وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني/ الموصل

الحقيبة التعليمية

القسم العلمي: تقنيات البيئة والموارد المائية

اسم المقرر: هيدرولوجية المياه السطحية

المرحلة / المستوى: الثاني

الفصل الدراسي: الثاني

السنة الدراسية: 2024 - 2025

معلومات عامة

اسم المقرر:	هيدرولوجية المياه السطحية							
القسم:	تقنيات البيئة والموارد المائية							
الكلية:	المعهد التقني الموصل							
المرحلة / المستوى	الثاني							
الفصل الدراسي:	الثاني							
عدد الساعات الاسبوعية:	نظري	1	عملي	2				
عدد الوحدات الدراسية:	3							
الرمز:	WRTI241							
نوع المادة	نظري		عملي		كلهما	✓		
هل يتوفر نظير للمقرر في الاقسام الاخرى	كلا							
اسم المقرر النظير								
القسم								
رمز المقرر النظير								

معلومات تدريسي المادة

اسم مدرس (مدرسي) المقرر:	عبد الله احمد شيخو
اللقب العلمي:	أستاذ مساعد
سنة الحصول على اللقب	
الشهادة :	ماجستير
سنة الحصول على الشهادة	
عدد سنوات الخبرة (تدريس)	35

الوصف العام للمقرر

إكساب الطالب المهارات والمعارف في أسس علم المياه وطرق قياس المياه وتصاريف الجداول والأنهار ودراسة الفيضانات وتتبع الموجات والإجراءات المطلوبة للحماية منها، وإكساب المهارات الخاصة بقياس وحساب تفاصيل الاوجة الرئيسية لحركة وقياس المياه في دورة المياه في الطبيعية

الاهداف العامة

- **أن يفهم الطالب** المفاهيم الأساسية لعلم الهيدرولوجيا وخاصة المتعلقة بالمياه السطحية.
- **أن يدرك الطالب** أهمية دراسة المياه السطحية في إدارة الموارد المائية والمنشآت الهيدروليكية.
- **أن يميز الطالب** بين مكونات الدورة الهيدرولوجية والعوامل المؤثرة على الجريان السطحي.
- **أن يفسر الطالب** طرق قياس الأمطار، وتحليل البيانات الهيدرولوجية واستخدامها في التنبؤ بالجريان السطحي.
- **أن يطبق الطالب** الطرق المختلفة لحساب الجريان السطحي والهطل المطري والتبخر والنتح.
- **أن يحلل الطالب** المعادلات الرياضية والنماذج المستخدمة في تمثيل العمليات الهيدرولوجية.
- **أن يربط الطالب** بين المفاهيم النظرية والتطبيقات العملية في مشاريع الري، والسيطرة على الفيضانات، وتصميم السدود والخزانات.
- **أن يكتسب الطالب** المهارات الأساسية في تحليل الهيدرولوجيا التطبيقية باستخدام الجداول، والمنحنيات، والبيانات المناخية.

الأهداف الخاصة

- **أن يحدد الطالب** مكونات الدورة الهيدرولوجية بدقة (الهطل، التبخر، النتح، الجريان السطحي، الرشح).
- **أن يصنف الطالب** أنواع الأمطار وطرق قياسها (مقاييس المطر، الرادار، الأقمار الصناعية).
- **أن يشرح الطالب** العوامل المؤثرة في الجريان السطحي مثل نوع التربة، الميل، الغطاء النباتي، والاستخدامات الأرضية.
- **أن يستخدم الطالب** طرق تحليل بيانات الهطل المطري (مثل المتوسط الحسابي، ثيسن، الجيوديسي).
- **أن يحسب الطالب** التبخر والنتح باستخدام معادلات معروفة مثل معادلة بنمان أو البلاني كريدل.
- **أن يطبق الطالب** طرق حساب الجريان السطحي باستخدام طرق مثل طريقة المنحنى العددي (SCS) وطريقة Rational.
- **أن يرسم الطالب** الهيدروغراف للوادي أو منطقة التصريف ويحلل خصائصه.

- **أن يحدد الطالب** فترة التكرار للفيضانات وتحليلها باستخدام التوزيعات الإحصائية) مثل Gumbelأو Log Pearson III).
- **أن يستخدم الطالب** بيانات الهيدرولوجيا في تطبيقات عملية مثل تصميم قنوات التصريف والسدود والخزانات.
- **أن يميز الطالب** بين أنواع الحوض النهري وأثرها في سرعة واستجابة الجريان السطحي.

الأهداف السلوكية او نواتج التعلم

المعرفة والفهم:

1. أن يعرّف الطالب المفاهيم الأساسية في الهيدرولوجيا السطحية.
2. أن يشرح الطالب مكونات الدورة الهيدرولوجية وتأثير كل منها على المياه السطحية.
3. أن يوضح الطالب طرق قياس المطر والتبخر والجريان السطحي.

المهارات العقلية والتحليلية:

4. أن يحلل الطالب البيانات الهيدرولوجية ويستخرج منها المؤشرات الأساسية.
5. أن يفسر الطالب العلاقة بين الأمطار والجريان السطحي باستخدام النماذج الرياضية.
6. أن يقارن الطالب بين مختلف طرق حساب الجريان السطحي وتقييم فعاليتها.

المهارات التطبيقية:

7. أن يستخدم الطالب أدوات وأساليب حساب الجريان السطحي وتصميم الهيدروغراف.
8. أن يطبق الطالب الطرق الإحصائية لتحليل الفيضانات وتقدير تكرارها.
9. أن يصمم الطالب نموذجاً مبسطاً لمحاكاة استجابة حوض مائي لهطول مطري معين.

المتطلبات السابقة

الأهداف السلوكية او مخرجات التعليم الأساسية		
ت	•**تقييم تأثير التغيرات المناخية:**	
1	دراسة تأثير التغيرات المناخية على دورة المياه، بما في ذلك التغيرات في معدلات الهطول ودرجات الحرارة وكيفية تأثيرها على الموارد المائية.	

2	•**فهم إدارة الموارد المائية**:	
3	التعرف على استراتيجيات وأساليب إدارة الموارد المائية، بما في ذلك تقنيات إدارة المياه المستدامة وإجراءات التعامل مع الفيضانات والجفاف.	
4	**تطوير مهارات البحث والتحليل:** • تنمية قدرات البحث والتحليل في مجال الهيدرولوجيا من خلال دراسة حالات دراسية ومشاريع تطبيقية تتعلق بالموارد المائية.	

أساليب التدريس (حدد مجموعة متنوعة من أساليب التدريس لتناسب احتياجات الطلاب ومحتوى المقرر)

	الاسلوب او الطريقة	مبررات الاختيار
1.	المحاضرات النظرية والعملية	المقرر عملي ونظري
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

المحتوى العلمي

القسم تقنيات البيئة والموارد المائية	النظام المقررات	عدد الساعات الأسبوعية	ن	ع	م
			1	2	3
مفردات مادة هيدرولوجية المياه السطحية	المستوى الثاني/ الفصل الثاني	surface water hydrology			

هدف المادة العام :-

إكساب الطالب المهارات والمعارف في أسس علم المياه وطرق قياس المياه وتصاريف الجداول والأنهار ودراسة الفيضانات وتتبع الموجات والإجراءات المطلوبة للحماية منها 0

هدف المادة الخاص :-

إكساب المهارات الخاصة بقياس وحساب تفاصيل الاوجة الرئيسية لحركة وقياس المياه في دورة المياه في الطبيعية.

المفردات النظرية

الأسبوع	تفاصيل المفردات
1	منايب المياه وطرق القياس وانواعها
2	قياس تصريف النهر
3	طريقة الطوافة او العائمات لقياس سرعة الجريان في النهر
4	امثلة تطبيقية
5	السدود الغاطسة
6	عداد التيار، معايرة الجهاز
7	تمديد منحني المعايرة، طريقة القطع المكافئ
8	تحليل المنحني الزمني للتصريف
9	منحني التصريف القياسي، فصل منحني التصريف
10	الرسوبيات، طرق قياس الترسبات
11	السيطرة على الترسبات
12	الفيضانات، أسبابها وفترة عودتها
13	طرق تخمين الفيضان
15-14	السداد الترابية، الخزن الاحتجازي

مناسيب المياه وطرق القياس وانواعها

المناسيب النهرية : يدعى منسوب سطح الماء عن مستوى مقارنة Datum عند أية نقطة على امتداد النهر بمنسوب النهر River Stage ويمكن أختيار مستوى المقارنة كقياس قياسي لمستوى سطح البحر. والمناسيب النهرية هي دالة سرعة الجريان أي تتغير بتغير سرعة الجريان.

أجهزة قياس المنسوب :

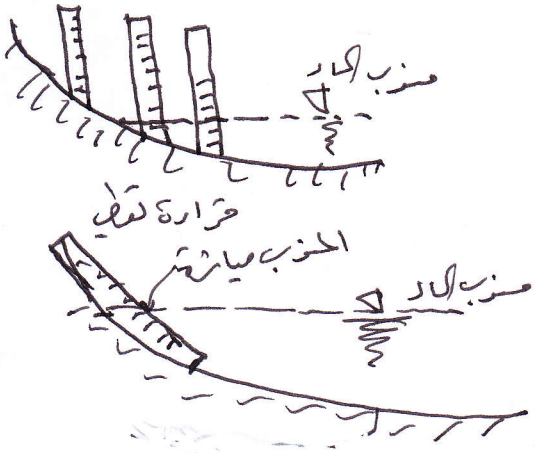
١- المقاييس غير المسجلة Non-recording gage

٢- مقياس القامة (العطرة) Staff gage

هي من أبسط انواع المقاييس اليدوية وهي عبارة عن مسطرة مدرجة بالسنتمتر والامتار ومصنوعة من مادة مقاومة بحيث لا تتأثر بدرجة الحرارة والرطوبة وهي تشبه العطرة المدرسية وتلون لتسهيل رؤيتها ويمكن تثبيتها بشكل رأسي ببعض المنشآت مثل الجدران والاكتاف والجسور والاعمدة وغيرها خلال المقطع العرضي ويجب أن يكون جزء من المقياس مغمورا في الماء طوال الوقت أي في حالة انخفاض مستوى الماء تحت العطرة يجب الاعتماد على النوع الآخر من المقاييس.

ب - مقياس القامة متعدد الاجزاء Sectional Staff gage

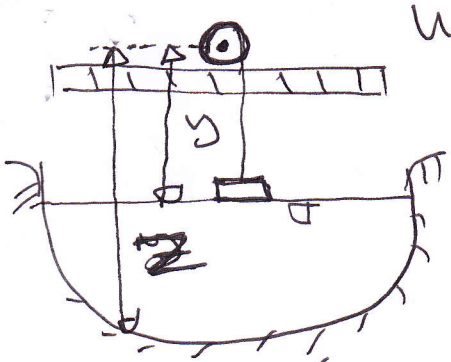
وهو عبارة عن مجموعة من العطرات توضع في مناطق مختلفة من النهر وبالمقطع العرضي لكي تغطي جميع مناسيب النهر وتقام على منشآت تقام خصيصاً لذلك



ج - مقياس قامة مائل Inclined Staff gage

توضع العطرة بشكل مائل على محاذاة ضفة النهر وتدرج العطرة لكي تقرأ العمق العمودي مباشرة (أي أن القراءة توضح المنسوب مباشرة)

٥- مقياس ذو الحبل (السلك) Wire gage



Stage = Z - Y

ويتمثل لقياس ارتفاع سطح الماء فوق سطح مقيس مثل سطح جسر حيث يتم انزال ثقل بواسطة حبل ملفوف حول بكرة حتى يلامس سطح الماء وتناسب كل دورة من محيط البكرة مع طول الحبل النازل ويركب على البكرة عداد يسجل عدد الدورات ويتم تحديد طول السلك ثم يطرح منه مسوب ثابت وبذلك يتم تحديد منسوب سطح الماء.

٢) المقاييس المسجلة Recording gages :-

إن المقاييس اليدوية تعتبر أسهل الاستعمال وغير مكلفة ولكنها تتطلب وقت أشخاص لجمع القراءات المتتالية لمعرفة الشكل البياني الحالة بشكل دقيق خاصة عندما يتغير المنسوب بشكل سريع. وفي هذه الحالات يتطلب استخدام أجهزة تسجيل المنسوب أوتوماتيكيا وحسب الوقت الذي تختاره ويكون التسجيل على ورقة بيانية.

