

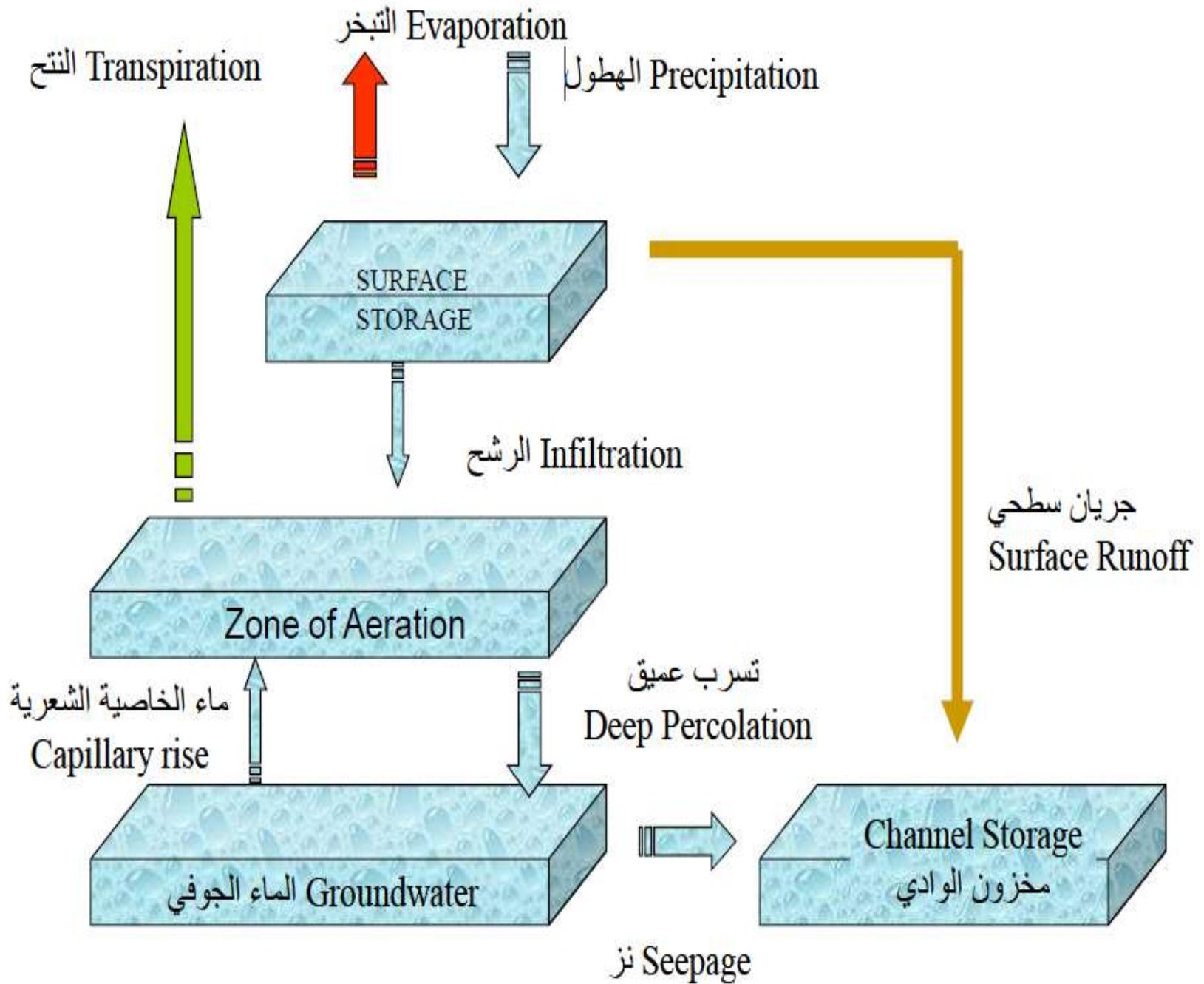
قياس الهطولات والشدات المطرية

إعداد المهندس سامر بريغله

دورة أثر التغيرات المناخية على إنتاجية المحاصيل الزراعية

