جامعة الملك سعود
كلية الآداب
مركز البحوث
« ٢٥ »

بعض طرق قياس
المتغيرات في أحواض التصريف

الدكتور محمد عبدالله الصالح
الأستاذ المساعد بقسم الجغرافيا
كلية الاداب - جامعة الملك سعود
بالرياض

دراسة علمية محكمة
الرياض ١٤١٢هـ /١٩٩٢م

بعض طرق قياس
المتغيرات في أحواض التصريف

الدكتور محمد عبدالله الصالح
الاستاذ المساعد بقسم الجغرافيا
كلية الاداب - جامعة الملك سعود
بالرياض

١٤١٢هـ/١٩٩٢م

كلمة شكر

أتقدم بالشكر الجزيل إلى مركز البحوث بكلية الآداب على موافقته على نشر هذه الدراسة كما أتقدم بالشكر لكل من ساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في إخراج هذا الكتاب، وأخص بالذكر الدكتور يحيى محمد شيخ أبوالخير والدكتور عبدالله أحمد سعد الطاهر لما بذلاه من جهد كبير في مراجعة الكتاب قبل طبعه، ولما أبدياه من ملاحظات واقتراحات علمية قيمة.

كما يسرني أن أدون شكري وتقديري للأستاذ نايف الروسان الذي قام بتحبير وتظليل جميع الأشكال في هذا الكتاب وللأستاذ صلاح الدين سليمان تركي الذي قام بتصوير وانتاج هذه الأشكال، ويسعدني أيضا أن أتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ محمد عبدالعليم يونس على تفضله بالكتابة على الأشكال.

المحتويات

الصفحة

الموضـــــوع

مقدمة ٥

الفصل الأول: طرق تقدير متوسط كمية الأمطار في أحواض التصريف ٦

- طريقة المتوسط الحسابي ٦
- طريقة ثيسين ٨
- طريقة خطوط تساوي المطر ١١

الفصل الثاني: طرق تقدير البخر نتح ١٥

- طريقة ثورنثويت ١٥
- طريقة تورك ٢٠
- طريقة كاندراشيخار وناجانا ٢٢

الفصل الثالث: طرق تقدير الترشيح (التسرب) ٢٣

- طريقة مؤشر ∅ للترشيح ٢٤
- طريقة جهاز قياس الترشيح ٢٧

الفصل الرابع: طرق تقدير الجريان السطحي ٢٩

- طريقة ماننج ٣١
- طريقة مقياس التيار ٣٤
- طريقة العائمات ٣٨
- طريقة حساب تكرارية التصريف ٤٠

الموضـــــوع	الصفحة

الفصل الخامس: طرق تقدير رطوبة التربة وحساب الميزانية

المائية ٤٣

- طريقة تقدير رطوبة التربة ٤٣

- طريقة حساب الميزانية المائية ٤٦

الفصل السادس: طرق تقدير حمولة النهر ٥٣

- طرق تقدير الحمولة الذائبة ٥٣

- طريقة التبخر ٥٣

- طريقة قياس درجة التوصيل الكهربائي.. ٥٦

- طريقة تقدير الحمولة العالقة ٥٩

- طريقة تقدير حمولة القاع ٦٤

الفصل السابع: طرق قياس حجم وشكل الحبيبات ٦٦

- طرق قياس حجم الحبيبات ٦٦

- طريقة قياس المحاور ٦٦

- طريقة المناخل ٦٩

- طرق قياس شكل الحبيبات ٦٩

- طريقة زنج ٧٠

- طريقة سنيد - فولك ٧١

- طريقة باور ٧٢

- طريقة رايتنهاوس ٧٢

الموضـــــوع	الصفحة

الفصل الثامن: طرق قياس المتغيرات المورفومترية ٧٥
- طريقة قياس مساحة حوض التصريف ٧٥
- طريقة قياس محيط حوض التصريف ٧٦
- طرق ترتيب المجارى ٧٦
- طريقة ستريلر ٧٦
- طريقة جريجوري - وولنج ٧٦
- طريقة قياس طول المجرى ٧٨
- طريقة حساب كثافة التصريف ٧٨
- طريقة حساب تكرارية المجاري ٧٨
- طريقة حساب نسبة التشعب ٧٨
- طريقة حساب شكل الحوض ٧٩
الخاتمة ٨٢
المراجع ٨٣

مقدمة

تمثل الجغرافيا التطبيقية أحد المحاور الرئيسية في الجغرافيا وخصوصا ما يتعلق منها بأثر البيئة الطبيعية على الأنشطة البشرية. ولذلك فإن الدراسات التطبيقية تعد مطلبا أساسيا من بين مايطلب من طلاب الجغرافيا في مرحلة الدراسات الجامعية، إلا أن انجاز مثل هذه الدراسات أمر فيه صعوبة على كثير من الطلاب نتيجة لضعف خلفيتهم عن طرق جمع وتحليل المعلومات. ولهذا السبب فإن الكتب الارشادية التي تحتوي على شرح مبسط لطرق جمع وتحليل المعلومات تنال قدرا كبيرا من وقت وجهد الجغرافيين من أجل تسهيل هذه المهمة على الطالب. لكن ما نشر باللغة العربية في هذا المجال قليل جدا الأمر الذي يجعل طلابنا لا يزالون يعانون من هذه المشكلة.

ومما تجدر الاشارة إليه أن الدراسات التطبيقية في أحواض التصريف أضحت مجال اهتمام الكثير من الجغرافيين ذلك لأن فهم العمليات وأشكال سطح الأرض في أحواض التصريف يمكن الانسان من تنمية وتخطيط البيئة التي يعيش بها والمحافظة عليها. لكن النماذج التي تستخدم في الدراسات التطبيقية لأحواض التصريف مبعثرة في كثير من الكتب وخصوصا الهيدرولوجية والهندسية منها والمكتوبة بلغات أجنبية. وإيمانا بأهمية الكتب الارشادية لطلاب الجغرافيا في مرحلة البكالوريوس فإن الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو جمع الطرق الأساسية سهلة التطبيق لقياس وحساب المتغيرات الرئيسية في أحواض التصريف وتقديم خطوات تطبيقها.

الفصل الأول

طرق تقدير متوسط كمية الأمطار في أحواض التصريف

تقاس كمية الأمطار بأجهزة خاصة تسمى Rain Gauges بعضها يسجل آليا وبعضها لايسجل بل يحتاج إلى من يسجل كمية الأمطار الساقطة فيه ثم يفرغه يوميا. وتتولى الحكومات نصب هذه الأجهزة في مختلف مناطقها لتسجيل كمية الأمطار الساقطة عليها، لذا فإن معلومات الأمطار تتوفر لدى المؤسسات الحكومية المسؤولة عن قياس الأمطار فيها، فمثلا في المملكة العربية السعودية تتوفر معلومات الأمطار والمعلومات المناخية الأخرى لدى وزارة الزراعة والمياه وكذلك لدى مصلحة الارصاد وحماية البيئة لمختلف مناطق المملكة.

ومن معلومات الأمطار في المحطات يمكن حساب متوسط كمية الأمطار في أحواض التصريف وذلك بطريقة المتوسط الحسابي أو طريقة ثيسين أو طريقة خطوط تساوي المطر (Chow et.al., 1988).

طريقة المتوسط الحسابي Arithmetic Average Method

تعتبر هذه الطريقة أسهل وأسرع الطرق لحساب متوسط كمية الأمطار في منطقة ما، لكن استخدامها يعطي نتائج جيدة فقط في المناطق المنبسطة التي تتوزع بها محطات قياس الأمطار توزيعا متجانسا وتكون كمية المطر في كل محطة قريبة إلى حد ما من المتوسط العام. ولحساب متوسط الأمطار بهذه الطريقة تجمع كمية الأمطار الساقطة في محطات قياس الأمطار بالحوض ثم تقسم على عدد المحطات أو كما في المعادلة التالية:

$$Pav = \frac{P1+P2+ p3+.....}{n}$$

حيث أن:

Pav = متوسط كمية الأمطار في الحوض

P1, P2, P3 = كميات الأمطار في محطات القياس في الحوض

n = عدد محطات قياس الأمطار في الحوض

مثال:

من الشكل رقم ١ أحسب متوسط كمية الأمطار في الحوض مستخدما طريقة المتوسط الحسابي.

الحل:

متوسط كمية الأمطار في الحوض =

$$\frac{٥٠٠ + ٤٥٠ + ٣٠٠ + ١٩٠ + ١٤٥ + ٦٥}{٦} = \frac{١٦٥٠}{٦} = ٢٧٥\text{مم}$$

تمرين:

من الشكل رقم ٢ أحسب متوسط كمية الأمطار في الحوض مستخدما طريقة المتوسط الحسابي.

طريقة ثيسين Thiessen Method

تعطي هذه الطريقة نتائج جيدة إذا كانت محطة قياس الأمطار تمثل المنطقة المحيطة بها بدرجة كبيرة. ولتطبيق هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- ترسم خريطة للحوض تبين مواقع محطات القياس.

٢- توصيل المحطات المتجاورة بخطوط مستقيمة.

٣- تقام أعمدة من منتصفات الخطوط الموصلة بين المحطات وبذلك تتكون أشكال متعددة الاضلاع يوضح كل واحد منها حدود منطقة التأثير لكل محطة قياس.

٤- تحسب مساحة منطقة التأثير لكل محطة قياس وذلك باستخدام جهاز البلانيميتر أو بطريقة المربعات.

٥- تضرب مساحة منطقة التأثير في كمية الأمطار التي سجلت بمحطتها.

٦- تحسب مساحة الحوض بكامله وهي مجموع مساحات مناطق التأثير للمحطات.

٧- للحصول على متوسط كمية المطر في الحوض تجمع نواتج الضرب في مختلف مناطق حوض التصريف وتقسم على المساحة الكلية أو كما في المعادلة التالية:

$$Pav = \frac{(Al^* p1) + (A2^*p2) + (A3^* p3) + ...}{A1 + A2 + A3 + ...}$$

حيث أن:

Pav = متوسط كمية الأمطار في الحوض

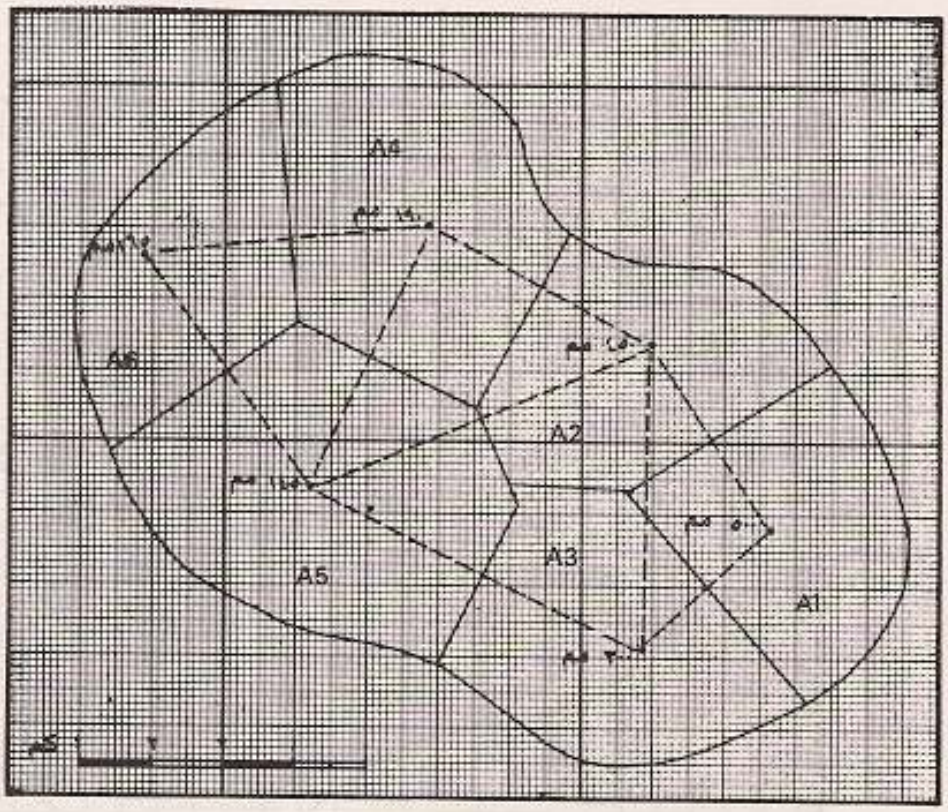
P1, P2, P3 = كميات الأمطار في محطات القياس في الحوض

A1, A2, A3 = مساحات مناطق التأثير لمحطات القياس

مثال :

من الشكل رقم ١ ، احسب متوسط كمية الأمطار في الحوض مستخدما طريقة ثيسين .

شكل (١) مواقع محطات الأمطار وكميات المياه التي سجلتها في حوض التصريف



الحل :

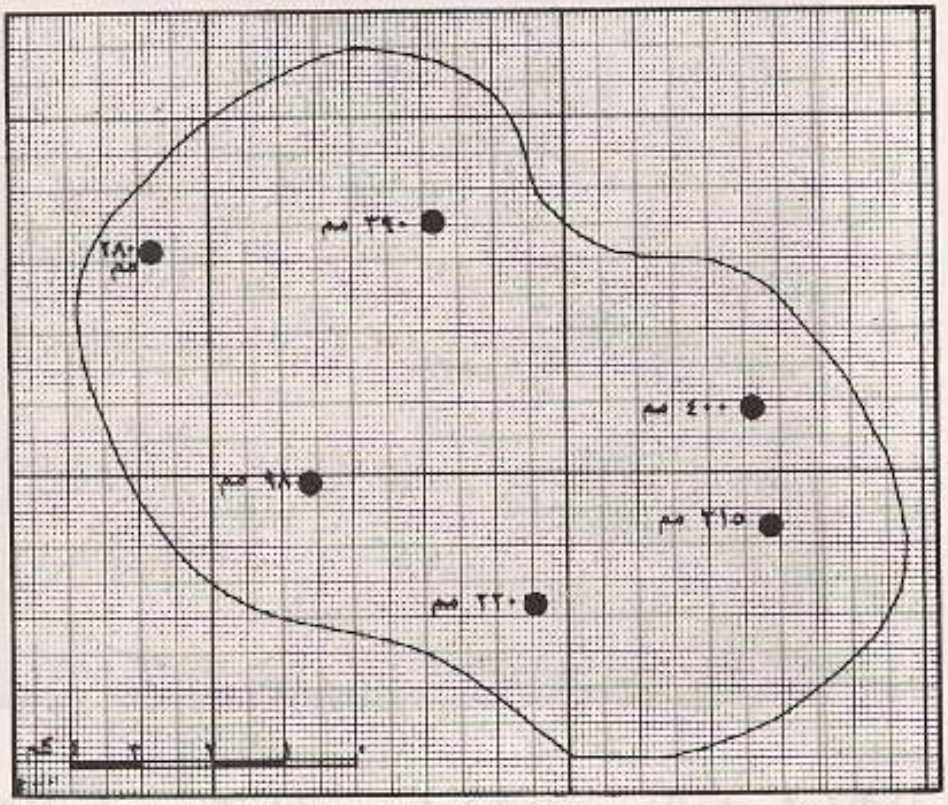
المنطقة الثانوية	المساحة (كم^2)	كمية الأمطار في المحطة (مم)	ناتج ضرب كمية الأمطار في المساحة
A1	١٠ر٢٦	٥٠٠	٥١٣٠
A2	١٠ر٨٠	٤٥٠	٤٨٦٠
A3	١٢ر٣٧	٣٠٠	٣٧١١
A4	١٣ر٩١	١٩٠	٢٦٤٢ر٩٠
A5	١٦ر٩٧	١٤٥	٢٤٦٠ر٦٥
A6	٩ر٧٧	٦٥	٦٣٥ر٠٥
المجموع	٧٤ر٠٨		١٩٤٣٩ر٦٠

متوسط كمية الأمطار في الحوض = ١٩٤٣٩ر٦ ÷ ٧٤ر٠٨ = ٢٦٢ر٤١ مم

تمرين :

من الشكل رقم ٢ ، احسب متوسط كمية الأمطار في الحوض مستخدما طريقة ثيسين .

شكل (٢) مواقع محطات الأمطار وكميات المياه التي سجلتها في حوض التصريف



طريقة خطوط تساوي المطر Isohyetal Method

تعتبر هذه الطريقة من أدق الطرق لحساب متوسط كمية الأمطار في أحواض التصريف وذلك لأن طريقة ثيسين مبنية على افتراض أن محطة قياس الأمطار تمثل المنطقة المحيطة بها بدرجة كبيرة لكن هذا الشرط لايتوفر دائما وخصوصا في المناطق التي تتعرض لأمطار تضاريسية أو تصاعدية. ولتطبيق هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- ترسم خريطة للحوض والمناطق المحيطة به.

٢- ترسم على الخريطة خطوط تساوي المطر وذلك باستخدام معلومات الأمطار التي سجلت في محطات الحوض وفي المحطات المحيطة به وبذلك تتشكل مناطق الحوض الثانوية والتي تقع كل واحدة منها بين خطي تساوي مطر.

٣- تقاس مساحات مناطق الحوض الثانوية.

٤- يحسب متوسط كمية الأمطار في جميع مناطق الحوض الثانوية وذلك بجمع قيمتي خطي تساوي المطر التي تحد كل منطقة ثانوية ثم قسمتها على اثنين.

٥- تضرب مساحات المناطق الثانوية في متوسطات كميات الأمطار بها.

٦- تجمع نواتج الضرب في مناطق الحوض الثانوية وتقسم على المساحة الكلية للحوض للحصول على متوسط كمية الأمطار في الحوض أو كما في المعادلة التالية:

$$Pav = \frac{A1\,(P1 + P2) + A2\,(P2+P3) + ...}{2(A1 + A2 + ...)}$$

حيث أن:

Pav = متوسط كمية الأمطار في الحوض

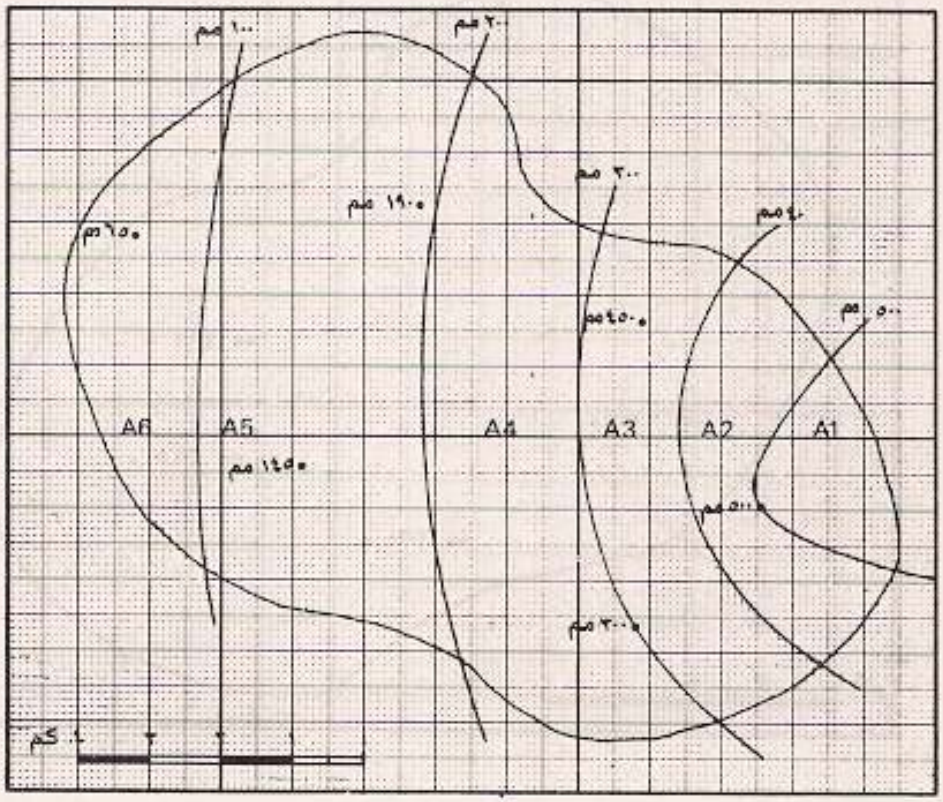
P1, P2, P3 = قيم خطوط تساوي المطر التي تحد المناطق الثانوية

A1, A2, A3 = مساحات مناطق الحوض الثانوية

مثال :

من الشكل رقم ٣ ، احسب متوسط كمية الأمطار في الحوض مستخدما طريقة خطوط تساوي المطر .

