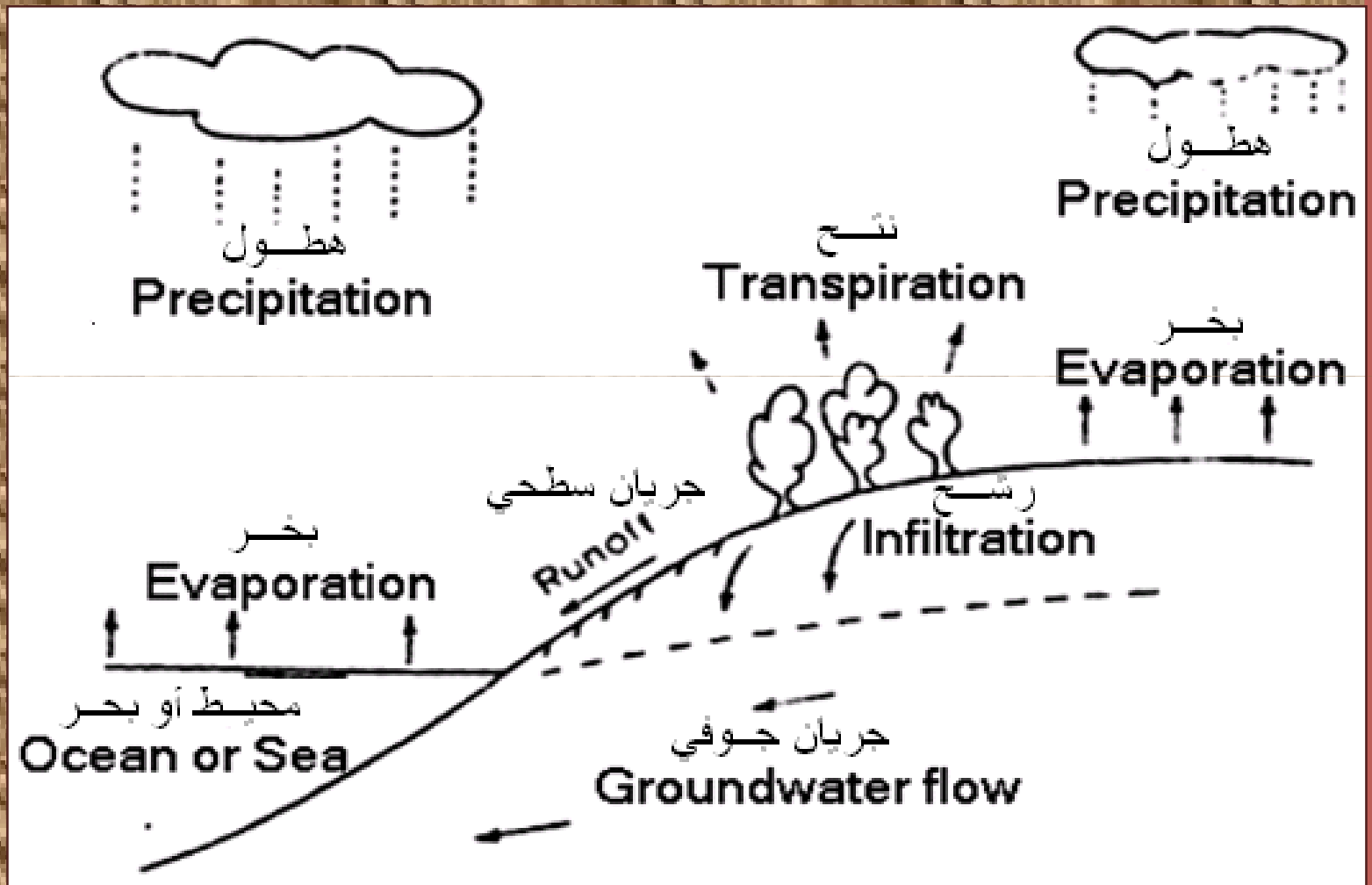
الباب الثاني

العناصر الهيدرولوجية والبيانات المناخية

Hydrological Elements & Climatic Data

Hydrologic Cycle



الـــدورة الهيدرولوجيـــة (hydrologic cycle):

