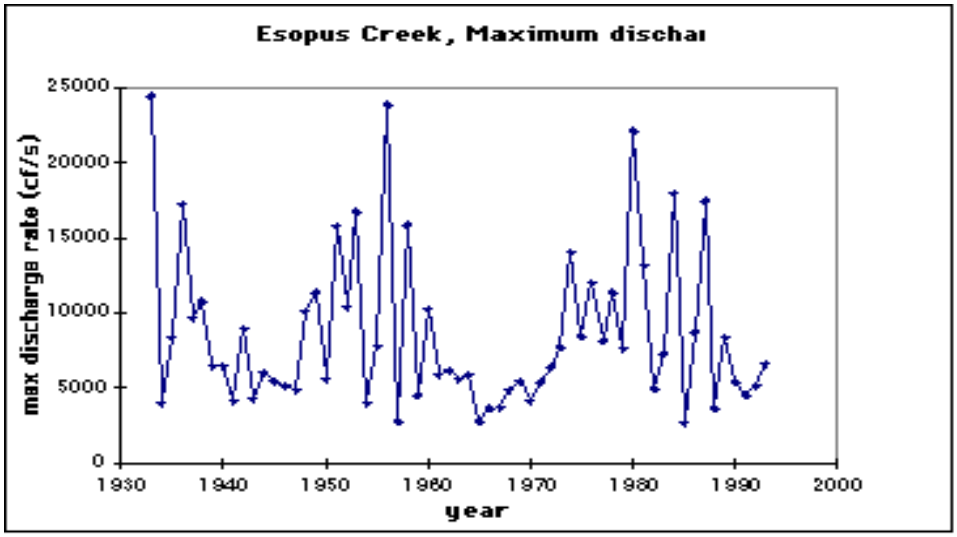
الفيضانات: Floods

الفيضانات إحدى الظواهر الطبيعية التي تنشأ بمعظمها عن زيادة التساقط او ذوبان الثلوج عن الحد الذي يمكن أن تستوعبه القنوات النهرية ،وقد عانت وما زالت تعاني العديد من المناطق في مختلف أرجاء المعمورة من هذا الخطر . وقد اوحت هذه الظاهرة الطبيعية للقدماء بان يبتدعوا العديد من الطرق لقياسها والتنبؤ بها ، حتى أنهم تقربوا إلى الله ليدرأ عنهم أخطارها ، بان قدموا القرابين للآلهة تتوسط بينهم وبين مقدار حصولها . يتفاوت مفهوم كلمة فيضان من مختص إلى آخر ، حيث ينظر عامة الناس وعلماء الجيومورفولوجي إلى الفيضانات بأنها حالة استثنائية تطغى فيها مياه الأنهار والجداول والسيول على الأراضي المحاذية لمجاريها الطبيعية بسبب زيادة التصريف المائي الناجم عن زيادة طارئة في التساقط او ذوبان الثلوج المتراكمة على بعض أجزاء حوض التصريف المائي .

أما علماء الهيدرولوجيا فلهم تحديد أخر لمفهوم الفيضان يعتبر أي زيادة طارئة في التصريف المائي فيضانا . ويقدر عمر أقدم فيضان حصل على سطح الارض بنحو 3.8بليون سنة ، وآثار ذلك الفيضان استدل عليها من صخور الكنجلومريت في جزيرة جرينلند . أما أضخم فيضان تم التعرف عليه حتى الآن ،هو ذلك الفيضان الذي حصل قبل 12.000 -17.000 عام في منطقة شمال غرب الولايات المتحدة ، حيث انسابت أثنائه المياه من بحيرة (ميسولا) بمعدل 17 مليون م3/ث . وفي هذه الفترة كانت الجزيرة العربية تنعم بفترة رطبة . تعرف بحقبة العصر الجليدي الرابع الذي انتهى قبل 15000 سنة . ومن أشهر الفيضانات المعروفة لدى الإنسان وبتدبر أحداثها فيضان سيدنا نوح عليه السلام قبل 3000 سنة ، الذي يعتبر الحد الفاصل بين حقبة عصور ما قبل التاريخ وحقبة عصور مابعد التاريخ ، وقد غمر هذه الفيضان مساحة تقدر بنحو 40.000 ميل 2(6400كم2) حيث غمرت جميع المدن والقرى بمنطقة ما بين الرافدين ، وترك الرسوبيات من الغرين يقدر سمكها بنحو 11 قدما (330 سم) قرب أور وار يدو . ولا يغيب عن أذهاننا ما نشاهده عبر شاشات التلفاز من فيضانات تزهق بسببها أرواح العشرات فضلا عما تسببه من دمار البنى التحتية والممتلكات ، ويتركز خطر الفيضانات المدمرة حاليا بمنطقة الإقليم الموسمي بجنوب شرق أسيا المتمثلة بدول (الهند، الصين ،باكستان ،بنغلادش ،بورما ،تايلاند .....)