شكل (٣) مواقع محطات الأمطار وكميات المياه التي سجلتها في حوض التصريف



الحل :

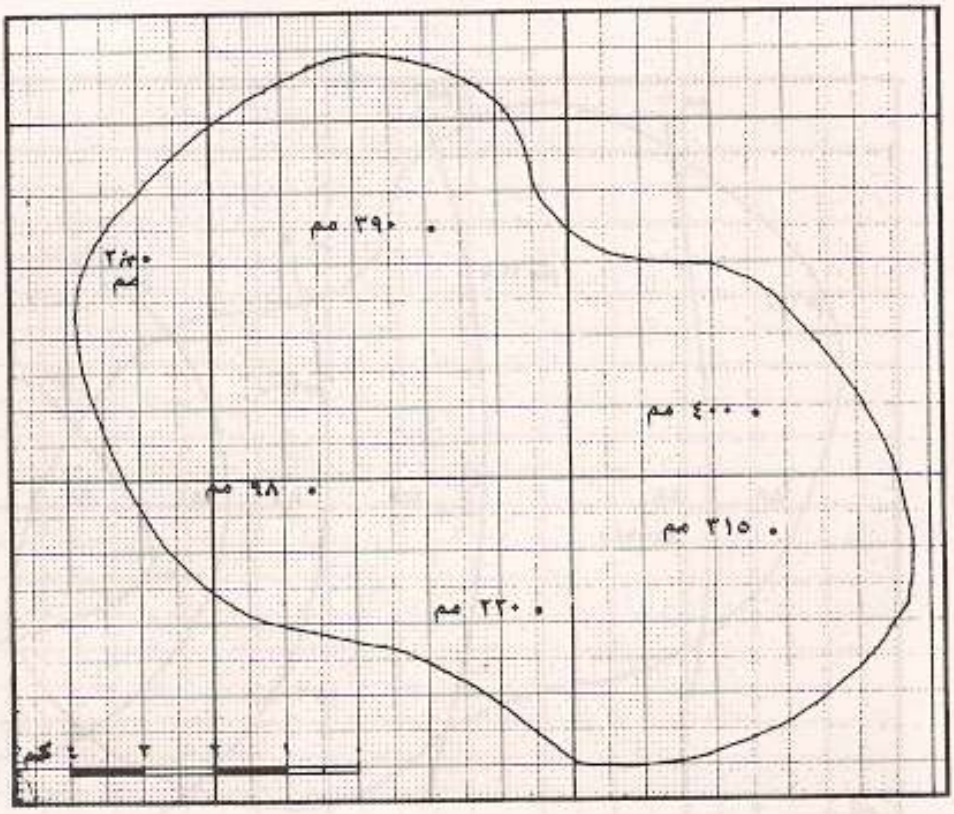
المنطقة الثانوية	المساحة (كم٢)	متوسط كمية الأمطار في المنطقة الثانوية (مم)	ناتج ضرب متوسط كمية الأمطار في المساحة
A1	٣٫٥٧	٥٥٠	١٩٦٣٫٥
A2	٧٫٤١	٤٥٠	٣٣٣٤٫٥
A3	١٠٫٥٦	٣٥٠	٣٦٩٦
A4	١٨٫٦٣	٢٥٠	٤٦٥٧٫٥
A5	٢٤٫٩٦	١٥٠	٣٧٤٤
A6	٨٫٩٥	٥٠	٤٤٧٫٥
المجموع	٧٤٫٠٨		١٧٨٤٣

متوسط كمية الأمطار في الحوض = ١٧٨٤٣ ÷ ٧٤٫٠٨ = ٢٤٠٫٨٦ مم

تمرين :

من الشكل رقم ٤ ، احسب متوسط كمية الأمطار في الحوض مستخدما طريقة خطوط تساوي المطر.

شكل (٤) مواقع محطات الأمطار وكميات المياه التي سجلتها في حوض التصريف



الفصل الثاني

طرق تقدير البخر نتح

التبخر هو العملية التي يتحول بها الماء السائل إلى غاز سواء من المسطحات المائية المكشوفة أو من التربة أو من على النباتات وغيرها، أما النتح فهي العملية التي يتحول بها الماء إلى غاز عن طريق النباتات حيث أن معظم المياه التي تمتصها النباتات تفقد على شكل نتح، ان عمليتي التبخر والنتح مجتمعتان تسمى بعملية البخر نتح Evapotranspiration ، وينقسم البخر نتح إلى قسمين هما البخر نتح الكامن والذي يعرف بأنه الحد الأعلى لفقدان المياه بهذه العملية لو توفر الماء أما النوع الثاني فيطلق عليه البخر نتح الفعلي وهو مايفقد فعلا من المياه بفعل عملية البخر نتح. ولقد قدم العديد من الطرق لتقديرهما من أسهلها وأكثرها استخداما الطرق التالية:

طريقة ثورنثويت Thornthwaite Method

قدم ثورنثويت طريقة سهلة لكنها تقريبية لتقدير البخر نتح الكامن الشهري مبنية على معدلات الحرارة، ولذلك فإنها شائعة الاستخدام خاصة في المناطق الرطبة، ويعبر عنها رياضيا بالمعادلة التالية (Withers and Vipond,1980):

$$PE = 16\ N\ (10\ T/I)^{a}$$

حيث أن:

PE = البخر نتح الكامن الشهري بالمليمتر

N = معامل التعديل حسب ساعات النهار (جدول رقم ١)

T = معدل الحرارة الشهري بالدرجات المئوية

I = المعامل الحراري السنوي وهو مجموع المعامل الحراري الشهري (i)

i = المعامل الحراري الشهري ويحسب من المعادلة التالية:

$$i = (T/5)^{1.514}$$

a = تحسب كما يلي:

$$a = (6.75 * 0.0000001 * (I)^3) - (7.71 * 0.00001 * (I)^2) + (1.792 * 0.01 * I) + 0.49239$$

ولتطبيق معادلة ثورنثويت تتبع الخطوات التالية:

١- ينظر في الجدول رقم ١ وتستخرج قيمة معامل التعديل حسب الشهر والموقع.

٢- يحسب المعامل الحراري الشهري لجميع الأشهر.

٣- تجمع قيم المعامل الحراري الشهري لجميع شهور السنة وذلك للحصول على قيمة المعامل الحراري السنوي.

٤- تحسب قيمة a.

٥- يعوض في المعادلة ويحسب البخر نتح الكامن الشهري.

جدول (١) قيم معامل التعديل لمعادلة ثورنثويت حسب الشهر والموقع

دوائر العرض شمالا	شهور السنة											
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٠	١,٠٤	٠,٩٤	١,٠٤	١,٠١	١,٠٤	١,٠١	١,٠٤	١,٠٤	١,٠١	١,٠٤	١,٠١	١,٠٤
٥	١,٠٢	٠,٩٣	١,٠٣	١,٠٢	١,٠٦	١,٠٣	١,٠٦	١,٠٥	١,٠١	١,٠٣	٠,٩٩	١,٠٢
١٠	١,٠٠	٠,٩١	١,٠٣	١,٠٣	١,٠٨	١,٠٦	١,٠٨	١,٠٧	١,٠٢	١,٠٢	٠,٩٨	٠,٩٩
١٥	٠,٩٧	٠,٩١	١,٠٣	١,٠٤	١,١١	١,٠٨	١,١٢	١,٠٨	١,٠٢	١,٠١	٠,٩٥	٠,٩٧
٢٠	٠,٩٥	٠,٩٠	١,٠٣	١,٠٥	١,١٢	١,١١	١,١٤	١,١١	١,٠٢	١,٠٠	٠,٩٣	٠,٩٤
٢٥	٠,٩٣	٠,٨٩	١,٠٣	١,٠٦	١,١٥	١,١٤	١,١٧	١,١٢	١,٠٢	٠,٩٩	٠,٩١	٠,٩١
٢٦	٠,٩٢	٠,٨٨	١,٠٣	١,٠٦	١,١٥	١,١٥	١,١٧	١,١٣	١,٠٢	٠,٩٩	٠,٩١	٠,٩١
٢٧	٠,٩٢	٠,٨٨	١,٠٣	١,٠٧	١,١٦	١,١٥	١,١٨	١,١٣	١,٠٢	٠,٩٩	٠,٩٠	٠,٩٠
٢٨	٠,٩١	٠,٨٨	١,٠٣	١,٠٧	١,١٦	١,١٦	١,١٨	١,١٣	١,٠٢	٠,٩٨	٠,٩٠	٠,٩٠
٢٩	٠,٩١	٠,٨٧	١,٠٣	١,٠٧	١,١٧	١,١٦	١,١٩	١,١٣	١,٠٣	٠,٩٨	٠,٩٠	٠,٨٩
٣٠	٠,٩٠	٠,٨٧	١,٠٣	١,٠٨	١,١٨	١,١٧	١,٢٠	١,١٤	١,٠٣	٠,٩٨	٠,٨٩	٠,٨٨
٣١	٠,٩٠	٠,٨٧	١,٠٣	١,٠٨	١,١٨	١,١٨	١,٢٠	١,١٤	١,٠٣	٠,٩٨	٠,٨٩	٠,٨٨
٣٢	٠,٨٩	٠,٨٦	١,٠٣	١,٠٨	١,١٩	١,١٩	١,٢١	١,١٥	١,٠٣	٠,٩٨	٠,٨٨	٠,٨٧
٣٣	٠,٨٨	٠,٨٦	١,٠٣	١,٠٩	١,٢٠	١,١٩	١,٢٢	١,١٥	١,٠٣	٠,٩٧	٠,٨٨	٠,٨٦
٣٤	٠,٨٨	٠,٨٥	١,٠٣	١,٠٩	١,٢٠	١,٢٠	١,٢٢	١,١٦	١,٠٣	٠,٩٧	٠,٨٧	٠,٨٦
٣٥	٠,٨٧	٠,٨٥	١,٠٣	١,٠٩	١,٢١	١,٢١	١,٢٣	١,١٦	١,٠٣	٠,٩٧	٠,٨٦	٠,٨٥
٣٦	٠,٨٧	٠,٨٥	١,٠٣	١,١٠	١,٢١	١,٢٢	١,٢٤	١,١٦	١,٠٣	٠,٩٧	٠,٨٦	٠,٨٤
٣٧	٠,٨٦	٠,٨٤	١,٠٣	١,١٠	١,٢٢	١,٢٣	١,٢٥	١,١٧	١,٠٣	٠,٩٧	٠,٨٥	٠,٨٣
٣٨	٠,٨٥	٠,٨٤	١,٠٣	١,١٠	١,٢٣	١,٢٤	١,٢٥	١,١٧	١,٠٤	٠,٩٦	٠,٨٤	٠,٨٣
٣٩	٠,٨٥	٠,٨٤	١,٠٣	١,١١	١,٢٣	١,٢٤	١,٢٦	١,١٨	١,٠٤	٠,٩٦	٠,٨٤	٠,٨٢
٤٠	٠,٨٤	٠,٨٣	١,٠٣	١,١١	١,٢٤	١,٢٥	١,٢٧	١,١٨	١,٠٤	٠,٩٦	٠,٨٣	٠,٨١
٤١	٠,٨٣	٠,٨٣	١,٠٣	١,١١	١,٢٥	١,٢٦	١,٢٧	١,١٩	١,٠٤	٠,٩٦	٠,٨٢	٠,٨٠
٤٢	٠,٨٢	٠,٨٣	١,٠٣	١,١٢	١,٢٦	١,٢٧	١,٢٨	١,١٩	١,٠٤	٠,٩٥	٠,٨٢	٠,٧٩
٤٣	٠,٨١	٠,٨٢	١,٠٢	١,١٢	١,٢٦	١,٢٨	١,٢٩	١,٢٠	١,٠٤	٠,٩٥	٠,٨١	٠,٧٧
٤٤	٠,٨١	٠,٨٢	١,٠٢	١,١٣	١,٢٧	١,٢٩	١,٣٠	١,٢٠	١,٠٤	٠,٩٥	٠,٨٠	٠,٧٦
٤٥	٠,٨٠	٠,٨١	١,٠٢	١,١٣	١,٢٨	١,٢٩	١,٣١	١,٢١	١,٠٤	٠,٩٤	٠,٧٩	٠,٧٥
٤٦	٠,٧٩	٠,٨١	١,٠٢	١,١٣	١,٢٩	١,٣١	١,٣٢	١,٢٢	١,٠٤	٠,٩٤	٠,٧٩	٠,٧٤
٤٧	٠,٧٧	٠,٨٠	١,٠٢	١,١٤	١,٣٠	١,٣٢	١,٣٣	١,٢٢	١,٠٤	٠,٩٣	٠,٧٨	٠,٧٣
٤٨	٠,٧٦	٠,٨٠	١,٠٢	١,١٤	١,٣١	١,٣٣	١,٣٤	١,٢٣	١,٠٥	٠,٩٣	٠,٧٧	٠,٧٢
٤٩	٠,٧٥	٠,٧٩	١,٠٢	١,١٤	١,٣٢	١,٣٤	١,٣٥	١,٢٤	١,٠٥	٠,٩٣	٠,٧٦	٠,٧١
٥٠	٠,٧٤	٠,٧٨	١,٠٢	١,١٥	١,٣٣	١,٣٦	١,٣٧	١,٢٥	١,٠٦	٠,٩٢	٠,٧٦	٠,٧٠

المصدر: Withers, B., and Vipond, S., (1980), p 83

مثال :

مستخدما معلومات الحرارة في الجدول رقم ٢، احسب البخرنتح الكامن لشهر يناير في مدينة الرياض الواقعة على دائرة عرض ٤٠ ٢٤° شمالا.

جدول (٢) متوسط درجات الحرارة الشهرية في مدينتي الرياض وابها لعام ١٩٨٦ م (بالدرجات المؤية)

الشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الرياض	١٣,٨	١٦,٦	٢١,٠	٢٤,٤	٣٢,٤	٣٤,٣	٣٦,٥	٣٦,٧	٣٢,٩	٢٨,٨	٢٠,٨	١٤,١
ابها	١٢,٣	١٤,٣	١٦,٤	١٦,٢	٢٠,٦	٢٢,٧	٢٢,٩	٢٢,٣	٢٠,٦	١٨,٠	١٥,٦	١٣,٢

المصدر: مصلحة الاحصاءات العامة؛ (١٩٨٦)، ص ٤٥.

الحل:

المعامل الحراري الشهري لشهر ١ = $(٥ + ١٣,٨)^{١,٥١٤}$ = ٤,٦٥١

المعامل الحراري الشهري لشهر ٢ = $(٥ + ١٦,٦)^{١,٥١٤}$ = ٦,١٥٢

المعامل الحراري الشهري لشهر ٣ = $(٥ + ٢١)^{١,٥١٤}$ = ٨,٧٨٢

المعامل الحراري الشهري لشهر ٤ = $(٥ + ٢٤,٤)^{١,٥١٤}$ = ١١,٠٢٢

المعامل الحراري الشهري لشهر ٥ = $(٥ + ٣٢,٤)^{١,٥١٤}$ = ١٦,٩٣٣

المعامل الحراري الشهري لشهر ٦ = $(٥ + ٣٤,٣)^{١,٥١٤}$ = ١٨,٤٥٨

المعامل الحراري الشهري لشهر ٧ = $(٥ + ٣٦,٥)^{١,٥١٤}$ = ٢٠,٢٨٠

المعامل الحراري الشهري لشهر ٨ = $(٥ + ٣٦,٧)^{١,٥١٤}$ = ٢٠,٤٤٩

المعامل الحراري الشهري لشهر ٩ = $(٥ + ٣٢,٩)^{١,٥١٤}$ = ١٧,٣٣٠

المعامل الحراري الشهري لشهر ١٠ = $(٥ + ٢٨,٨)^{١,٥١٤}$ = ١٤,١٦٧

المعامل الحراري الشهري لشهر ١١ = $(٥ + ٢٠,٨)^{١,٥١٤}$ = ٨,٦٥٦

المعامل الحراري الشهري لشهر ١٢ = $(٥ + ١٤,١)^{١,٥١٤}$ = ٤,٨٠٥

المعامل الحراري السنوي =
٤,٦٥١ + ٦,١٥٢ + ٨,٧٨٢ + ١١,٠٢٢ + ١٦,٩٣٣ + ١٨,٤٥٨ + ٢٠,٢٨٠ + ٢٠,٤٤٩ + ١٧,٣٣٠ + ١٤,١٦٧ + ٨,٦٥٦ + ٤,٨٠٥ = ١٥١,٦٨٥

$a = [٦,٧٥ \times ٠,٠٠٠٠٠٠١ \times (١٥١,٦٨٥)^{٣}] - [٧,٧١ \times ٠,٠٠٠٠١ \times (١٥١,٦٨٥)^{٢}] + [١,٧٩٢ \times ٠,٠١ \times ١٥١,٦٨٥] + ٠,٤٩٢ = ٣,٧٩٢$

قيمة معامل التعديل لشهر يناير = ٠,٩٣

البخرنتح في شهر يناير = $١٦ \times ٠,٩٣ \times (١٣٨ + ١٥١,٦٨٥)^{٣,٧٩٢}$ = ١٠,٤٠ مم

تمرين

مستخدما معلومات الحرارة في الجدول رقم ٢ ، أحسب البخر نتح الكامن لشهر يوليه في مدينة أبها الواقعة على دائرة عرض ٢٠ ـ ١٨° شمالاً.

طريقة تورك Turc Method

على الرغم من أن تورك يرى أنه يمكن تطبيق طريقته في كل من المناطق الرطبة والجافة والحارة والباردة لتقدير البخر نتح الفعلي السنوي إلا أن تطبيقها على الصحاري الحارة قد يعطي قيما أعلى من كميات التساقط السنوية وربما يعود ذلك لانخفاض كميات التساقط وارتفاع معدلات الحرارة، لكن هذه الطريقة تستخدم بشكل واسع في المناطق الرطبة لتقدير البخر نتح الفعلي السنوي في أحواض التصريف ويعبر عن هذه الطريقة رياضيا بالمعادلة التالية (Shaw, 1983):

$$AE = \frac{P}{\{0.9 + (P/L)^2\}^{0.5}}$$

حيث أن:

AE = البخر نتح الفعلي السنوي بالمليمتر

P = كمية التساقط السنوية بالمليمتر

L = ٣٠٠ + (٢٥× معدل الحرارة السنوي بالدرجات المئوية) + (٠٥ر٠× تكعيب معدل الحرارة السنوي بالدرجات المئوية).

مثال:

احسب البخر نتح الفعلي السنوي لحوض تصريف المعدل السنوي للأمطار فيه ١٠٠٠ مم ومعدل الحرارة السنوي ١٥ درجة مئوية.

الحل:

$$L = ٣٠٠ + (٢٥\times١٥) + (٠٥ر٠\times ٣٣٧٥)$$

$$= ٣٠٠ + ٣٧٥ + ١٦٨ر٧٥$$

$$= ٨٤٣ر٧٥$$

$$\text{البخر نتح الفعلي السنوي} = \frac{١٠٠٠}{\{٠,٩ + (١٠٠٠ \div ٨٤٣,٧٥)^{٢}\}^{٠,٥}}$$

$$= \frac{١٠٠٠}{١,٥٢} = ٦٥٨ \text{ مم}$$

تمرين:

احسب البخر نتح الفعلي السنوي لحوض تصريف معدل التساقط فيه ١١٥٠ مم ومعدل حرارته السنوية ٢٩ درجة مئوية.

