4- نوعية المياه: *Water Quality*

تؤثر نوعية المياه في عمليات التسرب من خلال تأثيرها على نسيج التربة وتركيبها مما يؤثر على مسامات التربة ونفاذيتها. إذ تعمل زيادة عكورة المياه (*Turbidity*) على انخفاض عمليات التسرب بسبب الدور الذي تقوم به الحمولة الذائبة (*Dissolved Load*) والرواسب العالقة (*Suspend Sediments*) في انسداد مسامات التربة. كما أن ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة في المياه ولاسيما عنصر الصوديوم يعمل على تفتيت جزيئات التربة مما يسهم في انخفاض حجم المسامات ومن ثم ينخفض حجم المياه المتسربة إلى داخل التربة.

5- كثافة الغطاء النباتي: *Vegetation*

تعمل النباتات على اعتراض المياه الجارية على سطح الأرض مما يؤدي إلى انخفاض سرعة التيار المائي وازدياد عمليات التسرب. إذ يمكن أن يعمل الغطاء النباتي الكثيف على زيادة حجم المياه المتسربة في داخل التربة بمقدار عشرة أضعاف مقارنة بحجم المياه المتسربة في مناطق مكشوفة على الرغم من تشابه خصائص الترب وطبيعة السطح ونوعية المياه.

رابعاً: الجريان السطحي: *Surface Runoff*

يقصد بالجريان السطحي عملية تحرك وانتقال مياه الأمطار المتساقطة أو الثلوج الذائبة على شكل طبقات فوق سطح الأرض في قنوات صغيرة نسبياً (الجداول والأنهار) وتنحدر على وفق انحدار السطح استجابة لتأثير الجاذبية الأرضية.

إن الجريان السطحي يمثل النتيجة النهائية لعمليات التبادل المائي بين مكونات الدورة الهيدرولوجية من تساقط وتبخر وتسرب، إذ توجد علاقة معقدة للتبادل المائي بين عمليات التساقط الجوي وعمليات التبخر السطحي والتسرب الداخلي، فعندما يفوق حجم المياه المتساقطة حجم المياه المتبخرة تحدث عملية التسرب الداخلي، وكذلك هي الحال عندما يفوق حجم التساقط الجوي حجم المياه المتسربة تحدث عملية التبخر السطحي. ويمثل الجريان السطحي الزيادة المائية لحجم التساقط الجوي على فواقد التبخر والتسرب. إن حجم مياه الجريان السطحي يقاس من خلال تحديد حجم المياه الجارية في الوحدة الزمنية وغالباً ما تستخدم وحدة القياس (م^3/ثانية) لتمثل (كم^3/سنة) ويقدر الحجم الإجمالي لمياه الجريان السطحي في قارات العالم جميعها بحدود 37.77 ألف كم^3/ سنة (جدول 12).

طرق جريان المياه: *Methods of Runoff*

تحدث عمليات جريان مياه التساقط الجوي في القنوات والمجاري النهرية بأربع طرق رئيسة هي ما يأتي:

1- تساقط قطرات المطر وبلورات الثلج مباشرة على القنوات والمجاري النهرية، وعلى الرغم من محدودية سعة الأنهار مقارنة بالمساحة الإجمالية للأحواض المائية إلا أن التساقط المباشر للأمطار يسهم في زيادة حجم الجريان المائي في القنوات والمجاري النهرية.

2- يحدث الجريان المائي عندما يفوق حجم مياه الأمطار المتساقطة أو الثلوج الذائبة حدود تشبع التربة، ويحدث ذلك عادة عندما تزداد مدة التساقط المطري. كما يحدث الجريان المائي عندما تزداد الشدة الطرية على معدلات التسرب في

طبقات التربة، وربما تكون مياه الأمطار المتساقطة والثلوج الذائبة ذات انحدار هيدروليكي كبير بفعل غزارة المياه أو بفعل شدة انحدار السطح مما يعمل على زيادة سرعة تيار المياه الجارية بمقدار يفوق سرعة عمليات التسرب مما يؤدي إلى جريان المياه على سطح الأرض قبل أن تبلغ رطوبة التربة حدود التشبع، ويحدث ذلك عادة في الحالات التي تكون فيها الأمطار المتساقطة ذات شدة عالية. يسمى جريان المياه في تلك الطرق بالجريان السطحي (*Overland or Surface Runoff*).

