدام الطريقة الحسابية المبينة أدناه:-

من الشكل (5) لنفترض إن النقطة X منسوبها 4.6 متر والنقطة Y منسوبها 3.9 متر والمسافة بينهما D تساوي 5 متر والمطلوب هو إيجاد موقع النقطة الكنتورية التي يمر من خلالها خط الكنتور L الذي منسوبه 4 متر، فيتم ذلك بتطبيق العلاقة التالية:-

بعد النقطة الكنتورية عن النقطة Y ذات المنسوب الأقل = D × (Y – X / Y – L)

بعد النقطة الكنتورية عن النقطة X ذات المنسوب الأعلى = D × (Y – X / L – X)

وعليه فان :-

(4 – 3.9 / 4.6 – 3.9) × 5 = 0.71 متر بعد النقطة الكنتورية عن النقطة Y ذات المنسوب 3.9 متر

(4.6 – 4 / 4.6 – 3.9) × 5 = 4.28 متر بعد النقطة الكنتورية عن النقطة X ذات المنسوب 4.6 متر

بعد تحديد موقع النقطة الكنتورية التي سوف يمر من خلالها الخط الكنتوري بموجب العلاقتين أعلاه، يتم تحديد موقعها على الخارطة الكنتورية حسب مقياس الرسم المعتمد في رسم الخارطة، ومن ثم نجد نقاطاً أخرى منسوبها 4 متر بنفس الأسلوب، ثم نصل بعضها ببعض بخط منحني لنحصل على الخط الكنتوري المطلوب.

أمثلة

المثال الأول/ إذا كان أعلى منسوب في الخارطة الكنتورية 22.2 متر وأدنى منسوب 17.7 متر والفترة الكنتورية 0.5 متر احسب ما يلي:-

1- عدد الخطوط الكنتورية المستخدمة في رسم الخارطة الكنتورية

2- منسوب كل خط كنتوري

المثال الثاني/ حدد بعد النقطة الكنتورية التي سوف يمر من خلالها الخط الكنتوري L الذي منسوبة 5 متر بين النقطة X التي منسوبها 5.6 متر والنقطة Y التي منسوبها 4.7 متر إذا كانت المسافة بينهما 5 متر.

فوائد واستعمالات الخطوط الكنتورية:-

1- إعطاء فكرة شمولية عن طبيعة سطح الأرض المشمولة بحدود الخارطة.

2- الحصول على المعلومات اللازمة لرسم المقاطع الطولية والعرضية وذلك بتحديد مواقع وأبعاد ومناسيب النقاط الأرضية على امتداد الطولي.

3- تخطيط طرق المواصلات وقنوات الري والبزل.

5- تسوية وتعديل الأراضي للإغراض الزراعية.

6- معرفة حدود أحواض الأنهار ومجاري المياه والوديان وقياس مساحاتها فضلاً عن قياس حجوم المنخفضات الطبيعية لتحديد سعتها الخزنية .

7- حساب كميات الأعمال الترابية في المشاريع المختلفة.

8- تحديد المواقع الملائمة لإنشاء السدود بأنواعها.

9- اختيار الأماكن الملائمة لإنشاء الأحياء السكنية وتخطيط الشوارع وشبكات المياه والمجاري وغيرها من أعمال تخطيط المدن.

الري / الجزء العملي/ المحاضرة الثالثة بتاريخ 2021/11/9

طرق تقدير المحتوى الرطوبي للتربة

أهمية تقدير المحتوى الرطوبي للتربة

1- إن تركيز أي مكون من مكونات التربة يجب أن يكون على أساس الوزن الجاف تماماً للتربة، أي إن تركيز أي مكون من مكونات التربة يتم حسابه منسوباً إلى وزن التربة الجاف تماماً، ويتم حساب وزن التربة الجاف تماماً حسب العلاقة أدناه :-

وزن التربة الجافة تماماً = وزن التربة الجافة هوائياً × 100 / 100 + نسبة الرطوبة

فمثلاً إذا كانت نسبة الرطوبة لعينة تربة جافة هوائياً بوزن 50 غرام 15% فان الوزن الجاف تماماً يحسب كالأتي:

وزن التربة الجاف تماماً = 50 غرام × 100 / 100 + 15 = 43.47 غرام

2- تقدير نسبة الرطوبة في التربة يعتبر الأساس في تحديد الصفات المائية والثوابت الرطوبية للتربة مثل السعة الحقلية والسعة التشبعية ونقطة الذبول، وهذه القياسات ضرورية عند حساب مقدار الماء المتيسر للنبات في التربة وحساب الاحتياجات المائية للمحاصيل وتحديد انسب موعد لإروائها .

3- من خلال تقدير المحتوى الرطوبي للتربة يمكن تقدير التوزيع الحجمي للمسام في التربة الذي يعتمد على قياس المحتوى الرطوبي للتربة كنسبة مئوية عند تعريض التربة لقوى شد مختلفة.

ملاحظة هامة :-

يجب أن نعلم إننا نستخدم وزن التربة الجاف تماماً كأساس في حساب تركيز مكونات التربة المختلفة. لذلك فانه إذا كانت نسبة الرطوبة 10% (مثلاً) فمعنى هذا إننا إذا أخذنا 110 غرام من التربة الجافة هوائياً وجففناها في الفرن لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة (105 – 110) درجة مئوية فان وزنها الجاف تماماً يصبح 100 غرام، وهذا خلاف الاعتقاد الخاطئ الشائع إن كل 100 غرام من التربة الجافة هوائياً تصبح في هذا المثال 90 غرام تربة جافة تماماً، وهذا خطأ كبير يجب أن لا يقع فيه القائم بالتحليل. لذلك فان وزن التربة الجاف تماماً يمكن حسابه من خلال العلاقة التالية:-

وزن التربة الجافة تماماً = وزن التربة الجافة هوائياً × 100 / 100 + نسبة الرطوبة

فمثلاً إذا كانت نسبة الرطوبة لعينة تربة جافة هوائياً بوزن 50 غرام 15% فان الوزن الجاف تماماً يحسب كالأتي:

وزن التربة الجاف تماماً = 50 غرام × 100 / 100 + 15 = 43.47 غرام

طرق تقدير المحتوى الرطوبي للتربة

أولا: الطرق المختبرية

1- طريقة التجفيف والوزن

الأساس العلمي للطريقة

هذه الطريقة تعتبر الطريقة أساسية وقياسية لتقدير المحتوى الرطوبي في التربة، وهي تعتمد على تجفيف عينات التربة الجافة هوائياً والمعدة للتحليل (بعد طحنها ونخلها من منخل قطر فتحاته 2 ملم) وتتم عملية التجفيف بدرجة حرارة (105 – 110) درجة مئوية ولفترة (16 – 24) ساعة حتى ثبات الوزن .

خطوات التقدير

1- تؤخذ مجموعة من علب تقدير الرطوبة المصنوعة من الالومنيوم النظيفة والمغسولة جيداً بالماء المقطر، وتوضع في فرن تجفيف بدرجة حرارة (105° - 110°) ولمدة 24 ساعة، وترقم كل علبة وغطائها بنفس الرقم .

2- توزن كل علبة وهي مغطاه على ميزان حساس ويسجل وزنها فارغة .

3- يؤخذ علبتين معلومتي الوزن ويوضع في كلاً منهما 50 غرام من التربة الجافة هوائياً .

4- توزن كل علبة وبها العينة الجافة هوائياً ويسجل وزن العلبة + وزن التربة الجافة هوائياً .

5- تنقل العلب المحتوية على عينات التربة الجافة هوائياً إلى فرن تجفيف بعد ضبطه على درجة حرارة (105° - 110°)، ويفتح الغطاء ويثبت أسفل العلبة، ويشغل الفرن لمدة 24 ساعة .

6- بعد التجفيف تنقل العلب بعد تغطيتها بغطائها إلى المجفف Dedicator وتترك حتى تبرد داخل المجفف، ثم توزن ويسجل وزن العـلبة + وزن التربة الجافة تماماً .

الحسابات :

وزن العلبة + وزن التربة الجافة هوائياً = A

وزن العلبة + وزن التربة الجافة تماماً = B

وزن العلبة فارغة = C

وزن الرطوبة المفقودة = B – A

وزن التربة الجافة تماماً = C – B

النسبة المئوية للرطوبة % = (C – B / B – A) ×100

علبة تقدير الرطوبة المصنوعة من الالومنيوم

2- طريقة القنينة ذات الغطاء الطويل المدرج Pycnometer

وهي من الطرق السريعة لتقدير نسبة الرطوبة في المختبر، ويوصي الباحثون باستخدامها خاصة في برامج الري نظراً لسرعتها وسهولتها وبساطتها وتطابق نتائجها إلى حداً كبير مع نتائج طريقة التجفيف والوزن .

الأساس العلمي

تعتمد هذه الطريقة على وضع وزنة معينة من التربة في القنينة المعلومة الحجم الذي يكون عادة 100 سم^3 ومنها ما يكون حجمها 1000 سم^3 ، ثم يضاف إليها حجم معلوم من الماء، ويرج الماء جيداً مع التربة للتخلص من الهواء والغازات الموجودة في مسام التربة، وتترك قليلاً ثم تحسب الزيادة في حجم الماء باستخدام التدرج الموجود في غطاء القنينة، ويقابل هذا التدرج تدرج آخر يبين النسبة المئوية للرطوبة في التربة

خطوات التقدير

1- يعاير حجم القنينة حتى علامة 100 سم^3 (إذا كان حجم القنينة المستعملة 100 سم^3) بإضافة 100 سم^3 من الماء بالضبط باستخدام ماصة سعة 50 سم^3 وعلى دفعتين ، ثم إفراغ القنينة من الماء.

2- يوضع 20 غرام من التربة الجافة هوائياً داخل القنينة، ويضاف إليها بالماصة 50 سم^3 من الماء المقطر، وترج محتوياتها بشدة لمدة دقيقة .

3- يضاف 50 سم^3 أخرى من الماء المقطر داخل القنينة بالماصة ببطء، ثم تترك القنينة لمدة دقيقة لكي تخرج الفقاعات الهوائية .

4- يوضع غطاء القنينة المدرج ويقرأ تدرج غطاء القنينة الذي يبين النسبة المئوية للرطوبة في التربة على أساس الوزن .

3- طريقة كاربيد الكالسيوم C_2Ca

الأساس العلمي لهذه الطريقة هو انه عند مزج وزن معين من التربة مع كاربيد الكالسيوم يتحرر مقدار معين من غاز الاستلين يتناسب حجمه مع مقدار رطوبة التربة، كما يمكن قياس ضغط غاز الاستلين بدلا من قياس حجمه، حيث يزداد ضغط الغاز مع زيادة كمية الرطوبة في التربة .

قنينة Pycnometer بإحجام مختلفة

يتركب الجهاز المستخدم من وعاء يحتوي على كاربيد الكالسيوم الذي تضاف إليه التربة وتخلط به، ويتصل الوعاء بمانوميتر لقياس ضغط غاز الاستلين، يرفق مع الجهاز تعليمات استخدامه من حيث وزن التربة، وفترة ترك التربة مختلطة مع كاربيد الكالسيوم ويجب الالتزام بهذه التعليمات لكي تكون قراءة الجهاز صحيحة، ولغرض الحصول على النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي للتربة يتم عمل معايرة للجهاز Calibration باستخدام مجموعة من عينات التربة ذات نسب رطوبة معلومة، توضع في الجهاز وتؤخذ قراءة الجهاز لكل عينة والمقابلة للمحتوى الرطوبي لتلك العينة، ويرسم خط بياني قياسي Standard Curve يبين العلاقة بين قراءة الجهاز التي هي عبارة عن ضغط غاز الاستلين ونسبة الرطوبة للتربة .

ثانياً : الطرق الحقلية

1- طريقة قياس المقاومة الكهربائية خلال قوالب الجبس المدفونة في الحقل

الأساس العلمي لهذه الطريقة هو إن التوصيل الكهربائي خلال التربة يقل مع انخفاض محتواها الرطوبي، أي إن المقاومة الكهربائية للتربة تزداد مع انخفاض محتواها الرطوبي، يتم قياس المقاومة الكهربائية للتربة بإمرار تيار كهربائي مصدره بطارية خلال سلك متصل بقطبين مغموسين في مادة صلبة مسامية، وعادة ما تستخدم قوالب على شكل متوازي مستطيلات مصنوعة من الجبس أو الجبس المشبع بالنايلون أو الألياف الزجاجية. وعند دفن هذه القوالب بالتربة على الأعماق المطلوب تقدير الرطوبة فيها تنتقل الرطوبة من التربة وتسري خلال قوالب الجبس، تتناسب مقاومة التوصيل الكهربائي عبر قالب الجبس عكسياً مع الرطوبة . لذلك يتم توصيل السلك الذي يربط بين القطبين بجهاز لقياس المقاومة R أو التوصيل الكهربائي EC، ويمكن قياس المقاومة أو التوصيل الكهربائي بعد الوصول إلى حالة التوازن بين رطوبة التربة وقالب الجبس. ويمكن معرفة نسبة الرطوبة في التربة من خلال إعداد منحنى قياسي يربط العلاقة بين نسبة الرطوبة وما يقابلها من قراءات الجهاز

جهاز قياس المقاومة الكهربائية خلال قوالب الجبس المدفونة في الحقل

2- استعمال جهاز التنشيوميتر Tensiometer لتقدير رطوبة التربة

يتركب الجهاز من الجزاء التالية :

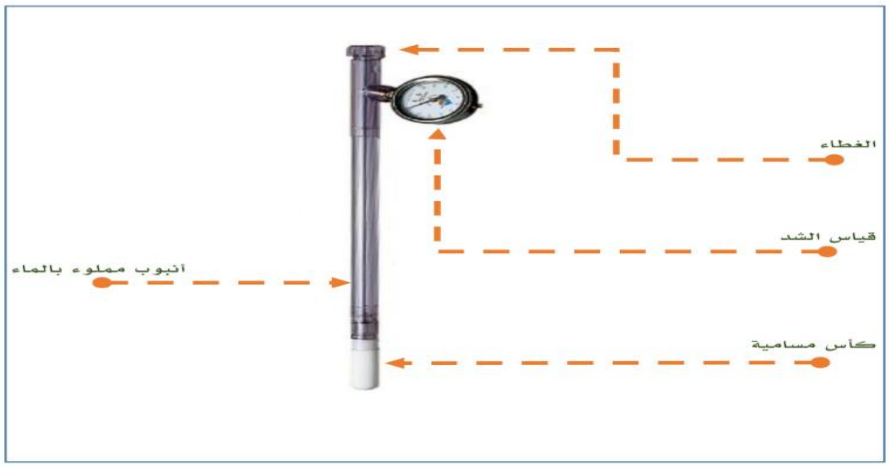
1- وعاء خزفي مسامي Porous cup من السيراميك مملوء بالماء بحيث يسمح بمرور الماء خلال مسامه من داخل الجهاز إلى التربة المتصلة من الخارج وذلك حتى فرق ضغط مقداره 0.8 ضغط جوي.