طريقة كاندر اشيخار وناجانا Chandrashekhar and Naganna

طورت هذه الطريقة لتقدير البخر نتح الفعلي الشهري في المناطق الجافة ويعبر عنها بالمعادلة التالية (Chandrashekhar and Naganna, 1979):

البخر نتح الفعلي الشهري (مم) =

$$\frac{\text{البخر نتح الكامن في الشهر} \times ٢ \times \text{عدد الأيام المطيرة في الشهر}}{\text{عدد أيام الشهر}}$$

باعتبار اليوم المطير هو اليوم الذي تكون فيه الأمطار الساقطة ٥ر٢ مم أو أكثر.

مثال:

احسب البخر نتح الفعلي لشهر يناير في حوض تصريف كان البخر نتح الكامن فيه ٩٥ مم وعدد الأيام التي سقط فيها ٥ر٢ مم أو أكثر ٦ أيام.

الحل:

البخر نتح الفعلي في شهر يناير =

(٩٥×٢×٦) ÷ ٣١ = ٣٦ر٧٧ مم

تمرين:

احسب البخر نتح الفعلي لشهر فبراير في حوض تصريف إذا كان البخر نتح الكامن لذلك الشهر ٥٥ مم وكانت كمية المياه التي سقطت عليه ٥ ر١٠ مم و ٥ و٦ مم و ٢مم و ٥ ر١ مم في اليوم الأول واليوم الثالث واليوم التاسع واليوم الحادي والعشرين على التوالي.

الفصل الثالث

طرق تقدير الترشيح

(التسرب)

عمليتا الترشيح Infiltration والرشح Percolation مترابطتان بشكل قوي، فالترشيح هو انسياب الماء من السطح إلى أسفل خلال طبقات التربة أما الرشح فهو حركة المياه إلى أسفل خلال المنطقة الوسطى من منطقة التهوية باتجاه منطقة التشبع تحت تأثير الجاذبية (Shaw, 1983).

وعند دراسة الترشيح يجب التميز بين سعة الترشيح Infiltration Capacity ومعدل الترشيح Infiltration Rate . فسعة الترشيح هي أقصى حد تسمح به التربة لدخول الماء فيها في فترة زمنية معينة، وسعة الترشيح تبدأ بمعدل عالي ثم تتناقص مع الزمن حتى تصل إلى معدل ثابت وذلك لأن فراغات التربة تمتلىء بالماء وبذلك يتساوى معدل الترشيح مع معدل الرشح. أما معدل الترشيح فهو المعدل الفعلي لتسرب المياه والذي يعتمد على كثافة الأمطار وسعة الترشيح، ودائما يكون أقل من أو مساويا لسعة الترشيح وذلك حسب توفر المياه، ولذا فإن معدل الترشيح يساوي سعة الترشيح إذا كانت كثافة الأمطار تساوي أو تزيد على سعة الترشيح. ويمكن تحديد سعة الترشيح بحساب مؤشر Ø-index للترشيح أو باستخدام جهاز قياس الترشيح Infiltrometer واللذان يعتبران أسهل الطرق التي اقترحت وأكثرها شيوعا (Willson, 1983).

طريقة مؤشر Ø للترشيح

يعرف مؤشر Ø بأنه معدل كثافة الأمطار التي بعدها يصبح المطر مساويا للجريان السطحي والذي يمكن اعتباره بأنه متوسط سعة الترشيح. وتحسب قيمة مؤشر Ø بتحليل معلومات الأمطار والجريان السطحي في الحوض وذلك باعتبار أن الفرق بين كمية الأمطار وكمية المياه الجارية يساوي كمية المياه المتسربة، مع العلم بأن الفرق بين الأمطار والجريان السطحي يشتمل على المياه المعترضة والمياه المحتجزة على السطح والتبخر من الحوض أثناء التساقط. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة غير دقيقة إلا أنها تستخدم بشكل واسع كطريقة سريعة لتقدير سعة الترشيح في أحواض التصريف. ولحساب مؤشر Ø تتبع الخطوات التالية:

١- ترسم كثافة أمطار العاصفة المطرية حسب ساعات سقوطها.

٢- تحسب قيمة مؤشر Ø بطريقة المحاولة والخطأ وذلك برسم خط عند كثافة معينة حتى تكون كمية الأمطار الواقعة أعلى الخط تساوي كمية الجريان السطحي.

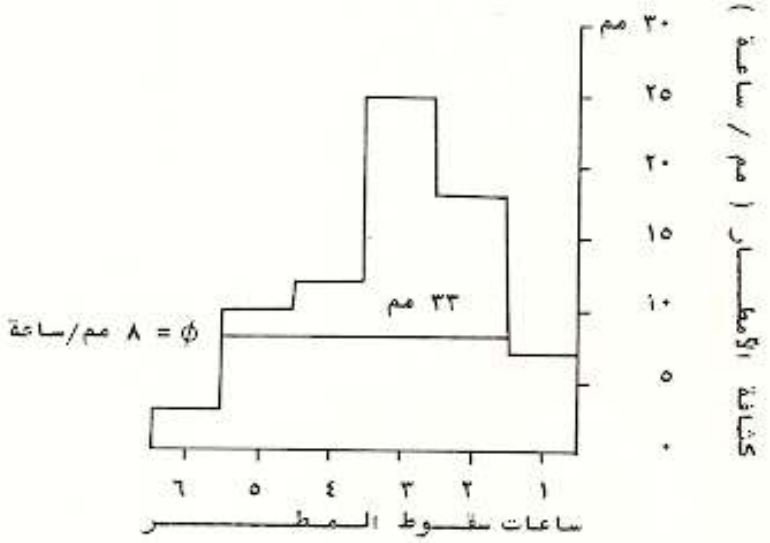
مثال :

احسب متوسط سعة الترشيح في حوض تصريف تعرض لعاصفة مطرية لمدة ٦ ساعات سقط فيها ٧ مم و ١٨ مم و ٢٥ مم و ١٢ مم و ١٠ مم و ٣ مم في الساعة الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة والسادسة على التوالي وكانت كمية المياه الجارية منها تساوي ٣٣ مم.

الحل :

نرسم كثافة الأمطار حسب ساعات سقوطها كما في شكل ٥ ثم نحسب قيمة مؤشر ϕ والتي تساوي ٨ مم.

شكل (٥) كثافة الأمطار حسب ساعات سقوطها



تمرين

احسب متوسط سعة الترشيح في حوض تصريف تعرض لعاصفة مطرية لمدة ٥ ساعات سقط فيها ٦ مم و ١٥ مم و٢٥ مم و٢٣ مم و٨ مم في الساعة الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة على التوالي وكانت كمية المياه الجارية منها تساوي ٢٨ مم.

طريقة جهاز قياس الترشيح

هو عبارة عن جهاز بسيط يتألف من حلقتين (أنبوبتين)، الحلقة الداخلية بقطر ٢٥ سم وارتفاع ٥٠ سم مثبت بداخلها مسطرة مدرجة، أما الأنبوبة الخارجية قطرها ٥٠ سم وارتفاعها ٥٠ سم (شكل ٦). وقياس سعة الترشيح يكون من الحلقة الداخلية، أما الغرض من الحلقة الخارجية هو إزالة الترشيح الجانبي من الأنبوبة الداخلية. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة لاتماثل الأحوال الطبيعية إلا أنها تمكن من المقارنة بين سعة الترشيح في مناطق حوض التصريف المختلفة. وعند استخدام جهاز قياس الترشيح تتبع الخطوات التالية:

١- غرس جهاز قياس الترشيح في التربة بعمق مابين ٨- ١٠ سم وذلك بوضع قطعة كبيرة من الخشب الثقيل فوق الجهاز ثم ضربها بخفة مع الوسط بالمطرقة تفاديا لحدوث الصدوع، على أن يراعى عند غرس الجهاز توحيد المركز لكلا الحلقتين.

٢- وضع قطعة بلاستك رقيقة في قاع كل حلقة لكي تمنع دخول الماء إلى التربة أثناء ملء الجهاز بالماء.

٣- يملأ الجهاز بالماء (كلا الحلقتين).

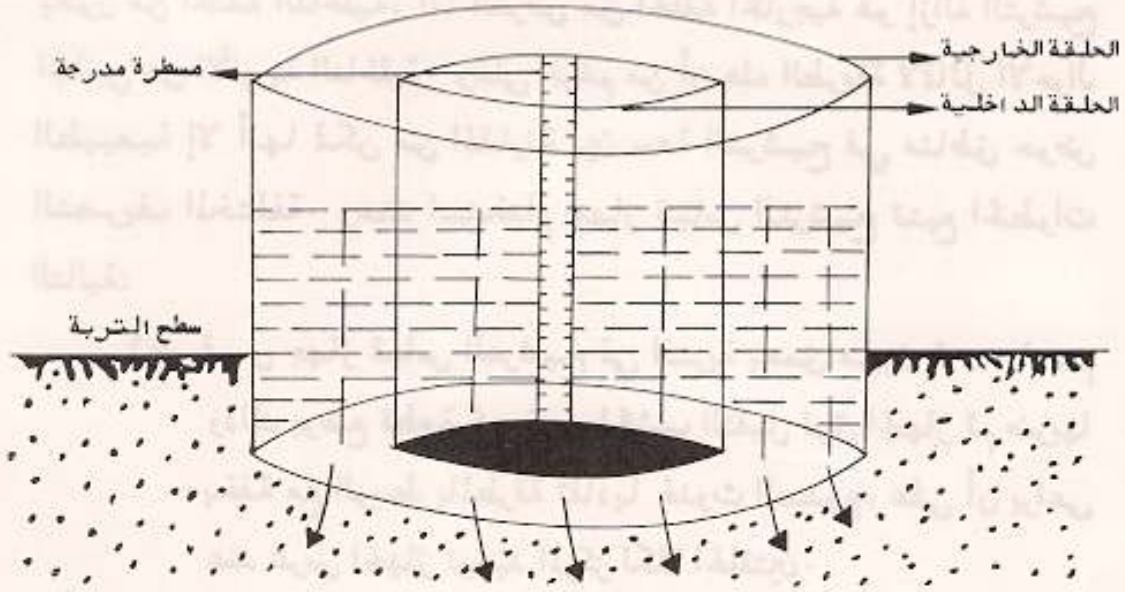
٤- تبعد قطعة البلاستيك من داخل الحلقة الداخلية والخارجية لبداية القياس.

٥- تؤخذ القراءة مباشرة بعد إبعاد البلاستيك من على المسطرة المثبتة في الحلقة الداخلية وتسجل.

٦- تؤخذ قراءات الترشيح من على المسطرة بعد فترات زمنية متقاربة في البداية مع زيادة الفارق الزمني لأخذ القراءات تدريجيا بزيادة فترة القياس.

٧- تستمر عملية القياس حتى ينتهي الماء من الجهاز.

شكل (٦) جهاز قياس الترشيـــــــــــح



الفصل الرابع
طرق تقدير الجريان السطحي

يمكن تعريف الجريان السطحي بأنه حركة المياه على سطح الأرض سواء بشكل موسمي أو دائم. وحجم المياه الجارية في مجاري الأنهار (التصريف Dis-charge) يمكن تقديره بمعرفة مساحة المقطع العرضي للمجرى ومعدل سرعة المياه الجارية وتسمى هذه الطريقة غير المباشرة لقياس التصريف بطريقة المساحة والسرعة Velocity-area method ويعبر عنها بالمعادلة التالية:

$$Q = A*V$$

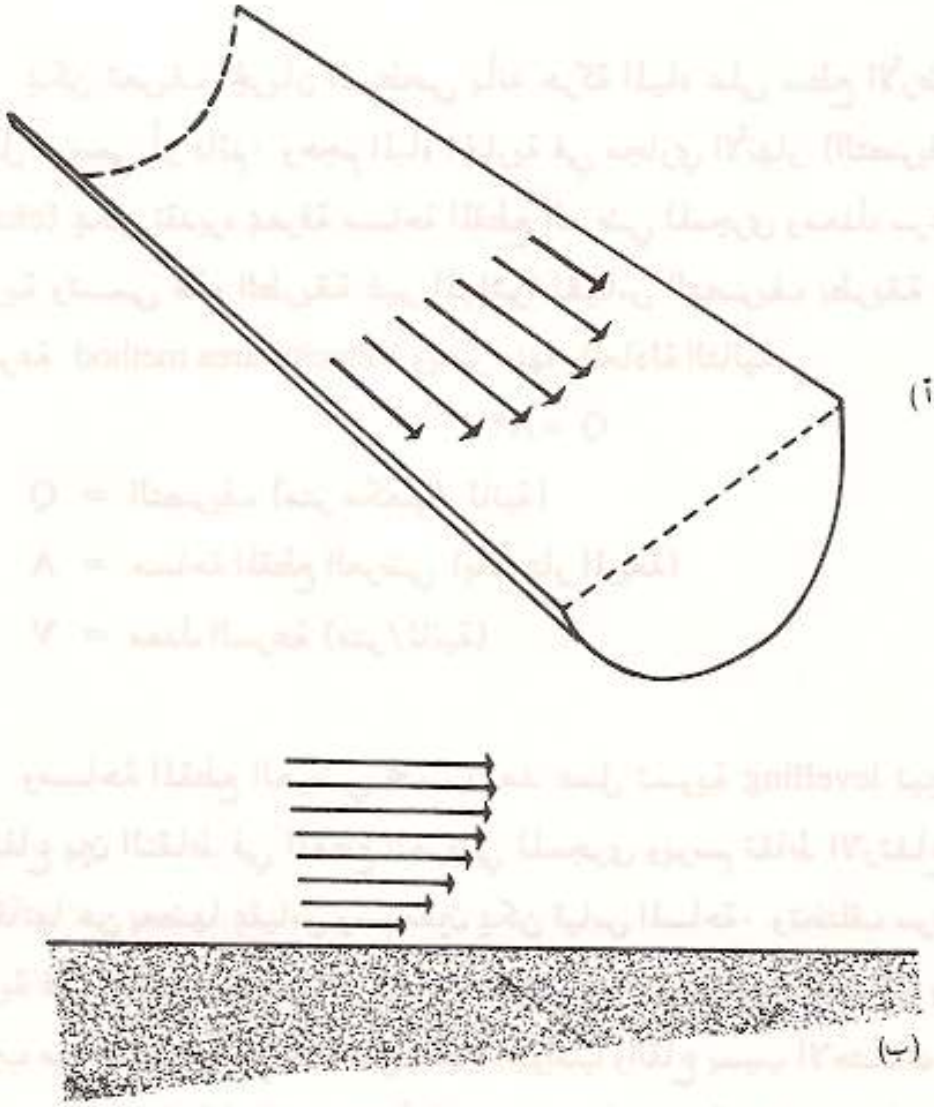
Q = التصريف (متر مكعب/ ثانية)

A = مساحة المقطع العرضي (بالأمتار المربعة)

V = معدل السرعة (متر/ثانية)

ومساحة المقطع العرضي تحسب بعد عمل تسوية levelling تبين فروق الارتفاع بين النقاط في المقطع العرضي للمجرى وبرسم نقاط الارتفاع حسب مسافاتها عن بعضها بمقياس رسم معين يمكن قياس المساحة. وتختلف سرعة المياه الجارية في المقطع العرضي إذ تكون أعلى سرعة في المجرى المتماثل بالوسط بالقرب من السطح والتي تتناقص باتجاه الجوانب والقاع بسبب الاحتكاك مع قاع وجوانب المجرى (شكل ٧). ومعدل السرعة في المجرى يمكن تقديره بطريقة مانتج Manning Method أو باستخدام مقياس التيار المائي Current Meter أو بطريقة العائمات Flaots Method (Morisawa, 1968, Clowes and Comfort, 1982 وكاشف الغطاء، ١٩٨٢م).

شكل (٧) اختلاف سرعة المياه الجارية في المقطع العرضي للمجـــــرى
(أ) تناقص السرعة باتجاه الجوانب (ب) تناقص السرعة باتجاه القاع



المصدر : strahler and strahler, (1984), P. 188

طريقة مانينج:

نظرا لأن السرعة في المجاري المائية تعتمد بشكل رئيسي على معدل انحدار المجرى Stream Gradient وحجم المياه الجارية وخشونة المجرى وشكل القطاع العرضي للمجرى لذا فقد قدم العديد من المعادلات التي تعبر عن هذه العلاقة والتي من أشهرها وأكثرها استخداما معادلة مانينج التالية (Richards, 1982):

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

حيث أن:

V = معدل السرعة (متر لكل ثانية أو قدم لكل ثانية).

C = ثابت ويكون ١٫٤٩ في الوحدات الانجليزية (قدم - رطل - ثانية) وواحد في وحدات النظام العالمي SI (متر- كليوغرام - ثانية).

R = نصف القطر الهيدروليكي (مساحة القطاع العرضي الذي يشغله الماء من المجرى مقسومة على المحيط المبلل للمجرى).

S = معدل الانحدار

n = معامل الخشونة (جدول ٣)

ولتطبيق هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- تحسب مساحة القطاع العرضي الذي يشغله الماء الجاري.

٢- يحسب المحيط المبلل للمجرى.

٣- يحسب نصف القطر الهيدروليكي.

٥- يستخرج معامل الخشونة من جدول ٣.

٦- تطبق معادلة مانتج لحساب معدل سرعة المياه الجارية.

٧- تضرب مساحة القطاع العرضي المشغول بالمياه الجارية في معدل سرعة المياه الجارية للحصول على التصريف في المجرى المائي.

جدول (٣) قيم معامل الخشونة للمجاري المائية الطبيعية

وصف المجرى المائي	قيمة معامل الخشونة
المناطق السهلية:	
مجرى مائي نضيف ومستقيم وبدون أحواض عميقة أو حواجز رملية	٠,٣٠
نفس خصائص المجرى السابق مع وجود بعض الصخور وبعض الأعشاب	٠,٣٥
مجرى نضيف ومتعرج وبه بعض الأحواض وبعض الحواجز	٠,٤٠
مجرى تكثر فيه الأعشاب والحواجز والأحواض العميقة	٠,٧٠
المناطق الجبلية:	
مجرى يخلو من النباتات وله ضفاف شديدة الانحدار ويتكون قاعة من البطحاء وقليل من الجلاميد	٠,٤٠
مجرى يخلو من النباتات وله ضفاف شديدة الانحدار ويتكون قاعه من الحصى والجلاميد الكبيرة	٠,٥٠
مناطق السهول الفيضية:	
مجرى به نباتات بدون أغصان وأعشاب قصيرة	٠,٣٠
مجرى به نباتات بدون أغصان وأعشاب طويلة	٠,٣٥
مجرى به نباتات لها أغصان مبعثرة إلى كثيفة	٠,٥٠ - ١,٠٠
مجرى به أشجار أو بقايا جذوع الأشجار بعد قطعها	٠,٤٠ - ١,٥٠

المصدر: Morisawa, M., (1968), P.38

مثال:

احسب التصريف في مجرى مائي مساحة مقطعه العرضي ١٦ مترا مربعا ومحيطه المبلل ١٢ مترا ومقدار الهبوط مترا واحدا لكل ١٠٠ متر ومعامل الخشونة فيه ٠,٠٤.

الحل:

نصف القطر الهيدروليكي = ١٦ ÷ ١٢ = ١,٣٣٣٣

معدل الانحدار = ١ ÷ ١٠٠ = ٠,٠١

$$\text{معدل السرعة} = \frac{(١,٣٣٣٣)^{\frac{٢}{٣}} \times (٠,٠١)^{\frac{١}{٢}}}{٠,٠٤}$$

$$= \frac{١,٢١ \times ٠,١}{٠,٠٤}$$

$$= \frac{٠,١٢١}{٠,٠٤}$$

= ٣,٠٢٥ مترا لكل ثانية

التصريف = ١٦ × ٣,٠٢٥ = ٤٨,٤ مترا مكعبا لكل ثانية.