ما سبب حدوث الفيضانات ؟

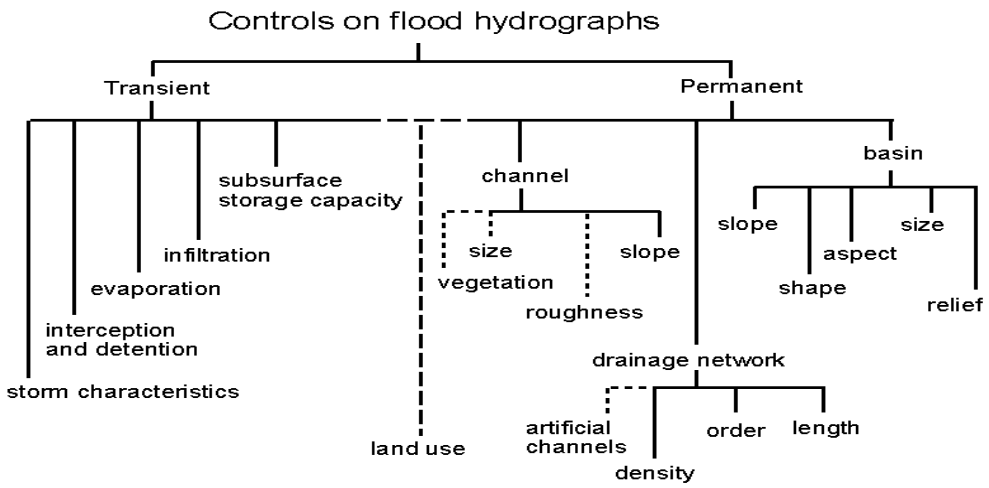
الفيضانات تحدث في السهول الفيضية عند هطول الأمطار لفترات طويلة على مدى عدة أيام ،او هطول أمطار غزيرة خلال فترة قصيرة من الزمن ، أو انسداد مجرى النهر بالترسبات مؤدية إلى فيضانات في المنطقة المحيطة به . العواصف الرعدية الشديدة يمكن أن تتسبب في هطول أمطار غزيرة في فصلي الربيع والصيف ، أو الأعاصير الاستوائية يمكن أن تتسبب في هطول أمطار شديدة إلى المناطق الساحلية والداخلية في الصيف والخريف.

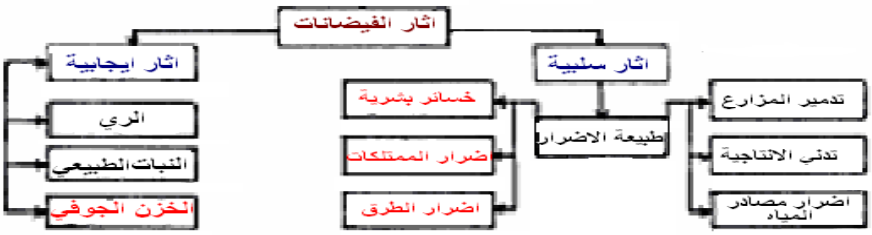


وقد تسبب السيول فيضانات، بعد فشل السدود من استيعاب كميات المياه الإضافية . كما إن عملية تحويل الأراضي من حقول أو أراضي مشجرة إلى طرق ومواقف للسيارات ، فإنه يفقد قدرة الأرض على ترشيح مياه الأمطار. والتحضر يزيد من نسبة المناطق غير النفاذة ، مما تسبب في حدوث سيول ذات تصريف أعلى من ما يمكن أن يحدث في التضاريس الطبيعية. وهناك عدة عوامل تساهم في حدوث فيضانات. اثنين من عناصر رئيسية هي كثافة الأمطار ومدتها وكذلك التضاريس وظروف التربة والغطاء الأرضي فلها أدوار هامة. معظم السيول تحدث بسبب بطء حركة العواصف الرعدية وحركتها ضمن المنطقة ذاتها.