مركز بحوث اللاذقية

أيار - ٢٠١٥



دورة الماء في الغابة

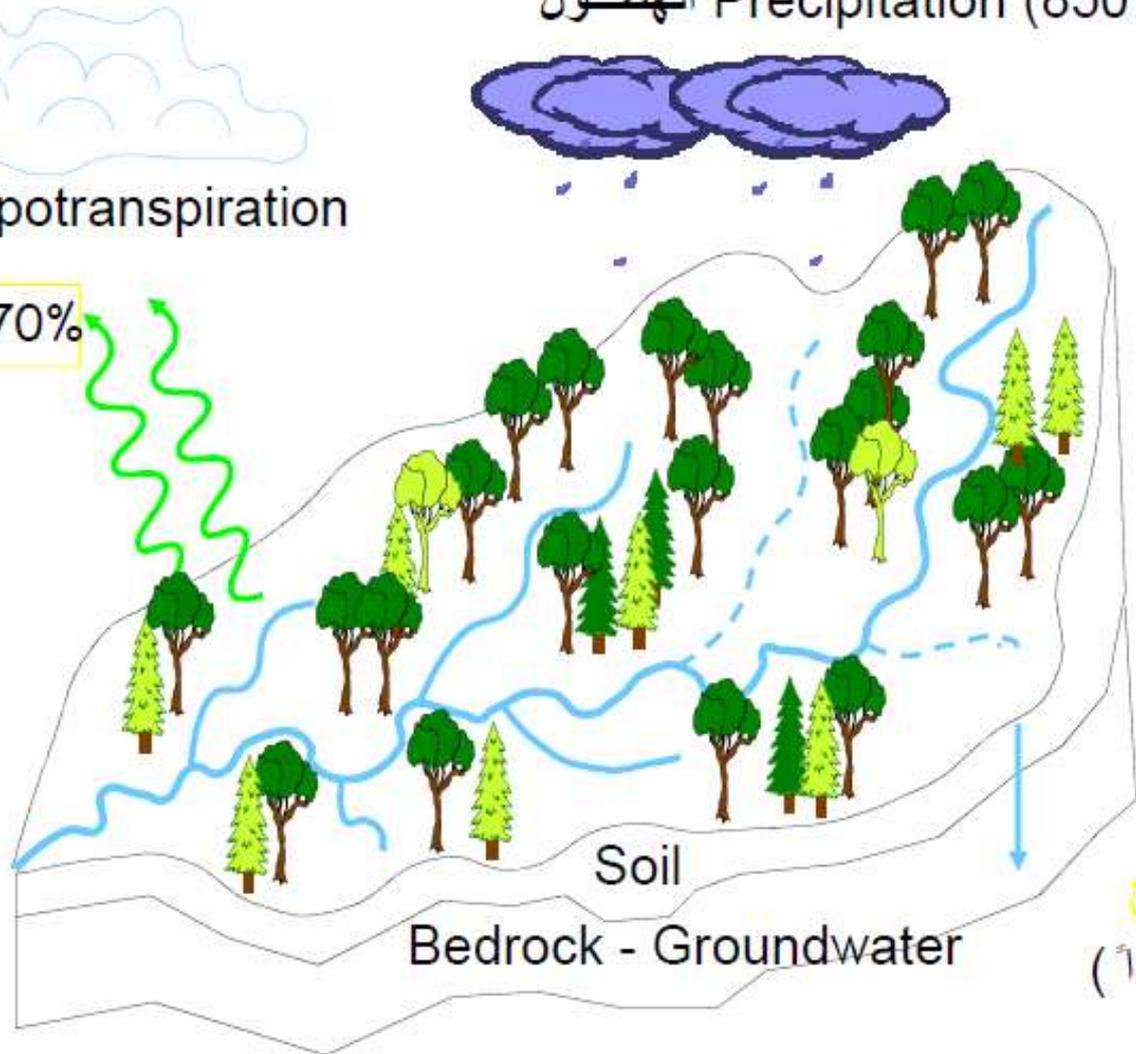
الهطول Precipitation (850 mm)