2- مقياس لقوة التفريغ الذي ينشأ نتيجة لخروج الماء من خلال مسام الوعاء الخزفي عندما يحدث الاتزان بين جهد الماء داخله مع الشد الرطوبي للتربة الملاصقة له

3- أنبوبة معدنية أو بلاستيكية ضيقة تتصل بإحكام بالوعاء الخزفي وكذلك بمقياس الشد، وتنتهي الأنبوبة من الأعلى بفتحة ذات غطاء محكم لملء الجهاز بالماء. وكلما كان قطر الأنبوبة ضيقاً كلما زادت حساسية الجهاز في قياس قوة الشد الرطوبي للتربة، لذلك تستخدم أنابيب ضيقة للحصول على حساسية كبيرة

آلية عمل جهاز التنشيوميتر

عند ري التربة فإنها تصل إلى حالة التشبع المائي، عندئذ يكون الفرق في الضغط داخل وخارج الجهاز مساوياً للصفر ويعطي مقياس الشد القراءة = صفر، وباستمرار جفاف التربة نتيجة للتبخر وامتصاص جذور النباتات للماء يتحرك الماء من خلال مسام الوعاء الخزفي باتجاه التربة الجافة ويسبب ذلك تفريغاً داخل الجهاز مما يحرك مؤشر جهاز قياس الشد الرطوبي، ويستمر المؤشر بالتحرك مع استمرار جفاف التربة حتى يصل إلى 0.8 ضغط جوي، وعند ري التربة مرةً أخرى يتحرك الماء إلى داخل الوعاء الخزفي من الخارج تحت تأثير التفريغ داخلي فإذا ما وصلت التربة إلى حالة الاتزان بين جهد الماء داخل الجهاز مع الشد الرطوبي للتربة الملاصقة له تعود قراءة الجهاز إلى الصفر .



جهاز قياس الشد الرطوبي (التنشيوميتر)

مانوميتر أو مقياس لقوة التفريغ الذي ينشأ نتيجة لخروج الماء من خلال مسام الوعاء الخزفي

3- تقدير المحتوى الرطوبي للتربة باستخدام جهاز قياس التشتت النيوتروني

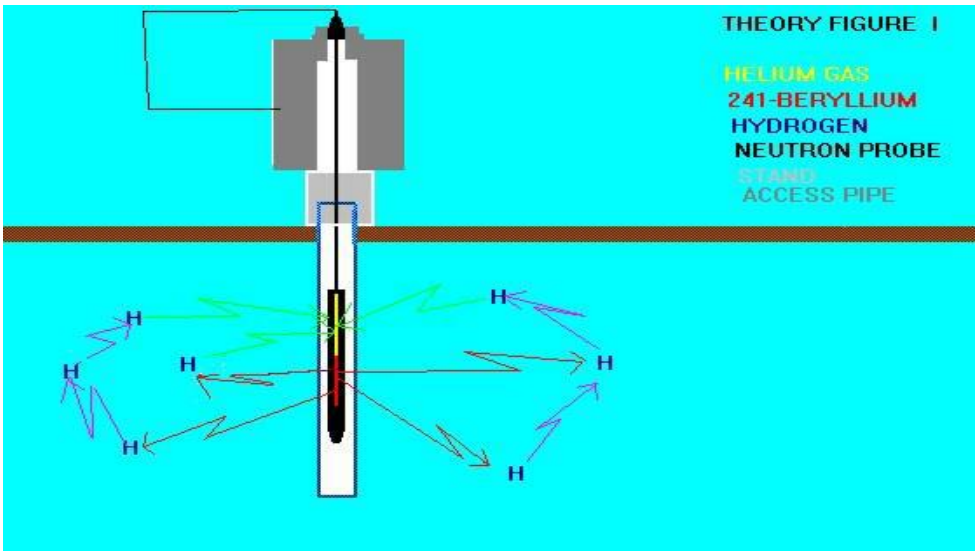
الأساس العلمي للجهاز

عندما تنبعث النيوترونات من مصدر خاص بها فإنها تصدم بذرات الهيدروجين الموجودة في ماء التربة وتبطوء حركتها وتتشتت، وكلما زاد المحتوى الرطوبي للتربة زاد عدد النيوترونات البطيئة المشتتة والتي يمكن قياسها باستخدام عداد خاص يحتوى على غاز الفلورو بورون BF_3 فعند اصطدام النيوترونات البطيئة بذرات البورون فإنها تمتصها وتنطلق منها جسيمات أشعة ألفا التي تنشأ عن انطلاقها ومضات يتم تكبيرها ومن ثم نقلها خلال سلك معدني إلى عداد لقياس عدد هذه الومضات خلال وحدة الزمن. ويمكن معرفة النسبة المئوية للرطوبة من خلال استخدام منحنى معايرة يربط العلاقة بين نسب مختلفة من الرطوبة وما يقابلها من قراءات الجهاز .

تركيب جهاز قياس التشتت النيوتروني

يتركب الجهاز من جزئين أساسيين : الجزء الأول ويشمل مصدراً للنيوترونات السريعة يتكون من (راديوم – بريليوم) مشع، ومستقبل للنيوترونات البطيئة يحتوي على يحتوي على غاز الفلورو بورون BF_3 ويتصل بمكبر. يحيط هذا الجزء من الخارج طبقة من الرصاص الواقي من الإشعاعات ويتصل به سلك قوي .

الجزء الثاني : هو عبارة عن عداد لتسجيل قراءة معدل تدفق النيوترونات البطيئة المشتتة نتيجة لاصطدامها بذرات هيدروجين ماء التربة ويعمل هذا العدد ببطارية .



جهاز قياس التشتت النيوتروني

الري والبزل/ الجزء العملي/ المحاضرة الثالثة بتاريخ 2022/3/23

حساب حجوم مكعبات الحفر أو الردم

يتم حساب كميات الأعمال الترابية الناتجة عن الحفر أو الردم عند إنشاء قناة ري أو بزل من بيانات ورسومات المقاطع الطولية والتصميمية للمشروع

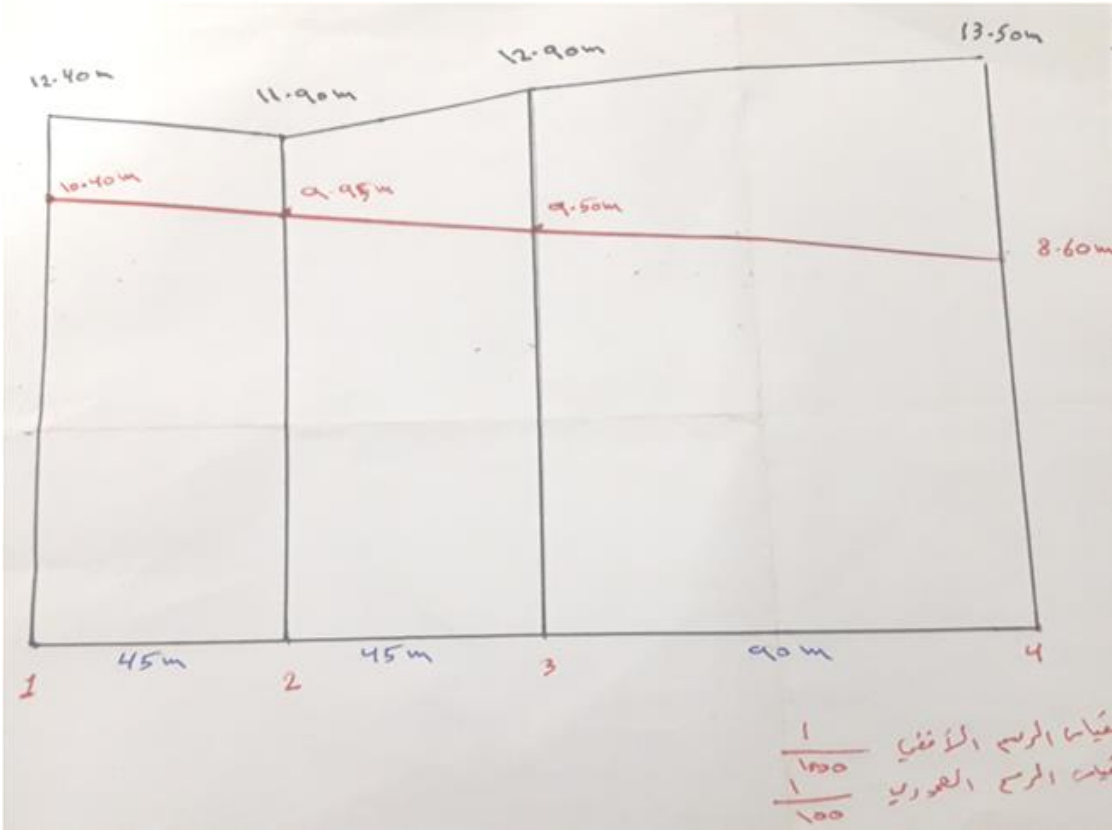
إعداد المقطع الطولي للمشروع

يمكن تعريف المقطع الطولي بأنه الخط المركزي للمشروع المقترح (قناة ري أو بزل، سكة حديد، طريق زراعي، خط أنابيب) ويعتبر الوسيلة التي بواسطتها يمكن دراسة العلاقة الكمية بين سطح الأرض (المناسيب الطبيعية) ومناسيب العمل المطلوب (المناسيب التصميمية) على امتداد اتجاه طول المشروع . يتم رسم المقطع الطولي بعد الحصول على مناسيب النقاط المرصودة على امتداد خط المقطع وعلى مسافات معينة وحسب الخطوات التالية.

1- تبدأ عملية رسم المقطع الطولي برسم خط أفقي مستقيم يمثل مجموع المسافات الأفقية بين النقاط المرصودة بموجب مقياس رسم أفقي معين، ومنسوب هذا الخط يمثل منسوب مستوى المقارنة.

2- تؤشر على هذا الخط مواقع النقاط المرصودة، ثم ترسم مناسيب هذه النقاط عمودياً على الخط بموجب مقياس رسم عمودي معين.

3- يتم إيصال نهايات الخطوط العمودية التي تمثل مناسيب النقاط المرصودة التي تمت الإشارة إليها مع بعضها بخطوط مستقيمة والتي تمثل مع بعضها المقطع الطولي المطلوب وكما مبين في الشكل (1).



شكل (1) المقطع الطولي والتصميمي لقناة الري

الشكل أعلاه يمثل المقطع الطولي للمشروع ويلاحظ من الشكل ما يأتي :

الخط الأفقي يمثل مجموع المسافة الأفقية بين النقاط المرصودة 1، 2، 3، 4 والمناسيب الطبيعية لهذه النقاط هي 12.40متر، 11.90متر، 12.90متر، 13.50متر على التوالي أما المسافات بين تلك النقاط فهي:

45 متر بين النقطتين 1 ، 2

45 متر بين النقطتين 2 ، 3

90 متر بين النقطتين 3 ، 4

فيكون الطول الكلي للخط الأفقي 180 متر، وقد تم رسمه على الورقة بطول 18 سم باستخدام مقياس الرسم الأفقي 1000/1 أي كل 10 أمتار أو 1000 سنتمتر على الأرض يمثلها 1 سنتمتر على الورقة، أما بالنسبة للخطوط العمودية فهي تمثل المناسيب الطبيعية للنقاط 1، 2، 3، 4 المذكورة أعلاه وقد تم رسمها على الورقة بالأطوال 12.4 سم، 11.9 سم، 12.9 سم، 13.5 سم على التوالي باستخدام مقياس الرسم العمودي 1 / 100 أي كل 1 متر أو 100 سنتمتر على الأرض يمثلها 1 سنتمتر على الورقة، وقد تم إيصال نهايات الخطوط العمودية مع بعضها بالخطوط المستقيمة المبينة بالشكل لنحصل على المقطع الطولي للمشروع.

إعداد المقطع التصميمي للمشروع

يمكن تعريف المقطع التصميمي بأنه المقطع الذي يتضمن المعالم الأصلية للمشروع (المناسيب الطبيعية) إضافة إلى مناسيب العمل المطلوب (المناسيب التصميمية) ومن هذا المقطع يتم استنتاج العلاقة الكمية بين الواقع والمطلوب، ولتوضيح ذلك لاحظ الشكل أعلاه ستجد إن المناسيب التصميمية للنقاط 1، 2، 3، 4 هي 10.40 متر، 9.95 متر، 9.50 متر، 8.60 متر على التوالي وقد تم تحديد كل منها على الخطوط العمودية الممثلة للمناسيب الطبيعية حسب مقياس الرسم العمودي 1 / 100 .

ولفهم كيفية تصميم قناة الري أو البزل وحساب حجوم مكعبات الحفر أو الردم نورد المثال التالي:

صمم قناة ري بطول 180 متر اعتماداً على المعطيات التالية:-

1- المناسيب الطبيعية للنقاط المرصودة

النقطة (1) = 12.40 متر تبعد 45 متر عن النقطة (2)

النقطة (2) = 11.90 متر تبعد 45 متر عن النقطة (3)

النقطة (3) = 12.90 متر تبعد 90 متر عن النقطة (4)

النقطة (4) = 13.50 متر (النقطة الأخيرة)

2- الميل = 1% (ميل تنازلي)

3- النقطة الأولى من قناة الري تنخفض بمقدار 2 متر عن سطح الأرض

4- عرض قاع قناة الري = 2 متر

5- زاوية الميول الجانبية لقناة الري = 45^{o}

6- مقياس الرسم العمودي 100/1 ومقياس الرسم الأفقي 1000/1

خطوات التصميم

اولاً: رسم المقطع الطولي لقناة الري

يتم رسم المقطع الطولي لقناة الري الذي يتضمن النقاط المرصودة والمسافة فيما بينها حسب مقياس الرسم الأفقي (1000/1). أما المناسيب الطبيعية لهذه النقاط فيتم رسمها حسب مقياس الرسم العمودي (100/1) وكما مبين في الشكل (1) حيث تم تمييز المقطع الطولي باللون الأسود

ثانياً: حساب المناسيب التصميمية للنقاط المرصودة (1، 2، 3، 4) ورسم المقطع التصميمي

يتم حساب المناسيب التصميمية للنقاط المرصودة كما يلي:-

1- المنسوب التصميمي للنقطة الأولى (1) = منسوبها الطبيعي – 2 متر = 12.40 متر – 2متر = 10.40 متر

ملاحظة : المقدار 2 متر يمثل انخفاض النقطة الأولى من قناة الري عن مستوى سطح الأرض

2- فرق بالمنسوب بين النقطتين الأولى والأخيرة (1، 4) = المسافة بين النقطتين × الميل = 180 متر× 100/1 = 1.8 متر

3- المنسوب التصميمي للنقطة الأخيرة (4) = المنسوب التصميمي للنقطة الأولى (1) - الفرق بالمنسوب بين النقطتين (1 ، 4)

= 10.4 متر – 1.8 متر= 8.6 متر منسوب النقطة الأخيرة (4)

أما المناسيب التصميمية لبقية النقاط (2 ، 3) فيتم حسابها كالأتي

المنسوب التصميمي للنقطة (2) = المنسوب التصميمي للنقطة (1) – (المسافة بين النقطتين (1,2) × الميل)

= 10.4 متر – (45 متر × 100/1) = 9.95 متر

المنسوب التصميمي للنقطة (3) = المنسوب التصميمي للنقطة (2) – (المسافة بين النقطتين (2,3) × الميل)

= 9.95 متر – (45 متر × 100/1) = 9.5 متر

كما يمكن حساب المنسوب التصميمي للنقطة الأخيرة (4) بنفس الطريقة للتحقق من صحة الحساب وكالاتي :

المنسوب التصميمي للنقطة (4) = المنسوب التصميمي للنقطة (3) – (المسافة بين النقطتين (3,4) × الميل)

= 9.5 متر – (90متر× 100/1) = 8.6 متر

بعد حساب المناسيب التصميمية للنقاط (1، 2، 3، 4) تؤشر تلك المناسيب على الخطوط العمودية التي تمثل المناسيب الطبيعية للنقاط المذكورة حسب مقياس الرسم العمودي (100/1) وإيصالها مع بعضها بالخط المستقيم المبين في الشكل (1) (باللون الأحمر) وهكذا نحصل على المقطع التصميمي الذي يتضمن المناسيب الطبيعية والتصميمية للنقاط المرصودة والمسافات الأفقية فيما بينها.