الآثار الناجمة عن الفيضانات :

يبين الشكل (32) الآثار المترتبة على حدوث الفيضانات ، إذ يتضح من خلال الشكل أن للفيضانات آثار ايجابية وآثار سلبية . فقد كان قدماء المصريين يستغلون تلك الفيضانات لغايات الري وخزن مياه الفيضانات في رقع أرضية منخفضة يستغلونها عند تراجع مياه النهر ، كما أن طغيان مياه النهر على جوانب المجرى يؤدي إلى زيادة المخزون الجوفي في المنطقة ، حيث تتمتع السهول الفيضية بطاقة استيعاب عالية جدا ، وتتميز أيضا بنفاذيتها العلية ، كما تساهم الفيضانات في إنعاش النباتات الطبيعية المحاذية للمجرى ، فتزيد من كثافتها وتطيل من عمر بقائها ، بالاضافة إلى تزويد الترب المجاورة بالمخصبات الطبيعية التي تساعد على زيادة إنتاجيتها . وبالمقابل فان الفيضانات تدمر المزارع والممتلكات وتزهق الأرواح وتجرف التربة السطحية المنتجة ، وتخرب قوام التربة ونسيجها ، وتضيف أعباء كبيرة على المزارع عندما يعيد أرضه إلى سابق عهدها ، فقد تحتاج الارض إلى إضافة السماد الطبيعي اليها او تحتاج إلى إزالة الحجارة والى صرف المياه . وقد تنفق بسببها آلاف رؤوس الأغنام والماشية .





شكل ( ) الاثار المترتبة على حدوث الفيضان

طرق التحكم بمياه الفيضانات :.

تستخدم العديد من الطرق لدرء خطر الفيضانات نذكر منها :

1 ـ اقامة الضفاف :

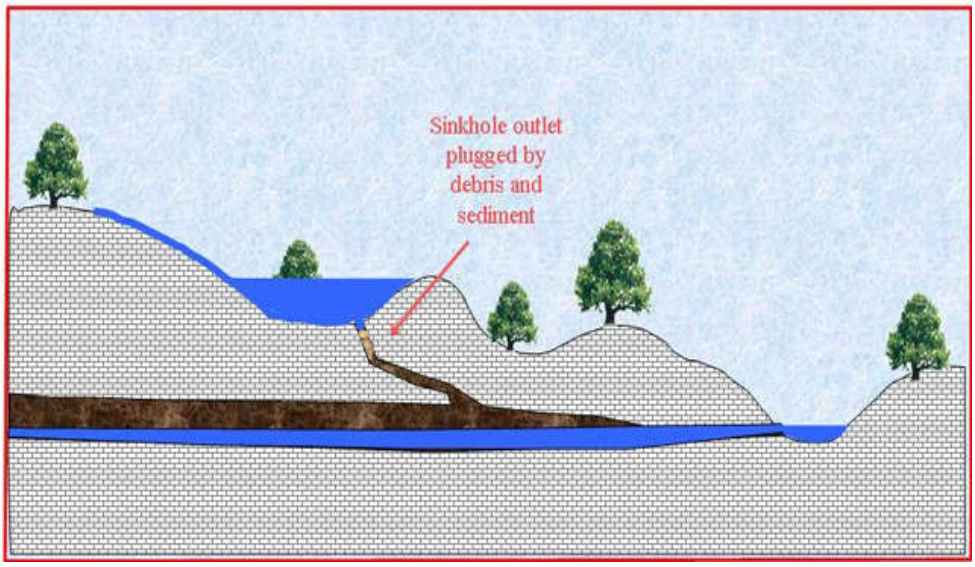
وهي عبارة عن حواجز في معظمها ركامية على شكل شريط مواز لمجرى السيل لمنع تغلغل مياه الفيضان إلى المناطق المجاورة . طبقت هذه الطريقة طيلة الحقب الزمنية التي مرت على حضارات ما بين الرافدين حتى عام 1956 ، حين تم إنشاء سد سامراء الذي حد نهائيا من الفيضانات المدمرة على مدينة بغداد .