تمرين:

احسب التصريف في مجرى مائي مساحة مقطعه العرضي ٥٠ مترا مربعا ومحيطه المبلل ٢٥ مترا ومقدار الهبوط مترا واحدا لكل ١٠٠٠ مترا ومعامل الخشونة فيه ٠,٠٣.

طريقة مقياس التيار:

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق استخداما لقياس السرعة وتقدير التصريف في المجاري المائية الطبيعية. ولتطبيق هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- يقسم مقطع المجرى إلى مناطق ثانوية (شكل ٨).

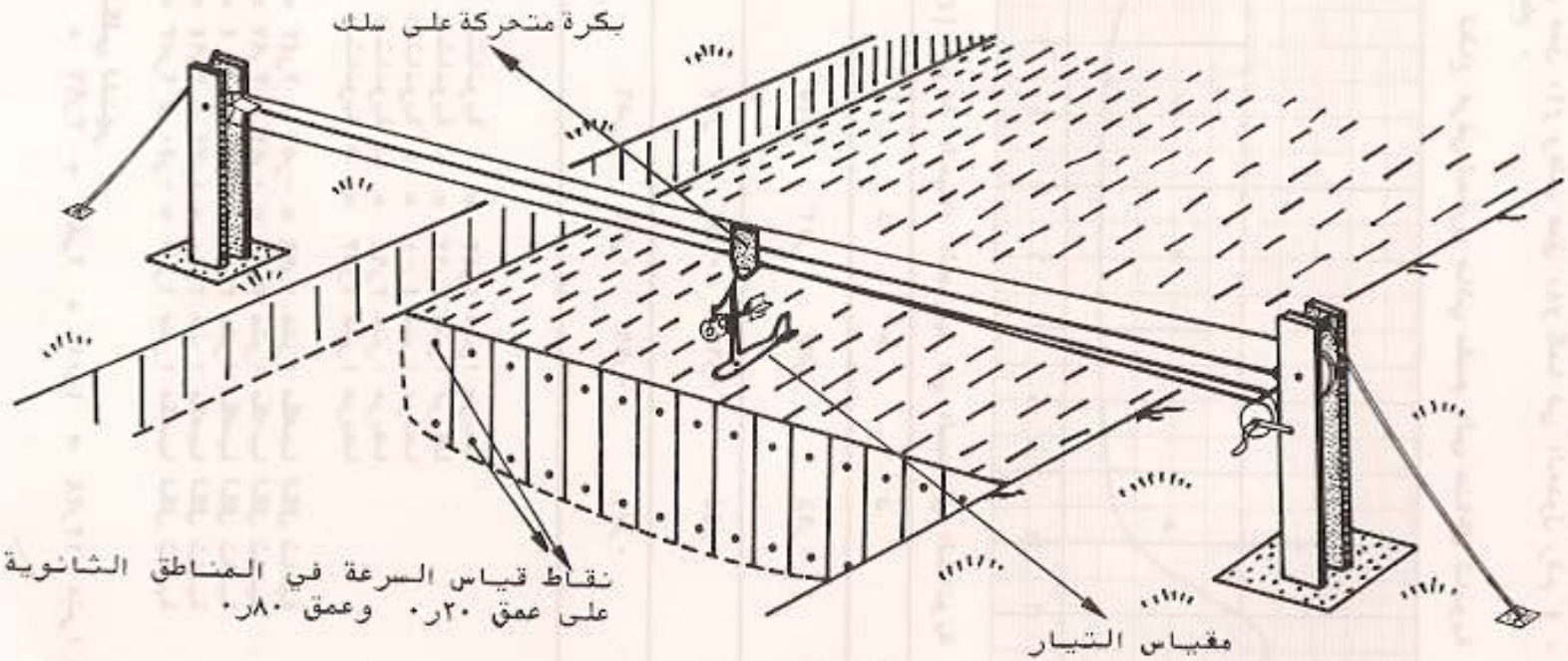
٢- تقاس السرعة باستخدام مقياس التيار في وسط كل منطقة ثانوية عند نقطتين واحدة على عمق ٢٠٪ والأخرى على عمق ٨٠٪ من سطح المياه الجارية.

٣- تجمع السرعة في النقطتين لكل منطقة ثانوية ثم تقسم على اثنين لاستخراج معدل السرعة في كل منطقة ثانوية.

٤- تضرب مساحة كل منطقة ثانوية بمعدل السرعة خلالها لاستخراج تصاريف المناطق الثانوية.

٥- تجمع تصاريف المناطق الثانوية في المقطع العرضي للمجرى لاستخراج التصريف الكلي للنهر.

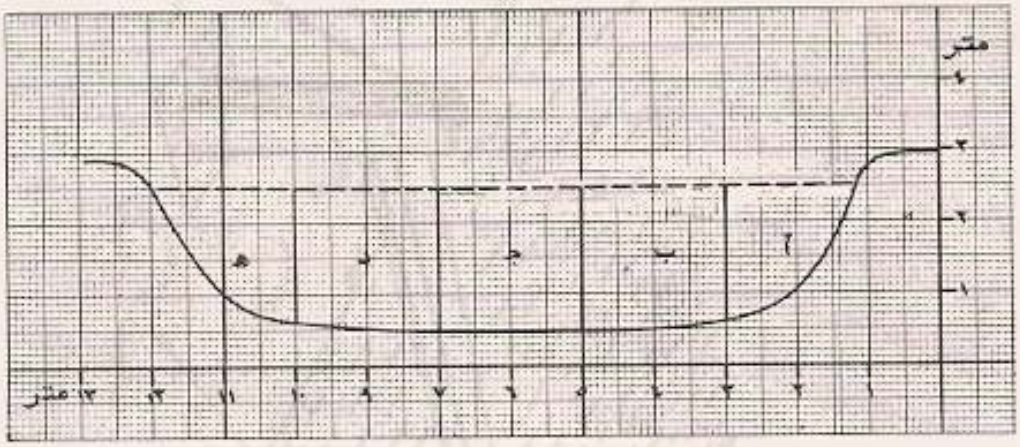
شكل (٨) قطاع عرضي لمجرى مائي مقسم الى مناطق مائية



المصدر : Gregory and Walling , (1973) P. 32

مثال :
بافتراض أن الشكل رقم ٩ يمثل قطاع عرضي لمجرى مائي والذي تم قياس السرعة في مناطقه الثانوية على عمق ٢٠٪ وعلى عمق ٨٠٪ كما في الجدول رقم ٤ ، احسب التصريف في هذا المقطع .

شكل (٩) قطاع عرضي لمجرى مائي مقسم الى مناطق ثانوية



جدول (٤) سرعة المياه الجارية في المناطق الثانوية

المنطقة الثانوية	أ	ب	جـ	د	هـ
السرعة على عمق ٢٠٪ متر/ لكل ثانية	٠ر٧٥	١ر١٢	١ر٣٥	٠ر٩٨	٠ر٥٨
السرعة على عمق ٨٠٪ متر/ لكل ثانية	٠ر٣٧	٠ر٥٢	٠ر٦٣	٠ر٤٤	٠ر٢٢
معدل السرعة متر/ لكل ثانية	٠ر٥٦	٠ر٨٢	٠ر٩٩	٠ر٧١	٠ر٤٠

الحل :

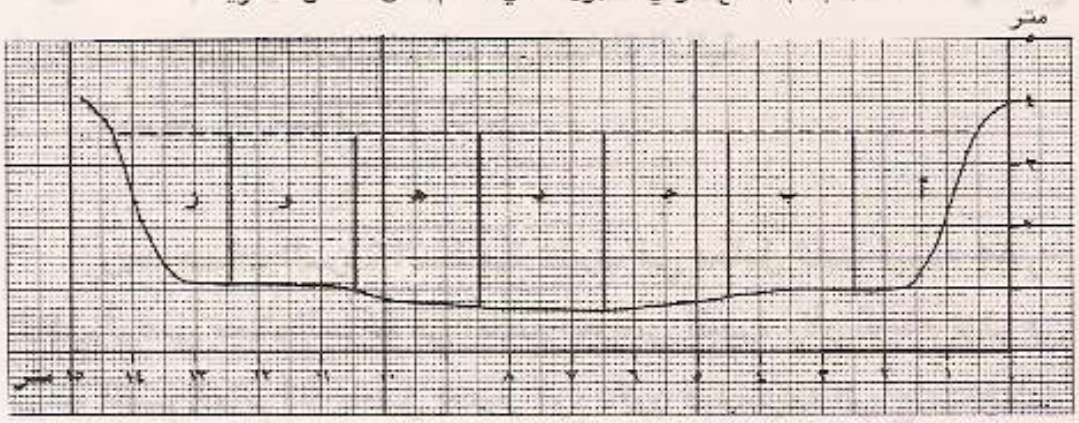
مساحة المنطقة الثانوية أ = ٢ر٤٣ متر/ مربعا
مساحة المنطقة الثانوية ب = ٣ر٩٧ متر/ مربعا
مساحة المنطقة الثانوية جـ = ٤ر٠٠ متر/ مربعا
مساحة المنطقة الثانوية د = ٣ر٩٤ متر/ مربعا
مساحة المنطقة الثانوية هـ = ٢ر٥٣ متر/ مربعا

التصريف في أ = ٢ر٤٣ × ٠ر٥٦ = ١ر٣٦ متر/ مكعبا لكل ثانية
التصريف في ب = ٣ر٩٧ × ٠ر٨٢ = ٣ر٢٥ متر/ مكعبا لكل ثانية
التصريف في جـ = ٤ × ٠ر٩٩ = ٣ر٩٦ متر/ مكعبا لكل ثانية
التصريف في د = ٣ر٩٤ × ٠ر٧١ = ٢ر٨٠ متر/ مكعبا لكل ثانية
التصريف في هـ = ٢ر٥٣ × ٠ر٤٠ = ١ر٠١ متر/ مكعبا لكل ثانية

اذن التصريف الكلي للنهر =
١ر٣٦ + ٣ر٣٥ + ٣ر٩٦ + ٢ر٨٠ + ١ر٠١ = ١٢ر٣٨ متر/ مكعبا لكل ثانية

تمـرين :
بافتراض أن الشكل رقم ١٠ يمثل قطاع عرضي لمجرى مائي والذي تم قياس السرعة في مناطقه الثانوية على عمق ٢٠٪ وعلى عمق ٨٠٪ كما في الجدول رقم ٥ ، احسب التمرين في هذا المقطع .

شكل (١٠) قطاع عرضي لمجرى مائي مقسم الى مناطق ثانوية



جدول (٥) سرعة المياه الجارية في المناطق الثانوية

المنطقة الثانوية	أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
السرعة على عمق ٢٠٪ متر/ لكل ثانية	٠ر٨٢	١ر٦٨	٢ر٢٥	٢ر٩٦	٢ر٢٧	١ر٥٣	٠ر٧٩
السرعة على عمق ٨٠٪ متر/ لكل ثانية	٠ر٤٣	٠ر٩٨	١ر٠٨	١ر٣٦	١ر٠٠	٠ر٧٤	٠ر٤٠
معدل السرعة متر/ لكل ثانية							

طريقة العائمات:

تعتبر هذه الطريقة أسهل وأرخص الطرق لكن نتائجها غير دقيقة، وبهذه الطريقة تحسب السرعة السطحية للمياه الجارية بمعرفة المدة الزمنية التي يقطع فيها جسم عائم مسافة معينة وذلك من المعادلة التالية:

السرعة = المسافة ÷ الزمن

وبعد حساب السرعة السطحية تضرب في معامل ثابت قيمته ٨٥ ,٠ للحصول على معدل السرعة في المقطع العرضي للنهر، ولأن الرياح تؤثر في سرعة الجسم العائم لذا يفضل اختيار يوم تكون فيه سرعة الرياح منخفضة، ولتطبيق هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- احضار جسم عائم من الخشب أو زجاجة مملوءة جزئيا بالماء ومغلقة.

٢- تعيين نقطتين على طول المجرى ولتكن الأولى مثلا أ وإلى الأسفل منها نقطة ب وتقاس المسافة بينهما.

٣- يرمى الجسم العائم عند نقطة أ في منتصف المجرى المائي في زمن معين.

٤- تحسب المدة الزمنية التي يقطع فيها الجسم العائم المسافة بين النقطتين.

٥- تحسب السرعة السطحية وذلك بقسمة المسافة على الزمن.

٦- يحسب معدل السرعة في المجرى وذلك بضرب السرعة السطحية في ٨٥ ,٠

٧- يحسب التصريف في المجرى المائي وذلك بضرب معدل السرعة في المجرى في مساحة المقطع.

مثال:

إذا قطع جسم عائم على سطح المياه الجارية مسافة ٤٠ مترا في ٨٠ ثانية فكم يكون التصريف خلال مقطع عرضي مساحته ٥٠ مترا مربعا.

الحل:

السرعة السطحية = ٤٠ ÷ ٨٠ = ٠,٥ م/ث

معدل السرعة = ٠,٥ × ٠,٨٥ = ٠,٤٢٥ م/ث

التصريف = ٠,٤٢٥ × ٥٠ = ٢١,٢٥ مترا مكعبا لكل ثانية.

تمرين:

احسب التصريف في مجرى مائي عمقه ٤ أمتار وعرضه ٢٠ مترا إذا كان سطح المياه الجارية على ارتفاع ٧٥٪ من العمق الكلي للمجرى وتجري فيه المياه بسرعة سطحية قدرها ١,٢ مترا لكل ثانية.

طريقة حساب تكرارية التصريف:

يمكن التعرف على تكرارية التصريف بحساب فترة الرجوع Recurrence Interval أو الاحتمالية Probability . وتعني فترة الرجوع المدة الزمنية بالسنين بين حدوث تصريف ذو حجم معين وحدوث تصريف مماثل له أو أكبر منه، أما الاحتمالية فتشير إلى احتمال حدوث تصريف ذو حجم معين أو تصريف أكبر منه (Smith and Stopp. 1978). ولحساب تكرارية التصريف لنهر ما تتبع الخطوات التالية:

١- ترتب التصاريف السنوية من الأكبر إلى الأصغر خلال فترة التسجيل.

٢- تحسب فترة الرجوع بتطبيق المعادلة التالية:

$$Ri = \frac{N+1}{M}$$

حيث أن:

Ri = فترة الرجوع (بالسنين).

N = عدد السنين خلال فترة التسجيل.

M = رتبة التصريف

٣- تحسب الاحتمالية بتطبيق المعادلة التالية:

$$P = \frac{M}{N+1}$$

حيث أن:

P = الاحتمالية.

N = عدد السنين خلال فترة التسجيل

M = رتبة التصريف

مثال :

احسب فترة الرجوع والاحتمالية لتصاريف الذروة لنهر ايفون عند مدينة باث البريطانية التالية :

السنه	التصريف (م٣/ث)	السنه	التصريف (م٣/ث)	السنه	التصريف (م٣/ث)
١٩٤١	٩٧,٧	١٩٥١	-	١٩٦٠	٢٨٣,٢
١٩٤٢	٧٦,٥	١٩٥٢	١٠٦,٥	١٩٦١	١٣٥,٩
١٩٤٣	١٣٤,٨	١٩٥٣	٦١,٧	١٩٦٢	١١٦,٤
١٩٤٤	-	١٩٥٤	١٨٣,٢	١٩٦٣	٢٥٩,١
١٩٤٥	١٠٦,٥	١٩٥٥	١٦٠,٧	١٩٦٤	٨٢,١
١٩٤٦	١٧٢,٨	١٩٥٦	١٠٨,٥	١٩٦٥	١٤٦,٦
١٩٤٧	٢٧٧,٥	١٩٥٧	١٠١,١	١٩٦٦	١٤٠,٦
١٩٤٨	-	١٩٥٨	١٢٧,٤	١٩٦٧	١٤٦,٢
١٩٤٩	٨٢,١	١٩٥٩	١٦٣,٧	١٩٦٨	٢٨٦,٨
١٩٥٠	١٩٦,٨				

المصدر : Smith and Stopp, 1978, p 78

الحل :

السنه	التصريف (م٣/ث)	الترتيب	فترة الرجوع (بالسنين)	الاحتمالية
١٩٦٨	٢٨٦,٨	١	٢٦,٠٠	٠,٠٣٨٥
١٩٦٠	٢٨٣,٢	٢	١٣,٠٠٠	٠,٠٧٦٩
١٩٤٧	٢٧٧,٥	٣	٨,٦٦٧	٠,١١٥٤
١٩٦٣	٢٥٩,١	٤	٦,٥٠٠	٠,١٥٣٨
١٩٥٠	١٩٦,٨	٥	٥,٢٠٠	٠,١٩٢٣
١٩٥٤	١٨٣,٢	٦	٤,٣٣٣	٠,٢٣٠٨
١٩٤٦	١٧٢,٨	٧	٣,٧١٤	٠,٢٦٩٢
١٩٥٩	١٦٣,٧	٨	٣,٢٥٠	٠,٣٠٧٧
١٩٥٥	١٦٠,٧	٩	٢,٨٨٩	٠,٣٤٦١
١٩٦٥	١٤٦,٦	١٠	٢,٦٠٠	٠,٣٨٤٦
١٩٦٧	١٤٦,٢	١١	٢,٣٦٤	٠,٤٢٣١
١٩٦٦	١٤٠,٦	١٢	٢,١٦٧	٠,٤٦١٥
١٩٦١	١٣٥,٩	١٣	٢,٠٠٠	٠,٥٠٠٠
١٩٤٣	١٣٤,٨	١٤	١,٨٥٧	٠,٥٣٨٥
١٩٥٨	١٢٧,٤	١٥	١,٧٣٣	٠,٥٧٦٩
١٩٦٢	١١٦,٤	١٦	١,٦٢٥	٠,٦١٥٤
١٩٥٦	١٠٨,٥	١٧	١,٥٢٩	٠,٦٥٣٨
١٩٤٥	١٠٦,٥	١٨,٥	١,٤٠٥	٠,٧١١٥
١٩٥٢	١٠٦,٥	١٨,٥	١,٤٠٥	٠,٧١١٥
١٩٥٧	١٠١,١	٢٠	١,٣٠٠	٠,٧٦٩٢
١٩٤١	٩٧,٧	٢١	١,٢٣٨	٠,٨٠٧٧
١٩٤٩	٨٢,١	٢٢,٥	١,١٥٥	٠,٨٦٥٤
١٩٦٤	٨٢,١	٢٢,٥	١,١٥٥	٠,٨٦٥٤
١٩٤٢	٧٦,٥	٢٤	١,٠٨٣	٠,٩٢٣٠
١٩٥٣	٦١,٧	٢٥	١,٠٤٠	٠,٩٦١٥

تمرين:

احسب فترة الرجوع والاحتمالية لتصاريف الذروه لنهر دجلة في بيجي التالية:

السنه	التصريف (م^3/ث)
١٩٢٢	٦٩٥٨
١٩٢٣	٣١٧٤
١٩٢٤	٢٩٤٣
١٩٢٥	٥١٣٠
١٩٢٦	٩٦٠٠
١٩٢٧	٥١٦٤
١٩٢٨	٧٤٩٠
١٩٢٩	٨٤٤٠
١٩٣٠	١٥٠٦
١٩٣١	٧٤٩٠
١٩٣٢	٤٤٨٠
١٩٣٣	٤٩٠٠
١٩٣٤	٤٣٣٢
١٩٣٥	١٠٥٣٨
١٩٣٦	٨٧٨٢
١٩٣٧	١١٧٠٨
١٩٣٨	٧١٤٨
١٩٣٩	٦٥٧٨
١٩٤٠	٨٣٦٤
١٩٤١	١٥٢٠٠
١٩٤٢	١١٢٥٠
١٩٤٣	٧٤٩٠
١٩٤٤	٧٤١٤
١٩٤٥	٦٥٤٠
١٩٤٦	١١٨٥٦
١٩٤٧	٣٣٠٠
١٩٤٨	٩٤٨٠
١٩٤٩	٧٦٠٤
١٩٥٠	١١٠٤٦
١٩٥١	٣٠٩٠
١٩٥٢	٩٤٨٠
١٩٥٣	٩٥٣٠
١٩٥٤	١٢٣١٤
١٩٥٥	٣١٣٢
١٩٥٦	٦٨٤٤
١٩٥٧	٩٢٠٥
١٩٥٨	٣٥٤٠
١٩٥٩	٣٧٤٨
١٩٦٠	٣٥٤٠
١٩٦١	٤٢٤٨
١٩٦٢	٢٨٨٠
١٩٦٣	١٣٣٧٤
١٩٦٤	٦٧٣٠
١٩٦٥	٥٠٩٦
١٩٦٦	٨٠٦٠
١٩٦٧	٧١٨٦
١٩٦٨	٨٤٤٠
١٩٦٩	١٥٠٠٠

المصدر: كاشف الغطاء، (١٩٨٢)، ص ٤٣٣ - ٤٣٤.