ثالثاً : حساب أعماق الحفر أو الردم

يتم حساب أعماق الحفر أو الردم من خلال المقارنة بين المناسيب الطبيعية والمناسيب التصميمية للنقاط، حيث تكون الحالة حفراً إذا كان المنسوب الطبيعي اكبر من المنسوب التصميمي، وتكون الحالة ردماً إذا كان المنسوب الطبيعي اقل من المنسوب التصميمي ويتم حساب أعماق الحفر أو الردم من خلال العلاقة التالية :

عمق الحفر أو الردم للنقطة = المنسوب الطبيعي للنقطة – منسوبها التصميمي

وعليه يمكن حساب أعماق الحفر أو الردم لكل نقطة وكالاتي :

النقطة (1) = 12.40متر – 10.40 متر = 2 متر (حفر)

النقطة (2) = 11.90 متر – 9.95 متر = 1.95 متر (حفر)

النقطة (3) = 12.90 متر – 9.50 متر = 3.4 متر (حفر)

النقطة (4) = 13.50 متر – 8.60 متر = 4.9 متر (حفر)

يلاحظ إن الحالة في جميع النقاط (حفراً) لان مناسيبها الطبيعية اكبر من مناسيبها التصميمية

رابعاً : حساب مساحة المقطع العرضي لكل نقطة

في هذه الحالة نفترض إن المقطع العرضي لكل نقطة من نقاط قناة الري عبارة عن شبه منحرف تمثل قاعدته السفلى عرض قاع قناة الري، وتمثل قاعدته العليا عرض قاع القناة مضافاً إليها الميول الجانبية للقناة ، إما ارتفاعه فيمثل عمق الحفر أو الردم، ويتم حساب مساحة المقطع العرضي ذي الشكل الشبه منحرف من العلاقة التالية :

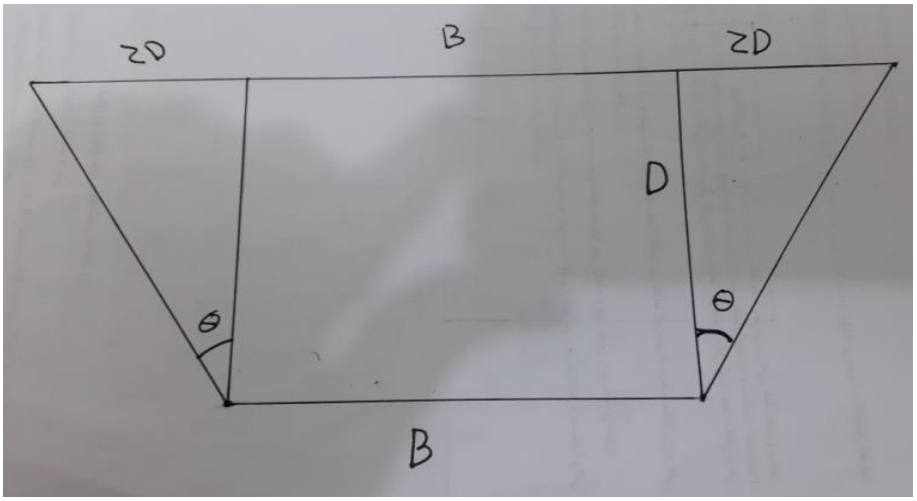
$$A = (B+DZ)D$$

A مساحة المقطع العرضي لقناة الري

B عرض قاع القناة

D ارتفاع القناة وهو يساوي عمق الحفر أو الردم

Z الميول الجانبية للقناة والذي يساوي ظل زاوية الميول الجانبية للمقطع العرض ($\tan \theta$) وكما مبين في الشكل (2)



شكل (2) المقطع العرضي لقناة الري وزاوية الميول الجانبية (θ)

فإذا كانت زاوية الميل تساوي 45° فان قيمة Z تحسب كما يأتي:-

$$Z = \tan\theta = \tan 45 = 1$$

وبناءً على ما سبق يمكن حساب مساحة المقطع العرضي لكل نقطة كما يلي:-

مساحة المقطع العرضي للنقطة (1) = 2×[(2×1) + 2] = 8 متر^2

مساحة المقطع العرضي للنقطة (2) = 1.95×[(1.95×1) + 2] = 7.70 متر^2

مساحة المقطع العرضي للنقطة (3) = 3.4×[(3.4×1) +2] = 18.36 متر^2

مساحة المقطع العرضي للنقطة (4) = 4.9×[(4.9×1) + 2] = 33.81 متر^2

خامساً : حساب مكعبات الحفر أو الردم

يعتمد حساب حجم مكعبات الحفر أو الردم على متوسط مساحة المقطع العرضي لنقطتين متتاليتين مضروباً في المسافة الأفقية بينهما وحسب العلاقة التالية :

حجم مكعب الحفر أو الردم = $D \times 2 / A_2 + A_1$

A_1 = مساحة المقطع العرضي للنقطة الأولى

A_2 = مساحة المقطع العرضي للنقطة التي تليها

D = المسافة الأفقية بين النقطتين المتتاليتين

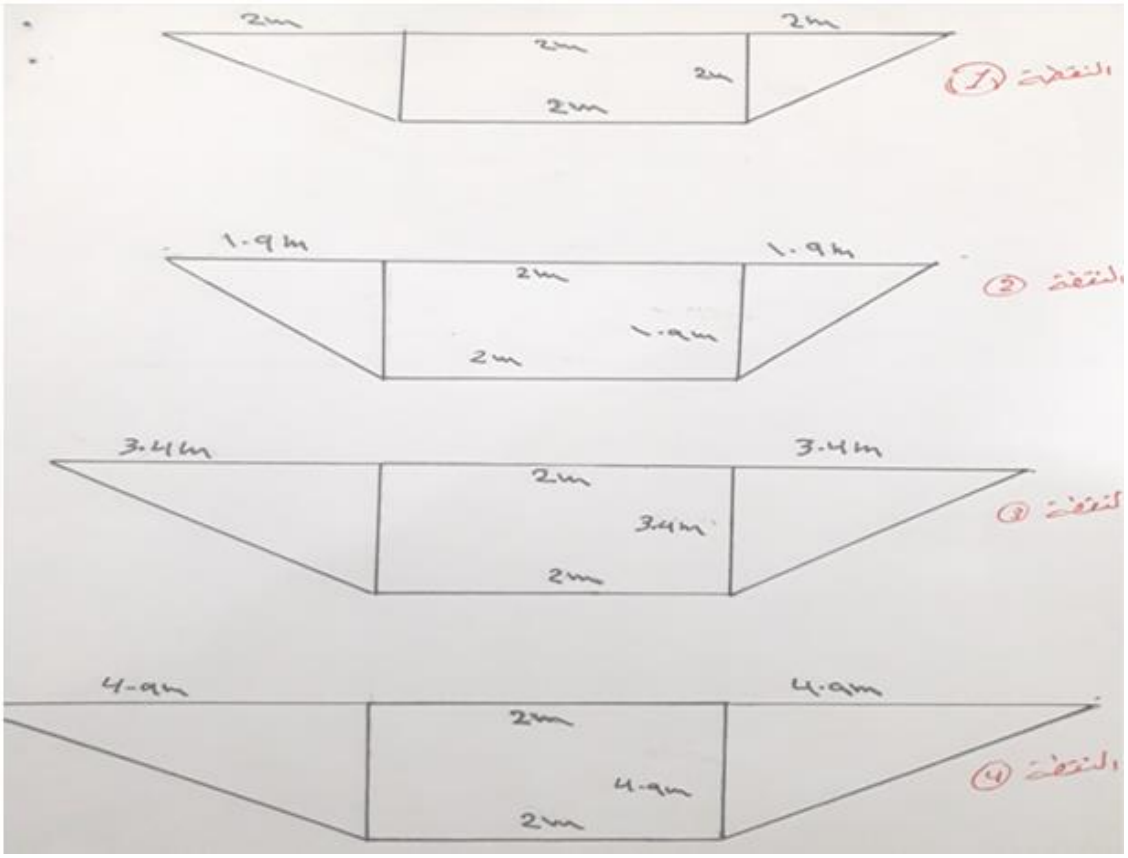
وبناءً على ما سبق يمكن حساب حجم مكعب الحفر أو الردم كما يلي وكما مبين في الشكل (2)

حجم مكعب الحفر بين النقطتين (1، 2) = (8 متر^2 + 7.70 متر^2)/2 × 45 متر = 353.25 متر^3

حجم مكعب الحفر بين النقطتين (2، 3) = (7.70 متر^2 + 18.36 متر^2)/2 × 45 متر = 586.35 متر^3

حجم مكعب الحفر بين النقطتين (3، 4) = (18.36 متر^2 + 33.81 متر^2) /2 × 90 متر = 2347.65 متر^3

مجموع مكعبات الحفر = 353.25 متر^3 + 586.35 متر^3 + 2347.65 متر^3 = 3287.25 متر^3



شكل (3) يبين المقطع العرضي لكل نقطة من النقاط المرصودة وكيفية حساب مساحته وحساب حجم مكعب الحفر بين كل نقطتين متتاليتين

مثال واجب :-

صمم قناة ري بطول 125 متر باستخدام المعطيات التالية:-

1- مناسيب النقاط المرصودة

منسوب النقطة (1) = 2.5 متر وتبعد 25 متر عن النقطة (2)

منسوب النقطة (2) = 2 متر وتبعد 70 متر عن النقطة (3)

منسوب النقطة (3) = 3.3 متر وتبعد 30 متر عن النقطة (4)

منسوب النقطة (4) = 3 متر (النقطة الأخيرة)

2- الميل = 1% (ميل تنازلي)

3- النقطة (1) تنخفض 0.5 متر عن سطح الأرض

4- عرض قاع قناة الري = 2 متر

5- زاوية الميول الجانبية لقناة الري = 35^{o}

6- مقياس الرسم الأفقي 1000/1 ومقياس الرسم العمودي 100/1

ملاحظة هامة :-

بنفس الأسلوب يمكن تصميم طريق زراعي أو سكة حديدية أو خط أنابيب وحساب حجوم مكعبات الحفر أو الردم، ولكن في هذه الحالة يجب أن يكون الميل تصاعدياً، والنقطة الأولى ترتفع عن مستوى سطح الأرض بمقدار معين أو تكون مساوية له بالمنسوب.

الري والبزل/ الجزء العملي/ المحاضرة الرابعة بتاريخ 2021/5/30

قياس تصاريف المياه

يعرف التصريف Q (Discharge) بأنه كمية المياه المارة خلال مقطع عرضي لقناة ري أو أنبوب خلال وحدة الزمن وحسب المعادلة أدناه:-

$$Q = V / T$$

Q التصريف مقاساً بوحدة الحجم لكل وحدة زمن مثلاً $L.sec^{-1}$

V كمية المياه المارة خلال المقطع العرضي لقناة الري أو الأنبوب المقاسة بوحدة الحجم مثل اللتر أو المتر المكعب.

T الزمن بوحدة الثانية أو الدقيقة أو الساعة.

يتم قياس التصاريف المائية للأسباب التالية :

1 – تزايد الطلب على المياه كونها مورداً اقتصادياً مهماً خاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة لذلك من الضروري تحديد كمية المياه التي نحتاجها فعلاً

2 – عدم الهدر بكمية المياه لأن الهدر يؤدي إلى تغدق التربة وبالتالي وتحديد نمو النبات بالتأثيرات المباشرة والغير مباشرة على نمو النبات

3 – يؤدي الهدر إلى زيادة العبء على أنظمة البزل كون هذه الأنظمة مصممة لاستيعاب كمية محدودة من المياه

وحدات قياس المياه

هناك نوعين من هذه الوحدات :

1 – وحدات الحجم Volume Unite

هي الوحدات التي تستخدم فقط عندما تكون المياه في حالة سكون كما هو الحال في الأحواض والخزانات والأهوار ويعبر عن هذه الوحدات بالغالون، المتر المكعب، واللتر، والايكر.انج، والايكر.قدم والهكتار.متر وغيرها. ويقصد بالايكر.انج بأنه حجم الماء الذي عمقه أنج واحد ويغطي مساحة مقدارها أيكر واحد أي 4050 متر مربع وبالتالي فان حجم الماء يساوي 3630 قدم مكعب أما الايكر.قدم فهو حجم الماء الذي عمقه قدم واحد ويغطي مساحة مقدارها أيكر واحد وبالتالي فان حجم الماء43560 قدم مكعب

2 – وحدات الحجوم في وحدة الزمن Units of Volumes in Time Units

تستخدم هذه الوحدات عندما تكون المياه في حالة حركة كما هو الحال في الأنهار والقنوات والسواقي والأنابيب وهي وحدات الحجوم الجارية في وحدات الزمن ومن هذه الوحدات الغالون.دقيقة$^{-1}$، اللتر.ثانية$^{-1}$، المتر^3.ثانية$^{-1}$، الايكر.انج.ساعة$^{-1}$، الايكر.انج.يوم$^{-1}$ وغيرها، وأكثر الوحدات استخداماً في حسابات الري والبزل هي المتر^3.ثانية$^{-1}$ وكذلك القدم^3.ثانية$^{-1}$ (CFS)

طرق قياس التصاريف المائية

تقسم طرق قياس التصاريف المائية إلى الأنواع التالية :

1 – الطرق المباشرة

2 – الطرق التي تعتمد على قياس السرعة والمساحة

3 – الطرق التي تعتمد على استخدام حواجز أو عوائق ذات فتحات توضع في المجرى المائي

أولاً : قياس التصاريف بالطرق المباشرة

وهي طرق تقريبية ومنها استخدام خزان ذي حجم معلوم يوضع في المجرى المائي ويقدر الزمن اللازم لمليء هذا الخزان ومن ثم يحسب التصريف من المعادلة أدناه :

$$Q= V / T$$

Q = التصريف بوحدة المتر^3.ثانية$^{-1}$ أو القدم^3. ثانية$^{-1}$

V= حجم الخزان بالمتر^3 أو القدم^3

T = الزمن اللازم لمليء الخزان بالثانية

ثانياً : قياس التصاريف بالطرق التي تعتمد على قياس السرعة والمساحة

1 – طريقة الطوافة

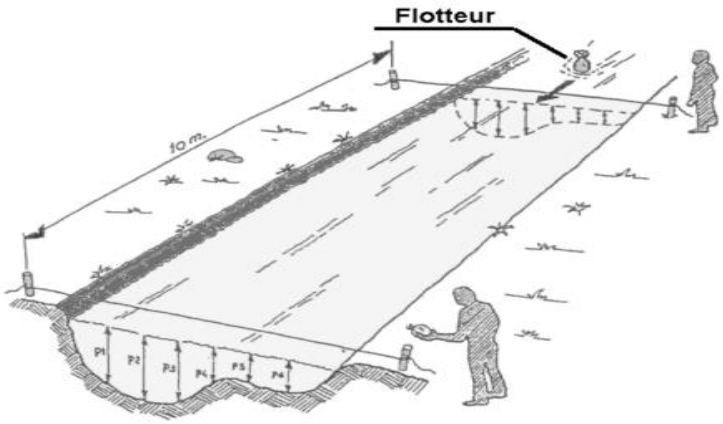
في هذه الطريقة يتم تحديد مسافة معينة على قناة الري وليكن مقدارها D ثم توضع الطوافة في بداية هذه المسافة ويحسب الزمن ألازم لوصول الطوافة إلى نهاية المسافة وليكن T ثم تحسب السرعة من العلاقة التالية :

$$S=D / T$$

S= سرعة جريان المياه بالمتر.ثانية$^{-1}$ أو القدم$^{-1}$. ثانية$^{-1}$

D= المسافة بالمتر أو القدم

T= الزمن بالثانية



تقل سرعة المياه في المجرى المائي كلما اقتربنا من الجوانب بسبب الاحتكاك مع جوانب المجرى المائي لذلك فان سرعة الطوافة يكون أقل من سرعتها الحقيقية وقد وجد بأن هذه السرعة تقل بمقدار 0.8 لذلك فأن السرعة الفعلية للطوافة تقاس من العلاقة التالية :