2 ـ جدران الفيضانات

وهي حوائط إسمنتية تقام على ضفاف الأنهار المعرضة لارتفاع المناسيب المياه الجارية فيها ، والتي قد تشكل خطرا داهما على المناطق المحاذية لها . ومثل هذا الأمر نجده بنهر التايمز الذي يمر من قلب مدينة لندن وقد تكون هذه الحواجز معدنية تترك وفق آلية منظمة تتسق وحالات المد والجزر وارتفاع المنسوب بسبب التساقط او ذوبان الثلوج .

3 ـ نظام صرف الطوارئ

ويقصد به اقامة نظام خاص من القنوات تبدأ من جوانب الأنهار المعرضة لارتفاع مناسيبها بصورة فجائية ، حيث تعمل هذه القنوات على صرف المياه الزائدة وتحويلها إلى مجاري ثانوية او إلى بحيرات اصطناعية او طبيعية ، او إلى بالوعات كارستية لها طاقة هائلة على استيعاب المياه .



4ـ تنظيف المجاري المائية

لزيادة كفاءة القنوات النهرية على نقل المياه ، يجب زيادة مساحة مقطعها أما بتعميقها او بإزالة الإرسابات السائبة من القناة الرئيسية ، ويتم هذا الأمر عادة خلال فصل الجفاف او ما يسمى بالصيهود ، عندما يقل معدل التصريف المائي .

5 ـ تحديد مناطق الاستخدام الأنسب على جوانب القنوات النهرية (شكل 33). بحيث تحدد نطاقات الاستخدامات الزراعية والسكنية ،كما يتم تحديد المناطق التي يحظر استخدامها على الإطلاق ، وذلك للحد من خطر الفيضانات ما أمكن وتبنى هذه النطاقات على مبدأ تكرار الفيضانات وسنوات الرجوع .

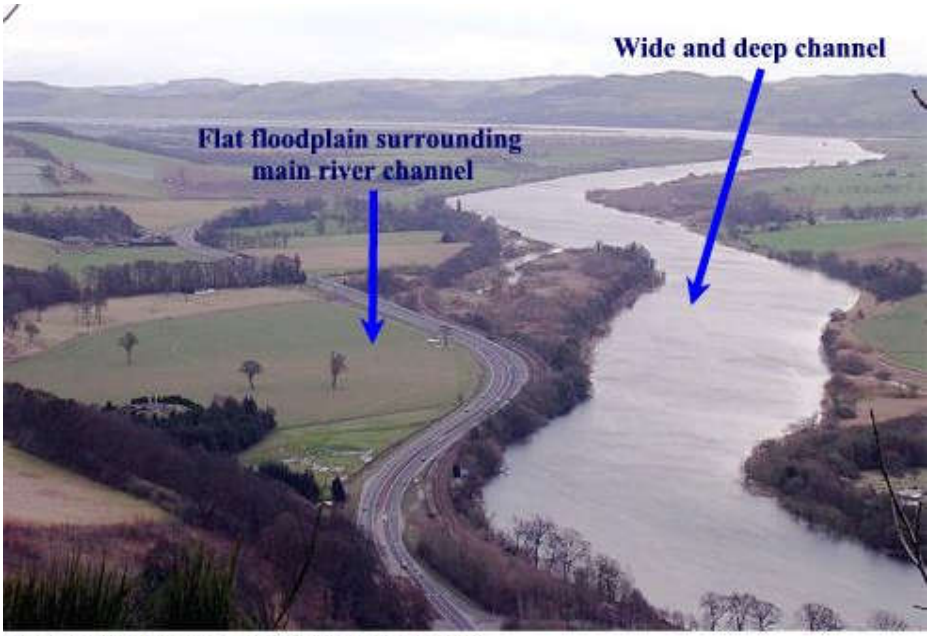
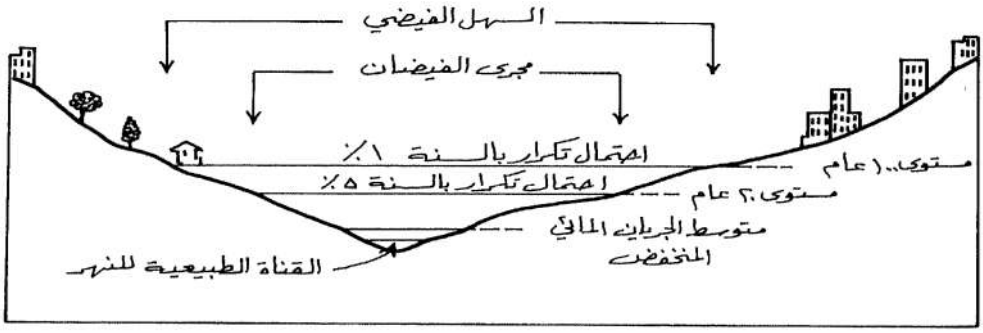