إن المقاييس المسجلة الشائعة الاستعمال هي:

١- مقياس العوامة لتسجيل منسوب الماء: Float-type Water Stage

تعتمد هذا المقياس من الساعة كل خاصية الطفو فوق سطح الماء حيث ترتبط العوامة بقلم تسجيل منسوب الماء على شريط ورقي وبشكل مستمر أو كل فترات زمنية محددة. ويوضع السجل والعوامة داخل خزانة معدنية مظلمة في الجزء العلوي من مرجاة النهر وتأتي الأجزاء وحسب قاعدة الأرض في الخطوة تأتي المنسوب في البئر يأتي منسوب النهر.

ب - مقياس أقصى منسوب Crest-Stage gage

عبارة عن أنبوبة تثبت في حائط كدعامة مثلاً محطة مد الأعلى وتحتوي على فتحات مد الأسفل لدخول الجارفيا. تثبت داخل الأنبوبة مسطرة مدرجة رأسية، ويوضع داخل الأنبوب (طباشير) فليني، شاشة) لتطفو فوق سطح الجارفيا ويرتفع بارتفاع سطح الجارفيا داخل الأنبوبة مد ثم تترك آثار مسجلة على المسطرة المدرجة بعد فترة ترفع المسطرة مد ثم يمكن معرفة أقصى منسوب وصل إليه منسوب الجارفيا مد خلال فترة القياس ثم يتم تنظيف المسطرة وإعادتها مرة ثانية داخل الأنبوبة استعداداً للقراءة القادمة.

سرعة جريان المياه في الأنهار والمصارف وطرق القياس (طريقة المساحة والمنحنى)

قياس تصريف النهر :

يجب قياس المقاطع المختلفة المارة في مجرى النهر والمناظرة لمناسيب محددة عند محطة قياس معينة حتى يمكن رسم علاقة توضح تغير التصريف مع المنسوب أو عمق الجريان. ويتطلب قياس التصريف في مقطع عرضي لمجرى مائي، إيجاد مساحة المجرى ومعدل سرعة الجريان Mean Velocity عند منسوب معين.

طرق قياس التصريف :

١- طريقة الميل - المساحة The Slope Area Method

يصعب أحياناً قياس التصريف بواسطة عداد التيار لأسباب مختلفة منها السرعة الخاطفة للعواصف المطرية وصعوبة قياس المياه السريعة الجريان المحملة بالرواسب والحصى وغيرها من الأسباب.

فيمكن تحديد ذروة التصريف بطريقة غير مباشرة بإستعمال معادلة الجريان في القنوات المفتوحة (معادلة مانننج) التي تعتمد عليها طريقة المساحة - الميل

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} (S)^{1/2}$$

$$Q = A * V$$

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} \left(\frac{h}{L}\right)^{1/2}$$

حيث أن :

Q = تصريف النهر م٣/ثا

n = معامل الخشونة ويتراوح من ٠.٠١ إلى ١.٠

A = مساحة المقطع المبتل لطول معين من النهر. م٢

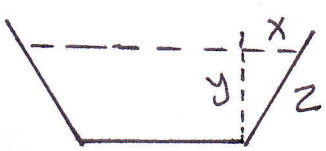
R = معدل نصف قطر الهيدروليكي = $\frac{\text{المساحة}}{\text{محيط المقطع المبتل}} = \frac{A}{Wp}$

h = مقدار خشونة الطاقة المفقودة بين المقطعين م.

L = الطول المعين من النهر المنتخب بين المقطعين م.

درجة ميل سطح الماء

أن A و R يمكن أن تؤخذ كمعدل للمقطعين وأضلاع الأقطار الهيدروليكية.



$$Z^2 = y^2 + x^2$$

$$Z = \sqrt{y^2 + x^2}$$

٢- طريقة الطوافة أو العائمات

تستعمل في حالة المجاري المائية الصغيرة عندما لا يتوفر العمق الكافي من المياه لعمل عداد التيار، والطوافة قد تكون قرصاً من الخشب أو زجاجة ممتلئة بالماء إلى الحد الذي يسمح لها بالطفو. وفي هذه الحالة يفترض أن سرعة الطوافة هي السرعة السطحية للمياه. ومنها يمكن حساب السرعة المتوسطة وتساوي:

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{السرعة السطحية}}{1.2}$$

ويتم قياس السرعة السطحية للمياه باستعمال الطوافة بين مقطعين متباعدين عن بعضهما بحوالي (20 – 50) متر ويتم تحديد مكان كل مقطع بشاخصين أو مجرين متقابلين.

وتبدأ عملية القياس بإلقاء الطوافة في وسط المجرى قبل المقطع الأعلى حتى إذا ما وصلت إليه تكون قد اكتسبت سرعة المياه ويسجل بالثواني الزمن الذي تستغرقه الطوافة في جريانها بين المقطعين.

وتكرر العملية ثلاث مرات على الأقل ويؤخذ المتوسط الحسابي للنتائج بعد استبعاد القراءات الشاذة - وتحسب السرعة السطحية من خارج قسمة المسافة بين المقطعين على متوسط الزمن

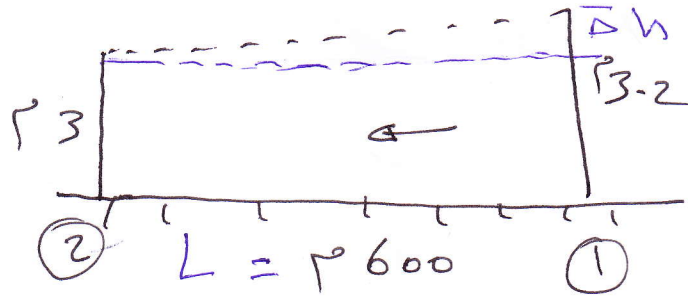
$$V = \frac{L}{T}$$

المصروف = السرعة المتوسطة للجريان × مساحة المقطع المبلل

ويراعى تجنب استعمال هذه الطريقة في المواقع التي تكثر فيها الأعشاب المائية وفي الأيام التي تؤثر فيها الرياح على صحة القراءات.

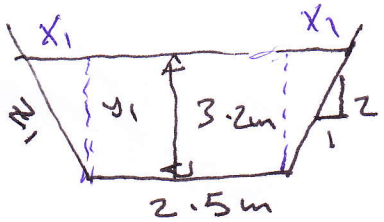
ش أوجد تصريف قناة بشكل شبه منحرف عرض القاعدة فيه (2.5m) والميل الجانبي 2 : 1 وعمق الماء في المقطع الأول (3.2 متر) وفي المقطع الثاني (3 متر) والمسافة بين المقطعين (600 متر) ومعامل مانك (0.03).

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} (S)^{1/2}$$



$$S = \frac{\Delta h}{L} = \frac{3.2-3}{600}$$

$$= \frac{0.2}{600} = 0.00033$$



المقطع الأول

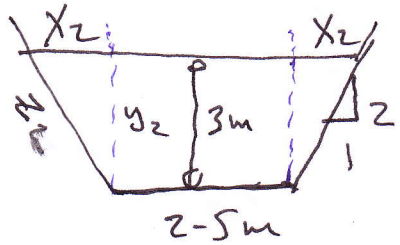
حساب مساحة المقطع الأول

$$\frac{X_1}{1} = \frac{3.2}{2} = 1.6$$

القاعدة العليا = 1.6 + 2.5 + 1.6 = 5.7

A_1 = مجموع القاعدتين / 2 × الارتفاع

$$A_1 = \frac{5.7+2.5}{2} * 3.2 = 13.12 m^2$$



المقطع الثاني

حساب مساحة المقطع الثاني

$$\frac{X_2}{1} = \frac{3}{2} = 1.5$$

القاعدة العليا = 1.5 + 2.5 + 1.5 = 5.5

$$A_2 = \frac{5.5+2.5}{2} * 3 = 12 m^2$$

$$A_{av.} = \frac{A_1+A_2}{2} = \frac{13.12+12}{2} = 12.56 m^2$$

إيجاد محيط المثلث

$z_1^2 = y_1^2 + x_1^2$

$z_1^2 = 3.2^2 + 1.6^2 = 10.24 + 2.56 = 12.8$

$\therefore z_1 = \sqrt{12.8} = 3.57 m$

$\therefore P_1 = 3.57 + 2.5 + 3.57 = 9.64$

$z_2^2 = y_2^2 + x_2^2$

$z_2^2 = 3^2 + 1.5^2 = 9 + 2.25 = 11.25$

$\therefore z_2 = \sqrt{11.25} = 3.35 m$

$P_2 = 3.35 + 2.5 + 3.35 = 9.2$

ايجاد نصف القطر الهيدروليكي

$$R_1 = \frac{A_1}{P_1} = \frac{13.12}{9.64} = 1.36\,m$$

$$R_2 = \frac{A_2}{P_2} = \frac{12}{9.2} = 1.3\,m$$

$$R_{av.} = \frac{R_1 + R_2}{2} = \frac{1.36 + 1.3}{2} = 1.33\,m$$

$$\therefore Q = \frac{1}{0.03} * 12.56\,(1.33)^{2/3}\,(0.00033)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 418.67\,(1.2)(0.018) = 9\ m^3/sec$$

س/ أوجد تصريف قناة بشكل مستطيل بطريقة الطوافة اذا علمت أن ارتفاع الماء في القطع الأول يساوي (2.8m) وفي القطع الثاني (2.5m) بعرض (3 m)، المسافة بين القطعين تساوي (700m) ومعدل زمن وصول قطعة الطوافة بين القطعين (5min).

$T = 5\,min$

$T = 5 \times 60 = 300\,sec$

$A_1 = 3 \times 2.8 = 8.4\ m^2$

$A_2 = 3 \times 2.5 = 7.5\ m^2$

$$\therefore A_{av.} = \frac{A_1 + A_2}{2} = \frac{8.4 + 7.5}{2}$$

$$= 7.95\ m^2$$

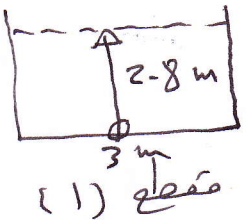
$\frac{L}{T}$ = المسافة / الزمن = السرعة العظمى

$$\therefore V_s = \frac{700}{300} = 2.33\,m/sec$$

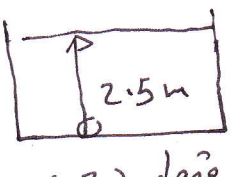
السرعة المتوسطة = السرعة العظمى / 1.2

$$\frac{2.33}{1.2} =$$

$$1.94 = m/sec$$



مقطع (1)



مقطع (2)

التصريف = المساحة × السرعة المتوسطة

$$\therefore Q = A_{av.} * V_{av.}$$

$$= 7.95 \times 1.94$$

$$= 15.4\ m^3/sec$$

منشآت قياس التصريف (السدود الفاصلة / الفتحات / النواظم)

تستعمل منشآت الري المنتشرة داخل شبكة قنوات الري العامة في قياس تصريف المياه الى جانب الغرض الأساسي الذي من أجله أقيمت هذه المنشآت ومن أمثلتها السدود الفاصلة والنواظم والفتحات.