الفصل الخامس

طرق تقدير رطوبة التربة وحساب الميزانية المائية

طريقة تقدير رطوبة التربة:

رطوبة التربة عبارة عن كمية المياه الموجودة في فراغات (مسامات) التربة، وتقدير محتوى التربة من الماء يهتم به بشكل رئيسي دارسي الزراعة وخصوصا الزراعة المروية وذلك لمعرفة الماء المتاح للنباتات في التربة إلا أنه في الآونة الأخيرة بدأ يهتم به الجيومورفولوجيون ودارسو المياه وخصوصا المهتمون بادارة الموارد المائية وضبط الفيضانات.

وتوجد العديد من الطرق لتقدير محتوى التربة من الماء، من أدقها وأسهلها استخداما طريقة التجفيف (Donahue et. al., 1985)، ولاستخدام هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- أخذ عينة تربة من الحقل مابين ١٠- ٥٠ جرام ثم توضع في علبة ويحكم اغلاقها تفاديا لفقدان أية كمية من مياهها أثناء نقلها إلى المعمل.

٢- توزن العلبة والعينة قبل فتح العلبة ويرمز لها بـ W1.

٣- تفتح العلبة وتوضع في فرن عند درجة حرارة ١٠٥ درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة وذلك لتجفيفها.

٤- تخرج العلبة التي بها العينة وتبرد في جهاز التبريد Desiccator.

٥- توزن العلبة والعينة بعد تجفيفها (مع ملاحظة أن غطاء العلبة لابد أن يدخل في الوزن) ويرمز لها بـ W2.

٦- تفرغ العلبة من عينة التربة وتوزن وهي نضيفة وجافة ويرمز لها بـ W3.

٧- يحسب وزن عينة التربة جافة ويرمز له بـ W4 وذلك من المعادلة التالية:

$$W4 = W2 _ W3$$

٨- يحسب وزن المياه المفقودة بعد تسخين العينة في الفرن ويرمز له بـ W5 وذلك من المعادلة التالية:

$$W5 = W1 _ W2$$

٩- تحسب النسبة المئوية لوزن الماء في التربة على أساس الوزن الجاف للعينة كما يلي:

$$PW = (W5 \div W4) * 100$$

١٠- تحسب كمية الماء في التربة من المعادلة التالية:

$$DW = BW\ (PW \div 100)\ DS$$

حيث أن:

DW = كمية الماء (عمق الماء) في التربة بالسنتيمتر

BW = الكثافة الظاهرية للتربة (جرام لكل سنتيمتر مكعب) والتي يمكن حسابها من المعادلة التالية:

الكثافة الظاهرية = وزن عينة التربة جافة ÷ حجم عينة التربة

PW = النسبة المئوية لوزن الماء في التربة

DS = سمك التربة بالسنتيمتر.

مثال:

احسب كمية المياه التي يحتويها الجزء العلوي من التربة والذي يبلغ سمكه ٩٠ سم إذا كانت كثافتها الظاهرية ١,٤ جرام لكل سنتيمتر مكعب ونسبة المياه فيها ٢٠٪.

الحل:

كمية الماء في التربة = ١,٤ × (٢٠ ÷ ١٠٠) × ٩٠ = ٢٥,٢ سم

تمرين:

احسب كمية المياه التي يحتويها الجزء العلوي من التربة والذي يبلغ سمكه ١٠٠ سم إذا كانت كثافتها الظاهرية ١,٢ جرام لكل سنتيمتر مكعب ونسبة المياه فيها ١٨٪.

طريقة حساب الميزانية المائية:

الميزانية المائية عبارة عن نموذج قدمه ثورنثويت Thornthwaite ليبين العلاقة بين عناصر الدورة الهيدرولوجية في مكان معين ولفترة زمنية معينة، ويمكن استخدام هذا النموذج لحساب التوازن المائي لسنة معينة أو لحساب متوسط التوازن المائي لعدد معين من السنين Dune and Leopold, (1978).

وهذا النموذج مبني على افتراض أن كل المياه الساقطة تتسرب Infiltrates إلى التربة غير المشبعة Unsaturated Soil دون مراعاة كثافة التساقط التي قد تتعدى سعة الترشيح في التربة. وعلى الرغم من ذلك إلا أن هذا النموذج يستخدم بشكل واسع لأغراض مختلفة من أهمها التخطيط الزراعي وضبط الفيضانات وتنمية الموارد المائية.

وحساب الميزانية المائية يتطلب معلومات عن كميات التساقط الشهرية والتي تتوفر لدى الجهات الحكومية المسؤولة عن قياس التساقط، ومعلومات عن البخر نتح الكامن الشهري الذي يمكن تقديره بطريقة ثورنثويت (التي سبق الحديث عنها) أو باحدى طرق تقدير البخر نتح الكامن الأخرى، ومعلومات عن السعة التخزينية للتربة من الماء المتاح Available Water Holding Capacity والتي تختلف من تربة إلى أخرى وذلك لأن السعة الحقلية Field Capacity ونقطة الذبول Wilting Point اللتان تحكمان السعة التخزينية للتربة من الماء المتاح تختلفان باختلاف قوام التربة Soil Texture (السعة التخزينية = السعة الحقلية – نقطة الذبول). فالسعة التخزينية تكون حوالي ١٠٠ مم/م (١٠٪) في التربات الرملية الناعمة Fine Sand و١٥٠ مم/م (١٥٪) في التربات اللومية الرملية الناعمة Fine Sandy Loam و٢٠٠ مم/م (٢٠٪) في التربات اللومية الطموية Silt Loam و٣٠٠ مم/م (٣٠٪) في التربة الطينية Clay (Mather, 1978).

ومن المعلومات السابقة يمكن حساب العناصر الأخرى للميزانية والتي تتضمن فقدان الماء الكامن التراكمي Accumulated Potential Water Loss والتغير في مخزون رطوبة التربة Change in Soil Moisture Storage (Δ SM) والبخر نتح الفعلي Actual Evapotranspiration (AE) والعجز المائي Water Deficit (D) والفائض المائي Water Surplus (S) والمخزون التراكمي Accumulated Storage (AS) والجريان السطحي Runoff (RO) والمياه المحتجزة Detained Water (WD) وفيما يلي تعريف هذه العناصر:

أولا: فقدان الماء الكامن التراكمي:

وهو المجموع التراكمي للقيم السالبة الناتجة عن طرح البخر نتح الكامن من التساقط في الأشهر التي يزيد فيها البخر نتح الكامن على التساقط.

ثانيا: مخزون التربة:

هو كمية المياه المتاحة في التربة والتي تمثل السعة التخزينية حدها الأعلى.

ثالثا: التغير في مخزون رطوبة التربة:

وهو الزيادة أو النقصان في مخزون التربة من المياه، والذي يساوي الفرق بين مخزون التربة من الماء المتاح في الشهر والشهر الذي يسبقه. فالنقصان يحدث إذا انخفض التساقط عن البخر نتح الكامن في الشهر وذلك لأن جزء من مخزون التربة يفقد بواسطة البخر نتح، أما إذا زاد التساقط على البخر نتح الكامن فإن الفارق بينهما يغذي التربة حتى تصل إلى سعتها التخزينية.

رابعا: البخر نتح الفعلي:

هو كمية المياه التي تفقد فعلا ويكون البخر نتح الفعلي مساويا للبخر نتح الكامن إذا كان التساقط يساوي أو يزيد على البخر نتح الكامن أما إذا كان التساقط أقل من البخر نتح الكامن فإن البخر نتح الفعلي يساوي التساقط مضافا إليه التغير في مخزون رطوبة التربة.

خامسا: العجز المائي:

هو عبارة عن الفرق بين البخر نتح الكامن والبخر نتح الفعلي في الأشهر التي يزيد فيها البخر نتح الكامن على البخر نتح الفعلي.

سادسا: الفائض المائي:

هو الفرق بين التساقط والبخر نتح الكامن في الأشهر التي يزيد فيها التساقط على البخر نتح الكامن مطروحا منه التغير في مخزون رطوبة التربة.

سابعا: المخزون التراكمي والجريان السطحي والمياه المحتجزة:

المخزون التراكمي في شهر ما يساوي المياه المحتجزة في الشهر الذي قبله مضافا إليها الفائض المائي في الشهر نفسه. وبشكل عام يقدر أن ٥٠٪ من المخزون التراكمي في هذا الشهر يجري على السطح أما الجزء الثاني يتم احتجازه في التربة وفي خزانات المياه الجوفية وفي المجاري المائية في الحوض.

ولتطبيق طريقة الميزانية على حوض التصريف تتبع الخطوات التالية:

١- الحصول على معلومات التساقط الشهرية.

٢- حساب البخر نتح الكامن الشهري.

٣- طرح البخر نتح من التساقط لجميع الشهور.

٤- حساب فقدان الماء الكامن التراكمي ابتداء من الشهر التالي للموسم المطير وهو الشهر الذي يبدأ يزيد فيه البخر نتح الكامن على التساقط.

٥- تحديد نوع التربة في الحوض وذلك لمعرفة سعتها التخزينية من الماء المتاح.

٦- استخدام معلومات فقدان الماء الكامن التراكمي وشكل ١١ لتحديد مخزون التربة من الماء المتاح كما يلي:

أ) في حالة حساب متوسط الميزانية المائية لعدد معين من السنين يحسب مخزون التربة من الماء المتاح ابتداء من الشهر التالي للموسم الرطب (الموسم الذي يزيد التساقط في أشهره على البخر نتح الكامن) وذلك باعتبار أن مخزون التربة من الماء المتاح عند السعة التخزينية في الشهر الأخير من الموسم الرطب.

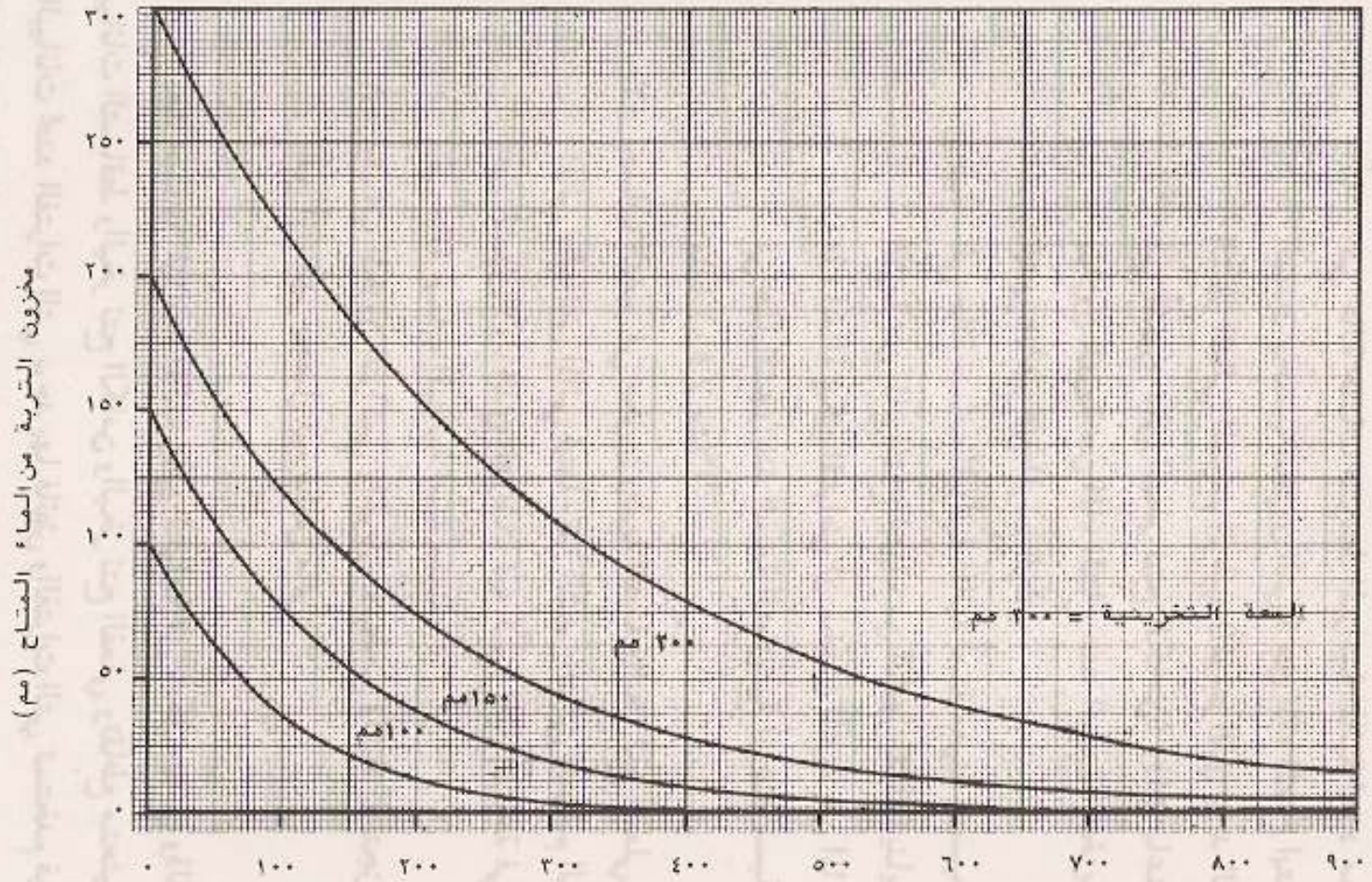
ب) في حالة حساب الميزانية المائية لسنة معينة يحسب مخزون التربة من الماء المتاح ابتداء من الشهر الأول (يناير) وفي هذه الحالة يمكن افتراض أن مخزون التربة من الماء المتاح في هذا الشهر عند السعة التخزينية أو عند نسبة معينة منها (٥٠٪ مثلا).

٧- حساب التغير في مخزون رطوبة التربة والبخر نتح الفعلي والعجز المائي والفائض المائي ابتداء من الشهر التالي للموسم الرطب أو من الشهر الأول الذي افترضت فيه كمية المياه المتاحة في التربة في حالة حساب الميزانية لسنة معينة.

٨- حساب المخزون التراكمي والجريان السطحي والمياه المحتجزة ابتداء من أول شهر يحصل فيه فائض مائي.

بعد حساب الميزانية المائية يمكن تمثيلها في شكل بياني وذلك برسم بيانات التساقط والبخر نتح الكامن والبخر نتح الفعلي وتقاطع منحنيات هذه البيانات تحدد الفترات التي يوجد بها فائض والفترات التي تستخدم فيها مياه التربة وفترات العجز وفترات تغذية ماء التربة.

شكل (١١) منحنيات السعة التخزينية لبعض التربات .



المصدر : Marsh and Dozier, (1981), P. 593

مثال:
بافتراض ان تربة الحوض لومية رملية ناعمة والتي تكون سعتها التخزينية ١٥٪ وان سمك منطقة الجذور مترا واحدا، احسب الميزانية المائية من متوسطات التساقط والبخرنتح الكامن التالية:

شهور السنة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
التساقط (مم)	١٣٤	١١٢	١٣١	١٠٠	٧٥	٢١	٢٤	٣٥	٧٧	١١٤	١٣٥	١٤١
البخرنتح الكامن (مم)	٥	١٠	٣١	٦٥	١١٣	١٥٢	١٧٣	١٦٠	١١٤	٦٤	٢٦	١٠

الحل:
سمك منطقة الجذور = ١٠٠ × ١٠ = ١٠٠٠ مم

السعة التخزينية = ١٠٠٠ × (١٥ ÷ ١٠٠) = ١٥٠ مم

الجدول التالي يمثل الميزانية المائية للحوض:

عناصر الميزانية	شهور السنة												المجموع السنوي
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	
التساقط	١٣٤	١١٢	١٣١	١٠٠	٧٥	٢١	٢٤	٣٥	٧٧	١١٤	١٣٥	١٤١	١٠٨٩
البخرنتح الكامن	٥	١٠	٣١	٦٥	١١٣	١٥٢	١٧٣	١٦٠	١١٤	٦٤	٢٦	١٠	٩٢٣
التساقط - البخرنتح	١٢٩	١٠٢	١٠٠	٣٥	-٣٨	-١٣١	-١٤٩	-١٣٥	-٣٧	٥٠	١٠٩	١٣١	
فقدان الماء الكامن التراكمي					٣٨	١٦٩	٣١٨	٤٥٣	٤٩٠				
مخزون التربة	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١١٥	٤٧	١٧	٧	٥	٥٥	١٥٠	١٥٠	
التغير في مخزون التربة	٠	٠	٠	٠	-٣٥	-٦٨	-٣٠	-١٠	-٢	+٥٠	+٩٥	٠	
البخرنتح الفعلي	٥	١٠	٣١	٦٥	١١٠	٨٩	٥٤	٣٥	٧٩	٦٤	٢٦	١٠	٥٧٨
العجز	٠	٠	٠	٠	٣	٦٣	١١٩	١٢٥	٣٥	٠	٠	٠	٣٤٥
الفائض	١٢٩	١٠٢	١٠٠	٣٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٤	١٣١	٥١١
المخزون التراكمي	١٩٨	٢٠١	٢٠٠	١٣٥	٦٧	٣٣	١٦	٨	٤	٢	١٤	١٣٨	
الجريان السطحي	٩٩	١٠١	١٠٠	٦٨	٣٤	١٧	٨	٤	٢	١	٧	٦٩	٥١٠
المياه المحتجزة	٩٩	١٠٠	١٠٠	٦٧	٣٣	١٦	٨	٤	٢	١	٧	٦٩	

تمرين:
بافتراض ان تربة الحوض رملية ناعمة والتي تكون سعتها التخزينية ١٠٪ وان سمك منطقة الجذور مترا واحدا، احسب الميزانية المائية من متوسطات التساقط والبخرنتح الكامن التالية:

شهور السنة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
التساقط (مم)	٨٠	٨٧	١١١	٥٠	٤٥	٠	٠	٠	٠	٣٢	٥٠	٦٨
البخرنتح الكامن (مم)	٣٦	٢٨	٤٠	٦٥	٨٠	١٢٥	١٣٥	١٢٣	١٠٤	٧٥	٤٢	٣١

الفصل السادس
طرق تقدير حمولة النهر

ملايين الأطنان من مواد القارات تنقل سنويا إلى البحار والمحيطات بواسطة المياه الجارية. والمواد التي تحملها المياه الجارية تنقسم إلى ثلاثة أنواع حسب طريقة نقلها هي الحمولة الذائبة والحمولة العالقة وحمولة القاع.

طرق تقدير الحمولة الذائبة

بعض المعادن قابلة للذوبان ومعادن أخرى نتيجة للتفاعلات الكيميائية تتحول إلى معادن قابلة للذوبان، ولذا فإن الأنهار تحمل كمية كبيرة من المواد الذائبة، لكن هذه الحمولة تختلف من نهر إلى آخر حسب نوعية الصخور ونشاط التجوية الكيميائية، ففي بعض الأنهار قد تصل الحمولة الذائبة إلى حوالي ٩٩٪ من حمولة النهر (Morisawa, 1968). ومن أكثر الطرق شيوعا لتقدير الحمولة الذائبة طريقة التبخير وطريقة قياس درجة التوصيل الكهربائي (Petts, 1983).