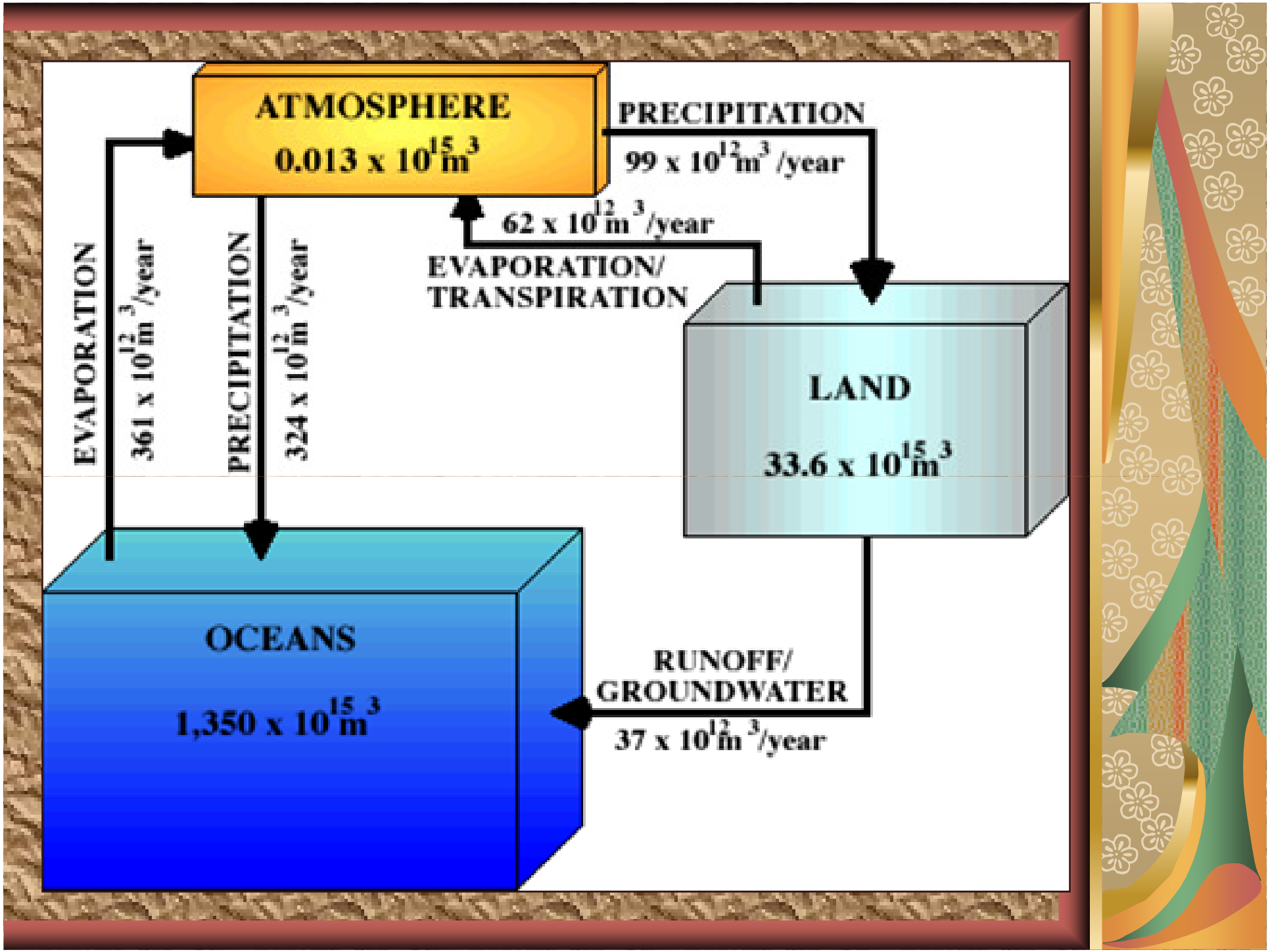
*هي مجمل التدفق في نظامِ الماءِ الطبيعيِ فهي تشمل انتقال مستمر للمياه من الأرض والبحرإلي الجوثم العودة مرة ثانية.

*يتســاقط الهطــول (*precipitation*) فــي صــورة مطر، أو ثلج، أو برد إلى الأرضِ وقَدْ يتبع عدة طرق.