تتوقف دقة حساب التصريف على مدى التحقق في حساب معامل التصريف (cd) الذي يمثل نسبة التصريف الفعلي الى التصريف النظري

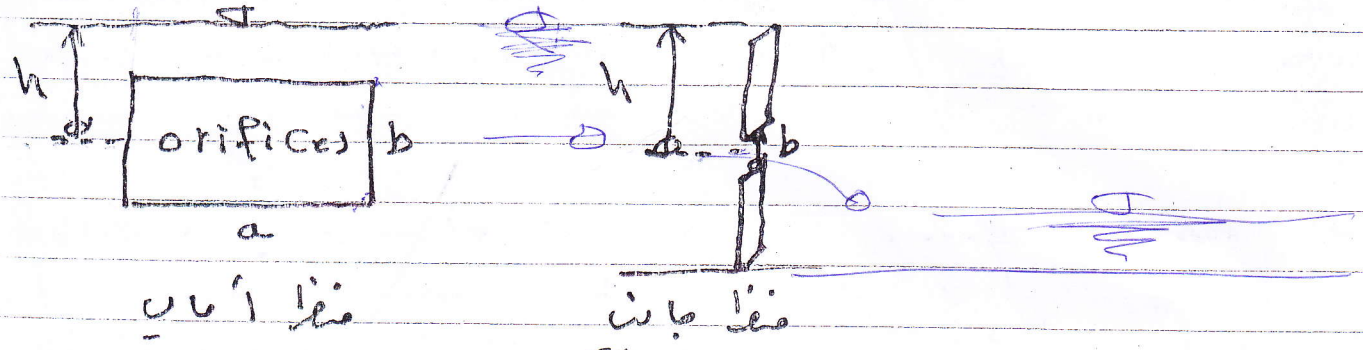
$$cd = \frac{Q_{actual}}{Q_{theoretical}}$$

التصريف الحقيقي / التصريف النظري

أما بالنسبة لفتحات (orifices) وللنواظم (Regulators) فيتبع المعادلة التالية:

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

حيث تتراوح قيم معامل التصريف (cd) بين (0.6 - 0.8) و (h) تمثل ارتفاع الحد على مركز الفتحة أو الناظم بالأمتار، وتمثل (A) مساحة الفتحة أو مساحة الجزء المفتوح من الناظم بالأمتار المربعة ويقيس التصريف (Q) بالمتر المكعب بالثانية



الفتحات المغمورة Submerged orifices

أجريت التجارب التي أجريت على فتحات قياسية مغمورة بأن التصريف يحدد بما يتبع المعادلة التالية:

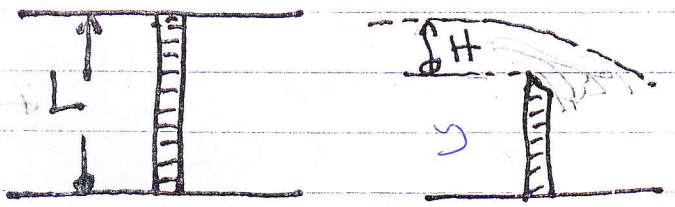
$$Q = 0.6\sqrt{2gh} * A$$

السدود الفاصلة (Weirs)

انه السد الفاصل كما يستعمل لقياس التصريف في مجاري الري عبارة عن حاجز (Notch) في مجاري عبر الذي ويكون انه يكون شكل الثلم مستطيل او شبه منحرف او مثلثاً. ففي حالة السد الفاصل المستطيل يكون تقاطع جانبيه أن طول السد الفاصل (L) يكون معتداً بضغط الجار من السائل الجري تكون المعادلة بالشكل التالي:

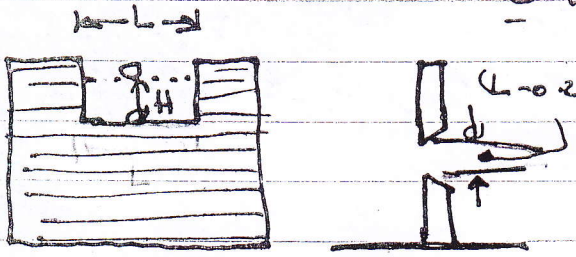
$$Q = 1.84\, L H^{3/2}$$

حيث يمثل (H) ارتفاع الماء بالامتار
عن قمة السد الفاصل
ويمثل (L) طول الماء بالامتار



منظر طولي منظر جانبي

أما أذا كان طول السد الفاصل اقل من عرض مجرى المياه فيقال انه السد الفاصل مقلص ناتج الطول الفعال لهذا السد هو (L − 0.2H) وتكون المعادلة بالشكل التالي

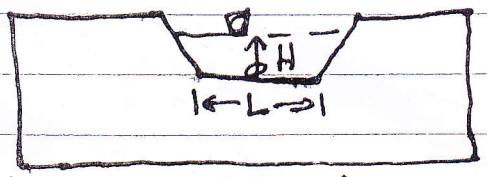


منظر امامي منظر طولي

$$Q = 1.84(L - 0.2H)H^{3/2}$$

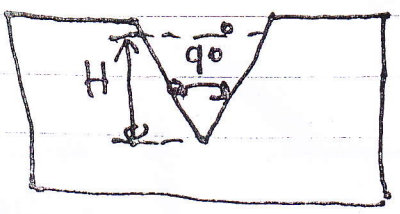
حيث يمثل (L) الطول الفعال للسد الفاصل بالامتار
و (H) ارتفاع الماء فوق قمة السد بالامتار

وفي حالة السد الفاصل ذات الشكل شبه منحرف حيث يتشابه التصريف مباشرة مع طول قاعدة السد الفاصل حيث انها ادخال تعديلات لتقاطع الجوانب وقد استعمل كثيرة لتفضيلية والمعادلة بالشكل التالي



بالنظام البريطاني $Q = 1.86\, L H^{3/2}$

ان السد الفاصل المثلثة الشكل والذي تبلغ الزاوية بين ضلعيه (90°) ويكون مساحة المقطع المائع في هذا النوع من السدود الفاصلة على الدوام مساوية لـ (H^2) وبذلك تصبح معادلة التصريف الماء عبر هذا النوع من السدود الفاصلة بالشكل التالي:



(بالنظام البريطاني) $Q = 1.38 H^{5/2}$

جهاز قياس التيار Current meter

هو جهاز شائع الاستعمال لقياس سرعة المياه وقد صنعت منه مؤخراً أنواع كثيرة فكرتها جميعاً واحدة ولكنها تختلف فيما بينها في تفاصيل بعض أجزائها.

أكثر هذه الأنواع انتشاراً هو ذلك النوع المسمى كرتشير برايس (price current meter) ويتكون من عجلة مركب عليها أكواب مجوفة الشكل على محور رأسي تدور بحيث أن فتحة وعنق كل منها في الجزء العلوي يقبل اتجاه التيار. تدور هذه العجلة بعدد من الدورات تتناسب مع سرعة جريان المياه.

والتيار يمرر بمجموعة من الريش المخلفة والتي حتى يحفظ الجهاز باتجاهه في مواجهة الجريان، ولاتزانه فقد جعل بثقل في نهاية الجزء الأسفل لحفظه في اتجاه التيار. ويكون بصفة عامة لمرور موصل جريان مضطرب وينزل الجهاز بواسطة سلك الى العمق المطلوب فيه قياس السرعة وتدور العجلة بعدل تأثير دفع التيار بسرعة تتناسب طردياً مع سرعة المياه أي بمعنى أنه عدد دورات العجلة في الثانية تتناسب طردياً مع سرعة الجريان ويوجد أعلى العجلة دائرة كهربائية مفتوحة دائماً وتغلق عندما تتم المرور دورة كاملة حول محورها الرأسي ويتولد من اغلاق الدائرة نبضات كهربائية تنتقل عبر سلك توصيل الى ساعة (جيجوس) يحملها الفني فتحدث دقات متقطعة.

أحياناً يستخدم نوع آخر يسمى كرتشير ذو المروحة (propller type current meter) ويختلف عن كرتشير برايس بأن الجهاز الذي يدور فيه حول محوره تدور حول محور أفقي وتسجل عدد دورات المروحة ويتم ايجاد سرعة الجريان بمعرفة عدد دورات المروحة المحزولة في الثانية من معادلة المعايرة الآتية

$$V = a + bN$$

حيث أن:

V = سرعة الجريان بالمتر لكل ثانية (m/sec)

N = عدد دورات المروحة (sec) بالثانية

a, b = ثوابت الجهاز

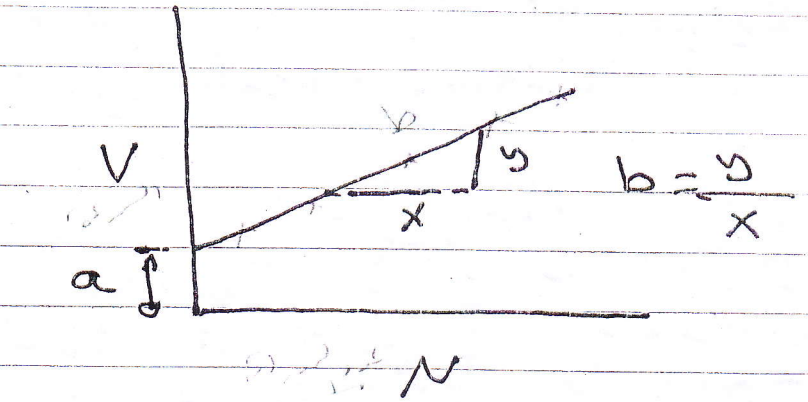
من الملاحظ أنه يرفق مع كل جهاز عداد منحنى معايرة الذي يوضح العلاقة بين عدد الدورات في الثانية (N) وسرعة المياه (V) بالمتر في الثانية وأيضاً ثوابت الجهاز (a و b).

وبذلك تتلخص عملية قياس السرعة في تسجيل عدد الدورات في الثانية. ومع كثرة الاستعمال يجب بين الحين والآخر إعادة معايرة الجهاز للتأكد من صحة منحنى المعايرة والثوابت (a و b) وذلك في مختبرات خاصة لذلك.

معايرة جهاز عداد التيار :

يمكن تحديد قيمة الثوابت بإجراء معايرة للعداد وذلك بتركيبه على عربة تتحرك بسرعة منتظمة على قضيب بحيث يمكن العداد اختيار السرعة المقررة لعدة مرات متكررة ويسجل عدد الدورات التي يسجلها العداد والمناظرة لسرعة معلومة للعربة، ثم يتكرر هذه التجربة لسرع مختلفة يمكن رسم منحنى بين (V) و (N) ومنه يمكن تحديد قيمة كل من (a و b)

V	N
V_1	N_1
V_2	N_2
V_3	N_3
⋮	⋮
V_n	N_n

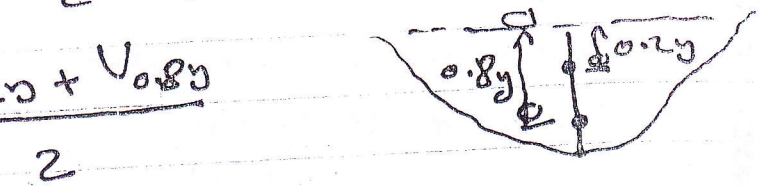


كيفية إيجاد سرعة جريان المياه في الترع :

يتم إيجاد وحساب سرعة الجريان في المجاري المائية اعتماداً على عمق المياه فمثلاً إذا كانت المياه ضحلة وعمقها مدالي (ح) أمتار فتقاس السرعة عند عمق (0.6) من سطح الماء لتمثل معدل السرعة في المقطع العرضي للجريان. أما المجاري المائية العميقة فتقاس سرعة الجريان عند مستويين أحدهما على عمق (0.2) من والآخر على عمق (0.8) من سطح الماء.

يحسب معدل السرعة في المقطع العرضي من المعادلة التالية:

$$V = \frac{V_{0.2y} + V_{0.8y}}{2}$$



وكما يتم التصريف في مقطع النهر تتبع الخطوات التالية:

1) يقسم مقطع المجرى بواسطة خطوط رأسية الى عدد من الشرائح الرأسية يتراوح بينها (20 - 30) حسب عرض النهر.

2) على كل خط رأسي من هذه الخطوط ينزل المقياس وحتى يستقر الشكل التذبذبي على القاع ومنه يمكن تحديد العمق على هذا الخط الرأسي

3) يرفع المقياس مسافة مقدارها (0.2y) وتقاس السرعة ثم ترفع مرة أخرى مسافة مقدارها (0.8y) وتقاس السرعة مرة أخرى ثم يرفع المقياس مرة واحدة أخرى بحيث يكون الغاطس تقاس السرعة في نقطة واحدة أخرى على بعد من القاع مقدارها (0.4y).