Photo Source:V Vannet - on www.geographyphotos.com

6 ـ اقامة نظام تحذير وتنبؤ متقن

تلجأ العديد من الدول التي تعاني من تكرار الفيضانات إلى اقامة نظم تنبؤ مكونة من شبكة رصد وإدارة مرتبطة بمحطات قياس لتصريف المائي ، مسيطر عليها جميعا من قبل محطات تحكم ورصد ، تتصل بقيادة الدفاع المدني والجيش والأمن العام ، تبث معلومات وبيانات مباشرة قد تكون مسموعة او مرئية .



شكل (33) نطاقات الأمان حول مجرى النهر وفق سنوات رجوع الفيضان

علامات المياه العالية والمنسوب High-water marks and stream stage

الأجهزة عالية التقنية ليست هي الأداة الوحيدة المستخدمة لتحليل معلومات تدفق الفيضانات. "خط البذور او القش" يمكن أن يساعد في تحديد مدى ارتفاع منسوب المياه أثناء الفيضان . أجهزة قراءة المنسوب يمكن أن تشير إلى مدى ارتفاع منسوب المياه خلال العاصفة ، ولكن لا يمكن أن يظهر مدى تأثير ارتفاع المياه التي حصلت في الأراضي المحيطة بها وإلى أي مدى غمر الفيضان أراضي الضفتين . و لتحديد هذا الأمر يمكن استخدام علامات المياه العالية التي حدثت أثناء الفيضان. إذا يمكن للهيدرولوجيين العثور على علامة المياه العالية ،على الأشجار أو صندوق البريد بعد العاصفة ، ثم تقارن المعلومات المجمعة مع بيانات المنسوب لتقدير حجم الفيضان في المناسيب المختلفة .

الصور أدناه توضح علامات مناسيب المياه العالية من خلال آثار الوحل على نبات كرمة اللبلاب المتسلقة على أشجار الصنوبر القريبة من ضفة النهر بالإضافة إلى التصاق أوراق الشجر والقش على أطراف شجرة الصنوبر المتدلية في مياه الفيضان أثناء موجة المد العالي . وهذه هي دلائل مناسيب موجة الفيضان .

وعلى ضوء ذلك يتم اخذ قرارات في التخطيط للمدن من حيث ارتفاع مناسيب الأسس ويمكن ملاحظة ذلك في الصورة أدناه ،إذ نجد في هذا البيت قد رفع الطابق الأول إلى ارتفاع ثلاثة أمتار استنادا إلى أعلى فيضان مرصود في المنطقة سابقا .

الطرق الإحصائية المستخدمة في التنبؤ :

عمد المهتمون بقضايا الموارد المائية والمشكلات البيئية إلى إتباع عدة سبل حاولوا من خلالها التوصل إلى طرق مختلفة يستطيعون من خلالها التنبؤ بحدوث الفيضانات وقد تنوعت هذه السبل بين أن تكون مختصة بالأجل الطويل (predict) والبعض الأخر مختص بالأجل القصير (forecast) .

طرق التنبؤ طويل الأجل :

تركز هذه الطرق على سنوات الرجوع واحتمال تكرار فيضان ما خلال فترة زمنية محددة وقد تنوعت تلك النماذج حسب اجتهاد أصحابها ويؤخذ على هذه الطرق ما يلي :

1- يمكن أن تحدث حالة نادرة بعد مضي فترة طويلة وقد تتكرر في أي وقت لكون الظاهرة الطبيعية تميل للتجمع خلال فترات زمنية متقاربة .