التبخّر - النتح Evapotranspiration

60-70%

الجريان Stream Flow

30-40%

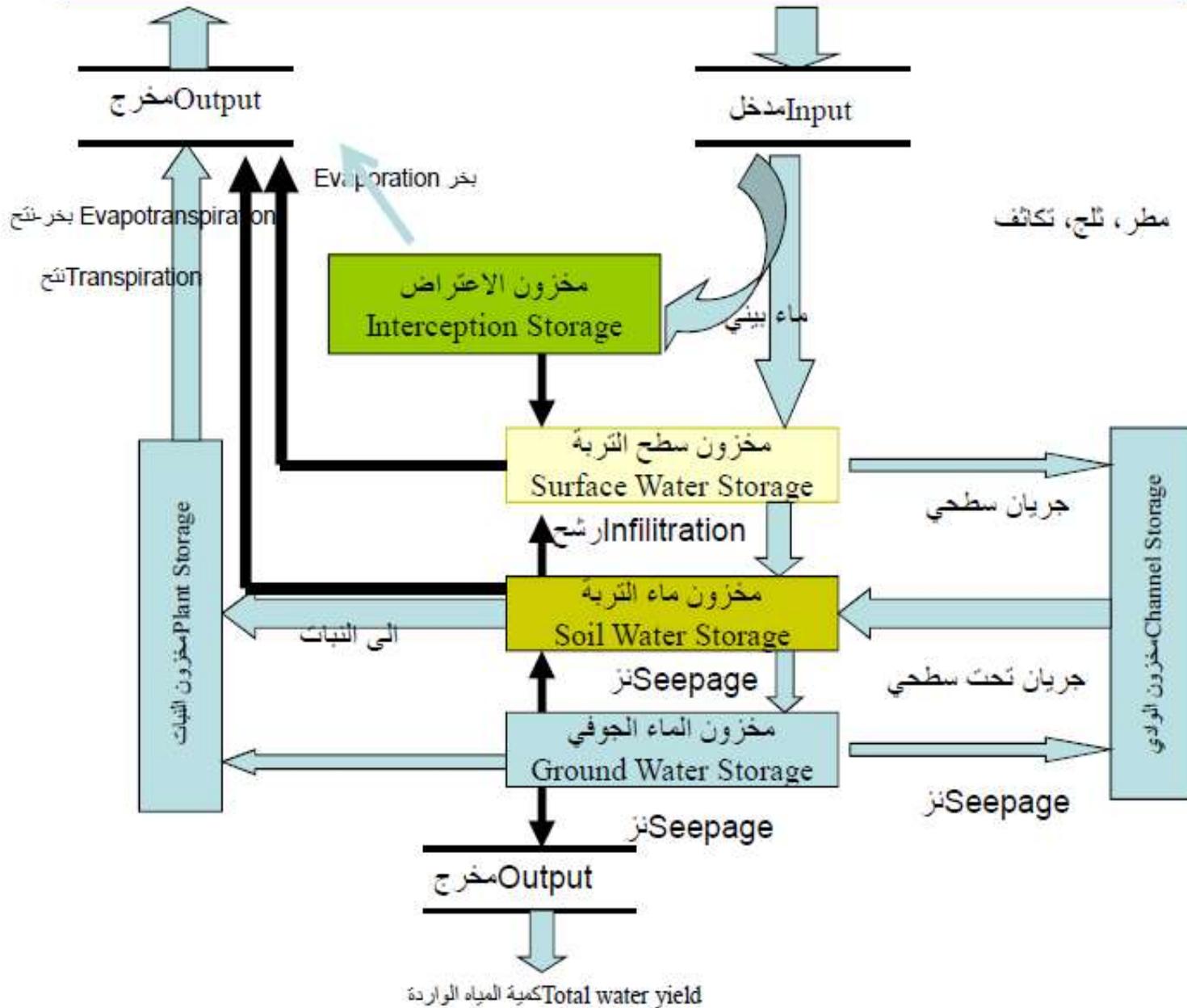


Soil

Bedrock - Groundwater

الرشح
(عالي جداً)

الماء الجوي Water Storage in Atmosphere



الموازنة المائية

- قانون حفظ المادة (مصونية المادة)

$$I - O = \Delta S$$

- I (Inflow) هي كمية المياه الواردة
- O (Outflow) هي كمية المياه الخارجة
- S التغير في المحزون المائي.
- مثال: كمية الأمطار والثلوج المتساقطة على سطح الكرة الأرضية 520 كم³/سنة
- كمية التبخر من سطح الكرة الأرضية تساوي ذلك. ($P=E$)
- إن كمية التساقط سواء كانت أمطاراً أو ثلوجاً تتساوى مع كمية المياه المتبخرة من سطح الكرة الأرضية (البحار والمحيطات 90 % و يابسة 10 %).

التساقط Precipitation

❖ يعرف التساقط بأنه كل صور الرطوبة التي تسقط على سطح الأرض سواء كانت في حالتها السائلة أم الصلبة.