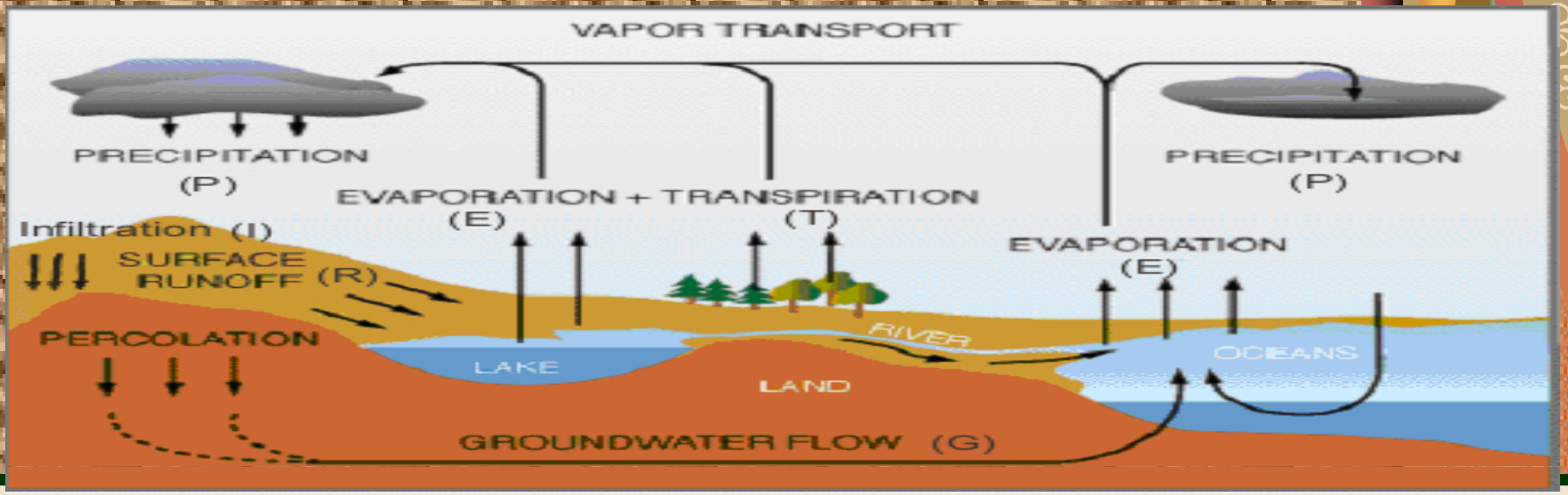
١- يتبخرالبعض منه قبل وصوله إلي الأرض.

٢- يترشح جزء كبير منه إلى الأرضِ.

٣- يختزن الباقي في صورة تخزين علي السطح أو في منخفض أو يتساقط علي المسطحات المائية.


ATMOSPHERE
0.013 x 10^15 m^3
PRECIPITATION
99 x 10^12 m^3 /year
62 x 10^12 m^3 /year
EVAPORATION/
TRANSPIRATION
EVAPORATION
361 x 10^12 m^3 /year
PRECIPITATION
324 x 10^12 m^3 /year
LAND
33.6 x 10^15 m^3
OCEANS
1,350 x 10^15 m^3
RUNOFF/
GROUNDWATER
37 x 10^12 m^3 /year

عناصر الدورة الهيدرولوجية



يمكن تجميع عناصر الدورة الهيدرولوجية في ستة متغيرات كالآتي:

P = الهطول (*Precipitation*)، I = الترشح (*Infiltration*)،

E= البخر (*Evaporation*)، T = النتح (*Transpiration*)،

R = الجريان السطحي (*Surface runoff*)،

G = الجريان الجوفي (*Groundwater flow*).

*يمكن التعبير عن الدورة الهيدرولوجية لأي عنصر من عناصرها بمعادلة بسيطة كالتالي:

التدفق الداخل (*inflow*) =

التدفق الخارج (*outflow*) ± التغير في المخزون (*change in storage*).

بشكل أكثر تحديدا، يمكن ترتيب عناصر الدورة الهيدرولوجية إلي ميزانية هيدرولوجية (*hydrologic budget*) كالتالي:

$$\Delta S = P - R - E - T - G$$

حيث

ΔS: هي التغير في المخزون.

Precipitation (P) الهطول

* الصور الرئيسية للهطول هي:

المطر (*rain*) والثلج (*snow*) والبرد (*hail*).

*يتغير توزيع الهطول بدرجة عالية في الحيز الجغرافي ومع الزمن.

* المناطق التي تستقبل عادة معدلات سنوية عالية من الهطول، يمكن أن تتعرض لدورات من الجفاف كما أن المناطق التي تَستقبل كميات صغيرة من الهطول قد تتعرض لفيضانات إما من الأمطار أو ذوبان الجليد.

Infiltration (I) الترشح

* يحدث الترشح عندما تتسرب مياه الهطول خلال التربة المنفذة.

- معدلات الترشح متغيرة بدرجة عالية تبعا لخصائص التربة.
- إذا كان معدل الهطول أعلي من معدل الترشح، سوف يحدث جريان للمياه الزائدة علي سطح الأرض.

Evaporation and Transpiration (E, T) البخر والنتح

*(evapo-transpiration): هو المصطلح المستخدم للتعبير عن مقدار الفقد في مياه التربة خلال كل من البخر والنتح معا.