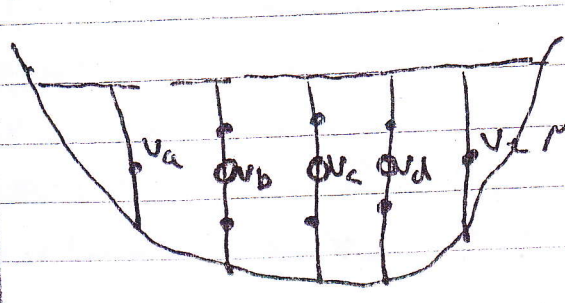
على كل خط رأسي تحسب فيه السرعة المتوسطة من المعادلة التالية:

$$V_{av.} = \frac{V_{0.2y} + V_{0.8y}}{2}$$

$$V_{av.} = V_{0.4y}$$

تستخرج السرعة المتوسطة بين كل خطين رأسيين ثم تقدر المساحة المحصورة بين الخطين والتي تمثل كل منها شريحة فتحسب كما تحسب المساحة أي من المعادلة التالية:

تضرب السرعة المتوسطة على كل خط رأسي في المساحة المحصورة بين خطين رأسيين ينصفان المسافة بين هذا الرأسي والرأسيين المجاورين له



ثم تجمع المساحات خلال جميع هذه الشرائح والتي تمثل مساحة مقطع المجرى بالكامل يمكن تحديد قيمة التصريف العام خلال مقطع المجرى

مثال:

تم قياس السرع عند نقط مختلفة على خطوط رأسية من مقطع الجريان موضحة كما هو موضح في الجدول التالي. أحسب السرعة المتوسطة للجريان في مقطع الجريان بوحدات (m/sec) وكذلك تصريف مقطع الجريان بوحدات (m^3/sec) إذا علمت أنه مبني $a=10$ ، $b=20$

البعد من الشاطئ (m)	العمق الكلي (m)	العمق عند النقطة (m)	زمن القياس sec	عدد الدورات	N	السرعة عند كل نقطة m/sec	السرعة عند كل خط رأسي m/sec	معدل السرعة عند كل خط رأسي cm/sec	المساحة A m^2	تصريف q m^3/s
							0			
1	0.6	0.36	56	45	0.9	28	28	14	0.3	4.2
2	1.5	0.3	45	80	1.7	44				
		1.2	48	82	1.7	44	44	38	1.1	39.6
3	2.5	0.5	46	84	1.82	46.4				
		2.0	48	87	1.81	46.2	46.3	45.15	2	90.3
4	3.0	0.6	46	86	1.56	47.2				
		2.4	50	95	1.9	48	47.6	46.9	2.75	128.9
5	3.5	0.7	52	102	1.96	49.2				
		2.8	48	100	2.08	51.6	50.4	49	3.25	159.2
6	3.0	0.6	46	85	1.84	46.8				
		2.4	48	90	1.87	47.4	47.1	48.7	3.25	155.2
7	2.7	0.54	48	82	1.7	44				
		2.16	50	85	1.7	44	44	45.55	2.85	129.8
8	2.0	0.4	46	75	1.63	42.6				
		1.6	48	76	1.58	41.6	42.1	43.05	2.35	101.1
9	0.8	0.48	48	50	1.04	30.8	30.8	36.45	1.4	51.03
10	0	0	0	0	0	0	0	15.4	0.4	6.16
									Σ	Σ

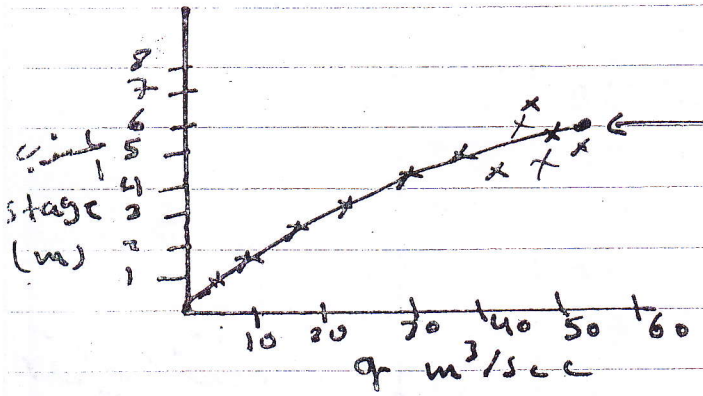
$\Sigma q = 868.49\ m^3/sec$

$$V_m = \frac{\Sigma q}{\Sigma A} = \quad m/sec$$

منحنى العلاقة بين المنسوب والتصريف Stage discharge relation

عن طريق القياس المباشر للتصريف الماء في مجرى مفتوح مع تسجيل المناسيب المناظرة لكل تصريف، يمكننا رسم منحنى يربط العلاقة بين التصريف الماء والمنسوب عند محطة قياس معينة ويسمى بمنحنى المعايرة أو المنحنى المقاس، ترسم العلاقة بين التصريف والمنسوب على ورق بياني اعتيادي ويرسم المنحنى البياني بحيث يمر بمعدل النقاط المرسومة وقد يكون المنحنى غير منتظم في بعض أجزائه نتيجة عدم انتظام مقطع المجرى عند موقع القياس بسبب الحفر والتآكل والترسبات التي تحدث في مقطع المجرى الماء خاصة على جانبي هذا المنحنى.

هذه العلاقة ترسم لكل محطة قياس في السنوات الأولى لا يجرى قياس التصريف في الغالب وإنما بقياس المنسوب فقط ويسقط على المنحنى ويقرأ التصريف المناظر من المنحنى لذلك المنسوب



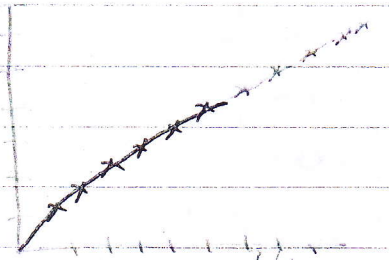
تحديد منحنى المعايرة:

إن معظم التصاميم الهيدرولوجية تستعمل التصاريف القصوى لجريان الفيضانات في التصميم ومثال ذلك تصميم المنشآت الهيدروليكية مثل تصميم السد أو الكاسر الصناعي ... الخ. وإننا نحتاج إلى تصاريف الفيضانات الأعظم أحيانا لمناسيب الفيضانات الأعظم في التصميم، ففي حالة ارتفاع منسوب الماء لحالة فيضان رتسقط ذلك المنسوب على منحنى المعايرة نلاحظ بأنه ذلك المنسوب لا يتقاطع مع المنحنى لغرض إيجاد التصريف لذلك يجب إما يمد المنحنى أو يمد بنفس الشكل الذي أنه يتقاطع مع ذلك المنسوب فهناك طريقتين لمد المنحنى:

) طريقة القطع المكافئ (الطريقة اللوغاريتمية)

تستخدم معادلة القطع المكافئ التالية لغرض تعديل منحنى الحيازة :

$$q = K(g-a)^b$$



حيث انه

(b , K) = ثوابت بالنسبة لخط القياس

g = المنسوب (ارتفاع المقياس)

q = التصريف

a = هو المنسوب المقابل عندما يكون التصريف لكل مقياس صفراً وهي التي تجعل اسقاط قيم التصريف مقابل المنسوب على ورق لوغاريتمي قريباً بقدر الامكان من خط مستقيم

ترسم علاقة لوغاريتمية بين قيم q و (g-a) وعندما تستخرج قيم (K , b) . او يتم أخذ لوغاريتم قيم (q) وقيم (g-a) ويتم رسم علاقة بيانية بينهما فتكون شكل خط مستقيم حيث يمثل ميل الخط المستقيم قيمة (b) وتقاطع الخط المستقيم مع المحور الصادي Log k وبذلك يمكن الحصول على المتغيرات المناسبة للمعادلة عن طريق اخذ منسوب وقع على مقياس الحيازة

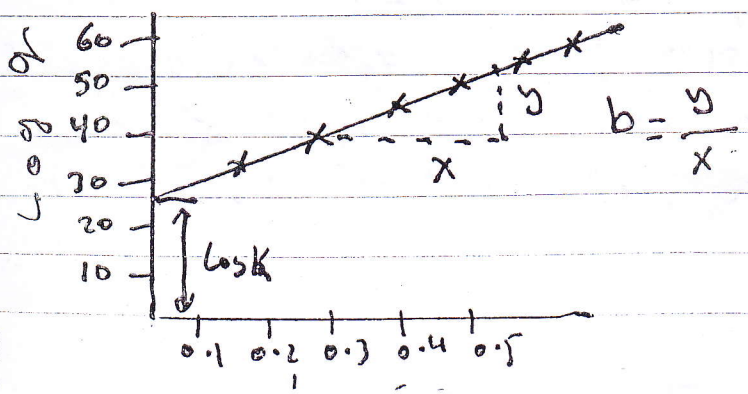
$$\text{Log } q = \text{Log } k + b \text{ Log } (g-a)$$

يمكن الرجوع الى اصل معادلة القطع المكافئ بدون Log حيث قيمة b لا تتغير عليها اما قيمة (Log k) فتصبح عكس الـ (Log) فاذا فرضنا انه قيمة $X = \text{Log } k$ فان $(K = 10^X)$ وبذلك

تصبح المعادلة بالشكل التالي

$$q = 10^X (g-a)^b$$

g	g^a	q	Log q	Log (g-a)
g_1		q_1		
g_2		q_2		
g_3		q_3		
⋮		⋮		
g_n		q_n		



٤) طريقة $A\sqrt{D}$

هذه الطريقة مشتقة اصلاً من معادلة مانينج

$$q = A C \sqrt{RS}$$

حيث أن :

q = التصريف (m^3/sec)

A = مساحة مقطع المجرى (m^2)

C = ثابت معامل الخشونة

S = الميل

R = نصف قطر الهيدروليكي (m)

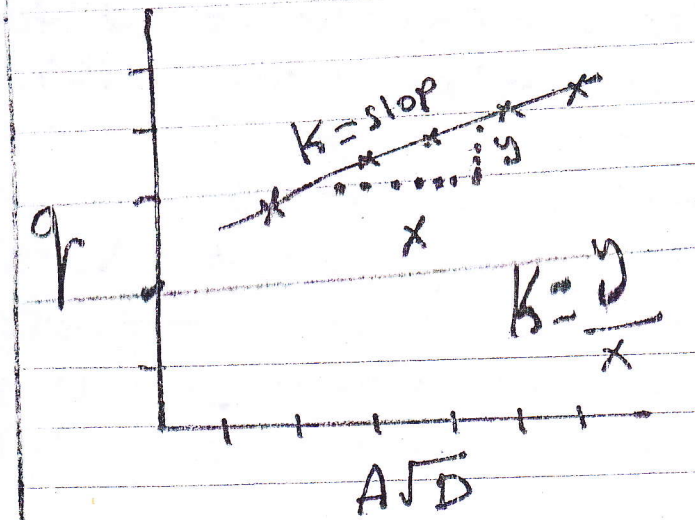
$$\therefore K = C\sqrt{S}$$

$$q = AK\sqrt{R}$$

$R \simeq D$ ← معدل للعمق

$$q = KA\sqrt{D}$$

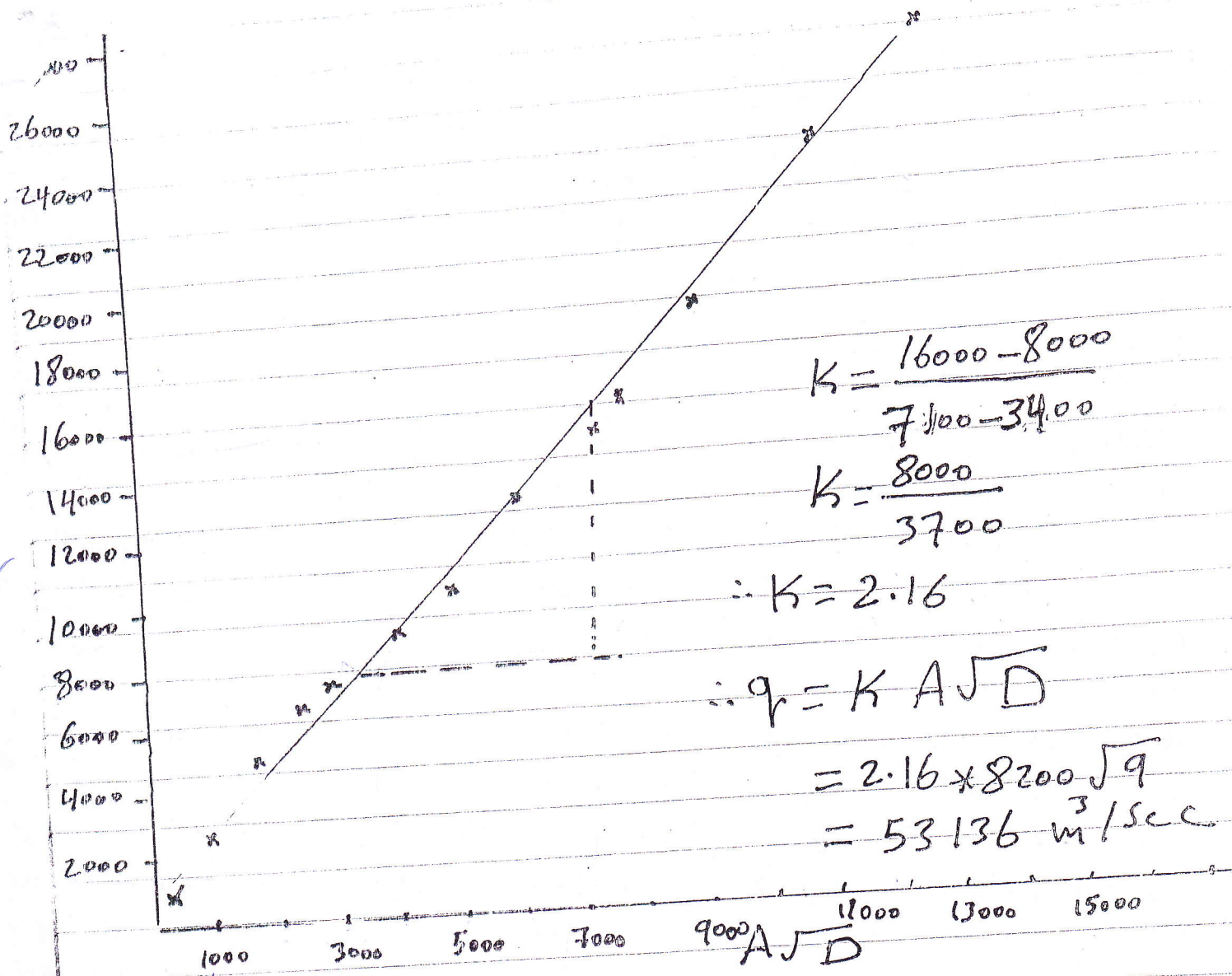
q	A	D	$A\sqrt{D}$
q_1	A_1	D_1	$A_1\sqrt{D_1}$
q_2	A_2	D_2	$A_2\sqrt{D_2}$
q_3	A_3	D_3	
⋮	⋮	⋮	⋮
q_n	A_n	D_n	$A_n\sqrt{D_n}$



من رسم علاقة بيانية بين q و $A\sqrt{D}$ الحظ لما نحصل منها على خط مستقيم حيث يمثل الخط المستقيم معامل ثابت (K) وبذلك التصريف لأي قيمة لـ D تتطابق أنه تتقرع قيم (q) تثبت على الشكل وهكذا لعدة نقاط تتطابق أنه غير مختلف عاير بين (q و q).