❖ يحدث نتيجة التمدد وتبريد الهواء الصاعد حتى تبدأ عملية تكوين السحب فوق المشبعة ببخار الماء فيتكاثف بخار الماء إلى ملايين القطرات المائية الصغيرة والنويات الثلجية حيث يتم التلاحم بينهما لتكون قطرات وبلورات ثلجية أكبر حجماً لتزداد نمواً وثقلاً حتى يصبح الضغط الناشئ عن الهواء الصاعد غير قادر على حملها.

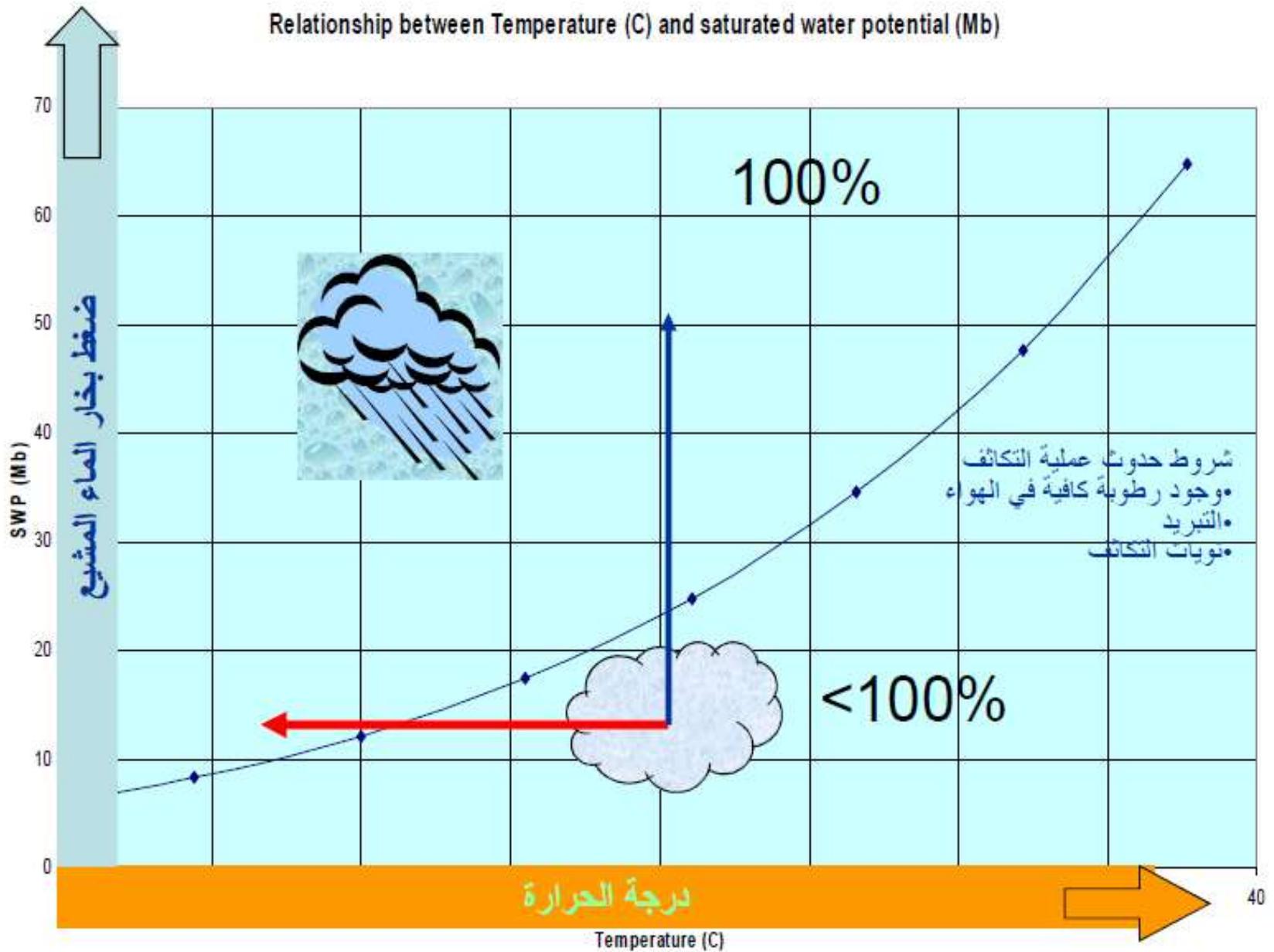
❖ يتم التلاحم بين القطرات والبلورات الثلجية

✓ أما نتيجة لاختلاف ضغط بخار الماء بين القطرات المائية والنويات الثلجية الموجودة داخل السحابة الممطرة مما يؤدي إلى تبخر قطرات الماء لتتكثف حول نويات الثلج وبذلك تكبر هذه النويات في الحجم.