السرعة الفعلية = السرعة المقاسة × 0.8

وبعد حساب السرعة الفعلية للطوافة والتي تساوي تقريباً سرعة المياه في المجرى المائي يتم حساب التصريف حسب المعادلة التالية :

$$Q= AS$$

Q = التصريف بالمتر^3.ثانية$^{-1}$ أو القدم^3.ثانية$^{-1}$

A = مساحة المقطع العرضي للمجرى المائي

S = السرعة الفعلية للطوافة

2 – طريقة الدلائل

في هذه الطريقة يتم استخدام الصبغات مثل الفلورسين وبرمنكنات البوتاسيوم بدلاً من الطوافة وذلك لتلافي الأخطاء التي قد تحصل نتيجة للتغير في السرعة في مواقع مختلفة من المجرى المائي على اعتبار إن الصبغات تمتزج كلياً مع الماء ثم نحسب الزمن T ألازم لوصول الصبغة إلى من بداية المسافة D إلى نهايتها وتحسب السرعة من قسمة قيمة D على الزمن T ومن ثم يتم حساب التصريف حسب المعادلة التالية:-

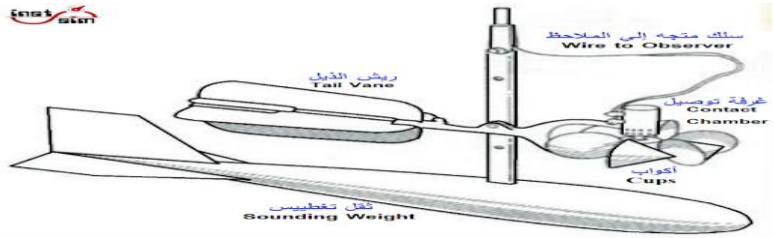
$$Q = AS$$

3 – عداد التيار

وهو جهاز يستخدم لقياس التصاريف المائية للأنهار الكبيرة إضافة إلى القنوات المائية وهناك نوعين :

ا – العداد القدحي

ويتكون من مجموعة من الأقداح التي تدور حول محور عمودي وهو جهاز بسيط التركيب يقيس السرعة من 10 – 15 قدم. ثانية$^{-1}$.



شكل (1) العداد القدحي

ب – العداد المروحي

وهو يتكون من مروحة ذات محور أفقي يستخدم للسرعات العالية (20 – 30) قدم.ثانية$^{-1}$

شكل (2) العداد المروحي

طرق قياس سرعة الجريان باستخدام جهاز عداد التيار

يتم قياس سرعة التيار باستخدام عداد التيار بإحدى الطرق التالية:-

1- طريقة النقطة الواحدة

بهذه الطريقة يتم قياس سرعة التيار عند عمق يساوي 0.6 من العمق الكلي وتكون هذه السرعة هي السرعة المتوسطة للتيار S_m

$$S_m = S_{0.6}$$

2- طريقة النقطتين

بهذه الطريقة يتم قياس سرعة التيار عند نقطتين بعمق 0.2، 0.8 من العمق الكلي على التوالي ويكون متوسط السرعتين هو السرعة المتوسطة للتيار.

$$S_m = S_{0.2} + S_{0.8} / 2$$

3- طريقة الثلاث نقاط

بهذه الطريقة يتم قياس سرعة التيار عند ثلاث نقاط بعمق 0.2، 0.6، 0.8 من العمق الكلي على التوالي ويكون متوسط هذه القيم مساوياً إلى السرعة المتوسطة للتيار

$S_m = S_{0.2} + S_{0.6} + S_{0.8} / 3$

ثالثاً : قياس التصريف باستخدام العوائق والحواجز

1 – الفتحات Orifices

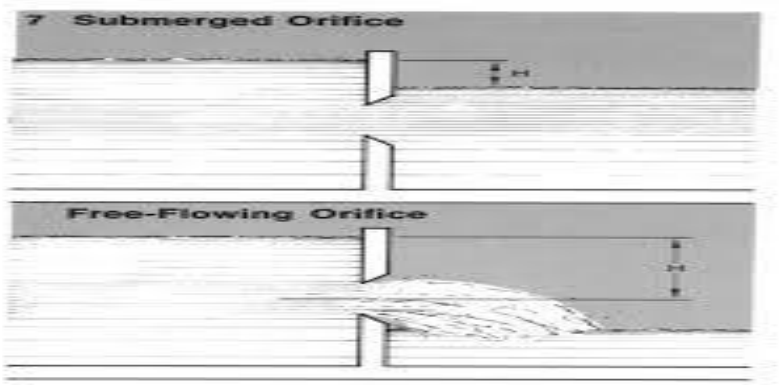
هي عبارة عن فتحة في حاجز توضع عمودياً على اتجاه جريان المياه ويتحرك الماء خلال الفتحة بسبب فرق الضغط الناتج عن اختلاف ارتفاع مستوى الماء على جانبي الحاجز وهناك نوعين من الفتحات .

ا – الفتحات المغمورة كلياً Sub mergerd Orifice

في هذا النوع من الفتحات تكون الفتحة مغمورة كلياً من كلا الجانبين وتكون القوة المحركة للمياه خلال الفتحة هي قيمة H وهي الفرق بين مستوى الماء قبل وبعد الحاجز

ب – الفتحات الغير مغمورة Unsub mergerd Orifice or Free – Flowing Orifice

في هذا النوع من الفتحات تكون الفتحة مغمورة فقط من الجهة قبل الحاجز وتكون القوة المحركة للماء في هذا النوع من الفتحات هي قيمة H التي تساوي الفرق بين مستوى سطح الماء قبل الحاجز ومنتصف الفتحة



شكل (3) الفتحات (الاورفس) بنوعيها المغمور كلياً والغير المغمور

ويتم حساب سرعة الماء خلال فتحة الاورفس بتطبيق العلاقة التالية :-

$$v = \sqrt{2gh}$$

v= سرعة الماء بالمتر.ثانية$^{-1}$ أو القدم.ثانية$^{-1}$

h = هو ارتفاع عمود الماء (H) بالقدم أو السنتمتر والذي يحرك الماء عبر الفتحة.

g = التعجيل الأرضي الذي يساوي 980 سم.ثانية$^{-2}$ أو 32.2 قدم. ثانية$^{-2}$

بالتعويض عن قيمة V في معادلة حساب التصريف Q=AV نستنتج المعادلة الآتية

$$Q = A\sqrt{2gh}$$

وبما إن التصريف الفعلي اقل من التصريف النظري الذي تم حسابه من المعادلة أعلاه لذلك يضرب في ثابت مقداره 0.61

$$Q = 0.61A\sqrt{2gh}$$

Q= التصريف المائي بوحدة المتر^3.ثانية$^{-1}$ أو القدم^3.ثانية$^{-1}$

A= مساحة فتحة الاورفس بالمتر^2 أو القدم^2

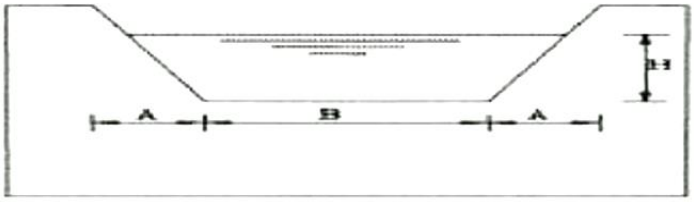
g= التعجيل الأرضي

h= فرق الارتفاع بالمتر أو القدم

2 – الهدارات أو السدود الغاطسة Weirs

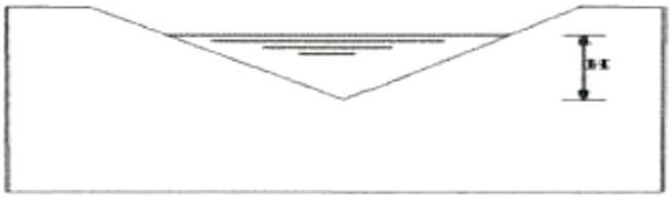
وهي عبارة عن حاجز يوضع عبر قناة الري أو المجرى المائي يعترض اتجاه جريان المياه عمودياً وهو ذو فتحة منتظمة الشكل يمر من خلالها الماء وهناك أنواع عديدة من الهدارات أو السدود الغاطسة أما القوة المحركة للمياه عبر الهدارات فهي (0.5H) والتي يمكن حسابها حسب الأشكال التالية :

ا – الهدار ذو الفتحة الشبه منحرفة Trapezoidal Weir



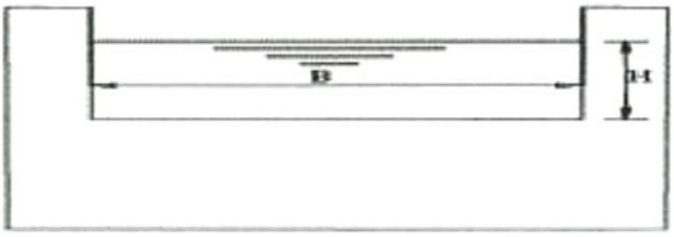
c) Trapezoidal

ب – الهدار ذو الفتحة المثلثة القائمة الزاوية Triangle Weirs



b) Triangular

ج – الهدار ذو الفتحة المستطيلة Rectangular Weir



a) Rectangular

حساب تصاريف الهدارات

تختلف المعادلات المستخدمة في حساب تصاريف الهدارات حسب نوع الهدار، ولكنها تعتمد بالأساس على معادلة حساب تصريف الاورفس المذكورة سابقاً مع الأخذ بنظر الاعتبار شكل فتحة الهدار

$Q = AC\sqrt{2gh}$ C = 0.61

$A = hL$

h = نصف عمق الماء الموجودة فوق قاعدة فتحة الهدار

L= طول فتحة قاعدة الهدار وبالتعويض نستنتج المعادلة العامة لحساب التصريف المائي من الهدارات المبينة أدناه :

$Q = C^{=} L\ H^{3/2}$

ملاحظة هامة : إن قيمة($C^{=}$) تختلف حسب نوع فتحة الهدار وكذلك حسب نوع الوحدات المستخدمة في حساب قيمة التصريف Q

ملاحظة الاشتقاق للاطلاع فقط

معادلات حساب التصريف حسب أنواع الهدارات

1 – الهدار ذو الفتحة المستطيلة

إن قيمة ($C^{=}$) بالنسبة للهدار ذو الفتحة المستطيلة تساوي 3.33 عندما تكون الوحدة المستخدمة في حساب التصريف القدم^3.ثانية$^{-1}$ في حين تصبح قيمة ($C^{=}$) لنفس النوع من الهدارات 0.0184 عندما تكون الوحدة المستخدمة في حساب التصريف اللتر. ثانية$^{-1}$ ، وبالتالي تكون معادلة حساب التصريف كما يأتي :

$Q = 3.33LH^{3/2}$ $ft^3.sec^{-1}$

$Q = 0.0184LH^{3/2}$ $L.sec^{-1}$

قيمة H بوحدة السنتمتر

المعادلة أعلاه تحسب التصريف في حالة عدم وجود تضاغط أي إن فتحة الهدار مساويةً لعرض المجرى المائي، إما في حالة وجود تضاغط وهو ما يحدث عندما يكون عرض فتحة الهدار اقل من عرض المجرى المائي وتكون كمية المياه الجارية كبيرة وفي هذه الحالة نطبق المعادلة التالية :

$Q = 3.33(L – 0.2H)\ H^{3/2}$ $ft^3.sec^{-1}$

$Q = 0.0184(L – 0.2H)\ H^{3/2}$ $L.sec^{-1}$

قيمة H بوحدة السنتمتر

ملاحظة : إن المقدار (L- 0.2H) يشير إلى طول الفتحة الفعال للهدار .

2 – الهدار ذو الفتحة الشبه منحرفة

قيمة($C^{=}$) بالنسبة للهدار ذي الفتحة الشبه منحرفة تساوي 3.37 عندما تكون الوحدة المستخدمة في حساب التصريف القدم^3.ثانية$^{-1}$ في حين تكون قيمة($C^{=}$) مساوية 0.0186 عندما يكون التصريف بوحدة اللتر.ثانية$^{-1}$وقيمة H بوحدة السنتمتر وتستخدم المعادلة التالية لحساب التصريف .

$Q = 3.37LH^{3/2}$ $ft.sec^{-1}$

$Q = 0.0186LH^{3/2}$ $L.sec^{-1}$

لا يوجد تضاغط في مثل هذا النوع من الهدارات وذلك نظراً لانفراج حواف الفتحة وبالتالي لا حاجة لحساب الطول الفعال للحافة السفلى من فتحة الهدار .

3 – الهدار ذي الفتحة المثلثة القائمة الزاوية

في هذا النوع يتم حساب مساحة الفتحة من خلال (L*H) أو H^2 وبالتالي فان المعادلة المستخدمة في حساب التصريف كما يأتي :

$Q = 2.49H^{5/2}$ $ft.sec^{-1}$

$Q = 0.0138H^{5/2}$ $L.sec^{-1}$

قناة بارشال

تعرف قناة بارشال Parshall Flume بأنها احد أجهزة قياس تصاريف المياه في القنوات المفتوحة الكبيرة إضافة إلى إمكانية استخدامها في السواقي والقنوات الحقلية، وفيها يتم تجاوز والأخطاء التي يمكن أن تحدث عند استخدام الهدارات وفتحات الاورفس، وذلك نظراً لحركة الماء السريعة خلال قناة بارشال وحصول حركة اضطرابية للمياه وبالتالي لا تسمح بترسب الغرين والرمل. تتكون قناة بارشال من الأجزاء التالية والمبينة بالشكل (4) الذي يوضح أجزاء قناة بارشال بالوضعين الجانبي والرأسي :

1- الجزء الداخل منه الماء Upstream or Converging Section

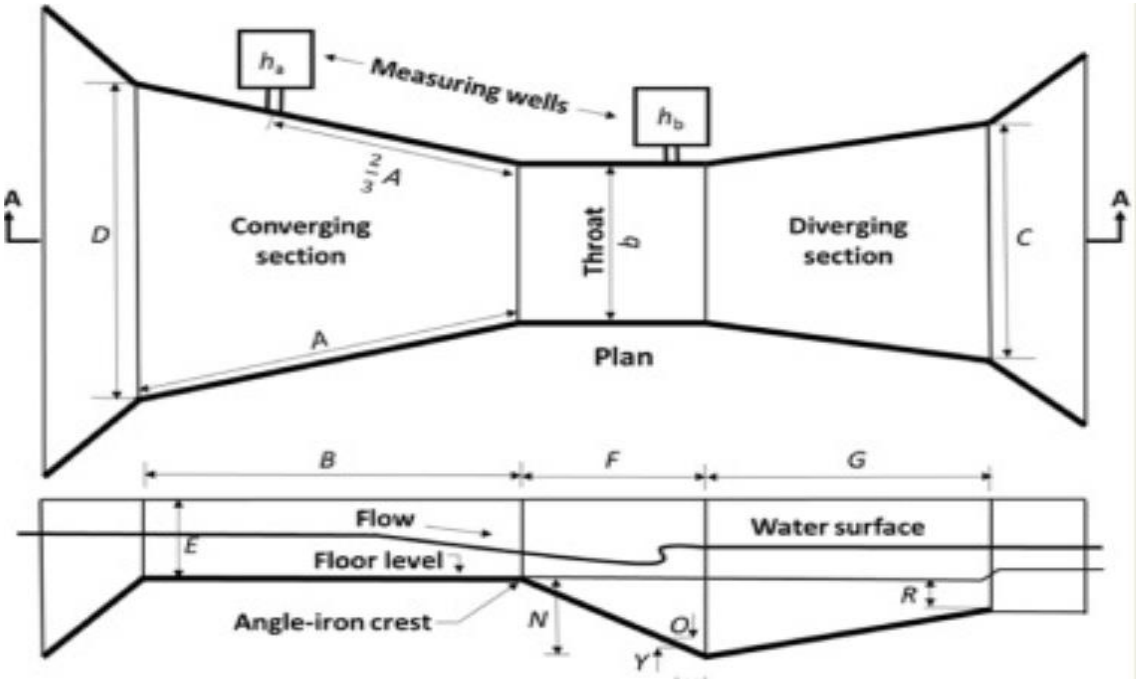
وهو الجزء الأول من القناة والذي يدخل منه الماء، وهو ذي أرضية أو قاعدة مستوية، أما جدرانه فإنها تميل نحو الداخل أي باتجاه الجزء الأوسط (العنق) .