(أ) طريقة التبخير:

عند تطبيق هذه الطريقة لتقدير حمولة النهر الذائبة تتبع الخطوات التالية:

١- أخذ عينة من المياه الجارية.

٢- التخلص من المواد العالقة في العينة وذلك بترشيحها باستخدام ورقة الترشيح Filter Paper أو بتركها مدة من الزمن تسمح بترسيب جميع العوالق.

٣- وزن اناء فارغ وجاف يسجل وزنه بالملليجرام ويرمز له بـ W1 .

٤- يصب في الاناء مابين ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ ملليلتر من العينة الخالية من المواد العالقة ويرمز له بـ V .

٥- وضع الاناء الذي يحتوي على العينة في الفرن عند درجة حرارة ١٠٥ درجة مئوية حتى تتبخر كل مياه العينة.

٦- يوزن اناء العينة بعد تبخير المياه ويسجل الوزن بالملليجرام ويرمز له بـ W2 .

٧- يحسب مجموع المواد الصلبة الذائبة (Total Dissolved Solids (TDS) بالمعادلة التالية:

$$TDS\ (mg/l) = (W2 - W1)\ (1000 \div V)$$

حيث أن:

TDS = مجموع المواد الصلبة الذائبة (ملليجرام/ لتر).

W1 = وزن اناء العينة فارغ وجاف (بالملليجرام).

W2 = وزن اناء العينة بعد تبخير المياه (بالملليجرام).

V = حجم عينة الماء التي صبت في الاناء للتبخير (بالملليلتر)

٨- تحسب حمولة النهر الذائبة السنوية كما يلي:

حمولة النهر الذائبة السنوية (كليوجرام/ سنة) =

متوسط التصريف (متر مكعب/ ثانية) × متوسط مجموع المواد الصلبة الذائبة (ملليجرام/ لتر) × ١٠٠٠ × ٣١,٥٣٦

مثال:

احسب الحمولة الذائبة لنهر بلغ معدل تصريفه السنوي ٩٠٠ مترا مكعبا لكل ثانية وكان متوسط مجموع المواد الصلبة الذائبة ٢٠٠ ملليجراما لكل لتر.

الحل:

حمولة النهر الذائبة =

٩٠٠ ×٢٠٠× ١٠٠٠× ٣١,٥٣٦ = ٥٦٧٦٤٨٠٠٠٠ كغم/سنة

= ٥٦٧٦٤٨٠ طن/سنة

تمرين:

احسب الحمولة الذائبة لنهر بلغ معدل تصريفه السنوي ١٣٠٠ مترا مكعبا لكل ثانية وكان متوسط مجموع المواد الصلبة الذائبة ١٥٠ ملليجراما لكل لتر.

(ب) طريقة قياس درجة التوصيل الكهربائي

تستخدم هذه الطريقة السريعة لتقدير مجموع المواد الصلبة الذائبة في المياه. ويعبر عن درجة التوصل الكهربائي بالميكروموز لكل سم والتي تقاس بجهاز خاص (شكل ١٢) وللحصول على مجموع المواد الصلبة الذائبة بالمليجرام لكل لتر تضرب درجة التوصيل الكهربائي في ثابت هو عبارة عن معامل الارتباط بين درجة التوصيل الكهربائي ومجموع المواد الصلبة الذائبة الناتج عن تحليل الانحدار Regression Analysis وحيث أن قيم معامل الارتباط بينهما تتراوح بين ٥٥ر٠ و٧٥ر٠ (Gregory and Walling, 1973) لذا فإن كثير من الدراسات تقترح استخدام المعامل ٦٥ر٠ كثابت لتقدير مجموع المواد الصلبة الذائبة من معلومات التوصيل الكهربائي والتي يعبر عنها بالمعادلة التالية:

مجموع المواد الصلبة الذائبة (ملليجرام/لتر) =
درجة التوصيل الكهربائي (ميكروموز/سم) × ٦٥ر٠

ولتطبيق هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- أخذ عينة من المياه الجارية.

٢- التخلص من المواد العالقة كما في الطريقة السابقة.

٣- ضبط الجهاز حسب تعليمات كتيب التشغيل، فمثلا في الجهاز الموضحة صورته في شكل رقم ١٢ يضبط كالآتي:

(أ) وضع مفتاح التركيز (x1000, x100, x10, x1) على x100.

(ب) وضع مفتاح الحرارة على درجة ٢٥ درجة مؤية.

(ج) معايرة الجهاز وذلك بفتحه على .CAL وبهذا سيتحرك المؤشر والذي يجب أن يعطي قراءة ١٠٠ على الجهاز فإذا لم تكن على ١٠٠ يستخدم مفتاح .STD ليضبط المؤشر على ١٠٠، وبعد ضبطه يجب عدم لمس مفتاح .STD لأن أي تحريك له يستوجب إعادة معايره مرة أخرى.

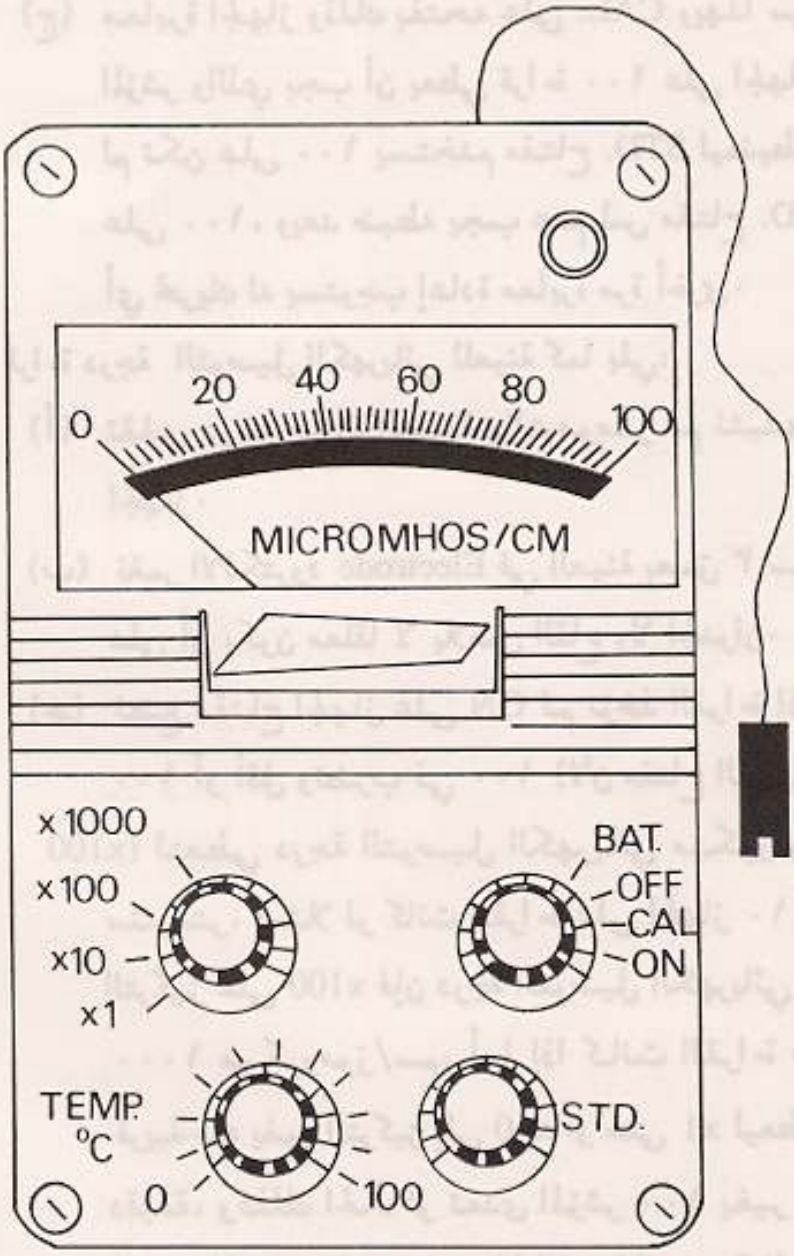
٤- قراءة درجة التوصيل الكهربائي للعينة كما يلي:

(أ) تقاس درجة حرارة العينة بالترمومتر ثم نثبتها على الجهاز.

(ب) نغمر الالكترود Electrode في العينة بعمق ٣ سم تقريبا على أن يكون معلقا لا يلامس القاع ولا الجدران.

(جـ) نضع مفتاح الجهاز على ON ثم تؤخذ القراءة إذا كانت ١٠٠ أو أقل وتضرب في ١٠٠ (لأن مفتاح التركيز على x100) لتعطي درجة التوصيل الكهربائي ميكروموز لكل سنتيمتر، فمثلا لو كانت القراءة على الجهاز ١٠ ومفتاح التركيز على x100 فإن درجة التوصيل الكهربائي ستكون ١٠٠٠ ميكروموز/سم، أما إذا كانت القراءة صفر أو قريبة منه يغير التركيز إلى x10 أو حتى x1 ليعطي قراءة دقيقة، وكذلك الحال لو تعدى المؤشر ١٠٠ يغير التركيز إلى x1000 وفي جميع الحالات فإن درجة التوصيل الكهربائي تساوي القراءة على الجهاز مضروبة في قيمة التركيز على الجهاز.

شكل (١٢) جهـــاز التوصيـــل الكهربائـــي



٥- تحسب مجموع المواد الصلبة الذائبة (ملليجرام/ لتر) وذلك بضرب درجة التوصيل الكهربائي (ميكروموز/سم) في الثابت ٦٥و٠

٦- تحسب حمولة النهر الذائبة السنوية كما في الطريقة السابقة٠

طريقة تقدير الحمولة العالقة:

الحمولة العالقة هي عبارة عن المواد الناعمة التي تحملها المياه الجارية مسافات طويلة دون أن تلامس القاع٠ والحمولة العالقة تكون كبيرة بالقرب من قاع المجرى ثم تتناقص تدريجيا بالاتجاه نحو سطح المياه الجارية، ولذا فإنه عند تقدير الحمولة العالقة يجب أن تكون العينة ممثلة للحمولة في الأعماق المختلفة من المجرى، ولتحقيق ذلك تؤخذ العينة باحدى طريقتين إما أن تؤخذ عدد معين من العينات على أعماق مختلفة وذلك باستخدام جهاز خاص لأخذ العينة (شكل ١٣) أو بأخذ عينة لجميع الأعماق وذلك باستخدام علبة بها فتحة صغيرة تسمح بملئها ببطء (Gregory and Walling, 1973, petts, 1983)٠ والطريقة الأخيرة لاتحتاج إلى جهاز خاص فمثلا يمكن استخدام علبة المياه الصحية وذلك بتثبيتها في طرف قضبان حديدي واغلاق فتحتها بغطاء مطاطي يخرج منه انبوبتين واحدة قصيرة لتسمح بدخول الماء في العلبة والأخرى طويلة لتسمح للهواء بالخروج أثناء دخول الماء (شكل ١٤)٠ وبانزال العلبة ببطء في المياه الجارية فإن العينة التي ستدخل فيها ستكون ممثلة لجميع الأعماق٠

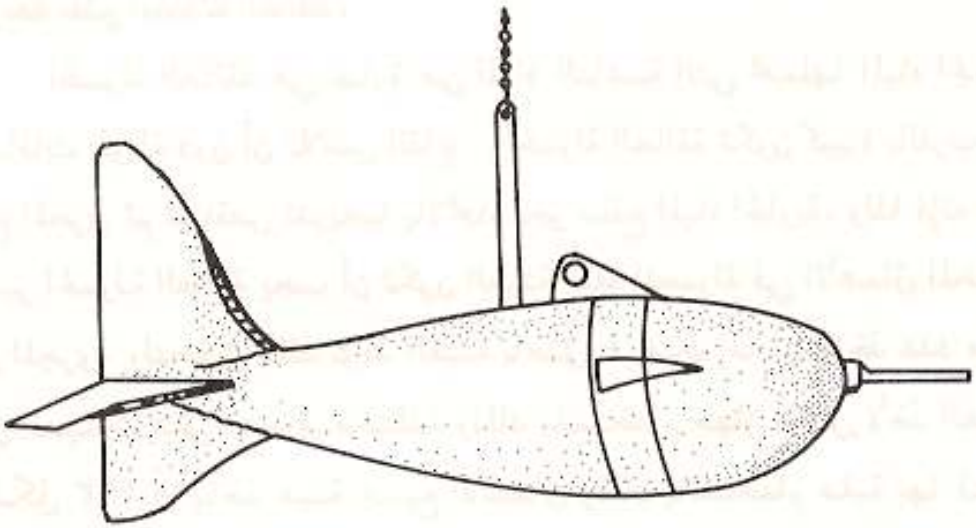
وتعتبر طريقة الترشيح أكثر الطرق استخداما لتقدير الحمولة العالقة والتي تتلخص في الخطوات التالية:

١- أخذ عينة من المياه الجارية٠

٢- احضار ورقة ترشيح وتجفيفها في فرن عند درجة حرارة ١٠٥ درجة مئوية لمدة ١٥ دقيقة ثم تترك حتى تبرد٠

شكـــل (١٣)

جهاز أخذ عينة الرواسب العالقة على أعماق معينـــة



المصدر : Gregory and walling.(1973).P.152

٣- توزن ورقة الترشيح المجففة ويسجل وزنها بالملليجرام ويرمز له بـ W1 .

٤- تثبت ورقة الترشيح المجففة على اناء فارغ.

٥- تخض الزجاجة التي تحتوي على العينة جيدا ثم يصب مقدار معين من العينة في ورقة الترشيح ويسجل حجم ماء العينة بالملليلتر ويرمز له بـ V .

٦- بعد ترشيح ماء العينة توضع ورقة الترشيح في الفرن لتجفيفها عند درجة حرارة ١٠٥ درجة مئوية لمدة ٣٠ دقيقة ثم تترك حتى تبرد .

٧- توزن ورقة الترشيح والرواسب التي بها ويسجل وزنها بالملليجرام ويرمز له بـ W2 .

٨- يحسب تركيز الرواسب العالقة Suspended Sediment Concentration (SSC) من المعادلة التالية:

$$SSC\ (mg/1) = (W2 - W1)\ (1000 \div V)$$

حيث أن:

SSC = تركيز الرواسب العالقة (ملليجرام/لتر) .

W1 = وزن ورقة الترشيح جافة وخالية من الرواسب (بالملليجرام) .

W2 = وزن ورقة الترشيح والرواسب بعد التجفيف (بالملليجرام) .

V = حجم عينة الماء التي صبت على ورقة الترشيح (بالملليلتر) .

٩- تحسب حمولة النهر العالقة السنوية كما يلي:

حمولة النهر العالقة السنوية (كيلوجرام/سنة) =

متوسط التصريف (متر مكعب/ ثانية) × متوسط تركيز الرواسب العالقة (ملليجرام/لتر) × ١٠٠٠ × ٥٣٦٫٣١ .

مثال:

احسب الحمولة العالقة لنهر بلغ معدل تصريفه ٩٠٠ مترا مكعبا لكل ثانية وكان متوسط تركيز الرواسب العالقة فيه ١٧٥٠ ملليجراما لكل لتر.

الحل:

حمولة النهر العالقة =

٩٠٠×١٧٥٠×١٠٠٠× ٣١,٥٣٦ =

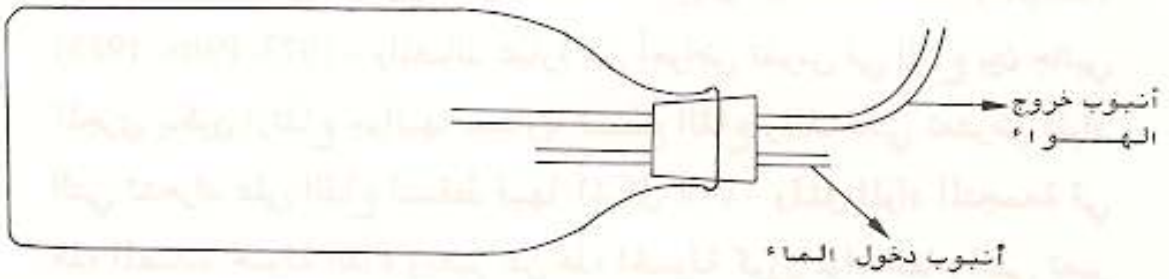
٤٩٦٦٩٢٠٠٠٠٠ كغم/سنة. =

٤٩٦٦٩٢٠٠ طن/سنة

تمرين:

احسب الحمولة العالقة لنهر بلغ معدل تصريفه ١٣٠٠ مترا مكعبا لكل ثانية وكان متوسط تركيز الرواسب العالقة فيه ١٢٥٠ ملليجراما لكل لتر.

شكل (١٤) جهاز أخذ عينة الرواسب العالقة لجميع الأعماق



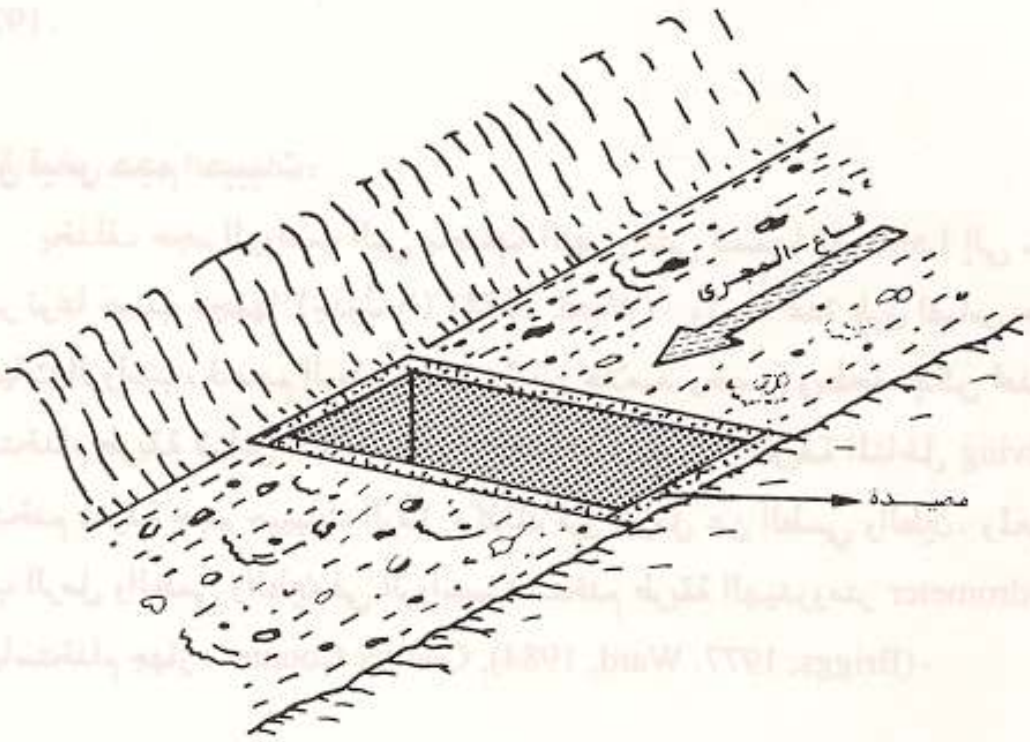
المصدر : Petts . 1983 . P. 122

طريقة تقدير حمولة القاع:

حمولة القاع هي المواد التي تتحرك على قاع المجرى سواء بالقفز أو الانزلاق أو التدحرج، وبشكل عام لاتشكل إلا جزء بسيط من حمولة النهر. وحمولة القاع تجري بسرعة أقل من سرعة المياه الجارية كما أن سرعاتها تختلف فيما بينها فالمواد الكبيرة الحجم بعدما تتحرك تكون أسرع من المواد الصغيرة، كذلك تزداد سرعاتها كلما اقتربت من الشكل الكروي.