✓ تتلاحم القطرات المائية نتيجة لاختلاف أحجامها الذي يؤدي إلى اختلاف معدلات حركتها داخل السحابة.

إن تبخر م³ من الهواء بدرجة حرارة ٣٥ م⁰ يمكن أن يحمل ٣٩.٤ غ ماء وعند درجة حرارة ٢٠ م⁰ فيمكن أن يحمل ١٧.٣ غ ماء وعند درجة الحرارة ١٠ م⁰ يمكن أن يحمل ٩.٤ غ ماء وعند درجة الحرارة ٠ م⁰ يمكن أن يحمل ٤.٨ غ ماء وعند درجة الحرارة -١٠ م⁰ يمكن أن يحمل ٢.١ غ ماء فقط

Relationship between Temperature (C) and saturated water potential (Mb)



أنواع التساقط Types of Precipitation

➤ الأمطار التضاريسية (الأوروغرافية): تنتج هذه الأمطار عن اصطدام الهواء المشبع بالرطوبة بالجبال، ليرتفع إلى أعلى ويحدث التكاثف، ومن ثم التساقط.

➤ الأمطار التصعيدية (الحملية): تنتج هذه الأمطار عن عامل ميكانيكي يؤدي إلى رفع الهواء وهو تناقص كثافته بسبب ارتفاع درجة الحرارة، حيث أنه بعد ارتفاع درجة الحرارة يسخن الهواء وتقل كثافته ويرتفع للأعلى ويحدث تساقط تصاعدي، وتسقط مثل هذه الأمطار على المناطق الحارة ذات أشعة الشمس العمودية لفترة طويلة جداً مثل الأقاليم الاستوائية حيث أن أشعة الشمس تسقط معظم أيام السنة عمودية على هذه المناطق.

الأمطار الإعصارية (الجبهات الهوائية): وهنا توفر الأعاصير ميكانيكية لصعود الهواء إلى أعلى على سبيل المثال عندما يسود في منطقة ضغط جوي منخفض وهذا الهواء المفروض أن يكون ساخن وكثافته قليلة إذا أحاط به هواء بارد يحصل خلط في الهواء بين إقليم ذا هواء بارد وآخر دافئ ويأتي الهواء البارد إلى الدافئ ويغزو الهواء البارد مؤخره أو أسفل الهواء الدافئ وعندما يتوغل الهواء البارد أسفل الهواء الساخن يرتفع الهواء الساخن إلى أعلى ويحل الهواء البارد محل الدافئ مضيقاً الخناق عليه وفي النهاية يقلل منه إلى درجة كبيرة جداً ويرتفع الهواء الدافئ إلى أعلى ويسود المنطقة هواء بارد وعند ارتفاع الدافئ إلى أعلى يحدث عمل ميكانيكي يؤدي إلى خفض درجة الحرارة مما يتبعه تكاثف يؤدي إلى سقوط المطر.

Precipitation Forms أشكال التساقط

الحالة السائلة:

1- الرذاذ (**Drizzle**) تساقط خفيف متجانس يتكون من قطرات ماء حجمها بين 0.1 - 0.5 مم وبكثافة عادة ما تقل عن 1 مم/سا.

2- المطر (**Rain**) تساقط يزيد قطر حبيباته عن 0.5 ملم ومنه:

□ مطر خفيف Light rain يسقط بشدة تبدأ من آثار إلى 2.5 مم/سا

□ مطر متوسط Moderate rain يسقط بشدة أكثر من 2.5 مم/سا إلى 7.6 مم/سا.

□ مطر غزير heavy rain أكبر من 7.6 مم/سا

ثانياً : الحالة الصلبة:

1- جليد (**Glaze**) عبارة عن الثلج الذي يتكون بتجمد الرطوبة سواء كانت رذاذاً أو مطراً عندما يقابل سطحاً بارداً أو عندما تقترب درجة حرارة الجو من الصفر المئوي

2- جمد المطر (**Sleet**) وهو عبارة عن الثلج الذي يتكون تحت درجة الصفر المئوي ويبدو كطبقة جليدية شفافة.

3- الثلج (**Snow**) ويكون التساقط في صورة بلورات ثلجية هشة.

4- تجمعات الثلج (**Snow Pellets**) ويكون التساقط في صورة تجمعات بلورات الثلج ذات أقطار تتراوح بين 0.5 - 5.0 ملم.