- الجزء الأوسط (العنق) Throat Section

وهو الجزء الأوسط من قناة بارشال، وهو ذي أرضية أو قاعدة منحدرة من الأعلى إلى الأسفل باتجاه الجزء الثالث من القناة، أما جدرانه فتكون متوازية .

3- الجزء الخارج منه الماء Down Stream or Diverging Section

هو الجزء الأخير من قناة بارشال، وهو ذي أرضية أو قاعدة منحدرة من الأسفل إلى الأعلى، أما جدرانه فإنها مائلة نحو الخارج.



الشكل (4) يبين أجزاء قناة بارشال

يتحدد قياس التصريف المائي بواسطة قناة بارشال بعرض الجزء الأوسط من القناة أو العنق (W) والذي يتراوح بين 1 انج إلى 10 قدم ليعطي تصريف من 5 إلى 200 غالون . دقيقة $^{-1}$ أو 15.9 إلى 750 لتر. دقيقة$^{-1}$.

قياس التصريف باستخدام قناة بارشال

يتم قياس التصاريف المائية باستخدام قناة بارشال من خلال قياس المتغيرات التالية المبينة في الشكل (4) :

1- Ha وهو ارتفاع المياه في الجزء الأول من قناة بارشال Converging Section

2- Hb هو ارتفاع المياه بالقرب من نهاية الجزء الأوسط من القناة (العنق) Throat Section .

3- W وهو عرض العنق أو الجزء الأوسط من القناة .

عندما تكون النسبة $\frac{Hb}{Ha}$ مساوية أو اقل من 0.7 فان الماء في هذه الحالة ذي جريان حر ولا يوجد اضطراب ويتم حساب التصريف من جداول خاصة بحساب التصريف باستخدام قناة بارشال تبين العلاقة بين Ha , W من جهة وقيمة التصريف المائي Q من جهة أخرى وكما موضح في الجدول (2) الذي يربط العلاقة بين قيمة Ha ارتفاع المياه في الجزء الأول من قناة بارشال Upper head بوحدة القدم وقيمة W عرض العنق أو الجزء الأوسط من القناة Throat Width بوحدة القدم أيضا مع التصريف Q بوحدة القدم^3 . ثانية$^{-1}$ Cubic per Second

أما عندما تكون النسبة $\frac{Hb}{Ha}$ اكبر من 0.7 فهذا يعني إن كمية المياه كبيرة والجريان مغمور بحيث يحصل اضطراب كبير في مستوى سطح الماء وارتفاعه مما يؤدي إلى حدوث خطأ في حساب التصريف لذلك يجب إجراء تصحيح في حساب التصريف من خلال طرح الخطأ بالتصريف من قيمة التصريف الأصلي المحسوب من الجداول ويتم ذلك من خلال الخطوات التالية :

1- حساب قيمة M Factor أو قيمة المعامل M من خلال جدول يبين العلاقة بين قيمة (W) أو عرض الجزء الأوسط من قناة بارشال وقيمة M وحسب الجدول أدناه

جدول (1) يبين العلاقة بين قيمة M Factor وقيمة W

(W) عرض الجزء الأوسط من قناة بارشال (بالقدم)	M Factor
1	1
2	1.8
3	2.4
4	3.1
5	3.7
6	4.3
7	4.9
8	5.4

2- حساب قيمة C Factor أو معامل التدفق الحر Free Flow Coefficient من خلال أشكال خاصة تبين العلاقة بين قيمة Ha (ارتفاع المياه في الجزء الأول من قناة بارشال) وقيمة Hb (ارتفاع المياه بالقرب من نهاية الجزء الأوسط من القناة) .

3- ضرب قيمة المعامل M في قيمة المعامل C والناتج هي قيمة F التي تمثل مقدار الخطأ في التصريف

4- طرح قيمة F من قيمة التصريف المحسوبة من الجداول لإيجاد قيمة التصريف المصحح أو الفعلي

مثال / احسب تصريف قناة بارشال اعتماداً على المعلومات التالية

1- قيمة Ha = 1.3 قدم

2- قيمة Hb = 0.52 قدم

3- قيمة W = 3 قدم

الجواب /

نحسب قيمة $\frac{Hb}{Ha} = \frac{0.52}{1.3} = 0.4$

وبما إن القيمة $\frac{Hb}{Ha}$ اقل من 0.7 فهذا يعني إن الماء ذي جريان حر ولا توجد حالة اضطراب وبالتالي عدم الحاجة إلى إجراء تصحيح وحساب قيمة التصريف من الجداول مباشرة باستخدام الجدول (2) وهو يساوي 18.1 قدم^3 . ثانية$^{-1}$.

مثال آخر / احسب تصريف قناة بارشال إذا علمت الآتي :

1- قيمة Ha = 2 قدم

2- قيمة Hb = 1.5 قدم

3- قيمة W = 4 قدم

الجواب / نحسب قيمة $\frac{Hb}{Ha} = \frac{1.5}{2} =$ 0.75

وبما إن القيمة $\frac{Hb}{Ha}$ اكبر من 0.7 فهذا يعني إن كمية المياه كبيرة والجريان مغمور بحيث يحصل اضطراب كبير في مستوى سطح الماء وارتفاعه مما يؤدي إلى حدوث خطأ في حساب التصريف لذلك يجب إجراء تصحيح في قيمة التصريف وكما يلي :

1- نحسب قيمة التصريف الغير مصحح $Q_{uncorrected}$ من الجدول (2)

$Q_{uncorrected} = 47.8\ ft^3.sec^{-1}$

2- نحسب قيمة المعامل M من الجدول (1) بدلالة قيمة W

W = 4 ft $\Longrightarrow$ M = 3.1

3 – نحسب قيمة C من الأشكال الخاصة التي تبين العلاقة بين قيمة Ha وقيمة Hb وهي تساوي في هذه الحالة 1.5

4- نحسب قيمة F

F = MC $\Longrightarrow$ 3.1×1.5 = 4.65

5- حساب قيمة التصريف المصحح أو الفعلي $Q_{corrected}$

$Q_{corrected} = Q_{uncorrected} - F$

$= 47.8\ ft^3.sec^{-1} - 4.65$

$= 43.15\ ft^3.sec^{-1}$

أمثلة محلولة :-

اولاً : احسب التصريف المائي لفتحة اورفس مغمورة كلياً مستطيلة الشكل طولها 20 سنتمتر وعرضها 10 سنتمتر. إذا علمت إن الفرق في ارتفاع الماء بين مقدم الفتحة ومؤخرها 25 سنتمتر.

الحل :-

$Q = CA\sqrt{2gh}$

$Q= 0.61\times(20\times10)/10000\times\sqrt{2 \times 9.8 \times (\frac{25}{100})}$

$= 0.027\ m^3.sec$

ثانياً : احسب التصريف المائي لفتحة اورفس غير مغمورة مربعة الشكل طول ضلعها 10 سنتمتر، وارتفاع الماء فوق حافتها السفلى 55 سنتمتر.

الحل :-

10cm/2= 5cm منتصف فتحة الاورفس

h =55cm – 5cm =50cm الفرق بين مستوى الماء قبل الحاجز ومنتصف فتحة الاورفس

$A = 10cm \times 10cm = 100cm^2$

$Q = CA\sqrt{2gh}$

$$Q = 0.61 \times (100/10000) \times \sqrt{2 \times 9.8 \times (\frac{50}{100})}$$

$$= 0.0191\ m^3.sec$$

ثالثاً : احسب التصريف المائي لفتحة هدار مستطيلة الشكل بوحدة ft3.sec إذا كان ارتفاع الماء 60 انج وطول الحافة السفلى 1 قدم في حالة عدم وجود تضاغط .

الحل :-

1 ft = 12 inch

6/12 = 0.5 ft ارتفاع الماء فوق الحافة السفلى لفتحة الهدار

$$Q=3.33LH^{3/2}$$

$$Q= 3.33\times1ft\times(0.5)^{3/2}$$

$$Q= 1.17ft^3.sec$$

رابعاً : احسب التصريف المائي بوحدة اللتر.ثانية$^{-1}$ لهدار مثلث قائم الزاوية، إذا كان ارتفاع الماء 10 سنتمتر.

الحل:-

$$Q=0.0138H^{5/2}$$

$$Q= 0.0138\times(10)^{5/2} = 4.36\ L.sec^{-1}$$

جدول (2) يبين العلاقة بين قيمة Ha ارتفاع المياه في الجزء الأول من قناة بارشال Upper head بوحدة القدم وقيمة W عرض العنق أو الجزء الأوسط من القناة Throat Width بوحدة القدم أيضا مع التصريف Q بوحدة القدم^3 . ثانية$^{-1}$ Cubic per Second

Table 3. Free flow calibration tables for Parshall flumes.

Upper head Ha	Throat Width												
	3 inches	6 inches	9 inches	12 inches	18 inches	24 inches	30 inches	3 feet	4 feet	5 feet	6 feet	7 feet	8 feet
Feet	Flow in cubic feet per second												
0.10	0.028	0.05	0.09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.11	0.033	0.06	0.10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.12	0.037	0.07	0.12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.13	0.042	0.08	0.14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.14	0.047	0.09	0.15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.15	0.053	0.10	0.17	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.16	0.058	0.11	0.19	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.17	0.064	0.12	0.20	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.18	0.070	0.14	0.22	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.19	0.076	0.15	0.24	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.20	0.082	0.16	0.26	0.35	0.51	0.66	0.81	0.97	1.26	----	----	----	----
0.21	0.089	0.18	0.28	0.37	0.55	0.71	0.88	1.04	1.36	----	----	----	----
0.22	0.095	0.19	0.30	0.40	0.59	0.77	0.95	1.12	1.47	----	----	----	----
0.23	0.102	0.20	0.32	0.43	0.63	0.82	1.01	1.20	1.58	----	----	----	----
0.24	0.109	0.22	0.35	0.46	0.67	0.88	1.08	1.28	1.69	----	----	----	----
0.25	0.117	0.23	0.37	0.49	0.71	0.93	1.15	1.37	1.80	2.22	2.63	----	----
0.26	0.124	0.25	0.39	0.51	0.76	0.99	1.23	1.46	1.91	2.36	2.80	----	----
0.27	0.131	0.26	0.41	0.54	0.80	1.05	1.30	1.55	2.03	2.50	2.97	----	----
0.28	0.138	0.28	0.44	0.58	0.85	1.11	1.38	1.64	2.15	2.65	3.15	----	----
0.29	0.146	0.29	0.46	0.61	0.90	1.18	1.45	1.73	2.27	2.80	3.33	----	----
0.30	0.154	0.31	0.49	0.64	0.94	1.24	1.53	1.82	2.39	2.96	3.52	4.08	4.62
0.31	0.162	0.32	0.51	0.68	0.99	1.30	1.61	1.92	2.52	3.12	3.71	4.30	4.88
0.32	0.170	0.34	0.54	0.71	1.04	1.37	1.70	2.02	2.65	3.28	3.90	4.52	5.13
0.33	0.179	0.36	0.56	0.74	1.09	1.44	1.78	2.12	2.78	3.44	4.10	4.75	5.39
0.34	0.187	0.38	0.59	0.77	1.14	1.50	1.87	2.22	2.92	3.61	4.30	4.98	5.66
0.35	0.196	0.39	0.62	0.80	1.19	1.57	1.95	2.32	3.06	3.78	4.50	5.22	5.93
0.36	0.205	0.41	0.64	0.84	1.25	1.64	2.04	2.42	3.19	3.95	4.71	5.46	6.20
0.37	0.213	0.43	0.67	0.88	1.30	1.72	2.11	2.53	3.34	4.13	4.92	5.70	6.48
0.38	0.222	0.45	0.70	0.92	1.36	1.79	2.22	2.64	3.48	4.31	5.13	5.95	6.76
0.39	0.231	0.47	0.73	0.95	1.41	1.86	2.31	2.75	3.62	4.49	5.35	6.20	7.05
0.40	0.241	0.48	0.76	0.99	1.47	1.93	2.40	2.86	3.77	4.68	5.57	6.46	7.34
0.41	0.250	0.50	0.78	1.03	1.53	2.01	2.49	2.97	3.92	4.86	5.80	6.72	7.64
0.42	0.260	0.52	0.81	1.07	1.58	2.09	2.59	3.08	4.07	5.05	6.02	6.98	7.94
0.43	0.269	0.54	0.84	1.11	1.64	2.16	2.68	3.20	4.22	5.24	6.25	7.25	8.24
0.44	0.279	0.56	0.87	1.15	1.70	2.24	2.78	3.32	4.38	5.43	6.48	7.52	8.55
0.45	0.289	0.58	0.90	1.19	1.76	2.32	2.88	3.44	4.54	5.63	6.72	7.80	8.87
0.46	0.299	0.61	0.94	1.23	1.82	2.40	2.98	3.56	4.70	5.83	6.96	8.08	9.19
0.47	0.309	0.63	0.97	1.27	1.88	2.48	3.08	3.68	4.86	6.03	7.20	8.36	9.51
0.48	0.319	0.65	1.00	1.31	1.94	2.57	3.19	3.80	5.03	6.24	7.44	8.65	9.8
0.49	0.329	0.67	1.03	1.35	2.00	2.65	3.29	3.92	5.20	6.45	7.69	8.94	10.2

Table 3. (Continued)