انه ليس من السهل تحديد حمولة القاع وذلك لأنه لايوجد طريقة دقيقة لقياسه لكن من أشهر الطرق المستخدمة لهذا الغرض طريقة المصائد Traps Method وذلك في المجاري المائية المتقطعة الجريان (Gregory and Walling, 1973. Petts. 1983). والمصائد عبارة عن أحواض تغرس في القاع بين جانبي المجرى يكون ارتفاع جوانبها مساويا لسطح القاع وذلك لكي تعترض المواد التي تتحرك على القاع لتسقط فيها (شكل ١٥). وتمثل المواد المتجمعة في هذه المصائد حمولة القاع ويعبر عن هذه الحمولة كوزن لمواد القاع التي تعبر المقطع العرضي للمجرى المائي في فترة زمنية معينة (وزن/عرض المجرى/زمن).

شكل (١٥) مصيدة حمولة القاع



المصدر : Gregory and walling . 1973 . P. 160

الفصل السابع

طرق قياس حجم وشكل الحبيبات

معرفة حجم وشكل حبيبات الرواسب مهم لدارسي أحواض التصريف وذلك لأنه يساعد على فهم عمليات النقل والترسيب في الماضي والحاضر (Briggs, 1977).

طرق قياس حجم الحبيبات:

يختلف حجم الرواسب التي يحملها النهر والتي قسمها لين Lane إلى ستة عشر نوعا حسب حجمها (جدول ٦) (Ward. 1984). وتوجد عدة طرق لقياس حجم حبيبات الرواسب، فحجم الرواسب الخشنة من جلاميد وحصى وبطحاء يمكن تحديده باستخدام طريقة قياس المحاور Axes Measurement ، وطريقة المناخل Sieving تستخدم لمعرفة حجم حبيبات الرمل وكذلك فرز الرمل عن الطمي والطين، ولمعرفة نسب الرمل والطمي والطين في الرواسب تستخدم طريقة الهيدرومتر Hydrometer أو باستخدام جهاز Coulter Counter (Briggs, 1977. Ward, 1984).

(أ) طريقة قياس المحاور:

عند استخدام هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- أخذ عينة مابين ١٠٠- ٣٠٠ حبيبة معروفة الوزن.

٢- تقاس المحاور الرئيسية الثلاثة لكل حبيبة وهي المحور الطويل (الطول) والمحور المتوسط (العرض) والمحور القصير (السمك) وذلك باستخدام الكاليبر Caliper أو مسطرة.

٣- يحسب متوسط حجم كل حبيبة كما يلي:

$$\text{متوسط حجم الحبيبة} = \frac{\text{الطول + العرض + السمك}}{٣}$$

٤- تقسم الحبيبات إلى فئات حسب أحجامها.

٥- يحسب وزن الحبيبات في كل فئة ثم استخراج نسبها من كامل وزن العينة.

٦- تمثل النسب بيانيا.

جدول رقم (٦) تصنيف الرواسب النهرية حسب حجمها

النوع	الحجم (مم)
الجلاميد	٢٥٦- ٤١٠٠
الحصى	٦٤- ٢٥٦
البطحاء	٢- ٦٤
الرمل الخشن جدا	١- ٢
الرمل الخشن	٥ر٠- ١
الرمل متوسط النعومة	٢٥ر٠- ٥ر٠
الرمل الناعم	١٢٥ر٠- ٢٥ر٠
الرمل الناعم جداً	٠٦٢ر٠- ١٢٥ر٠
الطمي الخشن	٠٣١ر٠- ٠٦٣ر٠
الطمي متوسط النعومة	٠١٦ر٠- ٠٣١ر٠
الطمي الناعم	٠٠٨ر٠- ٠١٦ر٠
الطمي الناعم جدا	٠٠٤ر٠- ٠٠٨ر٠
الطين الخشن	٠٠٢ر٠- ٠٠٤ر٠
الطين متوسط النعومة	٠٠١ر٠- ٠٠٢ر٠
الطين الناعم	٠٠٠٥ر٠- ٠٠١ر٠
الطين الناعم جدا	٠٠٠٢٤ر٠- ٠٠٠٥ر٠

المصدر: Ward, P.B., (1984), P.38

(ب) طريقة المناخل:

عند استخدام هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- ترتيب المناخل ترتيبا تنازليا من حيث سعة فتحاتها، أي المناخل ذات الفتحات الكبيرة تكون أعلى ثم يليها الأصغر فالأصغر وهكذا.

٢- أخذ عينة من الرواسب معروفة الوزن وتوضع في المنخل الأعلى.

٣- تثبت المناخل على الهزاز وتهز لمدة ٢٠ دقيقة.

٤- تفرغ بدقة رواسب كل منخل على صفحة من الورق.

٥- توزن رواسب كل منخل وتدون في جدول.

٦- تحسب النسبة المؤية لوزن رواسب كل منخل من الوزن الكلي وتدون في الجدول.

٧- تمثل النسب بيانيا.

طرق قياس شكل الحبيبات:

يحدد شكل الحبيبة بمعرفة تكورها Sphericity واستدارتها Round-ness، ويختلف التكور تماما عن الاستدارة حيث أن المقصود بالتكور هو اقتراب شكل الحبيبة من الشكل الكروي، أما الاستدارة فهي عبارة عن درجة انحناء أركان الحبيبة (مشرف، ١٩٨٧). ومن أشهر الطرق لوصف أشكال الحبيبات طريقة زنج Zingg Method وطريقة سنيد وفولك Sneed and Folk Method للحبيبات الأكبر حجما من الرمل وطريقة باور Power Method وطريقة رايتنهاوس Writtengouse للحبيبات صغيرة الحجم وخصوصا الرمل (Griffiths, 1967, Briggs, 1977, Whalley, 1981).

(أ) طريقة زنج:

تقسم هذه الطريقة الحبيبات إلى أربعة أنواع حسب أشكالها هي كروية Sphere وقرصية Disc وورقية Blade وقضيبية Rod ، وهذا التقسيم مبني على العلاقة بين المحاور الرئيسية الثلاثة (جدول ٧).

جدول (٧) تحديد شكل الحبيبة حسب العلاقة بين محاورها

شكل الحبيبة	العرض ÷ الطول	السمك ÷ العرض
كروية	أكبر من ٦٧ ر٠	أكبر من ٦٧ و٠
قرصية	أكبر من ٦٧ و٠	أصغر من ٦٧ ر٠
ورقية	أصغر من ٦٧ و٠	أصغر من ٦٧ و٠
قضيبية	أصغر من ٦٧ ر٠	أكبر من ٦٧ و٠

مثال:

باستخدام طريقة زنج حدد شكل حبيبة طول محورها الطويل ٥ سم وطول محورها المتوسط ٣ سم وطول محورها القصير ١ر٥سم.

الحل:

المحور المتوسط ÷ المحور الطويل = ٣ ÷ ٥ = ٦٠ ر٠

المحور القصير ÷ المحور المتوسط = ١ر٥ ÷ ٣ = ٥٠ و٠

إذن شكل الحبيبة يكون ورقية.

تمرين:

باستخدام طريقة زنج حدد شكل حبيبة طول محورها الطويل ٤ر١ سم وطول محورها المتوسط ٣ر١ سم وطول محورها القصير ١ر٨ سم.

(ب) طريقة سنيد فولك:

من المحاور الرئيسية الثلاثة يمكن حساب معامل التكور باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{معامل التكور} = \sqrt[3]{\frac{\text{تربيع السمك}}{\text{العرض} \times \text{الطول}}}$$

وهذه المعادلة تعطي قيما لمعامل التكور تتراوح بين صفر وواحد والشكل الكروي الحقيقي يأخذ قيمة مقدارها واحد.

مثال:

احسب معامل التكور لحبيبة طول محورها الطويل ٥ سم وطول محورها المتوسط ٣ سم وطول محورها القصير ٥ر١سم.

الحل:

$$\text{معامل التكور} = \sqrt[3]{\frac{٢,٢٥}{٣ \times ٥}} = \sqrt[3]{\frac{٢,٢٥}{١٥}} = \sqrt[3]{٠,١٥} = ٠,٥٣$$

تمرين:

احسب معامل التكور لحبيبة طول محورها الطويل ١ر٤ سم وطول محورها المتوسط ١ر٣ سم وطول محورها القصير ٨ر١ سم.

(ج) طريقة باور:

تمكن هذه الطريقة من تحديد استدارة الحبيبة، ولتطبيق هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- أخذ عينة نظيفة من الحبيبات.

٢- عرض الحبيبات تحت المجهر.

٣- مقارنة شكل الحبيبة مع المناظر في شكل ١٦، ثم تحديد استدارتها.

(د) طريقة رايتنهاوس:

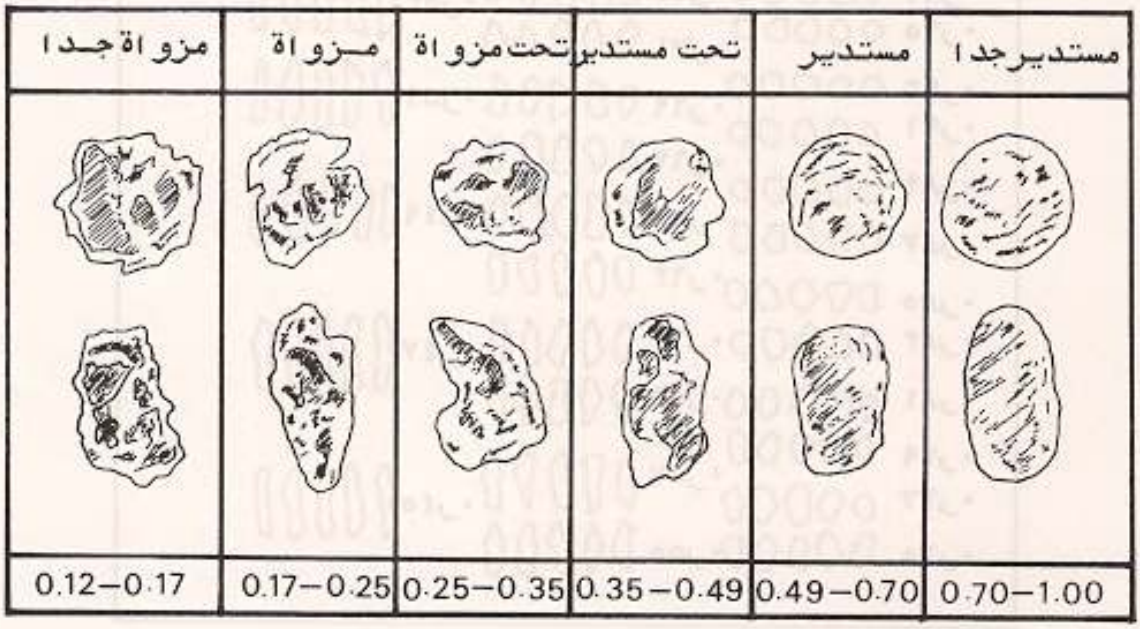
تمكن هذه الطريقة من تحديد تكور الحبيبة، ولتطبيق هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:

١- أخذ عينة نظيفة من الحبيبات.

٢- عرض الحبيبات تحت المجهر.

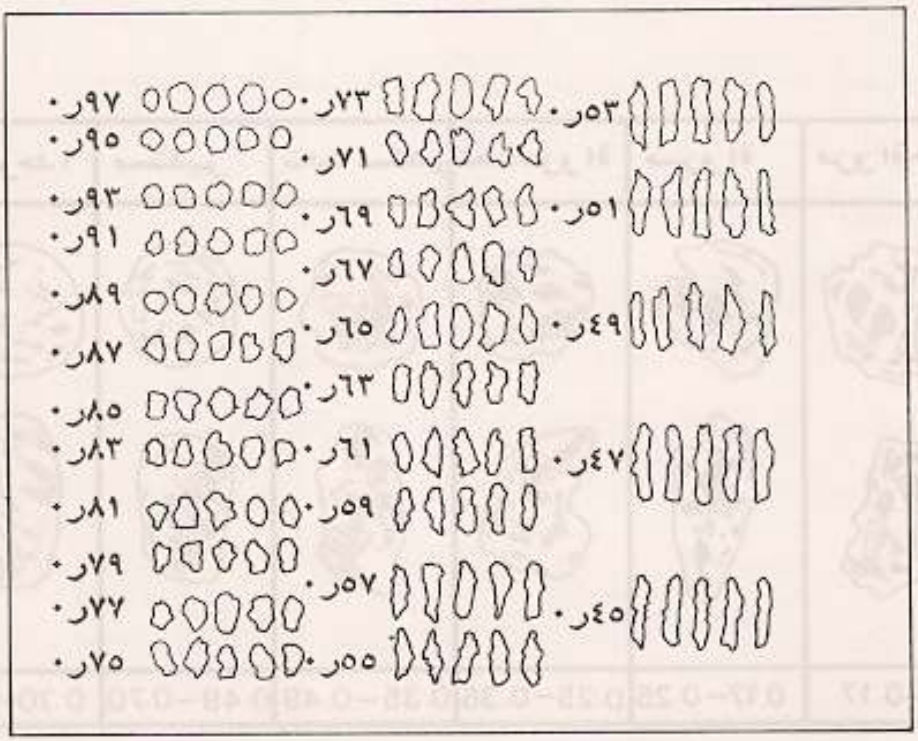
٣- مقارنة شكل الحبيبة مع المناظر في شكل ١٧، ثم تحديد تكورها.

شكل (١٦) مقياس باور لتحديد استدارة الحبيبات



المصدر : Briggs , 1977 , P. 120

شكل (١٧) مقياس رايتنهاوس لتحديد تكور الحبيبـــــة



المصدر : Griffiths , 1967 , P.112

الفصل الثامن

طرق قياس المتغيرات المورفومترية

المورفومترية Morphometry أحد فروع الجيومورفولوجيا ويقصد به الوصف الكمي لأشكال سطح الأرض. والوصف الكمي لنظم الصرف النهرية يطلق عليه مورفومترية أحواض التصريف Drainage Basin Morphometry والذي أسسه هورتون Horton في الأربعينات الميلادية. ومنذ تأسيس هذا الفرع من فروع الجيومورفولوجيا الكمية قدم العديد من الدراسات التي تهتم بتعريف المتغيرات المورفومترية لأحواض التصريف وطرق قياسها، وتقاس هذه المتغيرات من خلال العمل الميداني أو من الخرائط الكنتورية أو من الصور الجوية أو من الصور الفضائية، ويعطي المسح الميداني نتائج دقيقة أما الوسائل الأخرى فتعتمد على مقياس الرسم فمثلاً المجاري المائية الصغيرة لاتظهر على الخرائط صغيرة المقياس ولا تتضح على الصور الجوية والصور الفضائية صغيرة المقياس أيضا، ولذا فإن الدقة في قياس وحساب المتغيرات المورفومترية من الخرائط أو الصور تزداد كلما كبر مقياس الرسم وفيما يلي سيتم تعريف أهم طرق قياس وحساب المتغيرات المورفومترية الرئيسة.

طريقة قياس مساحة حوض التصريف

تعرف مساحة حوض التصريف بأنها كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر. وتحسب مساحة الحوض عادة بالكيلومترات المربعة بعد تعيين حدود حوض التصريف على الخرائط الكنتورية أو الصور الجوية أو الصور الفضائية. ولقياس مساحة حوض تصريف ما تتبع الخطوات التالية:

١- ترسم حدود حوض التصريف على الخريطة.
٢- تحسب المساحة باستخدام جهاز البلانيميتر أو طريقة المربعات.

طريقة قياس محيط حوض التصريف:

محيط الحوض هو طول خط تقسيم المياه المحيط بالحوض، ويقاس باستخدام عجلة القياس بعد رسم خط تقسيم المياه.

طرق ترتيب المجاري

يعرف الترتيب النهري Stream Ordering بأنه نظام تصنيف المجاري في حوض التصريف حسب تدرجها الهرمي Hierarchy داخل الحوض. ولقد قدم العديد من الطرق لترتيب المجاري (شكل ١٨) لكن أفضلها وأكثرها استخداما طريقة ستريلر Strahler للأغراض العامة وطريقة جريجوري - وولنج Gregory and Walling للدراسات الهيدرولوجية والهيدروجيومورفولوجية.

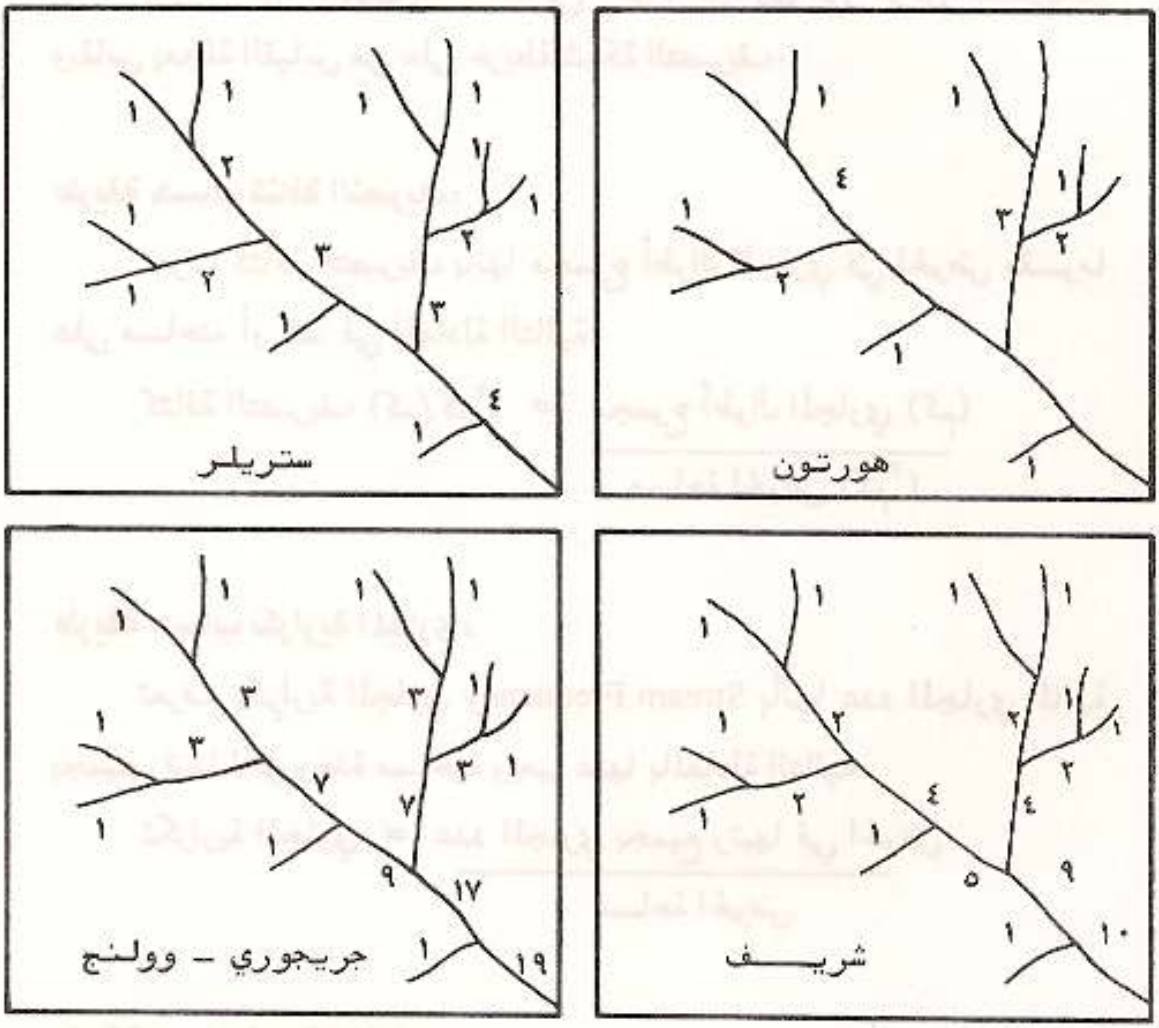
(أ) طريقة ستريلر:

ففي هذه الطريقة تدعى المجاري التي ليس لها فروع بمجاري المرتبة الأولى وإذا التقى مجريان من المرتبة الأولى تشكل مجرى من المرتبة الثانية وإذا التقى مجريان من المرتبة الثانية تكون مجرى من المرتبة الثالثة وإذا التقى مرجيان من المرتبة الثالثة تشكل مجرى من المرتبة الرابعة وهكذا.