5- الثلج البردي (**Snow-hail**)

ويكون التساقط في صورة كريات من الماء المتجمد وهذه الكريات الثلجية عبارة

عن تجمعات ثلجية (**Snow Pellets**) مغطاة بطبقة من الماء المتجمد اللامع (**Sleet**)

6- البرد (**Hail**) ويكون التساقط في صورة كرات من الماء المتجمد ذات أقطار

أكبر من 5 مم كما يكون البرد مصحوباً بتيارات هوائية صاعدة **Air currents** حتى تتمكن كرات الماء المجمدة من استكمال تكونها.

تحليل بيانات الهطول Precipitation Analysis

- ❑ قد تفتقر بيانات محطة إلى فترة زمنية كافية
- ❑ قد يقع خلل في جهاز المطر لمحطة ما خلال فترة زمنية فتفقد تلك المحطة جزء من سلسلتها الزمنية
- ❑ تغيير الجهاز أو تبديل مكانه أو تغيير مكان المحطة المناخية التي تضم أجهزة الرصد المطري.



✓ المعدل = مجموع القيم على عددها

✓ معدل الأمطار السنوي = المجاميع السنوية
عدد السنوات

✓ المعدل السنوي في سنة معينة = المجاميع الشهرية
عدد الأشهر

✓ المعدل اليومي في شهر معين = المجاميع اليومية
عدد الأيام

يلزم على الأقل معلومات مناخية حتى 30 سنة لإعطاء صورة مقبولة عن المعدل.

1. تقدير القراءات المفقودة

□ تقدر البيانات من أقرب ثلاث محطات للمحطة ذات المعلومات المفقودة على النحو الآتي:

A. إذا كان المعدل السنوي للمحطات المجاورة لا يزيد عادة عن 10% من المعدل السنوي للمحطة ذات البيانات المفقودة فإنه يمكن في هذه الحالة اعتبار أن المتوسط الحسابي للبيانات المطرية المسجلة في الثلاث محطات ممثلة للمحطة ذات البيانات المفقودة خلال المدة المعينة.

B. إذا كان الاختلاف في المعدل السنوي للمحطات القريبة من المحطة ذات البيانات المفقودة يزيد عن 10% فتستعمل طريقة أخرى

Normal ratio method طريقة النسبة العادية

$$P_x = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n P_i \frac{N_x}{N_i} \right)$$

$$P = \frac{1}{n} \left(\frac{N_x}{N_A} P_A + \frac{N_x}{N_B} P_B + \frac{N_x}{N_C} P_C \right)$$

- حيث أن A , B , C ترمز إلى المحطات الثلاثة القريبة.
- P كمية الأمطار خلال المدة المفقودة فيها البيانات.
- N المعدل السنوي لأمطار المحطة المعنية
- n عدد المحطات العاملة



$$P = \frac{1}{n} \left(\frac{N_X}{N_A} P_A + \frac{N_X}{N_B} P_B + \frac{N_X}{N_C} P_C \right)$$

$$P = \frac{1}{3} \left(\frac{220}{350} 300 + \frac{220}{160} 150 + \frac{220}{200} 280 \right) = 234$$

كثافة الأمطار : Rainfall Intensity

من الأمور المهمة معرفة كثافة التساقط على مستوى العاصفة المطرية، ومدى استمرارية كثافة التساقط ضمن نفس العاصفة، حيث يتأثر الجريان السطحي وبخاصة ذروة الجريان بكثافة التساقط وديمومته.

كلما قلت الفترة الزمنية التي يحدد خلالها كثافة التساقط يكون أفضل، فمعرفة كثافة التساقط لكل ساعة أو أجزاء الساعة خلال العاصفة المطرية أفضل من معرفتنا بتلك الكثافة خلال العاصفة بشكل عام أو خلال يوم واحد منها.

يعبر عن ذلك عادة بما يسمى بمنحنى كثافة التساقط Intensity - duration وقد نعبر عن ذلك بطريقة أخرى depth - duration curve ويحدد فيها نسبة التساقط في ساعة ما خلال العاصفة إلى مجموع التساقط الناجم عن نفس العاصفة.

يمكن استخدام منحنيات أخرى لتعبر عن كثافة التساقط مثل rainfall intensity frequency graph حيث تبين هذه المنحنيات نسبة تكرار كثافة التساقط لمحطة ما ولعاصفة معينة.