Upper head Ha	Throat Width												
	3 inches	6 inches	9 inches	12 inches	18 inches	24 inches	30 inches	3 feet	4 feet	5 feet	6 feet	7 feet	8 feet
Feet	Flow in cubic feet per second												
0.50	0.339	0.69	1.06	1.39	2.06	2.73	3.39	4.05	5.36	6.66	7.94	9.23	10.5
0.51	0.350	0.71	1.10	1.44	2.13	2.82	3.50	4.18	5.53	6.87	8.20	9.53	10.9
0.52	0.361	0.73	1.13	1.48	2.19	2.90	3.61	4.31	5.70	7.09	8.46	9.83	11.2
0.53	0.371	0.76	1.16	1.52	2.25	2.99	3.72	4.44	5.88	7.30	8.72	10.1	11.5
0.54	0.382	0.78	1.20	1.57	2.32	3.08	3.83	4.57	6.05	7.52	8.98	10.5	11.9
0.55	0.393	0.80	1.23	1.62	2.39	3.17	3.94	4.70	6.23	7.74	9.25	10.8	12.2
0.56	0.404	0.82	1.26	1.66	2.45	3.26	4.05	4.84	6.41	7.97	9.52	11.1	12.6
0.57	0.415	0.85	1.30	1.70	2.52	3.35	4.16	4.98	6.59	8.20	9.79	11.4	13.0
0.58	0.427	0.87	1.33	1.75	2.59	3.44	4.28	5.11	6.77	8.43	10.1	11.7	13.3
0.59	0.438	0.89	1.37	1.80	2.66	3.53	4.39	5.25	6.96	8.66	10.4	12.0	13.7
0.60	0.450	0.92	1.40	1.84	2.73	3.62	4.51	5.39	7.15	8.89	10.6	12.4	14.1
0.61	0.462	0.94	1.44	1.88	2.80	3.72	4.63	5.53	7.34	9.13	10.9	12.7	14.5
0.62	0.474	0.97	1.48	1.93	2.87	3.81	4.75	5.68	7.53	9.37	11.2	13.0	14.8
0.63	0.485	0.99	1.51	1.98	2.95	3.91	4.87	5.82	7.72	9.61	11.5	13.4	15.2
0.64	0.497	1.02	1.55	2.03	3.02	4.01	4.99	5.97	7.91	9.85	11.8	13.7	15.6
0.65	0.509	1.04	1.59	2.08	3.09	4.11	5.11	6.12	8.11	10.1	12.1	14.1	16.0
0.66	0.522	1.07	1.63	2.13	3.17	4.20	5.24	6.26	8.31	10.3	12.4	14.4	16.4
0.67	0.534	1.10	1.66	2.18	3.24	4.30	5.36	6.41	8.51	10.6	12.7	14.8	16.8
0.68	0.546	1.12	1.70	2.23	3.31	4.40	5.49	6.56	8.71	10.9	13.0	15.1	17.2
0.69	0.558	1.15	1.74	2.28	3.39	4.50	5.61	6.71	8.91	11.1	13.3	15.5	17.6
0.70	0.571	1.17	1.78	2.33	3.46	4.60	5.74	6.86	9.11	11.4	13.6	15.8	18.0
0.71	0.584	1.20	1.82	2.38	3.54	4.70	5.87	7.02	9.32	11.6	13.9	16.2	18.5
0.72	0.597	1.23	1.86	2.43	3.62	4.81	6.00	7.17	9.53	11.9	14.2	16.6	18.9
0.73	0.610	1.26	1.90	2.48	3.69	4.91	6.12	7.33	0.74	12.1	14.5	16.9	19.3
0.74	0.623	1.28	1.94	2.53	3.77	5.02	6.25	7.49	9.95	12.4	14.9	17.3	19.7
0.75	-----	1.31	1.98	2.58	3.85	5.12	6.38	7.65	10.2	12.7	15.2	17.7	20.1
0.76	-----	1.34	2.02	2.63	3.93	5.23	6.52	7.81	10.4	12.9	15.5	18.0	20.6
0.77	-----	1.36	2.06	2.68	4.01	5.34	6.65	7.97	10.6	13.2	15.8	18.4	21.0
0.78	-----	1.39	2.10	2.74	4.09	5.44	6.79	8.13	10.8	13.5	16.2	18.8	21.5
0.79	-----	1.42	2.14	2.80	4.17	5.55	6.92	8.30	11.0	13.8	16.5	19.2	21.9
0.80	-----	1.45	2.18	2.85	4.26	5.66	7.06	8.46	11.3	14.0	16.8	19.6	22.4
0.81	-----	1.48	2.22	2.90	4.34	5.77	7.20	8.63	11.5	14.3	17.2	20.0	22.8
0.82	-----	1.50	2.27	2.96	4.42	5.88	7.34	8.79	11.7	14.6	17.5	20.4	23.3
0.83	-----	1.53	2.31	3.02	4.50	6.00	7.48	8.96	11.9	14.9	17.8	20.8	23.7
0.84	-----	1.56	2.35	3.07	4.59	6.11	7.62	9.13	12.2	15.2	18.2	21.2	24.2
0.85	-----	1.59	2.39	3.12	4.67	6.22	7.76	9.30	12.4	15.5	18.5	21.6	24.6
0.86	-----	1.62	2.44	3.18	4.76	6.33	7.91	9.48	12.6	15.8	18.9	22.0	25.1
0.87	-----	1.65	2.48	3.24	4.84	6.44	8.05	9.65	12.8	16.0	19.2	22.4	25.6
0.88	-----	1.68	2.52	3.29	4.93	6.56	8.20	9.82	13.1	16.3	19.6	22.8	26.1
0.89	-----	1.71	2.57	3.35	5.01	6.68	8.34	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.5

الري والبزل / الجزء العملي / المحاضرة السادسة بتاريخ 2022/4/27

حساب الاستهلال المائي للنبات

يعرف الاستهلاك المائي Evapotranspiration بأنه كمية الماء التي يستهلكها نظام النبات وهي تشمل كمية الماء المستهلكة عن طريق النتح Transpiration بواسطة النبات، وكمية الماء المفقودة بالتبخر Evaporation من سطح التربة، وكمية الماء المستخدمة في بناء أنسجة النبات نفسه. وإذا عرفنا إن كمية الماء الموجودة في النبات في نهاية الموسم الزراعي لا تتعدى 1% من مجموع الفقد بالتبخر والنتح معاً على مدار الموسم الزراعي نستطيع القول إن الاستهلاك المائي يساوي ما يسمى بالتبخر – نتح (ET) Evapotranspiration

وقد استخدم الكثير من الباحثين في مجال الري مصطلح المقنن المائي Consumptive use للدلالة على نفس المعنى والذي يعرف بأنه الاستهلاك المائي للنبات Evapotranspiration مضافاً إليه المفقود من المياه نتيجة للتسرب العميق Deep Percolation والتبخر من السطوح المائية .

ويتم حساب الاستهلاك المائي باستخدام العلاقة التالية

$$Cu=ETP\times Kc$$

Cu = الاستهلاك المائي للنبات ويقاس بالملم

ETP = قدرة التبخر – نتح Potential Evapotranspiration مقاسة بوحدة الملم . شهر$^{-1}$ وتعرف بأنها كمية الماء المفقودة بالتبخر – نتح خلال وحدة الزمن بواسطة نباتات قصيرة خضراء تغطي سطح التربة كلياً ولها طول منتظم ولا تعاني من نقص الماء (أي إن رطوبة التربة عند حدود السعة الحقلية ولا يبذل النبات طاقة كبيرة في الحصول عليها)

Kc = معامل المحصول Crop Factor وهو معامل تجريبي يتم حسابه من الجدول (1) اعتماداً على عمق المنطقة الجذرية لكل محصول خلال أشهر السنة، ويعرف بأنه النسبة بين قدرة التبخر – نتح ETP والاستهلاك المائي الفعلي ET .

يلاحظ من المعادلة أعلاه إن قيمة Kc يمكن إيجادها من الجداول وقيمة Cu هي القيمة المطلوب حسابها وعلية فان المجهول الوحيد في المعادلة هي قيمة ETP والتي يمكن حسابها باستخدام الطرق التالية :

أولا : حساب قيمة ETP باستخدام معادلة بلاني – كريدل Blany – Criddle Equation

$$ETP = CP \times Tc^{1.30}$$

ETP = قدرة التبخر – نتح بوحدة الملم . شهر$^{-1}$

Tc = درجة الحرارة المئوية

P = النسبة المئوية لعدد ساعات النهار خلال الشهر نسبة إلى عددها خلال السنة وهي تحسب من الجدول (2) اعتماداً على خطوط العرض.

C = معامل محلي يتم حسابه من معدلات البيانات المناخية للأشهر حزيران وتموز وآب وهو يساوي 0.34 لوسط العراق أي محافظة بغداد وما يجاورها ويتم حسابه وفقاً للمعادلة التالية

$$C = 0.22\ (1 + n/N) \times (0.90 + W/100) \times (1 - 0.5Rh) \times (0.97 + E/10.000)$$

n = مدة سطوع الشمس الفعلية المقاسة للمنطقة

N = مدة سطوع الشمس القصوى المحتملة للمنطقة

W = سرعة الرياح بوحدة الكلم . ساعة$^{-1}$

Rh = الرطوبة النسبية

E = ارتفاع الموقع فوق مستوى سطح البحر بالمتر

تستخدم معادلة بلاني – كريدل بالصيغة أعلاه عندما تكون درجة الحرارة مقاسة بالدرجات المئوية وهي صيغة معدلة من معادلة بلاني – كريدل لتبسيط الصيغة المترية للمعادلة. أما إذا كانت درجة الحرارة مقاسة بالفهرنهايت فيتم استخدام المعادلة بالصيغة التالية

$$ETP = \frac{P \times Tf}{100}$$

ETP = قدرة التبخر – نتح بوحدة الانج . شهر$^{-1}$

Tf = درجة الحرارة بوحدة الفهرنهايت

P = تمت الإشارة أليه في الصيغة المترية لمعادلة بلاني – كريدل

ولغرض توضيح كيفية استخدام معادلة بلاني – كريدل بصيغتها المئوية والفهرنهايتية نورد المثال التالي

احسب الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة المثنى اعتماداً على البيانات التالية إذا علمت إن قيمة C تساوي 0.34

الشهر	درجة الحرارة المئوية Tc	P%	Kc
كانون الثاني	**11.5**	**7.2**	**1.2**
شباط	**14.7**	**6.9**	**1.2**
آذار	**19.8**	**8.3**	**1**
نيسان	**23.3**	**8.7**	**0.5**

يلاحظ من السؤال أعلاه إن درجات الحرارة تم قياسها بالدرجات المئوية وعلية تستخدم الصيغة المترية لمعادلة بلاني – كريدل ويتم ترتيب البيانات والإجابة باستخدام المعادلة وفقاً للجدول التالي

الشهر	Tc	$Tc^{1.30}$	P%	CP	$CP \times Tc^{1.30}$ (ETP)	Kc	Kc × ETP (Cu)mm
كانون الثاني	**11.5**	**23.92**	**7.2**	**2.448**	**58.551**	**1.2**	**70.261**
شباط	**14.7**	**32.92**	**6.9**	**2.346**	**77.230**	**1.2**	**92.676**
آذار	**19.8**	**48.49**	**8.3**	**2.822**	**136.838**	**1**	**136.838**
نيسان	**23.3**	**59.91**	**8.7**	**2.958**	**177.213**	**0.5**	**88.606**
المجموع							**388.3815**

من الجدول أعلاه نجد إن قيمة الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة المثنى بلغت 388.3815 ملمتر وهي ناتجة من جمع قيم ETP (الاستهلاك المائي) خلال موسم الزراعة للأشهر كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان .

ملاحظات هامة حول كيفية إجراء الحسابات وفقاً للجدول أعلاه:

1- تم حساب قيمة $Tc^{1.30}$ لكل شهر من قيمة Tc للشهر فمثلا قيمة $Tc^{1.30}$ لشهر كانون الثاني = $(11.5)^{1.30}$ = 23.92 أي قيمة Tc لشهر كانون الثاني مرفوعاً للأس 1.30 وهكذا لبقية الأشهر

2- تم حساب قيمة CP لكل شهر من خلال ضرب P لكل شهر في قيمة C التي تساوي 0.34 فمثلاً قيمة CP لشهر كانون الثاني = 2.448 أي قيمة P لشهر كانون الثاني × 0.34 وهكذا لبقية الأشهر.

3- تم حساب قيمة ETP لكل شهر من خلال ضرب قيمة CP للشهر في قيمة $Tc^{1.30}$ لذلك شهر فمثلاً قيمة ETP لشهر كانون الثاني = 58.551 أي قيمة CP لشهر كانون الثاني × 23.92 (قيمة $Tc^{1.30}$ لشهر كانون الثاني) وهكذا لبقية الأشهر.

4- يتم حساب قيمة Cu لكل شهر من خلال ضرب قيمة Kc للشهر في قيمة ETP لذلك شهر فمثلاً قيمة Cu لشهر كانون الثاني = 70.261 وهي قيمة Kc لشهر كانون الثاني × 58.551 (قيمة ETP لشهر كانون الثاني) وهكذا لبقية الأشهر

5- يتم حساب قيمة الاستهلاك المائي للمحصول خلال موسم الزراعة من خلال جمع قيم Cu في العمود الأخير.

مثال آخر/ باستعمال بيانات المثال السابق احسب الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة المثنى بوحدة الانج . شهر$^{-1}$

الجواب / لحساب الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة بوحدة الانج . شهر$^{-1}$ يجب تحويل درجات الحرارة المئوية إلى درجات الحرارة بالفهرنهايت باستخدام العلاقة التالي:

$Tf = (Tc \times 1.8) + 32$

$Tc = (f - 32)/1.8$

حيث إن Tf , Tc هي درجة الحرارة المئوية والفهرنهايتية على التوالي وبعد التحويل يتم تطبيق معادلة بلاني – كريدل بصيغتها الفهرنهايتية وترتيب البيانات حسب الجدول التالي.

الشهر	Tf	P%	P × Tf	P × Tf/100 (ETP)	Kc	Kc × ETP (Cu)
كانون الثاني	52.70	7.2	379.44	3.7944	1.2	4.55328
شباط	58.46	6.9	403.374	4.03374	1.2	4.840488
آذار	67.64	8.3	561.41	5.6141	1	5.6141
نيسان	73.97	8.7	643.53	6.4353	0.5	3.21765
المجموع						18.2255

من الجـدول أعلاه يتبين إن قيمة الاستـهلاك المائي لمحصـول الحنطة في محافظة المثنى 18.2255 انج وهي ناتجة من جمـع قيم ETP (الاستهلاك المائي) بوحدة الانج . شهر$^{-1}$ خلال موسم الزراعة للأشهر كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان .

مثال واجب / احسب الاستهلاك المائي بوحدة الملم . شهر$^{-1}$ ثم بوحدة الانج . شهر$^{-1}$ لمحصول الحنطة من البيانات المبينة في الجدول أدناه على افتراض إن قيمة C = 0.34

الشهر	Tc	P%	Kc
كانون الثاني	16.3	9.7	0.7
شباط	17.5	9.8	0.8
آذار	17.2	9.8	0.8
نيسان	20	9.7	0.8

ثانياً : حساب قيمة ETP باستخدام معادلة جانسن – هيس Jensen – Haise Equation

$ETP = (0.025Tc + 0.08) Rs/585$

ETP = قدرة التبخر – نتح بوحدة سم . يوم$^{-1}$

Tc = معدل درجة الحرارة المئوية

Rs = الطاقة الشمسية الساقطة بوحدة السعرة . سم $^{-2}$. يوم$^{-1}$

تستعمل هذه المعادلة لحساب قدرة التبخر – نتح اليومية والتي بدورها تضرب في معامل المحصول Kc لحساب الاستهلاك المائي اليومي للنبات .