3- قد يحدث جريان للمياه تحت سطح الأرض ليسمى بالجريان الداخلي (*Interflow*) أو الجريان التحت سطحي (*Subsurface Runoff*). يحدث ذلك عندما تكون معدلات التسرب في الطبقات السفلى للتربة (*Subsoil*) أقل من معدلات التسرب في الطبقات العليا (*Topsoil*)، وبعد تشبع الطبقة العليا بالمياه تبدأ حركة للمياه ضمن نطاق التربة (الطبقة غير المشبعة) وقد تصل إلى القنوات والمجاري النهرية.

4- كما يمكن أن يحدث جريان للمياه عندما تقل الشدة المطرية عن معدلات التسرب في التربة لذلك تتسرب مياه الأمطار إلى داخل طبقات التربة، وبعد تشبعها بالمياه تعمل الزيادة المطرية على تغذية المياه الجوفية وارتفاع مناسيبها، بعد ذلك تبدأ حركة للمياه ضمن نطاق المياه الجوفية (الطبقة المشبعة) لتصل إلى القنوات والمجاري النهرية. يسمى هذا النوع من الجريان المائي بالجريان القاعدي أو الأساس (*Base Flow*).

إن المياه في الجريان السطحي والجريان الداخلي (فضلاً على التساقط المباشر للأمطار على المجاري النهرية) يتدفق إلى القنوات والمجاري النهرية بسرعة تفوق سرعة تدفق الجريان القاعدي لذلك يطلق عليه بالجريان المباشر

(*Direct Runoff*) أو جريان العاصفة (*Storm Flow*) في حين يسمى الجريان القاعدي بالجريان الطويل الأجل (*Prolonged*).

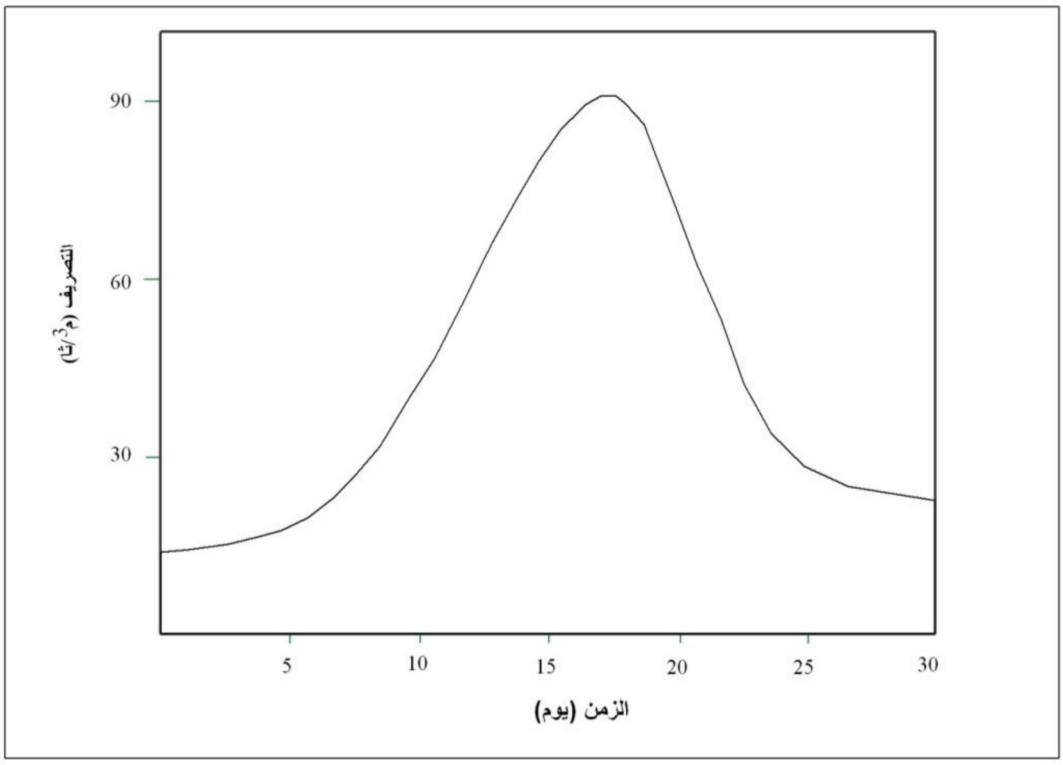
خصائص الجريان السطحي: *Characteristics of Runoff*