• التركيز أو الغزارة Intensity = $\frac{\text{الكمية الهاطلة}}{\text{الزمن (عدد الأيام الماطرة)}}$

• مثال: لو كان عدد الأيام الماطرة في الموسم المطري كما يلي:

الشهر	11	12	1	2	3	4
عدد الأيام الماطرة	7	9	8	15	8	10

• علماً بأن الفصل المطير يبلغ 6 أشهر أي 180 يوم.

• التركيز للفترة المطرية يساوي مجموع عدد الأيام الماطرة في جميع الأشهر مقسوماً على عدد أيام فصل الامطار مضروباً في 100

•
$$31.7\% = 100 \times \frac{57}{180}$$

• أي حوالي ثلث الفترة المطيرة كان ممطراً

✓ اما التركيز في السنة المطرية فيكون
المطرية

365

✓ أي حوالي 84 % من أيام السنة كان جافا ولم يسقط به أمطار

✓ تركيز المطر = $\frac{\text{الكمية}}{\text{الزمن}}$

✓ الأمطار في س حوالي 23.6 ملم سنة 66 / 67 وسقطت في 10 أيام إذا
التركيز = $\frac{23.6}{10} = 2.3$ ملم / يوم

✓ بينما في ص بلغت الأمطار 446.9 ملم سقطت في 43 يوم أي أن التركيز =
 $\frac{446.9}{43} = 10.39$ ملم / يوم

فترة الرجوع: Return Period

الفترة الزمنية المتوقع فيها تكرار كمية معينة من الأمطار، وهي من الأمور الهامة عند تخطيط المدن، ومد الطرق والسكك الحديدية، وحفظ التربة وصيانة العديد من الموارد الطبيعية.

مفهوم نسبة احتمال تكرار قيمة معينة خلال فترة زمنية محددة، بحيث جرت العادة أن تستخدم فقط أعلى كمية تساقط في كل سنة لمحطة ما بحيث ترتب هذه القيم تنازليا وتعطى كل قيمة رتبا حسب تسلسلها، فأعلى كمية تحمل رتبة رقم 1، وثانية كمية تحمل رتبة رقم 2 وهكذا حتى نهاية السلسلة.

$$T = \frac{1}{P} \quad \text{فترات الرجوع}$$

ولو فرضنا أن عدد السنوات هو 30 سنة فإن احتمال تكرار أكبر كمية من الأمطار أو أعلى منها خلال هذه الـ 30 سنة في العام القادم هو 0.033 و احتمال عدم تكرارها خلال السنة التالية هو 99.97 %

• ولو كان لدينا سلسلة زمنية قدرها 300 سنة، وتكررت هذه الكمية عشر مرات، فإن احتمال تكرارها في أي سنة قادمة 3.3% فقط. ولتحديد الفترة الزمنية اللازمة لتكرار كمية معينة أو أعلى منها، نطبق المعادلة التالية بعد أن نكون قد رتبنا القيم تنازليا.

$$T = \frac{n + 1}{m}$$

• حيث أن:

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

N = عدد سنوات السلسلة الزمنية أو عدد الحالات / الكميات.

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 فإن عدد السنوات اللازمة / المتوقع تكرار هذه الكمية أو أعلى منها هو:

• عدد سنوات السلسلة + 1

• الزمن = —

الرتبة

$$3.1 \text{ سنة} = \frac{30 + 1}{10}$$

• يتم التعبير غالبا عن هذين المفهومين من خلال المنحنيات البيانية بحيث يمثل المحور السيني سنوات الرجوع، ويمثل المحور الصادي احتمالية التكرار لكل قيمة من القيم الموجودة في السلسلة المطرية.

Double Mass Analysis Curve

7.2 المتساقطات السنوية في مقياس مطر X والمعدل السنوي للمتساقطات في 20 مقياس مطر حول المنطقة مينة في الجدول أدناه.