مثال: عند أخذ القراءات الآتية للمناسيب والتصاريف المنظرة لها عند محطة قياس اساسية ١٠ كم منذ العبارة المطلوب رسم منحنى تصريف النهر (rating curve) وتوجد فيه تصريف النهر اذا كان المنسوب (14.5m) بالعلاقة التالية $Q = a(A\sqrt{D})$ اذا علمت ان $(a = 0.28\ m)$

	الأول			الثاني		
المنسوب g (m)	المساحة A (m^2)	العمق المتوسط D (m)	التصريف Q m^3/sec	$\log(g-a)$	$\log Q$	$A\sqrt{D}$
1.72	263	1.5	1020	0.158	3.0	322
2.5	674	1.8	2700	0.346	3.43	904
3.47	1200	2.1	4900	0.5	3.69	1738
4.02	1530	2.8	6600	0.573	3.82	2627
4.26	1790	3.2	7700	0.6	3.886	3202
5.03	2150	3.9	9450	0.65	3.975	4245
5.61	2350	4.6	10700	0.726	4.03	5104
5.98	2910	4.9	13100	0.756	4.12	6441
6.7	3280	5.2	15100	0.867	4.179	7479
6.83	3420	5.4	16100	0.816	4.2	7947
7.8	3960	5.7	19000	0.876	4.278	9454
8.75	4520	6.0	24100	0.928	4.38	11806
9.9	5250	6.5	27300	0.95	4.43	13384
14.5	8200	9.0	?	0.983		



$$K = \frac{16000 - 8000}{7400 - 3400}$$

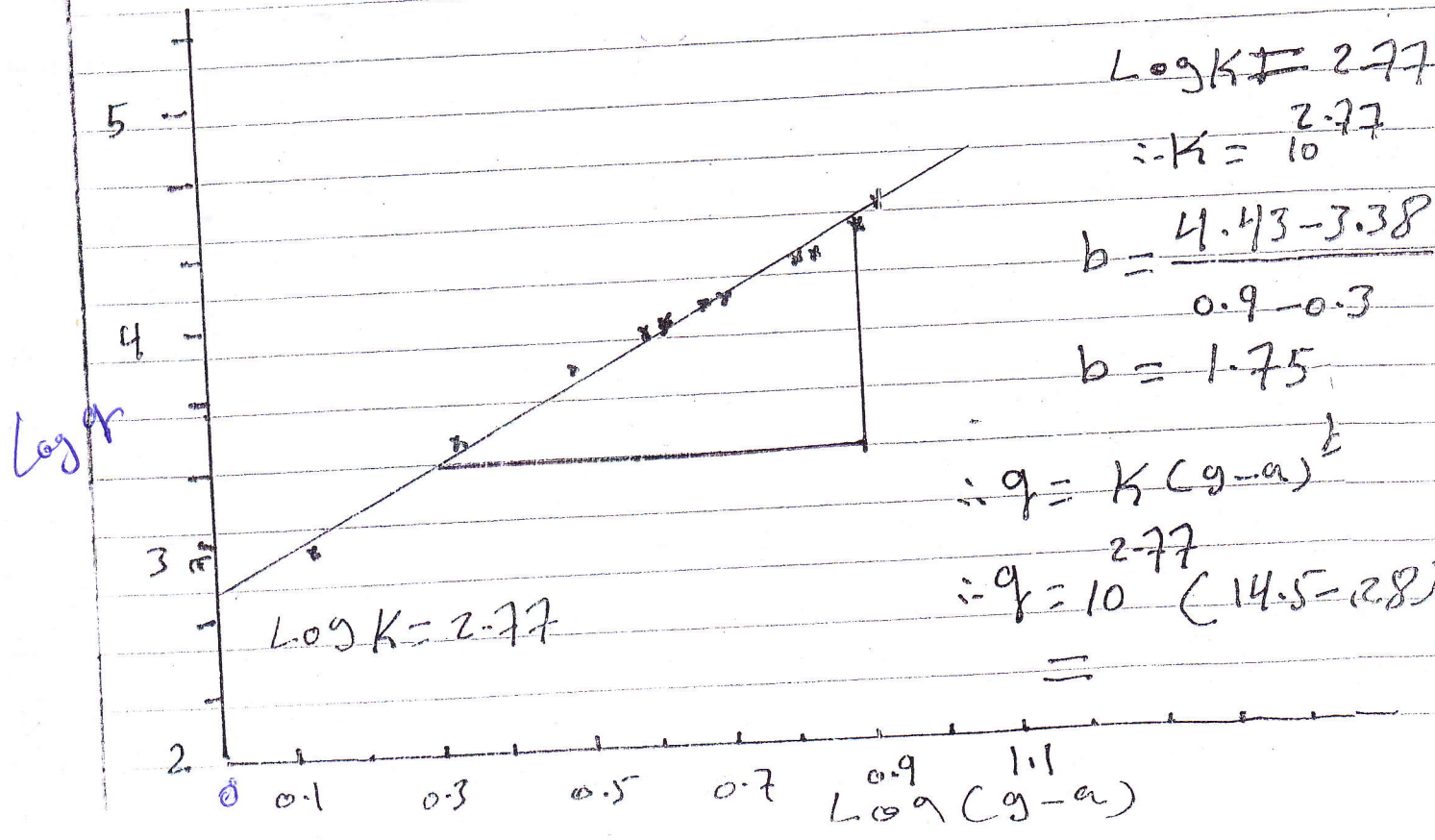
$$K = \frac{8000}{3700}$$

$$\therefore K = 2.16$$

$$\therefore q = K A\sqrt{D}$$

$$= 2.16 \times 8200\sqrt{9}$$

$$= 53136 \ m^3/sec$$



$$Log K = 2.77$$

$$\therefore K = 10^{2.77}$$

$$b = \frac{4.43 - 3.38}{0.9 - 0.3}$$

$$b = 1.75$$

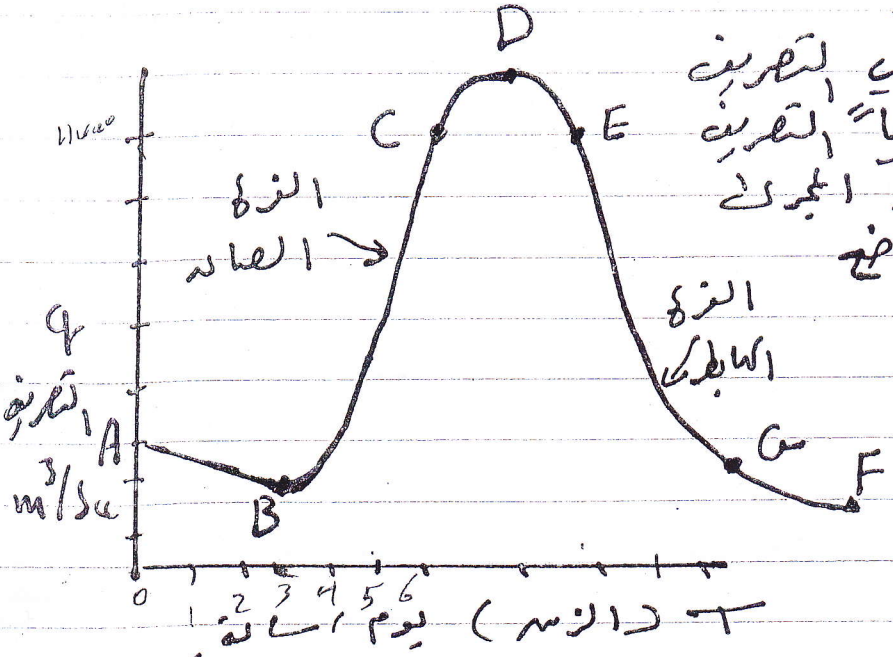
$$\therefore q = K(q - a)^{b}$$

$$\therefore q = 10^{2.77}(14.5 - 2.8)$$

$$=$$

تحليل المنحنى الزمني للتصريف

الشكل التالي يوضح منحنى التصريف لمجرى مصرف ما الذي يوضح بيانيا التصريف المار عند محطة ما على امتداد المجرى وتغيرها مع الزمن. المنحنى موضح بالشكل هو منحنى نموذجي ناتج عن تساقط الامطار لفترة محددة متكاملة على حوض المجرى ويمكن تقسيم المنحنى الى الاجزاء التالية:



منحنى بياني مائي (هيدروكراف)

أ) الجزء (AB) وما قبله يمثل الايراد الغير المباشر (baseflow) الى المجرى قبل وصول الايراد المباشر ما سمي حوض التساقط ونقطة القياس ويوضح انخفاض تدريجي في التصريف نظراً لتناقص مخزون المياه الجوفية المصدر الرئيسي للايراد الغير المباشر.

ب) الذروة الصاعدة (Rising limb)

وهو الموضح بالشكل بالجزء (BC) ويتوقف شكله اساساً على شدة الامطار المتساقطة، ويمثل هذا الجزء من المنحنى انه يرتفع بسبب دخول في بداية فترة سقوط الامطار وتزيد درجة ارتفاعه عند نهاية تلك الفترة.

ج) قمة الذروة (Crest Segment)

وهو الموضح على الشكل بالجزء (CE) في خلال هذه الفترة نقطة (D) تمثل ذروة الفيضان وهي توضح تاريخ نهاية سقوط الامطار.

د) الذروة الهابطة (Falling limb)

أو منحنى الانحسار (Recession Curve) وهو الموضح على الشكل بجزء المنحنى (EG) ويعتقد على هذا الجزء من المنحنى انه لا يتأثر بالمنحنى السابق للمنحنى يعني دخول المياه بعده قليل كمية التساقط قليلة أما اذا كانت التساقط كثيرة، معظم المياه تدخل تحت سطح التربة فيأخذ المنحنى شكل آخر والجريان يأخذ وقت اطول للوصول الى المخرج.

(البند (F & R) وما يتبعه وتمثل الإيراد الغير المباشر ما بين نهاية حوض التساقط ونقطة القياس.

يتأثر شكل منحنى التصريف العادي للإيراد لمجرى معين بعوامل متعددة وهي:

* شكل ومساحة الحوض الذي تتساقط عليه الأمطار
* نسيج سطح الأمطار
* توزيع الأمطار المتساقطة على الحوض
* مقدرة الحوض على تخزين المياه

منحنى التصريف القياسي Unit Hydrograph

يعرف منحنى التصريف القياسي بأنه منحنى تصريف عادي ينتج لفترة تساقط محددة على حوض مجرى وبتوزيع معين والناتج من تساقط الأمطار بحيث تتطلب كمية المياه المتساقطة إيراداً مباشراً يغطي مساحة الحوض بعمق مقداره (1 سم) ويستنتج منحنى التصريف القياسي لحوض مجرى معين من منحنى التصريف العادي لفترة تساقط أمطار محددة على هذا الحوض.

أن استعمال المبدأ الذي ينص على تعيين منحنى التصريف العادي الناجم عن أية عاصفة مطرية على ذلك الحوض مهما كانت كبيرة وصولها ويمكن استعمال هذه الطريقة في حالة وجود سجلات الأمطار والتصاريف التي تقطع.