إن المعدلات اليومية والشهرية والفصلية والسنوية لحجم مياه الجريان السطحي ومناسيب المياه في الغالب تظهر تباينات كبيرة جراء تباين مصادر التغذية المائية وحجمها، وتكتسب عمليات تحديد معدلات حجم مياه الجريان السطحي أهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية لكونها تحدد أوقات الفيضان والجفاف مما يمكن المختصين من خزن مياه الفيضان واستثمارها في أوقات الجفاف والحد من الآثار البيئية السلبية لتباين حجم المياه. إن عملية تحديد التباين في حجم مياه الجريان السطحي تحصل من خلال رسم مخطط لمعدلات التدفق المائي، ويعرف هذا المخطط باسم الهيدروغراف (*Hydrograph*) وهو عبارة عن منحنى (*Curve*) يظهر التباين في حجم مياه الجريان السطحي ومناسيبها خلال مدة زمنية محددة (شكل 8). ويمكن تقسيم الجريان السطحي على وفق تباين مصادر التغذية المائية وحجم المياه وسرعة التيار المائي ومدة الجريان إلى صنفين رئيسين هما ما يأتي:

1- جريان العاصفة: *Storm Flow*

يقصد بجريان العاصفة تدفق المياه على سطح الأرض مباشرة بعد تساقط الأمطار وذوبان الثلوج. ويمتاز جريان العاصفة بضخامة حجم المياه وسرعة التيار العالية وتباين حجم المياه ومناسيبها ومدة التدفق المحدودة، إذ تتدفق المياه بشكل مفاجئ بعد تساقط الأمطار وذوبان الثلوج مما يولد تياراً مائياً كبيراً يجري بسرعة عالية ثم ينخفض حجم تدفق المياه وقد ينتهي بعد توقف عمليات التساقط

شكل 8 الهيدروغراف.



والذوبان. ولذلك يعتمد حجم مياه جريان العاصفة ومدته على حجم مياه الأمطار المتساقطة والثلوج الذائبة ومدة التساقط والذوبان.

2- الجريان القاعدي: *Base Flow*

يقصد بالجريان القاعدي تدفق المياه الجوفية في المجاري المائية المتواجدة على سطح الأرض. ويمتاز الجريان القاعدي ببطء سرعة التيار والثبات النسبي لحجم المياه المتدفقة واستمرار مدة التدفق على طول السنة المائية تقريباً. يعتمد حجم مياه الجريان القاعدي على درجة الانحدار الهيدروليكي للمياه الجوفية

وحجم المياه في الخزين الجوفي وسرعة حركة المياه الجوفية والتي تتأثر بشكل كبير بحجم التساقط الجوي ونظامه.

العوامل المؤثرة في الجريان السطحي:

Factors Effecting Runoff

1- كمية التساقط الجوي ونظامه: *Rainfall*

يعد التساقط الجوي بأشكاله كلها المصدر الرئيس للجريان السطحي ولذلك تزداد المياه الجارية وتغذية المجاري المائية بزيادة كمية الأمطار المتساقطة، وتمثل مياه الجريان السطحي نسبة تتباين بين 50- 95% من حجم التساقط الجوي على الأحواض المائية. كما أن لنظام التساقط الجوي وشكله علاقة بحجم مياه الجريان السطحي فقد يكون التساقط على شكل أمطار غزيرة تسبب الفيضانات وقد تكون الأمطار موسمية أو دائمية مما يؤثر على مدة التغذية المائية والجريان السطحي أو يكون التساقط الجوي على شكل ثلوج تذوب تدريجياً أو فجائياً مما يؤدي إلى حدوث اتزان في الجريان المائي أو جريانٍ سريعاً يسبب الفيضانات.

2- التبخر السطحي: *Evaporation*

إن مقدار تغذية الأمطار المتساقطة للمجاري المائية يتأثر بشكل كبير بعمليات التبخر السطحي التي تؤدي إلى انخفاض القيمة الفعلية للأمطار، فلا يمكن أن يحدث الجريان السطحي والتغذية المائية إذا كانت كمية التبخر السطحي تفوق كمية الأمطار المتساقطة، ولذلك فغالباً ما تستمر مدة الجريان السطحي في الأقاليم الرطبة طول العام بسبب زيادة كمية الأمطار المتساقطة