(ب) طريقة جريجوري - وولنج:

في هذه الطريقة تدعى المجاري التي ليس لها فروع من المرتبة الأولى وإذا التقى مجريان من المرتبة الأولى تشكل مجرى من المرتبة الثالثة وذلك لأنهما أدخلا المجاري الواقعة بين نقاط الالتقاء في الترتيب، وإذا التقى أي

شكل (١٨) طرق ترتيب المجاري المائية



المصدر : Gregory and walling (1973) , P. 43

مجريين من أي رتبة فإنه يتشكل مجرى رتبة تساوي مجموع رتبتي المجريين مضافا إليها واحد، فمثلا لو التقى مجرى من الرتبة الثالثة مع مجرى من الرتبة الأولى سيتشكل مجرى من الرتبة الخامسة وهكذا.

طريقة قياس طول المجرى:

يعرف طول المجرى بأنه مجموع أطوال المجاري في حوض التصريف، ويقاس بعجلة القياس من على خريطة شبكة التصريف.

طريقة حساب كثافة التصريف:

تعرف كثافة التصريف بأنها مجموع أطوال المجاري في الحوض مقسوما على مساحته أو كما في المعادلة التالية:

$$\text{كثافة التصريف (كم/كم}^2\text{)} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}$$

طريقة حساب تكرارية المجاري:

تعرف تكرارية المجاري Stream Frequency بأنها عدد المجاري المائية بجميع رتبها لكل وحدة مساحية ويعبر عنها بالمعادلة التالية:

$$\text{تكرارية المجاري} = \frac{\text{عدد المجاري بجميع رتبها في الحوض}}{\text{مساحة الحوض}}$$

طريقة حساب نسبة التشعب:

تعرف نسبة التشعب Bifurcation Ratio بأنها النسبة بين عدد المجاري التابعة لرتبة معينة وعدد المجاري التابعة لرتبة أعلى منها مباشرة والتي

تحسب بالمعادلة التالية:

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري لرتبة معينة}}{\text{عدد المجاري في الرتبة الأعلى منها مباشرة}}$$

ونسبة التشعب لأي حوض تصريف يمكن تحديدها بحساب متوسط نسب التشعب فيما بين الرتب النهرية في الحوض، فمثلا نسبة التشعب في حوض تصريف به ٢٠ مجرى من الرتبة الأولى و٦ من الرتبة الثانية ومجريان من الرتبة الثالثة ومجرى واحد من الرتبة الرابعة تكون ٢,٧٨ والتي حسبت كما يلي:

$$\text{نسبة التشعب في الحوض} = \frac{(٢٠ \div ٦) + (٦ \div ٢) + (٢ \div ١)}{٣} = ٢,٧٨$$

طريقة حساب شكل الحوض:

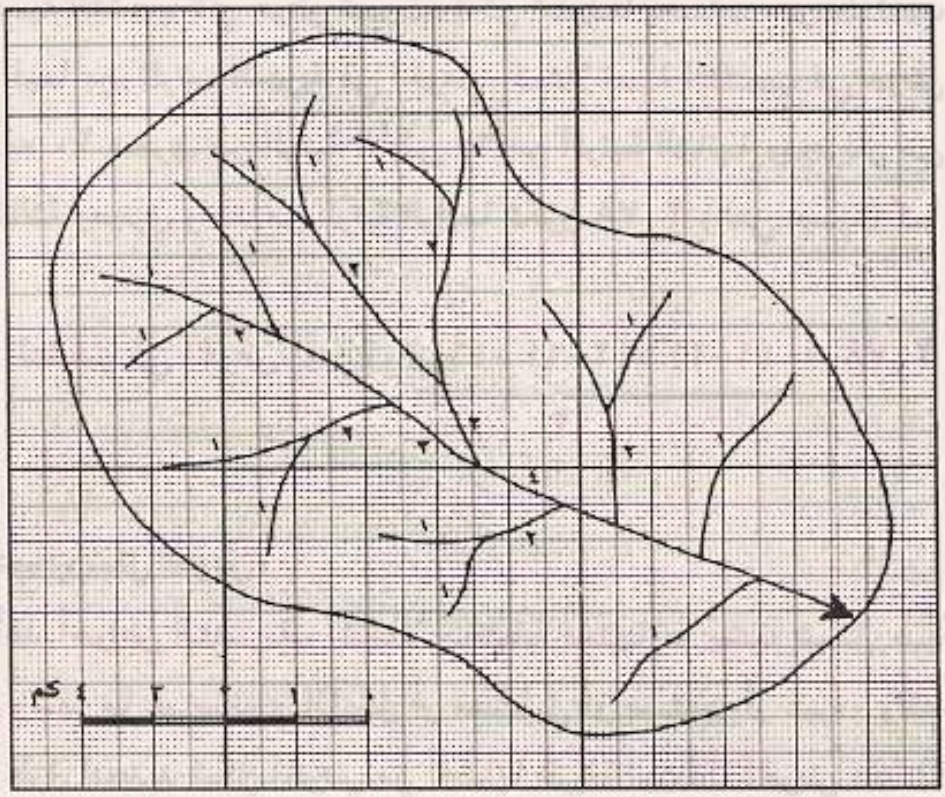
تأخذ أحواض التصريف أشكالا مختلفة فمنها ما يشبه شكل حبة الكمثرى ومنها ما هو بيضوي الشكل أو مستطيل أو مستدير أو غيره. ولقد قدم عدة طرق لتحديد شكل الحوض من أفضلها طريقة استطالة الحوض Basin Elongation والتي يعبر عنها بالمعادلة التالية:

$$\text{استطالة الحوض} = \frac{٢ \times \sqrt{\text{مساحة الحوض} \div ٣,١٤}}{\text{أقصى طول بين المصب وأي نقطة على المحيط}}$$

وإذا كانت قيمة استطالة الحوض قريبة من واحد فإن شكل الحوض يكون قريب من الدائرة.

مثال :
من الشكل رقم ١٩ ، احسب مايلي : مساحة الحوض ، محيط الحوض ، طول المجرى في الحوض ، كثافة التصريف ، رتبة المجرى الرئيسي حسب طريقة ستريلر تكرارية المجارى في الحوض ، نسبة التشعب في الحوض ، وأخيرا استطالة الحوض .

شكل (١٩) شبكة المجارى في حوض التصريف



الحل :

محيط الحوض = ٣٣ر٥ كيلو متر

مساحة الحوض = ٧٤ر٥ كيلو متر مربع

طول المجرى في الحوض = ٥٠ كيلو متر

كثافة التصريف = ٥٠ + ٧٤ر٥ = ٠ر٦٧

رتبة المجرى الرئيسي = ٤

تكرارية المجاري = ٢٤ ÷ ٧٤ر٥ = ٠ر٣٢

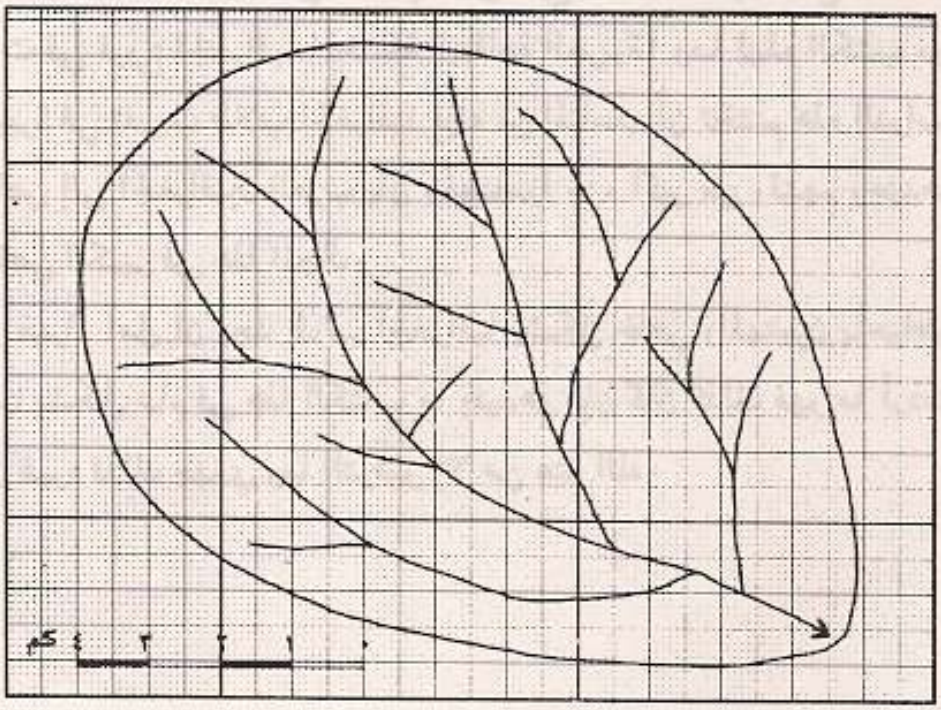
نسبة التشعب في الحوض = [(١٥ ÷ ٦) + (٦ ÷ ٢) + (٢ ÷ ١)] ÷ ٣ = ٣ر٥

استطالة الحوض = $\frac{\sqrt{\text{٧٤ر٥} \div \text{٣ر١٤}} \times ٢}{\text{١٢ر٣}}$ = ٠ر٧٩

تمرين :

من الشكل رقم ٢٠ ، احسب مايلي ، مساحة الحوض ، محيط الحوض ، طول المجرى في الحوض ، كثافة التصريف ، رتبة المجرى الرئيسي حسب طريقة جريجـــــوري ـ وولنج ، تكرارية المجاري في الحوض ، نسبة التشعب في الحوض ، وأخيـــرا استطالة الحوض .

شكل (٢٠) شبكة المجارى في حوض التصريف



الخاتمة:

لقد استعرضت هذه الدراسة بعض طرق قياس العمليات وأشكال سطح الأرض في أحواض التصريف، وعلى الرغم من أن هذه الدراسة لم تغطي جميع الطرق إلا أنه تم اختيار الطرق الأساسية السهل تطبيقها والشائع استخدامها في هذا الحقل. ومن ناحية أخرى فقد روعي في هذه الدراسة تسهيل استخدام هذه الطرق وذلك بشرح خطوات تطبيقها بالتفصيل واعطاء أمثلة عليها.

ونظراً لقلة الكتب التي تحتوي على شرح مبسط لطرق جمع وتحليل المعلومات في فروع الجغرافيا المختلفة (باللغة العربية) وما لهذه الكتب من فائدة كبيرة في تدريب طلاب الجغرافيا فإنه لمن المناسب أن تختتم هذه الدراسة بنداء خاص إلى الجغرافيين العرب بأن يخصصوا جزء أكبر من وقتهم وجهدهم لسد النقص الكبير في هذا المجال.

وأخيرا، آمل أن يجد طالب الجغرافيا بشكل خاص والمهتمين بأحواض التصريف بشكل عام في هذا الكتاب ما يفيدهم فإن كان كذلك فهو ما أردت وإن كان غيره فذلك جهدي وما التوفيق إلا من عند الله.

المراجع:

كاشف الغطاء، باقر أحمد، (١٩٨٢م)، علم المياه وتطبيقاته، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، الموصل.

مشرف، محمد عبدالغني، (١٩٨٧م)، أسس علم الرسوبيات، جامعة الملك سعود، الرياض.

مصلحة الاحصاءات العامة، (١٩٨٦م)، الكتاب الاحصائي السنوي، العدد الحادي والعشرون والثاني والعشرون، مصلحة الاحصاءات العامة، الرياض.

Brakensiek, D.L., et. al., (Coordinators), (1979), Field Manual for Ressarch In Agricultural Hydrology, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No.224.

Briggs, d., (1977) Sediments, Butterworths, London.

Chandrashekhar, H, Naganna, C, (1978), Evaluation of groundwater resources of the Chikkahagari basin, Karnataka, India. in: The hydrology of areas of low precipitation, IAHS-IASH Publ. No. 128, PP 279-286.

Chow, V. T., et. al., (1988), Applied hydrology, McGraw-Hill Book Company, New York.

Clowes, A., and Comfort, P., (1982), Process and Landrorms, Oliver & Boyd, Edinburgh, Scotland.

Donahue, R. L., et. al., (5th ed) (1983), Soils, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Dunne, T., and Leopold, L. B., (1978), Water in Enviromental Planning, W.H. Freeman and Company, San Francisco.
Gardiner, V., (1975), Drainage basin Morphometry, British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin No.14.
Gregory, K.J., and Walling, D.E., (1973), Drainage basin form and process, Edward Arnold, London.
Griffiths, J.C., (1967), Scientific method in analysis of sediments, McGraw-Hill Book company, New York.
Marsh, W.M. and Dozier, J., (1981), Landscape: an introduction to physical geography, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.
Mather, J.R., (1978), The climatic Water budget in environmental analysis, Lexington Books, Lexington, Massachusestts.
McCullagh, P., (1978), Modern concepts in geomorphology, Oxford University Press.
Morisawa, M., (1968), Streams, McGraw-Hill Book Company, New York.
Petts, G. E., (1983), Rivers, Butterworths, London.
Richards, K., (1982), Rivers, Methuen, London.
Shaw, E.M., (1983), Hydrology in practice , Van Nostra Reinhold, Wokingham, England.
Smith, D. I., and Stopp, P., (1978), The river basin, Cambridge University Press.
Strahler, A.N., and Strahler, A. H., (3rd ed) (1984), Elements of physical geography. John Wiley and Sons, New York.
Ward, P.R.B., (1984), Measurements of Sediment Yields. In: R. F. Hadley and D. E. Walling, (eds), Erosion and sediment Yield, Geo Books, Norwich, Wngland, PP.37-70.
Wilson, E. M., (3rd ed), (1983), Engineering hydrology, Macmillan, London.
Withers, B., and Vipond. S., (2nd ed), (1980), Irrigation design and practice, Cornell University Press, New York.
Whalley, W.B., (1981), Physical properties, In: A. Goudie, et al., Geomorphological techniques, George Allen and Unwin, London, PP.80-103.

إصدارات المركز

(١) أطلس السكان للمملكة العربية السعودية، لجنة الأطلس الوطني بإشراف الأستاذ الدكتور أسعد سليمان عبده (١٤٠١هـ/١٩٨١م).

(٢) تغيب العمال في المجال الصناعي: دراسة اجتماعية لأسباب تغيب العمال بالمؤسسات الصناعية الموجودة في مدينة الرياض، د. طلعت بن إبراهيم لطفي (١٤٠٤هـ/١٩٨٤م).

(٣) المهور في المجتمع العربي السعودي، فريق بحث من قسم الدراسات الاجتماعية بإشراف الدكتور عبدالله الفيصل (١٤٠٤هـ/١٤٠٥هـ).

(٤) أطلس المدينة المنورة، د. محمد بن شوقي مكي، تحت إشراف لجنة الأطلس الوطني (١٤٠٥/١٩٨٥م).

(٥) تطور ملامح ظاهرة جنوح الأحداث في المملكة العربية السعودية، د. جلال بن مدبولي محمد (١٤٠٥/١٤٠٦هـ).

(٦) خارطة مدينة الرياض (١٤٠٥هـ) د. غازي عبدالواحد مكي (١٤٠٥هـ/١٩٨٥م).

(٧) ظاهرة الغش في الامتحانات وأسبابها: دراسة استطلاعية بجامعة الملك سعود. د. مختار بن إبراهيم عجوبة، د. إبراهيم خليفة (١٤٠٦/١٤٠٧هـ).

(٨) اللغة المروية: أبجديتها وطبيعة كتابتها وقصة فك رموز خطها، الجزء الأول، أ.د. عبدالقادر بن محمود عبدالله (١٤٠٧هـ/١٩٨٦م).

(٩) الأسواق المركزية في مدينة الرياض: دراسة جغرافية في التوزيع والسلوك. د. محمد بن شوقي مكي، تحت إشراف لجنة أبحاث مدينة الرياض (١٤٠٧هـ/١٩٨٦م).

(١٠) أثر مشروع الري والصرف على منطقة الأحساء: دراسة في التغير الاجتماعي القروي بالمملكة العربية السعودية، د. طلعت بن إبراهيم لطفي (١٤٠٧هـ/١٩٨٦م).

(١١) الإعلام.. الوسائل.. الرسائل.. الرجال. ترجمة الدكتور ساعد العرابي الحارثي (١٤٠٨هـ/١٩٨٨م).

(١٢) الخدمات البريدية في مدينة الرياض، دراسة جغرافية في تحليل الشبكة، د. صبحي أحمد قاسم السعيد، تحت إشراف لجنة أبحاث مدينة الرياض (١٤٠٩هـ/١٩٨٩م).

(١٣) صحة الأطفال ووفياتهم في إطار التغير الاجتماعي والاقتصادي في المملكة العربية السعودية، د. عثمان الحسن محمد نور (١٤٠٩هـ/١٩٨٩م).

(١٤) مختصر شرح أمثلة سيبويه للعطار، تأليف الجواليقي، تحقيق وتعليق د. دفع الله عبدالله سليمان (١٤١٠هـ).

(١٥) سوق صنعاء، تأليف والتر دوستال، ترجمة وتعليق د. وفيق محمد غنيم، (١٤١٠هـ/١٩٩٠م).

(١٦) الترويح في المجتمع العربي السعودي، د. إبراهيم محمد خليفة، د. إدريس سالم الحسن (١٤١٠هـ/١٩٩٠م).

(١٧) أسعار السلع الغذائية والجوامك في مصر، في عصر دولة المماليك الجراكسة، د. رأفت محمد النبراوي، قسم الآثار والمتاحف، (١٤١١هـ/١٩٩٠م).

(١٨) كتاب إصلاح المنطق لأبي القاسم الراغب، دراسة وتحقيق الدكتور فوزي مسعود، قسم اللغة العربية، (١٤١١هـ/١٩٩١م).

(١٩) مدى تجاوب المواطنين السعوديين مع قضايا سياسات الرعاية الاجتماعية في قطاعات الصحة والتعليم والشئون الاجتماعية، إعداد الدكتور مختار إبراهيم عجوبة، قسم الدراسات الاجتماعية، (١٤١١هـ/١٩٩١م).

(٢٠) نظام حماية حقوق المؤلف في المملكة العربية السعودية، دراسة تحليلية مقارنة، د. سعد بن عبدالله الصبيحان، قسم علوم المكتبات والمعلومات، (١٤١١هـ/١٩٩١م).

(٢١) نقشان من شبه جزيرة سيناء يؤرخان لعمارة السلطان المملوكي قانصوه الغوري لطريق الحج المصري والأماكن المقدسة في الحجاز، د. علي حامد غبان، قسم الآثار والمتاحف (١٤١١/١٩٩١م).

(٢٢) THE ANCIENT HISTORY OF TACHLIB, Dr. Fadhl Ammar al-Ammary

(٢٣) لامية العرب: أو رحلة التوحش، دراسة تطبيقية حول مفهوم الوحدة في النص الشعري، إعداد الدكتور سعود دخيل الرحيلي، قسم اللغة العربية، (١٤١٢هـ/١٩٩١م).

(٢٤) شرح المعربات للكافي، تحقيق ودراسة الدكتور صالح بن سليمان العمير، قسم اللغة العربية (١٤١١هـ/١٩٩١م)