مثال / مستعيناً بالبيانات التالية احسب الاستهلاك المائي لمحصول الرز خلال 20 يوم من شهر حزيران

درجة الحرارة العظمى 43.56 درجة مئوية

درجة الحرارة الصغرى 23.74 درجة مئوية

قيمة Rs = 634.32 سعرة . سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$

قيمة معامل المحصول Kc للرز = 1.3

الجواب /

معدل درجة الحرارة = 33.65 درجة مئوية

$ETP = (0.025Tc + 0.08) Rs/585$

$= (0.025 \times 33.65 + 0.08) \times 634.32 / 585 = 0.998 \text{ cm . day}^{-1}$

$Cu = Kc \times ETP$

$= 1.3 \times 0.998 \text{ cm . day}^{-1} = 1.298 \text{ cm . day}^{-1}$ الاستهلاك المائي لمحصول الرز ليوم واحد

$1.298 \text{ cm . day}^{-1} \times 20 \text{ days} = 25.97$ الاستهلاك المائي لمحصول الرز خلال 20 يوم من شهر حزيران

حساب الاستهلاك المائي باستخدام معادلة ثورن وايت Thornthwait formula

$ETP = 1.6 \times (10Tc/I)^a$

ETP = قدرة التبخر – نتح بوحدة سنتمتر.شهر$^{-1}$ على افتراض إن الشهر 30 يوماً وعدد ساعات النهار 12 ساعة لليوم

Tc = المعدل الشهري لدرجة الحرارة المئوية

I = معامل الحرارة الفصلي وهو يساوي مجموع قيم معاملات الحرارة الشهرية (i) والذي يحسب من المعادلة $i=(Tc/5)^{1.514}$

a = معامل تجريبي يتم حسابه من المعادلة التالية

$a = 0.00000067I^3 – 0.0000771I^2 + 0.01792I + 0.49239$

إن قيمة ETP المحسوبة وفقاً للمعادلة أعلاه هي قيمة غير مصححة لأنها حسبت بافتراض إن اليوم 12 ساعة كما بينا سابقاً، هذا يتطلب تصحيح القيمة بضربها في معامل يتم إيجاده من الجدول (3) تبعاً لخطوط العرض.

سؤال / احسب الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة ذي قار اعتماداً على البيانات التالية إذا علمت إن قيمة a = 0.984

الشهر	درجة الحرارة Tc	معامل التصحيح حسب خطوط العرض	معامل المحصول Kc
كانون الثاني	**12.50**	**0.88**	**1.2**
شباط	**15.45**	**0.85**	**1.2**
آذار	**20.70**	**1.03**	**1**
نيسان	**26.20**	**1.09**	**0.5**

يتم ترتيب البيانات وفقاً للجدول التالية

الشهر	معدل الحرارة الشهري Tc	معامل الحرارة الشهري $i=(t/5)^{1.514}$	قيمة ETP الغير معدلة $ETP=1.6(10Tc/I)^a$	معامل التصحيح	قيمة ETP المعدلة	معامل المحصول Kc	الاستهلاك المائي للمحصول Cu=Kc×ETP
كانون الثاني	**12.50**	**4**	**6.44**	**0.88**	**5.66**	**1.2**	**6.792**
شباط	**15.45**	**5.5**	**7.93**	**0.85**	**6.74**	**1.2**	**8.088**
آذار	**20.70**	**8.59**	**10.57**	**1.03**	**10.88**	**1**	**10.88**
نيسان	**26.20**	**12.27**	**13.33**	**1.09**	**14.52**	**0.5**	**7.26**
المجموع		**I=30.36**					**33.02**

من الجدول يتبين إن مجموع الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة ذي قار بلغ 33.02 سنتمتر خلال الأشهر كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان.

جدول (1) قيم معامل المحصول لعدد من المحاصيل اعتماداً على عمق المنطقة الجذرية خلال أشهر السنة

ت	المحصول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول
.1	القمح	1.2	1.2	1.0	0.5	-	-	-	-	-	-	0.4	0.8
.2	الشعير	1.2	1.2	0.8	0.3	-	-	-	-	-	-	0.4	0.8
.3	الذرة الصفراء	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	0.8	0.5	0.2	-
.4	السمسم	-	-	-	-	0.52	0.70	0.95	0.75	0.45	-	-	-
.5	الدخن	-	-	0.60	0.69	0.89	1.02	0.50	0.60	-	-	-	-
.6	القطن	-	-	0.6	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.0	-	-	-
.7	زهرة الشمس	-	-	0.60	0.69	0.89	1.02	0.50	-	-	-	-	-
.8	الباقلاء	1.4	1.08	0.90	0.70	-	-	-	-	-	0.50	0.62	0.87
.9	البرسيم	1.16	1.03	0.92	0.89	-	-	-	-	-	0.48	0.64	0.92
.10	اللوبياء	-	-	-	0.58	0.70	0.85	0.97	0.54	-	-	-	-
.11	الماش	-	-	-	0.58	0.70	0.85	0.97	0.54	-	-	-	-
.12	الجت	1.10	0.98	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86	0.88	0.88	0.89	0.92	1.14
.13	الذرة البيضاء	-	-	0.62	0.82	1.10	0.78	0.45	-	-	-	-	-
.14	الخضر الشتوية	0.5	0.6	0.8	-	-	-	-	-	-	0.7	0.5	0.5
.15	الخضر الصيفية	-	-	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	-	-	-
.16	البساتين	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	0.7	0.5	0.5

جدول (2) النسبة المئوية لعدد ساعات النهار خلال الشهر نسبة إلى عددها خلال السنة اعتماداً على خطوط العرض.

° شمال	كانون ثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون أول
0	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
5	8.32	7.57	8.47	8.29	8.65	8.41	8.67	8.60	8.23	8.42	8.07	8.30
10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.60	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10
15	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.80	9.05	8.83	8.28	8.26	7.75	7.86
20	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.00	9.25	8.95	8.30	8.18	7.58	7.66
25	7.53	7.14	8.39	8.61	9.33	9.23	9.45	9.09	8.32	8.09	7.40	7.42
30	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15
32	7.20	6.97	8.37	8.76	9.62	9.59	9.77	9.27	8.34	7.95	7.11	7.05
34	7.10	6.91	8.36	8.80	9.72	9.70	9.88	9.33	8.36	7.90	7.02	6.92
36	6.99	6.85	8.35	8.85	9.82	9.82	9.99	9.40	8.37	7.85	6.92	6.79
38	6.87	6.79	8.34	8.90	9.92	9.95	10.10	9.47	8.38	7.80	6.82	6.66
40	6.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	7.52
42	6.63	6.65	8.31	9.00	10.14	10.22	10.35	9.62	8.40	7.69	6.62	6.37
44	6.49	6.58	8.30	9.06	10.26	10.38	10.49	9.70	8.41	7.63	6.49	6.21
46	6.34	6.50	8.29	9.12	10.39	10.54	10.64	9.79	8.42	7.57	6.36	6.04
48	6.17	6.41	8.27	9.18	10.53	10.71	10.80	9.89	8.44	7.51	6.23	5.86
50	5.98	6.30	8.24	9.24	10.68	10.91	10.99	10.00	8.46	7.45	6.10	5.65
52	5.77	6.19	8.21	9.29	10.85	11.13	11.20	10.12	8.49	7.39	5.93	5.43
54	5.55	6.08	8.18	9.36	11.03	11.38	11.43	10.26	8.51	7.30	5.74	5.18
56	5.30	5.95	8.15	9.45	11.22	11.67	11.69	10.40	8.53	7.21	5.54	4.89
58	5.01	5.81	8.12	9.55	11.46	12.00	11.98	10.55	8.55	7.10	4.31	4.56
60	4.67	5.65	8.08	9.65	11.74	12.39	12.31	10.70	8.57	6.98	5.04	4.22
0	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
5	8.68	7.76	8.51	8.15	8.34	8.05	8.33	8.38	8.19	8.56	8.37	8.68
10	8.86	7.87	8.53	8.09	8.18	7.86	8.14	8.27	8.17	8.62	8.53	8.88
15	9.05	7.98	8.55	8.02	8.02	7.65	7.95	8.15	8.15	8.68	8.70	9.10
20	9.24	8.09	8.57	7.94	7.85	7.43	7.76	8.03	8.13	8.76	8.87	9.33
25	9.46	8.21	8.60	7.84	7.66	7.20	7.54	7.90	8.11	8.86	9.04	9.58
30	9.70	8.33	8.62	7.73	7.45	6.96	7 31	7.76	8.07	8.97	9.24	9.85
32	9.81	8.39	8.63	7.69	7.36	6.85	7.21	7.70	8.06	9.01	9.33	9.96
34	9.92	8.45	8.64	7.64	7.27	6.74	7.10	7.63	8.05	9.06	9.42	10.08
36	10.03	8.51	8.65	7.59	7.18	6.62	6.99	7.56	8.04	9.11	9.51	10.21
38	10.15	8.57	8.66	7.54	7.08	6.50	6.87	7.49	8.03	9.16	9.61	10.34
40	10.27	8.63	8.67	7.49	6.97	6.37	6.76	7.41	8.02	9.21	9.71	10.49
42	10.40	8.70	8.68	7.44	6.85	6.23	6.64	7.33	8.01	9.26	9.82	10.64
44	10.54	8.78	8.69	7.38	6.73	6.08	6.51	7.25	7.99	9.31	9.94	10.80
46	10.69	8.86	8.70	7.32	6.61	5.92	6.37	7.16	7.96	9.37	10.07	10.97

الري والبزل/ الجزء العملي/ المحاضرة السابعة بتاريخ 2022/5/11

الاحتياجات المائية Water Requirement

يعتبر تقدير الاحتياجات المائية من أهم الخطوات الواجب إجراءها عند تنفيذ أنظمة الري المختلفة. ويشمل الاحتياج المائي كلاً من الاستهلاك المائي للمحصول الذي تم التطرق إليه في المحاضرة السابقة واحتياجات الحقل الأروائية، والتي تشمل بدورها احتياجات الري ومتطلبات الغسل إضافة إلى ما يعوض من الضائعات المائية (بدلالة كفاءة الري).

احتياجات الحقل الأروائية Field Irrigation Requirements (FIR)

يقصد بها كمية المياه التي تعطى فعلاً لكل دونم من الحقل في الرية الواحدة، وهي تشمل احتياجات الري واحتياجات الغسل ويمكن التعبير عنها من خلال العلاقة التالية:

$$FIR = IR / (1 – LR) \times E_i$$

FIR احتياجات الحقل الأروائية Field Irrigation Requirements

IR احتياجات الري Requirements Irrigation

LR احتياجات الغسل Leaching Requirements

E_i كفاءة الري كنسبة مئوية Efficiency of Irrigation

أولا : احتياجات الري Requirements Irrigation(IR)

وهي كمية مياه الري اللازمة لإيصال رطوبة التربة في المنطقة الجذرية إلى حدود السعة الحقلية. أي أنها تمثل الفرق بين رطوبة التربة عند حدود السعة الحقلية ورطوبتها عند الري ويتم تقديرها من خلال العلاقة التالية

$$IR = [(M_{f.c} – M_i) P_b/100]\times D$$

IR = احتياجات الري بوحدة السنتمتر

$M_{f.c}$ = المحتوى الرطوبي للتربة عبد حدود السعة الحقلية ويحسب كنسبة مئوية على أساس الوزن

M_i = المحتوى الرطوبي للتربة عند الري ويحسب كنسبة مئوية على أساس الوزن

P_b = الكثافة الظاهرية للتربة بوحدة الغرام . سنتمتر$^{-3}$

D = عمق المنطقة الجذرية بوحدة السنتمتر

ثانيا : احتياجات الغسل Leaching Requirements (LR)

وهي كمية المياه المضافة إلى احتياجات الري واللازمة لغسل المنطقة الجذرية من الأملاح وتحسب من خلال العلاقة التالية .

$$LR = EC_{iw} / EC_{dw} = D_{dw} / D_{iw}$$

LR = احتياجات الغسل (نسبة)

EC_{iw} = ملوحة مياه الري بوحدة ديسي سمنز. متر$^{-1}$

EC_{dw} = ملوحة مياه البزل ديسي سمنز. متر$^{-1}$

D_{dw} = عمق ماء البزل بوحدة السنتمتر

D_{iw} = عمق ماء الري بوحدة السنتمتر

ولتوضيح كيفية حساب الاحتياجات المائية نورد المثال التالي

مثال / احسب احتياجات الحقل الأروائية مستعيناً بالبيانات التالية

عمق المنطقة الجذرية D (cm)	نسبة رطوبة التربة عند الري M_i (%)
25 - 0	**6.14**
50 – 25	**6.50**
75 – 50	**6.60**
100 – 75	**8.01**

الكثافة الظاهرية للتربة = 1.5 غرام.سنتمتر$^{-3}$

السعة الحقلية = 11.86%

كفاءة الري = 70%

ملوحة مياه الري = 1 ديسي سمنز. متر$^{-1}$

ملوحة مياه البزل = 5 ديسي سمنز. متر$^{-1}$

الجواب :

يتم ترتيب البيانات وفقاً للجدول التالي

IR (cm)	$(M_{f.c} – M_i) P_b/100$	M_i (%)	D (cm)
2.125	**0.085**	**6.14**	**25 – 0**
2.00	**0.080**	**6.50**	**50 – 25**
1.95	**0.078**	**6.60**	**75 – 50**
1.425	**0.057**	**8.08**	**100 - 75**
7.50	**-**	**-**	**المجموع**

احتياجات الغسل $LR = EC_{iw} / EC_{dw} = 1ds.m^{-1} / 5ds.m^{-1} = 0.2$

الاحتياجات الحقل الأروائية $FIR = IR / (1 – LR) \times E_i = 7.50 / (1 – 0.2) \times 0.7 = 13.46$

لاحظ انه تم التعويض عن قيمة IR بالعدد 7.50 وهو قيمة احتياجات الري المحسوبة وفقاً للجدول أعلاه. والتعويض عن قيمة LR بالعدد 0.2 وهو قيمة احتياجات الغسل كنسبة وعن قيمة E_i بالعدد 0.7 وهو النسبة المئوية لكفاءة الري.

الري والبزل/ الجزء العملي/ المحاضرة الثامنة بتاريخ 2022/5/18

فاصلة الري وعمق الإرواء Irrigation Interval and Water Application Depth

فاصلة الري Irrigation Interval

تعرف فاصلة الري بأنها المدّة الزمنية بين ريتين متتاليتين وتقاس باليوم وهي تعتمد على صافي عمق الإرواء Net Depth of Irrigation ومعدل الاستهلاك المائي Consumptive Use .

أولا: صافي عمق الإرواء

وهو كمية الماء المضافة إلى المنطقة الجذرية للتربة للتعويض عن النقص الحاصل في الماء المتيسر نتيجة لاستنزافه من قبل النبات وهو بدوره يعتمد على العوامل التالية:-

1- الماء المتيسر الكلي Total Available Water

هو الماء الذي يبقى في التربة ممسوكاً بقوى الشد الشعري على أسطح حبيبات التربة وفي المسامات بين الحبيبات ضد قوى الجاذبية الأرضية عندما يكون البزل طليقاً (Free Draing)، ويسمى أيضاً بالماء الشعري وهو الماء الموجود بين المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية Field Capacity كحد أعلى المحتوى الرطوبي للتربة عند نقطة الذبول الدائم Permanent Wilting Point كحد أدنى. ويمكن حسابه من حاصل ضرب العمق الفعال للمنطقة الجذرية Effective Root Zone Depth (RZD) في سعة حفظ الماء للتربة Water Holding Capacity (WHC) وحسب المعادلة التالية:-

$$\text{Total Available Water} = RZD \times WHC$$

ويمكن حساب سعة حفظ الماء للتربة (WHC) من حاصل طرح المحتوى الرطوبي للتربة عند نقطة الذبول الدائم Permanent Wilting Point (PWP) من المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية Field Capacity (FC) حسب المعادلة التالية:-

$$WHC = CF - PWP$$

الجدول (1) يبين القيم النموذجية لسعة حفظ الماء لأنواع من الترب ذات نسجات المختلفة

جدول (1) القيم النموذجية لسعة حفظ الماء لأنواع من الترب ذات النسجات المختلفة

نوع التربة	سعة حفظ الماء (mm Water. cm^{-1} Soil)
رمل خشن	0.6 – 0.2
رمل	0.9 – 0.4
رملية مزيجية	1.2 – 0.6
مزيجية رملية	1.5 – 1.1
مزيجية رملية ناعمة	1.8 – 1.4
مزيجية ومزيجية غرينية	2.3 – 1.7
مزيجية طينية ومزيجية طينية غرينية	2.1 – 1.4
طينية وطينية غرينية	1.8 – 1.3

2- نسبة الاستنزاف Depletion Percentage (PD)

وهي النسبة بين كمية الماء التي استهلكها النبات خلال الرية الواحدة وكمية الماء المتيسر الكلي في المنطقة الجذرية، وهي نسبة متغيرة حسب نوع المحصول ومرحلة النمو. وبشكل عام يمكن اعتبار نسبة الاستنزاف التي تتراوح بين 40% إلى 60% معقولة ونموذجية لمعظم المحاصيل.