2- يؤدي الاعتماد على هذه التقنية من قبل عامة الناس إلى حصول أضرار جسمية نظرا لان بعض الحوادث يتوقع أن لا تتكرر أثناء جيل واحد ولكنها تتكرر بعد فترة وجيزة .

3 - تبنى هذه النماذج توقعاتها بناء على البيانات المتوفرة ، وسوف يطرأ على نتائجها الكثيرة من التغيرات باختلاف قيمة هذه البيانات مع استمرار وقائع الظاهرات الطبيعية كالأمطار .

4- في كثير من الحالات قد لا تتطابق نتائجها الاحتمالية ونتائج سنوات الرجوع .

ويلجأ البعض إلى استخدام تحليل السلسلة الزمنية او دراسة الفيضانات السابقة من خلال دلائل جيولوجية وجيومورفولوجية . كما تم تطوير العديد من النماذج الإحصائية المتقدمة في هذا المجال كالتحليل الطيفي والانحدار البسيط المتعدد .

فترة الرجوع والاحتمالية: Return Period and Probability

يُخطّطَ الهيدرولوجيون للأحداثِ المتطرّفةِ إذ يجب أنْ تُبْنَى. السدود بمستوى عالي لاحتواء أَو الحد من الفيضاناتِ المتطرّفةِ، بينما تُبْنَى الجسور على مستوى عالي بما فيه الكفاية للبَقاء فوق علامةِ الماءِ العاليةِ.

فترة الرجوع (T_r): فترة تكرار او عودة فيضان بحجم معيّن .

الإحتمالَية (P) : فرصة وقوع الحدث ,(في أيّ سَنَة يقع مثل هذا الحدثِ مثلا مرة في فترة الرجوع) .

- احتمالية وقوع الحدث ..... $P = 1/Tr$

وعليه احتمالية عدم وقوع الحدث ..... $= (1 - p)$

- احتمالية عدم وقوع الحدث في السنوات القادمة: $P_n = (1 - p)^n$ و (n) تمثل عدد السنين .

مثال-1 : موجة فيضان بارتفاع 5 متر او أعلى تحدث مرة كل 10 سنة ، فما هو احتمال عدم وقوعها في 8 سنة القادمة ؟

$$p = \frac{1}{T_r} = 1/10 = 0.1$$

وعليه هنالك فرصة 43 % من عدم وقوع فيضان بموجة ارتفاعها 5 متر او أعلى ، بينما فرصة احتمال وقوعها يكون بنسبة 57 % .

مثال- 2 : عاصفة مطرية بشدة أمطار (30 ملم) و أعلى تحدث مرة كل 25 سنة ، فما هو احتمال عدم وقوعها في 15 سنة القادمة ؟

$$p = \frac{1}{T_r} = 1/25 = 0.04$$

$$P15 = (1 - 0.04)^{15} = 0.542$$

وعليه هنالك فرصة 54.2 % من عدم وقوع عاصفة مطرية بشدة (30 ملم) و أعلى ، بينما فرصة احتمال وقوعها يكون بنسبة 45.8 % .

مثال -3:

لغرض بناء جسر في مدينة باحتمالية مؤكدة لعدم حدوث فيضان بمستوى يحدث مرة كل 1000 عام قدرها 95% ، كم سنة قادمة تتوقع لحدوث هكذا فيضان لكي يصمم الجسر بحيث يكون مردود الجسر المادي اقتصادي (يغطي كلفة إنشاءه) .

$$p = \frac{1}{T_r} = 1/1000 = 0.001$$

$$Pn = 0.95$$

$$P_n = (1 - p)^n$$

$$n = \frac{\ln(P_n)}{\ln(1-p)} = \frac{\ln(0.95)}{\ln(0.999)} = 51\ years$$

هذا يعني يصمم الجسر للاستفادة منه خلال (51) سنة و يعتبر هذا العمر هو العمر التشغيلي له فإذا أردنا فترة إضافية ينبغي مضاعفة كلفة إنشاءه وبتصميم يؤهله للصمود أمام خطر الفيضان .

مثال -4 :

لتحديد الفترة الزمنية اللازمة لتكرار كمية معينة او أعلى منها ، نطبق المعادلة التالية بعد إن تكون قد رتبنا القيم تنازليا .