فصل مخنى التصريف (الهيدروكراف)

نظراً لاختلاف خصائص التصريف المباشر والتصريف الجوفي فمن المتعارف عليه تقسيم الهيدروكراف الى جزئيين الجزء الناتج عن التصريف المباشر والجزء الناتج عن التصريف الجوفي أو التصريف الاساسي وذلك تسهيلاً للعمليات الحسابية وتدعى هذه العملية بتجزئة أو تحليل الهيدروكراف ولتجزئة الفصل نتبع الخطوات التالية :

أولاً : حالة مخنى التصريف البسيط Simple hydrograph

هو الناتج عن سقوط الامطار لفترة متصلة على حوض الجريان حيث تتوقف فترة الذروة واحدة لما في هذه الحالة نجري عملية الفصل كما هو موضح في الخطوات التالية :

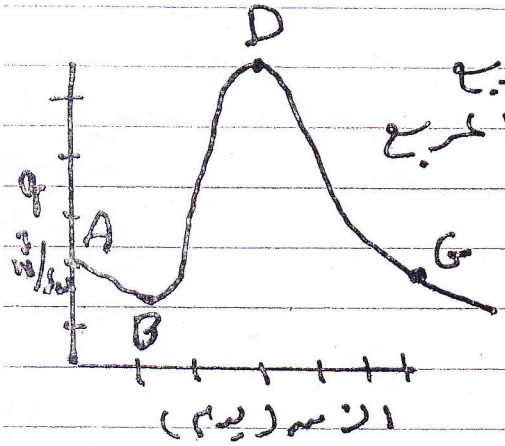
١- يحدد تاريخ انتهاء الجريان المباشر للمجرى بنقطة (G) على الشرط التالي بالتي تقع بعد الذروة نقطة (D) لعدد من الايام مقدارها (N) يحسب حسابه من المعادلة التالية :

$$N = (Am)^{0.2} = 0.8(Ak)^{0.2}$$

حيث أن :

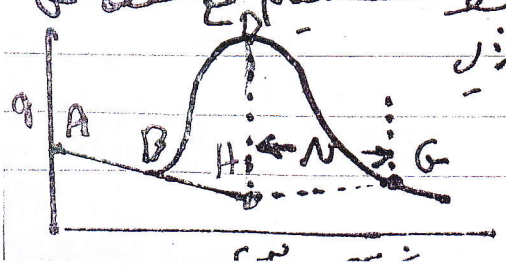
Am = مساحة حوض المجرى بوحدات الميل المربع

Ak = مساحة حوض المجرى بوحدات الكيلومتر المربع

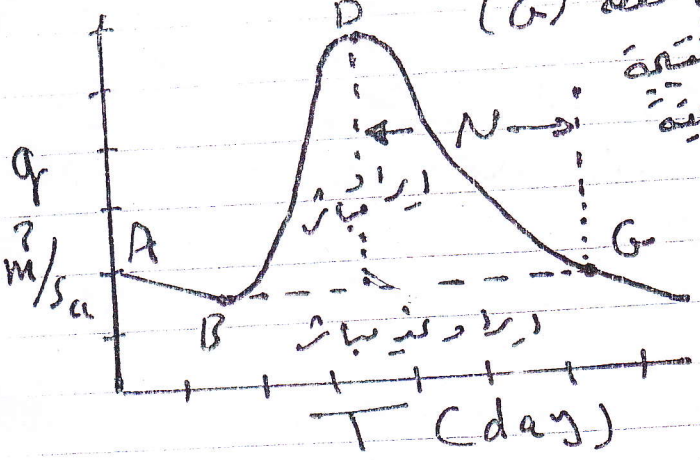


٢) توجد طريقة طرق مختلفة يمكن اختيار احدها لاجراء عملية الفصل وهي :

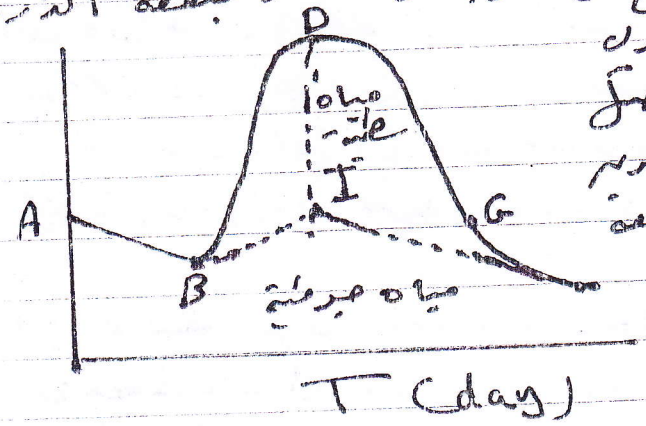
أ) يمثل الخط (AB) الذي يمثل الجريان الحادث قبل فترة سقوط الامطار مباشرة حيث يتقاطع مع الخط الرأسي المار بنقطة الذروة (D) في نقطة (H) ثم نوصل نقطة (H) بخط مستقيم مع نقطة (G) وبذلك يمكن تقسيم المخنى الى الجزء العلوي الذي يمثل الجريان المباشر والجزء السفلي يمثل الجريان الغير المباشر .



ب) طريقة الخط المستقيم: بإيصال خط مستقيم يصل نقطة B بـ
تمثل بداية البيع السطحي حيث أنها تمثل التغذية الماد
في حين البيع في تلك النقطة وبين نقطة (G)
نهاية البيع المباشر، ولاتختلف النتيجة
في هذه الطريقة كثيراً عن الطريقة السابقة



ج) طريقة الحاس: يعد حاس لتحديد الدفاع العائد للجريان الأرضي
الذي خلف نقطة (G) حتى يتقاطع مع الرأس المار بنقطة الذروة
في نقطة (I) ثم يرسم مخطط اختبار
بين نقطة B و I هذه الطريقة تفضل
في حالة وجود الدراد الجوفي عند مايكون
التربة المحيطة بالمجرى ذات نفاذية مرتفعة

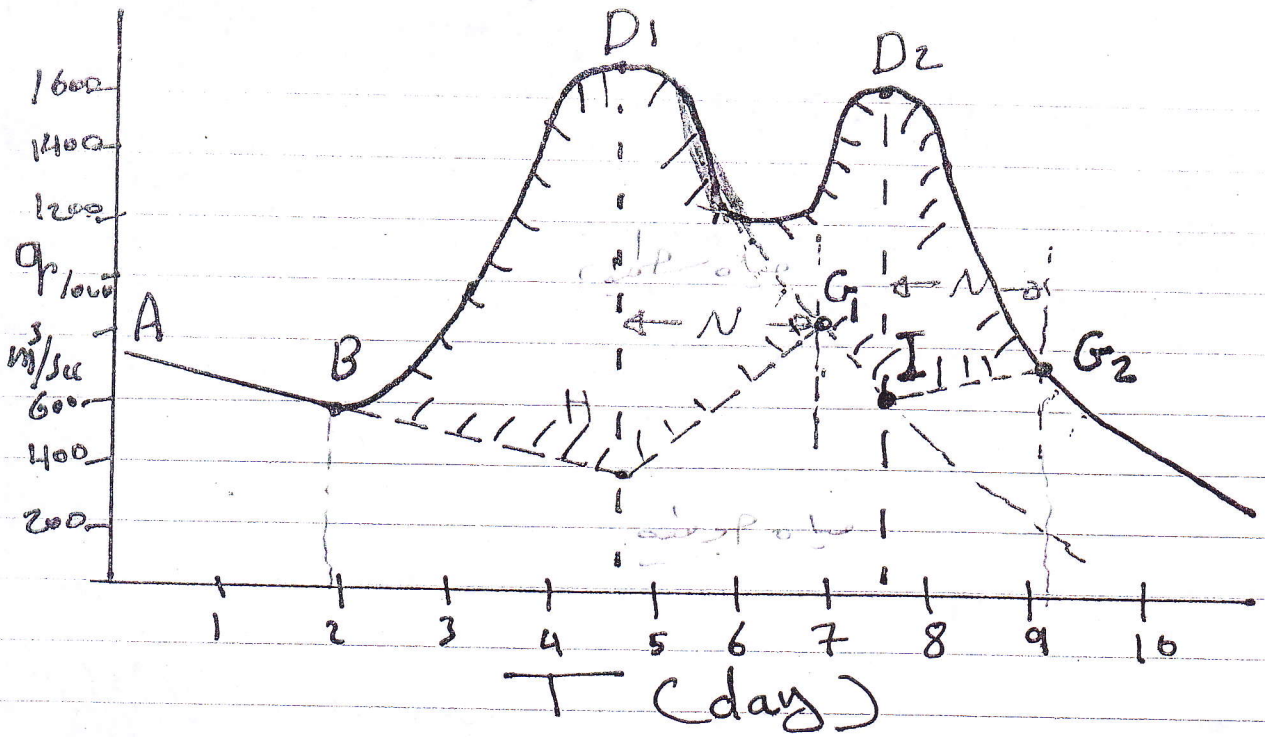


ثانياً: حالة مخطط التصريف المعقد أو المركب:

في حالة ما إذا التقاطعت الأمطار وتداخلت على مجرى معين أي
هطول الأمطار لفترة معينة ثم توقفت وسقطت مرة أخرى
بكميات مختلفة فإنه يصعب علينا تطبيق طريقة على المجرى
لهذا فيتم تجزئة السيلان الناجم عن كل ناضج على حدة
وذلك بتجزئة التصريف المباشر والتصريف الأساس.

تحديد عملية الفصل:

- عند الطرف الساقط للسيلان الأول بصورة تقريبية يجعل
مرادفاً للطرف الساقط للسيلان الثاني



١) عند منتصف الأمطار للتعريض الأساسي للسيد ركان الأول (AB) إلى حدة ذروة السيد ركان الأول (D_1) في نقطة (H) ثم عند نقطة (H) نخط مستقيم بحيث يتقاطع مع الطرف النازل للسيد ركان الأول بعد (N) من الأيام في نقطة (G_1)

٢) يتم رسم منتصف الأمطار لتعريض الأساسي للسيد ركان الثاني بأوصال النقطة الكائنة عند ذروة السيد ركان الثاني (D_2) على الطرف النازل المحدود للسيد ركان الأول في النقطة [I] ثم نرسل النقطة [I] نخط مستقيم بعد (N) من الأيام لل الطرف النازل للسيد ركان الثاني في النقطة (G_2).

٣) المساحة المظللة أدناه للسيد ركان الأول والثاني تمثل التعريض المباشر لكل منهما.

كيفية ايجاد مخرج التصريف لحوض U.H

١- فصل السيدركراف بالطريقة المذكورة أي فصل الايراد المباشر D.R.O عن ايراد القاعدة Base flow

٢- يحسب الحجم الكلي للايراد المباشر D.R.O بواسطة المجموع الكلي لتصريف الايراد المباشر D.R.O

٣) يحسب العمق بواسطة قاعدة حوض السنز $d = \frac{V}{A}$

٤) تقسم جميع احداثيات D.R.O عندما تكون (d) أكبر أو أصغر من واحد

٥) عندما يراد ايجاد هيدروكراف التصريف فانه يتم استخدام (U.H) المشتقة من الهيدروكراف السابق بحيث يضرب السمك العمقي الجديد من الامطار (قاعدة d_2) في كل احداثيات (U.H) فيكون الناتج يمثل الايراد المباشر

q_r	B.F	D.R.O	D.R.O/d
100	20	80	80/d
200	30	170	170/d
⋮	⋮	⋮	⋮

٦) الهيدروكراف = الايراد المباشر + احداثيات (U.H) * d_2

$$= B.F + U.H * d_2$$

وهذا يمثل كل الهيدروكراف الكلي.