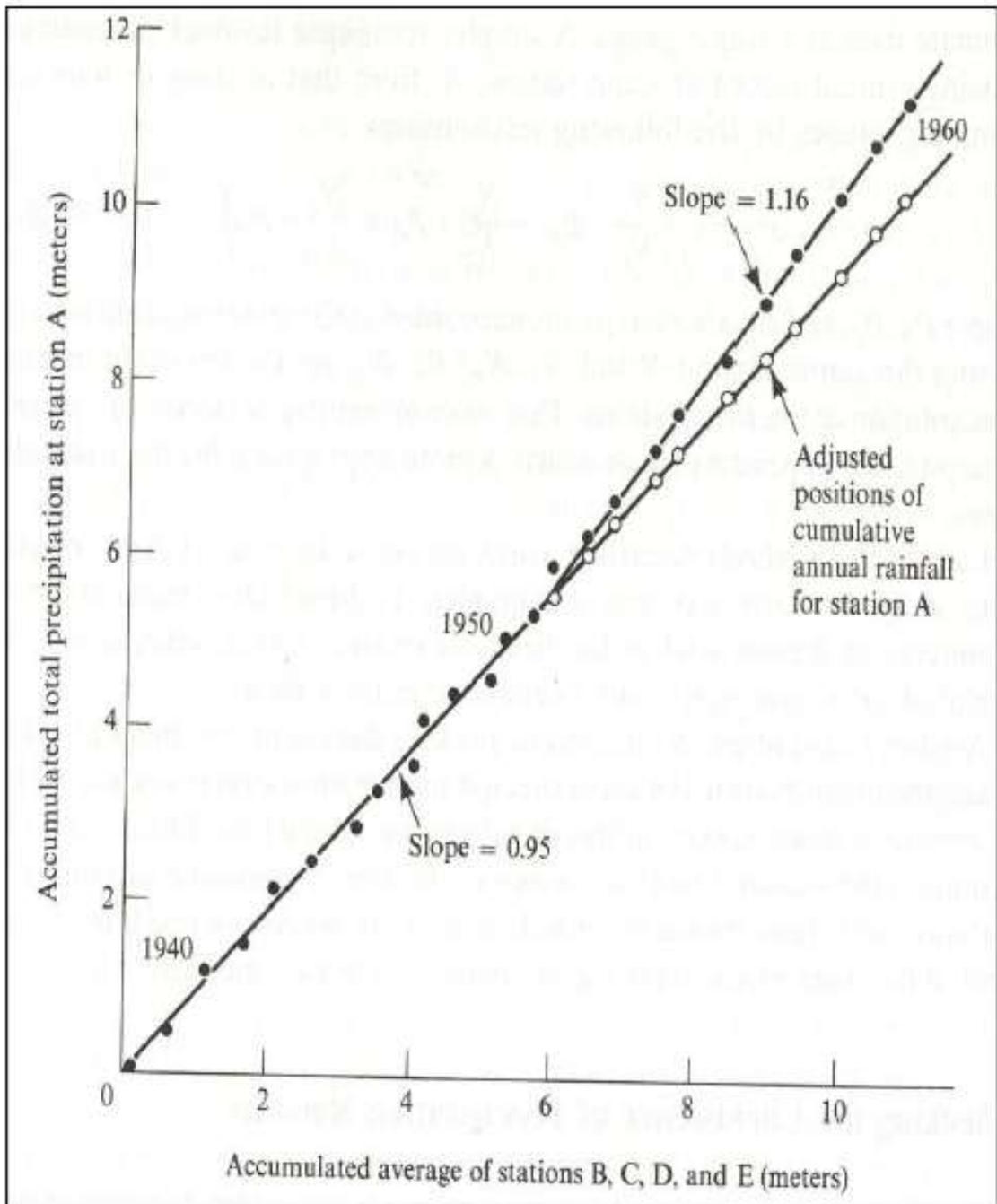
(أ) اختبر تناسق معلومات المحطة X.

(ب) متى حدث تغير في النظام.

(ج) عدل المعلومات وأوجد مقدار الفرق الذي يؤديه التعديل إلى المعدل السنوي للمتساقطات في المحطة X خلال 36 سنة.

السنة	المتساقطات السنوية mm		السنة	المتساقطات السنوية mm	
	معدل 20 محطة المحطة X			معدل 20 محطة المحطة X	
1972	188	264	1954	223	360
1971	185	228	1953	173	234
1970	310	386	1952	282	333
1969	295	297	1951	218	236
1968	208	284	1950	246	251
1967	287	350	1949	284	284
1966	183	236	1948	493	361
1965	304	371	1947	320	282
1964	228	234	1946	274	252
1963	216	290	1945	322	274
1962	224	282	1944	437	302
1961	203	246	1943	389	350
1960	284	264	1942	305	228
1959	295	332	1941	320	312
1958	206	231	1940	328	284
1957	269	234	1939	308	315
1956	241	231	1938	302	280
1955	284	312	1937	414	343

Double Mass Analysis Curve



شكرا“ لإصغائكم