3- العمق الفعّال للمنطقة الجذرية Effective Root Zoon Depth

يعتمد العمق الفعال للمنطقة الجذرية على نوع المحصول وعمق التربة وتوفر الرطوبة إذ لا تنمو الجذور وتمتد في التربة الجافة، وهو لا يكون ثابتاً وإنما يتغير (يزداد) خلال موسم النمو، وفي معظم المحاصيل فان العمق الفعال للمنطقة الجذرية يصل إلى أقصاه عند مرحلة التزهير تليها مرحلة الإثمار، حيث يكون الاستهلاك المائي في ذروته. والجدول (2) يبين العمق الفعال للمنطقة الجذرية لعدد من المحاصيل.

جدول (2) العمق الفعال للمنطقة الجذرية لعدد من المحاصيل

المحصول	العمق الفعال للمنطقة الجذرية بوحدة (cm)	المحصول	العمق الفعال للمنطقة الجذرية بوحدة (cm)
الحبوب (القمح والشعير)	**150 – 60**	**الجت**	**180 – 90**
القطن	**170 – 75**	**الذرة**	**170 – 75**
الفجل واللهانة والشلغم	**160 – 75**	**الحمضيات**	**150 – 120**
الخيار	**125 – 75**	**الباذنجان**	**120 – 60**
البقوليات	**125 – 50**	**الطماطة**	**100 – 40**
الرقي	**150 – 100**	**الجزر**	**90 – 60**
البطاطا والبصل	**75 – 30**	**الخضروات الورقية**	**60 – 30**

ومما تقدم يمكن حساب صافي عمق الإرواء من العلاقة التالية:-

$$NDI = RZD \times WHC \times PD$$

NDI = صافي عمق الإرواء Net Depth of Irrigation مقاساً بوحدة mm

RDZ = العمق الفعّال للمنطقة الجذرية Effective Root Zoon Depth مقاساً بوحدة cm

WHC = سعة حفظ الماء للتربة Water Holding Capacity بوحدة $mm.cm^{-1}$

PD = نسبة الاستنزاف الرطوبي من المنطقة الجذرية Depletion Percentage كنسبة مئوية

ثانياً: معدل الاستهلاك المائي

يتم تقدير فاصلة الري على أساس فترة ذروة الاستهلاك المائي، وتقع هذه الفترة بين مرحلة النمو الخضري للمحصول ومرحلة التزهير، حيث تقل فاصلة الري أما خلال مرحلة النضج التي تعقب مرحلة التزهير تزداد فاصلة الإرواء نتيجة لانخفاض حاجة المحصول للماء خلال هذه المرحلة.

وبناءً على ماورد أعلاه يمكن حساب فاصلة الري من خلال تطبيق العلاقة التالية :-

$$II = NDI/CU$$

II فاصلة الري Irrigation Interval وتقاس باليوم

NDI صافي عمق الإرواءNet Depth of Irrigation بوحدة mm

CU معدل الاستهلاك المائي للمحصول Consumptive Use بوحدة mm.day-1

من الجدير بالذكر إن عمق الإرواء الذي يجهزه نظام الري للحقل خلال الرية الواحدة يجب أن يكون اكبر من صافي عمق الإرواء الذي تم حسابه سابقاً، ويسمى في هذه الحالة بإجمالي عمق الإرواء Gross Depth Irrigation (GDI). وان النسبة بين صافي عمق الإرواء NDI وإجمالي عمق الإرواء GDI يسمى بكفاءة الإرواء Water Application Efficiency (E)، ويمكن حساب إجمالي عمق الإرواء من المعادلة التالية:-

$$GDI = NDI / E$$

GDI = إجمالي عمق الإرواء بوحدة mm

NDI = صافي عمق الإرواء بوحدة mm

E كفاءة الإرواء كنسبة مئوية

ملحق المحاضرة الخامسة لمادة الري/ الجزء العملي (تطبيقات في حساب التصاريف المائية باستخدام الاورفس والهدار وقناة بارشال)

حساب التصريف باستخدام قناة بارشال عندما تكون النسبة $\frac{Hb}{Ha} > 0.70$

عندما تكون النسبة $\frac{Hb}{Ha} > 0.70$ فان كمية الماء داخل قناة بارشال تكون كبيرة والجريان مغمور وهذا يؤدي إلى حصول اضطراب في مستوى الماء وارتفاعه وبالتالي حدوث خطأ في حساب التصريف باستخدام الجدول. وعليه يمكن حساب التصريف تحت ظروف الجريان المغمور بإتباع الخطوات التالية:-

1- تحسب قيمة الفرق بمنسوب الماء بين النقطة Ha والنقطة Hb (Head Loss) باستخدام العلاقة التالية :-

Head Loss = Ha – Hb

2- تحسب نسبة الغمر (Submergence %) باستخدام العلاقة التالية :-

Submergence % = (Hb/Ha) × 100

3- يتم حساب التصريف Q باستخدام منحنى المعايرة الخاص بنسبة الغمر المشار إليه في الشكل (1) والذي يتغير حسب عرض الجزء الأوسط من قناة بارشال (W) والذي يربط العلاقة بين (Ha – Hb) بوحدة القدم والتصريف Q بوحدة القدم المكعب.ثانية$^{-1}$ وعلى النحو التالي:-

أ- يرسم خط مستقيم عمودي على المحور X من النقطة التي تمثل قيمة (Ha – Hb)

ب- يقاطع الخط المستقيم منحنى المعايرة التي يمثل نسبة الغمر 100 × (Hb/Ha)

ج- يرسم خط مستقيم من نقطة التقاطع المشار إليها في الفقرة (ب) موازي للمحور X ويقطع المحور Y ونقطة التقاطع قيمة التصريف بوحدة القدم المكعب.ثانية$^{-1}$.

ولتوضيح ما تم شرحة أعلاه نورد المثال التالي:-

احسب التصريف المائي باستخدام قناة بارشال مستعيناً بالمعطيات التالية :-

Ha = 2.0 feet

Hb = 1.8 feet

W = 3 feet

تحسب النسبة $\frac{Hb}{Ha}$ على النحو التالي

Hb/Ha = 1.8 feet/2.0 feet = 0.9

يلاحظ إن $\frac{Hb}{Ha} > 0.70$ هذا يعني إن كمية الماء كبيرة في القناة والجريان مغمور وان هناك اضطراب في مستوى الماء وارتفاعه وفي هذه الحالة يتم حساب التصريف من منحنى المعايرة الذي يمثل تصريف قناة بارشال عندما يكون عرض الجزء الأوسط من القناة 3 قدم والمبين في الشكل (2) بإتباع الخطوات التالية:-

1- Ha – Hb = 2.0 feet – 1.8 feet = 0.2 feet

2- (Hb/Ha) ×100 = (1.8 feet/2.0 feet) × 100 = 90%

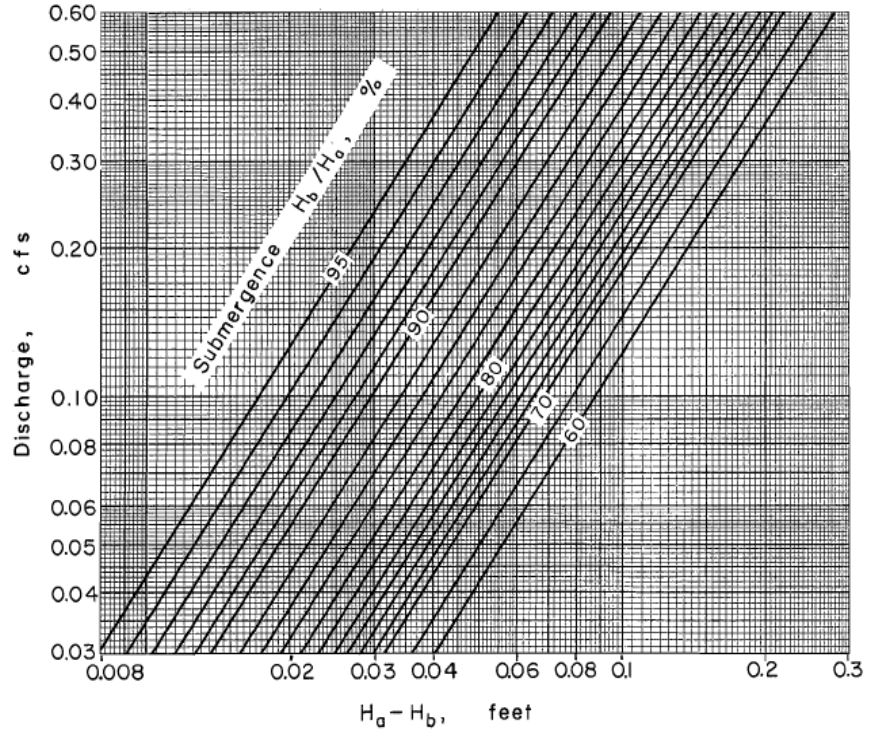
باستخدام منحنى المعايرة الذي يمثل تصريف قناة بارشال عندما يكون عرض الجزء الأوسط من القناة 3 قدم والمبين في الشكل (2) يرسم خط مستقيم عمودياً على المحور X من النقطة التي تمثل قيمة (Ha – Hb) والتي تساوي 0.2 ليقطع منحنى المعايرة الذي يمثل نسبة الغمر 90% وبعد ذلك يرسم خط مستقيم من نقطة التقاطع يقع المحور Y في النقطة التي تمثل قيمة التصريف Q والتي تساوي 27 قدم^3.ثانية$^{-1}$.

مثال آخر/ اعتماداً على البيانات التالية احسب التصريف المائي لقناة بارشال

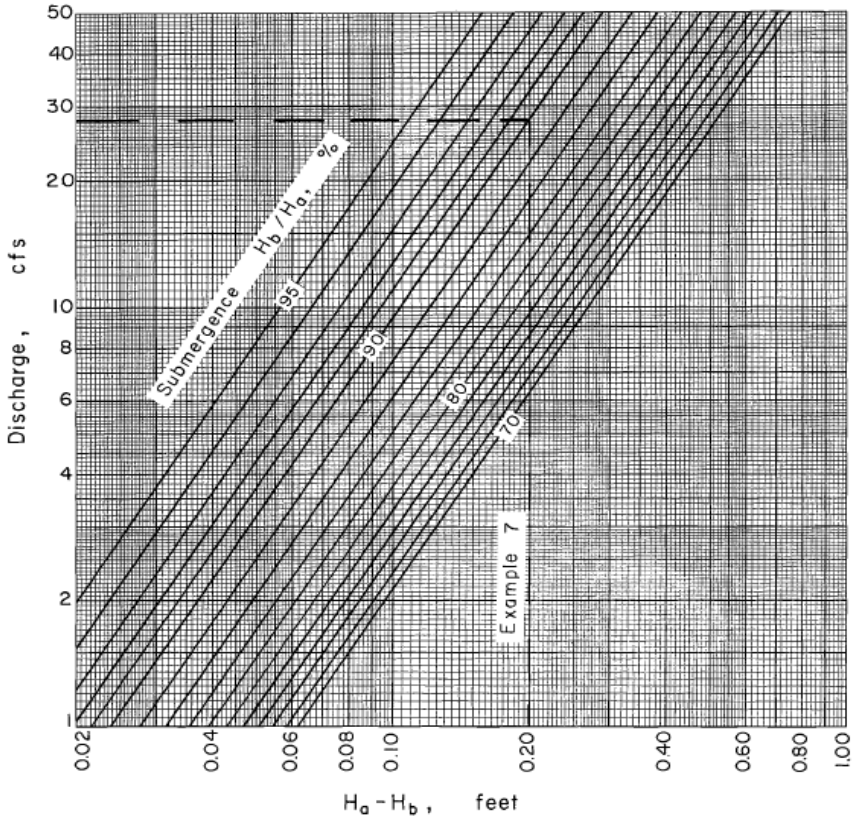
Ha = 2.19 feet

Hb = 1.97 feet

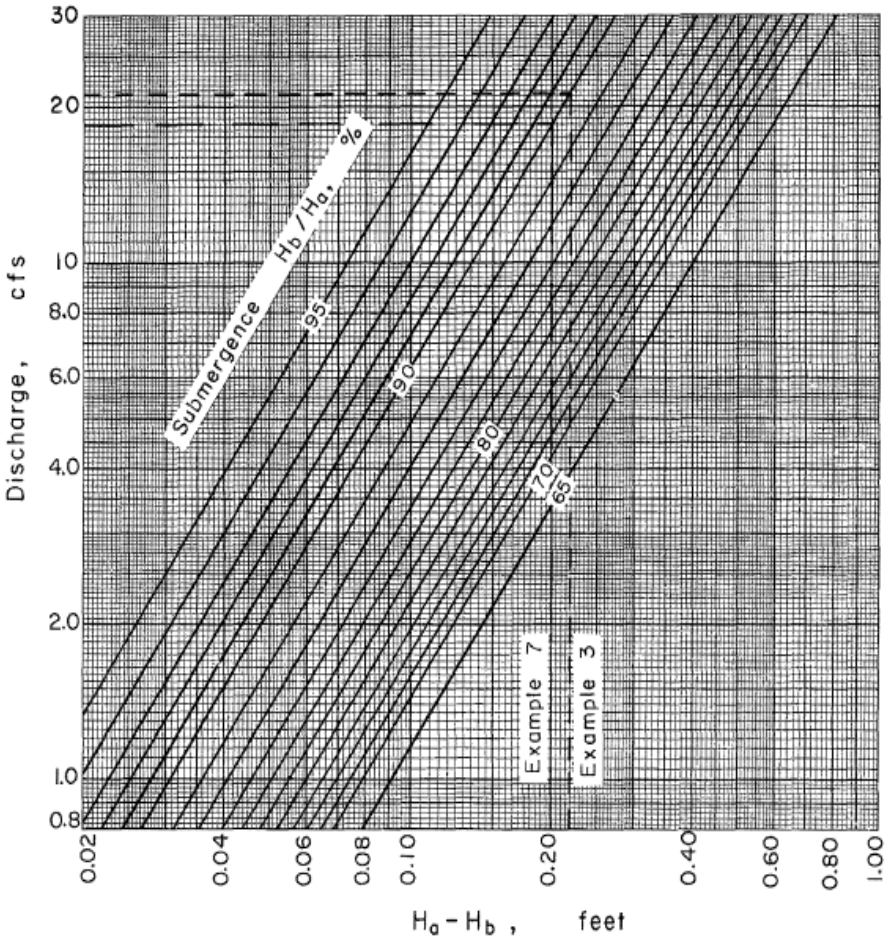
W = 24 inch or 2 feet



شكل (1) منحنى المعايرة الذي يمثل تصريف قناة بارشال عندما تكون قيمة W تساوي 3 انج



شكل (2) منحنى المعاير الذي يمثل تصريف قناة بارشال عندما تكون قيمة W تساوي 3 قدم


Discharge, cfs
30
20
10
8.0
6.0
4.0
2.0
1.0
0.8
Submergence Hb/Ha, %
95
90
80
70
65
Example 7
Example 3
0.02
0.04
0.06
0.08
0.10
0.20
0.40
0.60
0.80
1.00
Ha - Hb, feet