مثال: مجرى مائي مساحة حوضه ($6250\ Km^2$) سجلت القياسات الموضحة بالجدول التالي. المطلوب حساب التصرف المباشر للمجرى خلال هذه الفترة ثم فصل التصرف بطريقة (BHG) ثم حساب العمق المكافئ للجريان السطحي

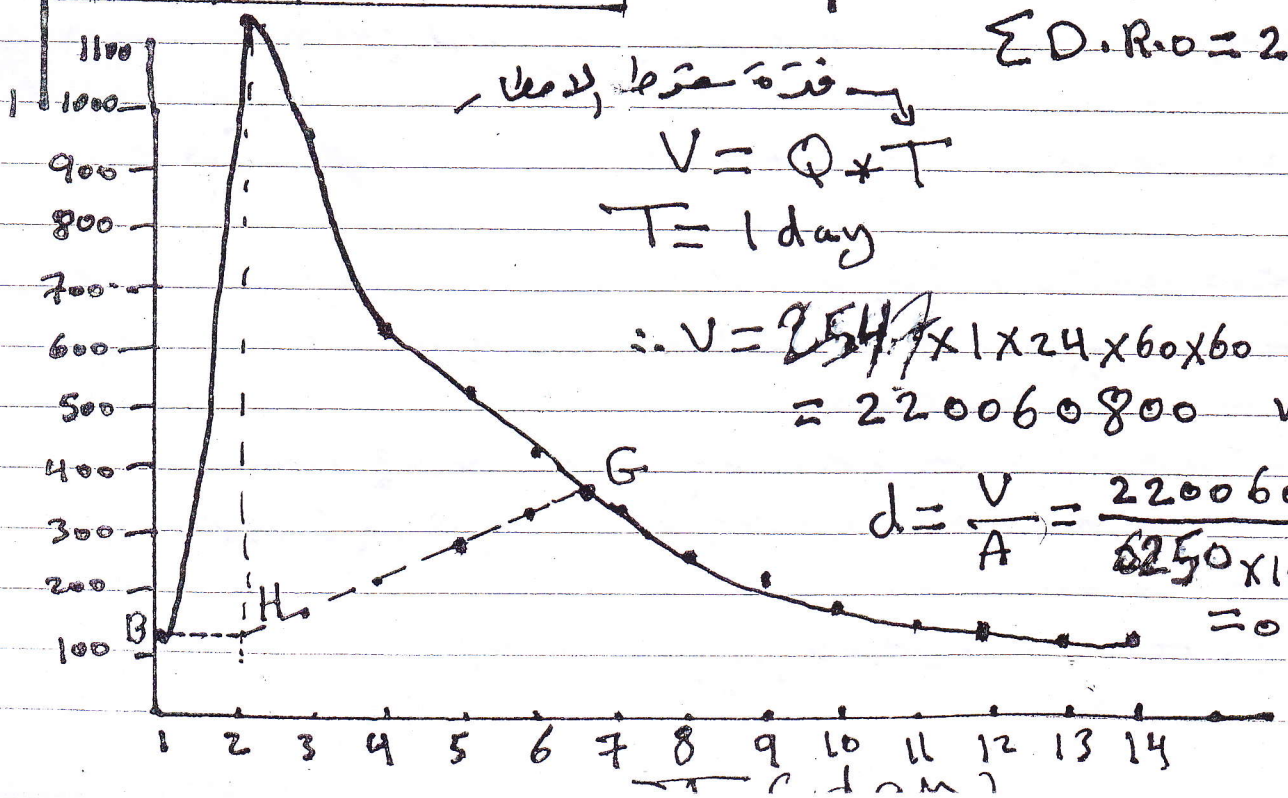
Time (day)	Flow (m^3/sec)
1	122
2	1137
3	950
4	627
5	531
6	429
7	347
8	285
9	223
10	185
11	161
12	149
13	140
14	132

$$N = 0.8(6250)^{0.2}$$

$$= 4.6 \text{ day}$$

Q	B.F	D.R.O	D.R.O/dt
122	122	0	0
1137	122	1015	1015/10
950	170	780	780/10
627	215	412	412/10
531	285	246	246/10
429	335	94	94/10
380	380	0	0

$$\Sigma D.R.O = 2547\ m^3/sec$$



$$V = Q \times T$$

$$T = 1 \text{ day}$$

$$\therefore V = 2547 \times 1 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 220060800\ m^3$$

$$d = \frac{V}{A} = \frac{220060800}{6250 \times 1000 \times 1000}$$

$$= 0.1\ m$$

$$= 10\ cm$$

الرسوبيات / انواعها / طرق قياسها / السيطرة عليها

الرسوبيات: هي عملية ترسيب المواد المحمولة بالماء، المواد عادة تكون مختلطة اعتباريا تفرز وتعزل الجسيمات العالقة خلال العملية حيث الحجم والجسيمات الخشنة تترسب سريعة قريبة نسبياً بينما الجزيئات الناعمة تستغرق وقت اطول. وتحدث الترسبات نتيجة عمليات التآكل والتعرية والنقل (الجرف) بواسطة المياه والرياح.

ويتطلب علم نقل الترسبات وأبعادها ملاءمتها لحل المشاكل المتعلقة بالمنشآت المتعلقة بخزن وتوزيع المياه وتحديد العمق المفقد للخزانات والسدود وكذلك المشاكل المتعلقة بتصميم قنوات الري وتهذيب الدلتا وتحسين الملاحة وتصميم أنظمة إزالة الطمار.

التعرية: هي عبارة عن عملية فصل أو عزل ونقل مواد التربة بواسطة عوامل التآكل، وهي عبارة عن عملية ميكانيكية بعضومها الماء التي يمكن أن تحدث بتأثير هبوب أو تدفق الماء أو الثلج أو الرياح أو تصادم الأمطار الساقطة. فعملية التعرية أذا هي العملية التي بواسطتها تفصل دقائق التربة عن سطح التربة، أما عملية النقل فهي عملية حركة دقائق التربة المنفصلة الى موقع أو مكان آخر أما عملية الترسيب فهي عملية اسقاط دقائق هذه التربة الى موقع جديد.

انواع الترسبات:

1- المواد الرسوبية العالقة: وتتألف من الجزيئات التي تحملها المياه وتبقيها دون أن تمس قعر المجرى لفترة أو الجدول لمدة طويلة وتعرف ذلك بالحمل العالق (Suspended Load).

2- المواد الرسوبية القعرية: وتتألف من المواد التي تتدحرج أو تنزلق على قعر المجرى أغلب الوقت وتعرف ذلك بالحمل القعري أو حمل القاع (Bed Load)

3- الحمل المتراقص: وهي حالة وسطية تقع بين الحدين الأنفين الذكر وتتكون من الجزيئات العالقة التي تتلف على نفسها والتي تتراقص على قعر المجرى.

طرق قياس الترسبات :

١- قياس الحمل الهالك :

يستخدم جهاز الباتومتر لقياس الحمل الهالك في الاشجار والكبائل ويتألف من قناني زجاجية تحتوي على جهازات مدببة ومربوطة بخرطوم (نابض) مربوط بسلك يسحب عند الحاجة من الصمغ المطلوب من الشجار فيفتح الجهاز وتمتلئ القناني بخروج الشجار الكدر ثم يترك النابض فتغلق القناني بالجهازات وبعادة توضع القناني داخل قفص معلق ويتم انزاله الى الصمغ المطلوب لأخذ النماذج بواسطة سلك متين من الداخل وبواسطة زافعة ويتم أخذ النماذج الى المختبر لاجراء عملية الترشيح والتجفيف والوزن حيث يرشح النموذج بواسطة ورق ترشيح لعزل المواد الرسوبية ثم يتم تجفيف الراسب بالفرن ويوزن النموذج بعد التجفيف ويتم حساب التركيز من المعادلة التالية

$$\text{التركيز} = \frac{\text{وزن الراسب المجفف}}{\text{وزن نموذج الشجار الكدر (شجار + ماء + اضافات)}} \times 1000000$$

= عدد الاجزاء بالمليون جزء من الشجار الكدر

يتم تقطيع جذع الشجر وتحدد نقاط أخذ النماذج لكل قطاع ويجري إيجاد المساحات الثانوية ومعدلات تركيز الطمي لكل منها وبذلك يتم حساب معدل تركيز الطمي للمقطع بذلك المنسوب والتقديرات الرسوبي وأجراء المزيد من القياسات خلال فصلين متباينة لقياس حساب الوارد والسنوي لكميات الطمي .

٢- قياس الحمل القعري (حمل القاع)

من الصعوبة بمكان أجراء قياس الحمل القعري بشكل دقيق ومن الطرق التقريبية عمل حفرة في قعر المجرى لتجميع المواد الرسوبية بداخلها فيتم حساب الكمية المترسبة خلال فترة زمنية معينة . وفي حالة كون الحمل القعري متكون من جزيئات كبيرة فمن الأمكان استخدام مصيدة لجمع الحمل القعري وتتألف

المصيدة من دخول فاكهة متكونة من صفيحة معدنية وجوانبها من قماش سلكي وأحد طرفيها مفتوح لدخول المواد الرسوبية وتوضع عادة في قعر الجرف. بذلك يتم فياض المواد الترسيبية داخل المصيدة وخلال فترة زمنية معلومة وبعدها عن الجرف يتم سحب المحل الرسوبي الكلي.

السيطرة على الترسبات:

لقد كان مرياب المياه السطحية من أحواض التغذية جريانها ضعيفاً في الغالب خليط بأمكانه ذلك النزع من الجريانات المائية أنقراض جزيئات التربة المتماسكة مع بعضها البعض ضمن الكتلة الترابية غير أنه بأمكان الجريانات الضعيفة انقراض جزيئات التربة المتفككة والجزيئات العضوية المتساقطة نتيجة العوامل الرملية ما يساعد على عملية التآكل. ويعتقد أن الترسبات في حوض التغذية على: ١- نزع التربة ٢- الطفر ٣- الطفار النباتي ٤- شدة حدار الأمطار ٥- رحالة التربة قبل هطول القراصون الحارية.

لذا نظراً لأهمية زهم ساقط الأمطار بالنسبة لإحداث التآكل فأن الغطاء النباتي يعتبر واحداً من أهم الإجراءات الممكن اتخاذها لتقليل التآكل بسبب ما يوفره على تماسك جزيئات التربة وتكوينه حاجزاً بين الأمطار الساقطة وأرض حوض التغذية مما يقلل الطاقة الحركية لتلك الأمطار واستهلاكه لمعظمها وأبطائه حركة جريانها بعيد سقوطها على أرض التغذية.

أن الخرائط الكنتورية في الجبال وعلى المدرجات على سفوحها وفي ذلك من الإجراءات التي تقلل سرعة جريان السطحي للمياه في أحواض التغذية وتقلل أخطار الطريقة التي يسلكها المياه أثناء جريانها تعتبر من الأعمال المهمة لضبط التآكل في أحواض التغذية. ومن الإجراءات الأخرى المتبعة للمحافظة على الغطاء النباتي في أحواض التغذية عدم تربية الماشية وعدم السماح بقطع أشجار الغابات وتنظيم الرعي بعدم التركيز على مساحات معينة من حوض التغذية.

الفيضانات : أسبابها ، أضرارها ، فترة عودتها

الفيضان : عبارة عن ارتفاع منسوب النهر بصورة غير اعتيادية بحيث يطغى النهر على ضفتيه ويغرق المنطقة المجاورة وكلاهما معروف فأنه الأضرار التي يتسببها الفيضان من خسارة في الأرواح والممتلكات فضلاً عن تأثير الحركة الاقتصادية واضحة للجميع.

عند القيام بأنشاء منشأ على أحد الأنهار أو الوديان يتوجب تصميم المنشأ على أساس التصريف الأعظم المحتمل حدوثه في الموقع المنشئ للعمر المتوقع لذلك المنشأ ومن الأمثلة على ذلك تصميم الخزانات وتعيين سعة المسيل وتصاميم الجسور والسدود المعتمدة على جانبي النهر للوقاية من الفيضانات ومشاريع صرف مياه الأمطار في المدن والبرابخ والسيفونات ومعادل الري والبزل والعاملان الرئيسيان أخذهما بنظر الاعتبار عند التصميم هما عامل السلامة والاقتصاد في النفقات.

العوامل المسببة للفيضانات الاستثنائية :-

١- هطول كميات من الأمطار وبصورة خاصة الثلوج وتراكمها على شكل أقام مناطق التغذية خلال الأشهر السابقة لأذار ونيسان.

٢- تزامن الظروف الجوية الملائمة للأسراع بمعدل ذوبان الثلوج في مناطق التغذية خلال أشهر آذار ونيسان ومايسي كأرتفاع درجات الحرارة وشدة سرعة الرياح ودرجات الرطوبة النسبية العالية وتساقط الأمطار الغزيرة على الثلوج والتي تزيد من معدل ذوبانها.

٣- أمتلاء مرفق الخزن لمناسيب عالية نسبياً بسبب الموجات الصغيرة والمعتدلة في بداية موسم الفيضان ولحد قبيل الموجة الرئيسية

٤- حدوث فيضانات روافد النهر في نفس وقت حدوث الفيضان في النهر الرئيسي واحتمال توافق وصول ذروتها الى الملتقى في نفس وقت وصول ذروة فيضان النهر الرئيسي.