$T = (n+1) / m$, حيث إن :

T = الفترة الزمنية المتوقع تكرار كمية معينة من الأمطار فيها او تزيد عنها .

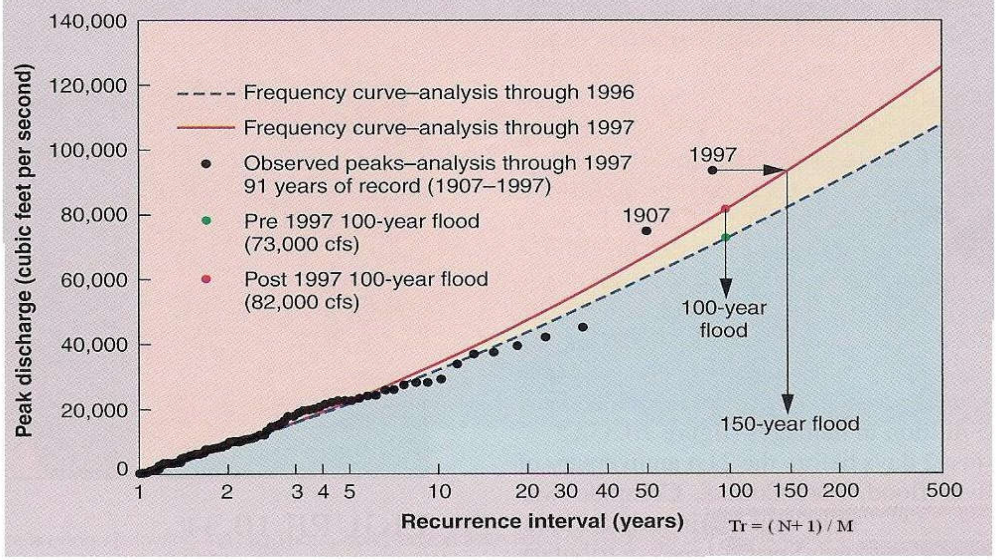
n= عدد سنوات السلسلة الزمنية .

m= رتبة الكمية المقصودة بالنسبة إلى جميع الكميات الواردة في السلسلة الزمنية .

فلو كانت لدينا كمية من الأمطار تحتل المرتبة (10) ضمن سلسلة زمنية طولها (30) سنة فان عدد السنوات اللازمة /المتوقع تكرار هذه الكمية او أعلى منها هو :

$$\text{الزمن} = \frac{\text{عدد سنوات السلسلة} + 1}{\text{الرتبة}} = \frac{30 + 1}{10} = 3.1 \text{ سنة}$$

يهدف استخدام تقنية تحليل التكرار إلى رسم او تمثيل الحد الأعلى لبيانات التصريف المائي السنوي ، ومن ثم تقدير الاحتمال الأكثر واقعية لحصول جريان ما . تستخدم طريقتان في هذا المجال إحداها تأخذ بالحسبان فقط أعلى قمة في كل سنة بينما الطريقة الثانية تستخدم كل قمة ولكن الطريقة الأكثر استعمالا هي الطريقة الاولى (annual maximum series) . بحيث يتم ترتيب قيم القمم تنازليا وترقيمها وفق رتبها ثم تطبق عليها النماذج الرياضية المختلفة , الا أن الأمر أصبح معقدا ويصعب على البعض تطبيقها الا بالحسابات الالكترونية . وتتبنى الدول والمنظمات بعض هذه النماذج الإحصائية .



تعتمد طريقة جمبل (Gumbel) في معظم الدراسات المتعلقة بالاحتمالية وسنوات الرجوع . وأسهل صورة تظهر بها معادلة (جمبل) هي على النحو التالي :

$$F = m / (n + 1)$$

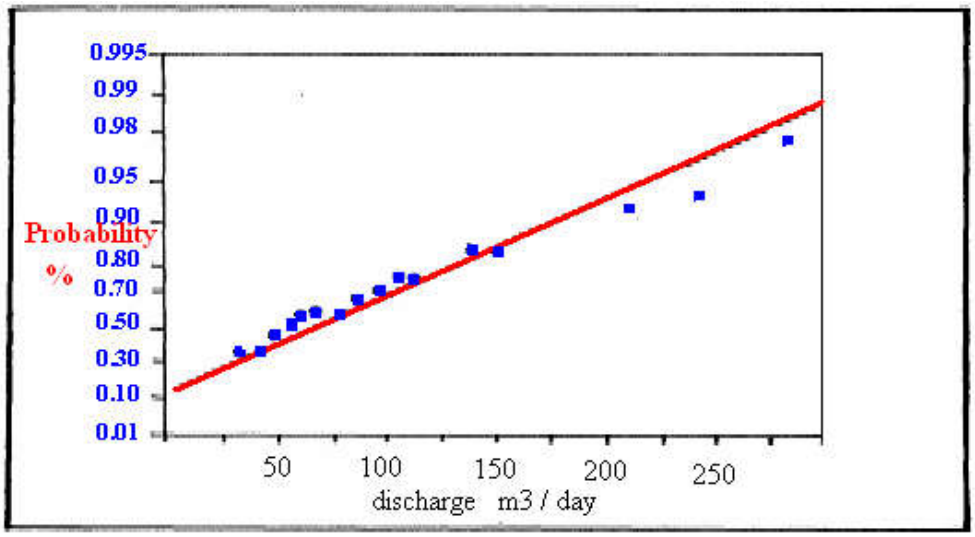
حيث أن :

F = سنة الرجوع او التردد

m = الرتبة

n = عدد السنوات (طول السلسلة الزمنية).

ويفضل البعض استخدام مفهوم احتمال حصول قمم تصريف مائي خلال فترة زمنية من استخدام عدد السنوات اللازمة لتكرار قمة ما . يبدو أن اعلي قمة لتصريف المياه من الزرقاء خلال 30 سنة (63/ 1993) هي 288م3/ث وان احتمال تكرارها في سنة ما هو 3.1 % وان احتمال عدم تكرارها سنويا يصل إلى 96.9 % . ويعد تطبيق المعادلة على سلسلة زمنية معينة لبعض الأنهار يجب أن تمثل النتائج على ورقة خاصة تدعى ورقة توزيع (جمبل) كما هو واضح في الشكل (35) إذ يوضح هذا الشكل تطبيق معادلة (جمبل) على سلسلة زمنية من التصريف المائي مدتها 30 سنة على محطة جسر جرش على نهر الزرقاء .



شكل (٣٥) احتمالية تكرار التصريف لنهر اعتمادا على توزيع جمبل

طرق التنبؤ قصيرة الأجل :

تعتمد هذه الطرق على بيانات آنية ومشاهدات سابقة وبعض المتغيرات المقاسة مثل مساحة الحوض والطبوغرافية ورطوبة التربة ، والغطاء النباتي ، ونوع الصخر ، وطبيعة التساقط وغير ذلك من المتغيرات التي يمكن من خلالها توقع كمية التصريف المائي وأحيانا قمته . وقد تم تطوير العديد من النماذج الإحصائية لهذا الغرض بالاستعانة بنماذج مخبريه .وتستطيع بعض هذا النماذج تقدير حجم التصريف المطري على مستوى العاصفة او على مستوى يوم واحد او على مستوى آني لحظة بلحظة . والذي يقوم بتسجيل البيانات المطرية ساعة بساعة ليوصلها مباشرة إلى محطات مراقبة محسوبة ، تقوم بتقدير المباشر . كما تستخدم حاليا بيانات مباشرة مستمدة من محطات رادارية تعطي وصفا عاما للمنخفض الجوي من حيث الشكل والعمق والامتداد ومن خلال مشاهدات سابقة ، يمكن التنبؤ بكمية الأمطار المتوقع سقوطها على الحوض ومن ثم تحويلها إلى جريان مائي من خلال معادلات خاصة بالحوض . مثل (Q= CiA) :

Q = قيمة التصريف المائي م3/ث .

i =كثافة التساقط المائي ملم /ساعة .

A= مساحة الحوض . كم 2.

C= ثابت

وهناك العديد من الطرق الحديثة التي بدأت الدول المتقدمة استخدامها للتخفيف من حدة الأعاصير والفيضانات مثل السفن القابعة في المحيطات والأقمار المتخصصة برصد الأعاصير التي تضرب بعض الدول .