٥- سقوط أمطار شاملة أثناء تقدم موجة الفيضان وجريان الوديان الكثيفة الى المياه الأمطار والسريعة الجريان والتي تصب مياهها في النهر الرئيسي.

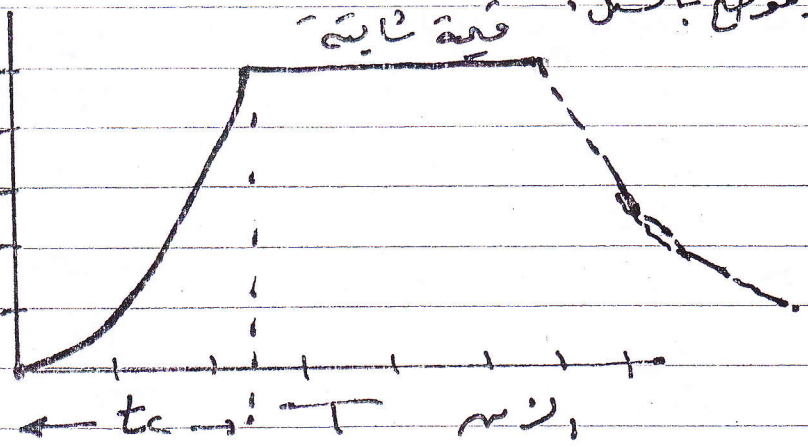
طرق تخمين الفيضان :

١- طريقة العامل الاختباري :

تعتمد هذه الطريقة على سجلات التصاريف الماضية خلال موقع منشأ المشروع أو في موقع قريب منه والذي سيتم إنشاؤه في تلك المنطقة وذلك بإختيار أعلى تصريف لفيضانه خلال سنوات التسجيل ويضرب في معامل اختباري يزيد على الواحد وذلك للوصول الى الفيضانه الاستثنائي الذي على اساسه سيتم تصميم أجزاء المنشأ. وتتراوح قيمة العامل بين (1.2 - 3) ويتم انتقاء قيمة العامل اعتماداً على عدد سنوات تسجيل تصاريف الفيضانات فكلما كانت السجلات لفترات طويلة كانت النتائج المترتبة على أختيار المنشأ أقل خطورة باختيار قيمة لرقم قليل.

٢- الطريقة العقلانية :

بأفتراض سقوط الامطار بشدة منتظمة ولفترة استمرار طويلة على حوض ما فأنه معدل البيع يزداد تدريجياً من صفر الى قيمة ثابتة وكما موضح بالشكل.



يزداد البيع بأستمرار وصول التصريف من المناطق البعيدة من الجانبية الى المنفذ (outlet).

وأذا رمزنا الى الفترة التي تصل فيها قطرة الماء من ابعد جزء من الجانبية الى المنفذ بالرمز (t_c) فأن البيع يصبح ثابتاً أخذ قيمة الذروة.

ويعبر عن البيع بالمعادلة التالية

$$Q_p = C\,i\,A$$

حيث أن:

C = معامل التبع

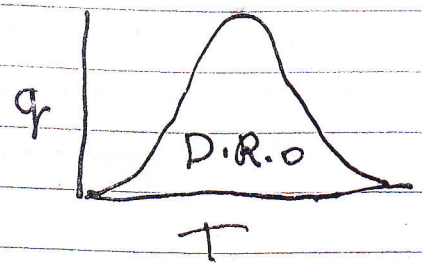
A = حالة الجاذبية

r = سرعة الحفر

تؤخذ هذه المعادلة عندما تصل سرعة الانطلاق إلى حالة الاستقرار أي أن تصريف المنفث يصل إلى حالة ثابتة من الناحية الاعتيادية. يمكن استخدام هذه المعادلة في إيجاد التصريف وليس في التصميم لأنه يمكن استخدامها إذا ما كان التصريف إلى فتحة ثابتة وكذلك سرعة الانطلاق مستقرة ولفترة طويلة. علماً أن أنه يجب أن يصل إلى وقت التكيف (t_c).

٢) طريقة الهيدروكران للقياس:

يمكن استخدام تقنية الهيدروكران القياس التي سيتم شرحها للتنبؤ بهيدروكران الفيضانات إذا كانت خصائص الحوض المستجيبة للفيضانات وخصائص الارتشاح أضيفت إلى الهيدروكران القياسي متوفرة. وللأغراض التصميمية فإن هيدروكران الحفر المقصود تستخدم لغرض الحصول على هيدروكران الزيادة الحفرية للفيضانات.



٤- الطرق الإحصائية:

هي كثيرة جداً وتعتمد على التوقعات والفرضيات ويجب أن تستند الفرضية على أساس جميع يتم البحث من البداية عن احتمال حدوث نفس التصريف لفترة تكرار أطول. أن يتم الفيضانات السنوية القصوى في منطقة الحاجة تعد من السنين الحوالي وتشكل سلسلة من البيانات الهيدرولوجية يطلق عليها مصطلح السلسلة السنوية وتعرف فترة العودة أو التكرار بأنها الفترة الزمنية بالسنين بين حدوث فيضان بحجم معين أو حدث فيضان مماثل له أو أكبر منه.

حيث استخدام السلسلة السنوية يرتب البيانات تنازلياً من

حسب الاحتمالية لكل حالة تأتي أرتفاع الخطأ، سوف نأخذ طريقة تعيين الواقع ونعبر عن فترة العودة أو التكرار بالمعادلة التالية:

$$tp = \frac{N+1}{m}$$

حيث أن

tp = فترة التكرار بالسنين

N = عدد حدود السلسلة (عدد سنوات خلال فترة التسجيل)

m = عدد أكبر لحد الفيضانات المنتخبة من السلسلة

فإذا كان لفيضان ما فترة تكرار حقيقية وهي (tp) من السنين فإن احتمال حدوث فيضان معين له أن أكثر منه يأتي سنوياً:

$$P = \frac{1}{tp}$$

واحتمال عدم حدوث فيضان معين له أن أكبر منه لسنة واحدة:

$$(1-p)$$

واستناداً الى مبادئ نظرية الاحتمال فإن احتمال حدوث فيضان واحد على الأقل معادلاً له أو أكبر من فيضان فترة التكرار (tp) في أي سلسلة ذات عدد حدود (N) يعبر عنه بالمعادلة التالية:

$$J = 1-(1-p)^N$$

ك) الجدول التالي يوضح أعلى التصاريف التي حدثت على مجرى النهر منذ سنة 1950 ولغاية سنة 2010. ما هي فترة التكرار أو العودة لفيضان الذي حدث سنة 1981 وما احتمالية حدوث هذا الفيضان أو أكبر منه واحتمالية عدم حدوثه وأحتمالية حدوثه مرة واحدة على الأقل أو أكبر منه

السنة	التصريف m^3/sec	ترتيب السنين	التصريف m^3/sec
1950	4500	1-	7200
1951	3400	2-	6700
1952	4750	3-	5950
1954	3100	4-	5700
⋮		5-	5500
1980	6700	6-	4750
1981	5700	⋮	⋮
1990	7200	⋮	⋮
1991	3800	⋮	⋮
⋮			
2010	5950	61	

عدد حدث السلسلة 61 وتمثل بقيمة N أي أنه :

$$\therefore N = 61$$

تمثل القيمة الأعلى الذي حدث سنة 1981 هو (4) ويمثل قيمة m أي أنه :

$$m = 4$$

قدرة تكرار الحدث $tp = \frac{N+1}{m} = \frac{61+1}{4} = \frac{62}{4} = 15.5 \text{ year}$

أحتمال حدوث هذه الفيضانة أو أكبر منه خلال 15.5 سنة $P = \frac{1}{tp} = \frac{1}{15.5} = 0.065 \times 100 = 6.5\%$

أحتمال لا يحدث هذا الفيضان $1 - P = 1 - 0.065 = 0.935 \times 100 = 93.5\%$

احتمال حدوث فيضانة واحدة على الأقل $J = 1 - (1-P)^N = 1 - (1-0.065)^{61}$

$$J = 98\%$$

اجراءات السيطرة على الفيضانات :

يحدث الفيضان عندما يرتفع منسوب النهر ويفيض جانبي النهر ويغمر الماء سهل الفيضان الذي تبنى عليه المدن والقرى والمصانع والمدن الواقعة في السهل التي تشكل جزءاً من حوض النهر الحرمن لأخطار الفيضانات .

طرق ضبط الفيضان :

أنه حماية المستلكات وضياع الأرواح يجب أن يتسبب في إنشاء حمايات واسعة من الأراضي المنخفضة المجاورة على جانبي النهر بسبب الفيضانات فيمكن تحقيق حدث تقليل الفيضان أما بواسطة انشاء مشاريع واعمال الوقاية من الفيضانات أو اتخاذ اجراءات أقل لتجنب كوارثه .

ويمكن أحد أنواع ما يلي ضمن مشاريع أعمال الوقاية :

1) الأعمال التي تهدف بصورة رئيسية للحماية من الأنهار كالسداد الترابية الضخمة على جانبي النهر والقناطر .

2) الأعمال التي تهدف الى تقليل ذروة الفيضان كالخزانات .

3) الأعمال التي تهدف الى تقليل مناسيب الفيضانات كتحسين مجاري الأنهار وتعديل الانحناءات في تلك المجاري

4) الأعمال التي تهدف الى إتقان الحفر في ضفاف النهر كأعمال تهذيب النهر مثل السدود المجرية .

السداد الترابية Embankments

انه أكثر انواع طرق الوقاية من الفيضان شيوعاً وأقدمها هو انشاء السداد الترابية الضخمة على ضفاف الأنهار وتنشأ السداد الترابية من الدبة المتوفرة محلياً ويجب بذل عناية في تعيين خط السداد وفي تصميم ارتفاعها ومقاطعها كما يجب بذل عناية في انشائها وأهم مشكلة للسداد الترابية هي صيانتها والمحافظة عليها وحمايتها خلال الفيضانات حيث يتطلب الأمر أتقان فن المحافظة على السداد فقد أتقان وهجوم تيارات الفيضان عليها وهو ما يقرن بمكافحة الفيضان ومن الحكمة ان السداد الترابية لا تصمم لتحمل آثار الفيضانات .

الخزن الاحتجازي Dentention Storage :

وهو حجز جزء كبير من مياه الفيضانات في منخفضات طبيعية واسعة تستخدم كأحواض احتجازية وتعاد تلك المياه ثانية الى النهر عند هبوط المناسيب فيه وزوال خطر الفيضان

أذا أمكن خزن الفيضان تنحصر في خزن جزء من مياه الفيضان بصورة مؤقتة فيكون حجم الخزن الكلي المتوفر

في الخزانة بحيث تطلق المياه عند فتح الخزانة بمعدلات وضغوط مأمونة.

وبعد انحسار الفيضانة تطلق تلك المياه بصورة تدريجية وبسيطة لطرق تقليل تصاريف الذروة في النهر فتح الخزانة ويراعى بالإمكان إنشاء الخزانات لغرض ضبط الفيضانة فقط إن جعل ذلك من جملة الأغراض المفيدة التي يقوم بها السد كالخزن لأغراض الري وتوليد الطاقة الكهربائية ونحو ذلك في الخزانة في هذه الحالة يستعد الأغراض. ولما كانة ضبط الفيضانة فقط غير مجدية من الناحية الاقتصادية على العموم فأنه من المتعارف عليه جعلها واحداً من الأغراض التي ينشأ من أجلها الخزانة وفي مثل هذه الخزانات بالإمكان تخصيص الحجم المعين لأغراض ضبط الفيضانة بصورة منفصلة دائمة وعدم ملائمة للأغراض الأخرى على مدار السنة أي حتى بعد زوال خطر الفيضانة أو تخصيص ذلك الحجم المعين لأغراض ضبط الفيضانة من مركز الفيضانة من كل سنة فقط.

تكوين السد :

كقيق انخفاض ملحوظ في مناسيب السد لتحسين استيفاء السد برفع الحواجز والعقبات من مجرى السد وتعميق ورفع الجزء من عراه وتعديل الانحدارات الحادة وتدابير كاسر الأمواج يمكنه أنه كاسر ذات أثر كبير في استيفاء السد وارتفاع سرعة جريان الماء فيه وبالتالي تخفيض مناسيبه.

تهذيب السد :

يجب أن يجرى جنباً إلى جنب مع عمليات السداد المتابعة على جانبي السد أضافة لما تقدم فأنه تهذيب السد يوازيه التزهير الجيري والتكسيات الحجرية تعتبر طرق عملية لتثبيت أي جزء من ضفاف السد عرض للعوامل الجوية.