*النتح هو العملية التي تقوم فيها جذور النبات بسحب الرطوبة من التربة بواسطة الضغط الأسموزي ثم تضخها خارجيا إلي الجو من خلال أوراق النبات.

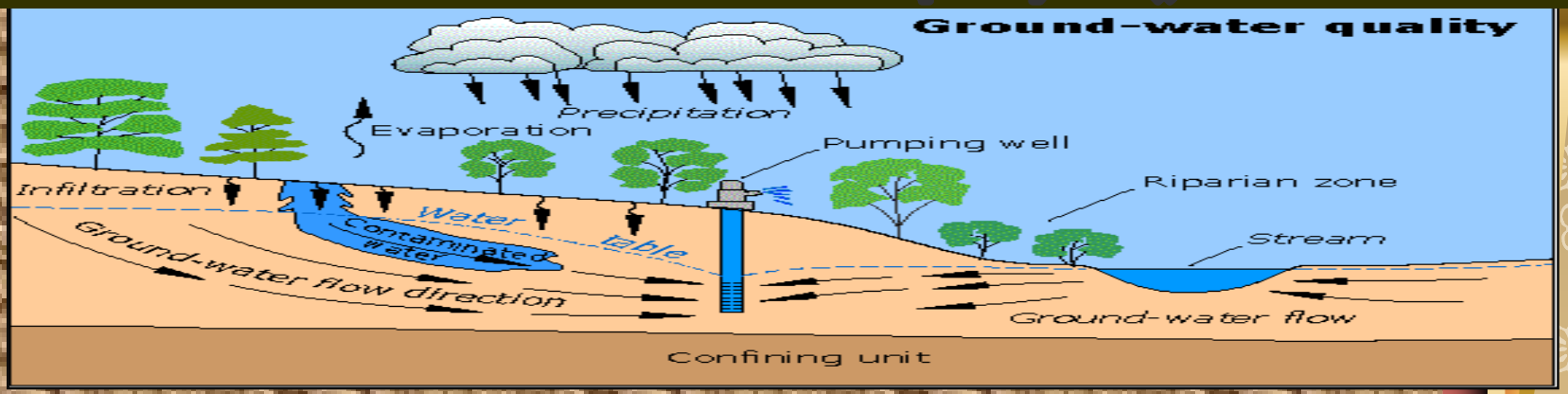
الجريان السطحي (R) Surface Runoff

*مياه الهطول التي لا تعود إلي الجو عن طريق البخر-نتح أو تلك التي تترشح إلي باطن الأرض، تتجمع وتصرف كجريان سطحي.

*كميات الجريان السطحي مهمة جدا في إدارة مستجمعات مياه الأمطار (*watersheds*) وخزانات المياه.

*كلما كان مستجمع مياه الأمطار أكبر كلما زاد حجم المياه التي يمكن تخزينها في الخزان لكمية أمطار معينة.

Groundwater Flow (G) الجريان الجوفي



* تعد إمدادات المياه الجوفية مصدر هام من مصادر المياه في مصر حيث تمثل حوالي ١٠ % من مصادر المياه المتاحة كما أن حوالي ١٦ % من السكانِ يعتمدون على المياه الجوفية كمصدر أساسي للمياه.

* إلى حد بعيد، يعد استخدام المياه الجوفية لأغراض الري، هو الاستخدام الأكبر.

*الجريان الجوفي عنصر هام أيضا من الجريان في المجاري المائية وقد يكون هو المصدر الوحيد للمياه في المجري خلال فترات الهطول المنخفضة.

الميزانية المائية Water Budget

*الميزانية المائية: هي أداة تحليلية بسيطة ولكنها مهمة لقياس التدفقِ والميزانِ الصافيِ للمياه للمنطقة خلال فترة زمنية معينة.

*هي تعني حساب التدفقات الداخلة، والخارجة وصافي التخزين للمياه في نظام هيدرولوجي معين.

*بعض السنوات يحدث فيها مكاسب والبعض الآخر لا يحدث فيها تغيير أو يحدث فيها فقد.

*بعض مناطقِ البلاد قَد يظهر فيها هبوط مستمر في العديد من السنوات، خصوصا في المناطقِ التي يحدث فيها استنزاف شديد للمياه الجوفية.

• بدراسة عدد متتالي من الميزانيات المائية السنوية السابقة لأي منطقة من مثل هذه المناطق، سيتضح الإتجاه الذي قد يشير إلي حدوث هبوط مستمر أو استقرار أو ارتفاع مستمر في كميات المياه المتاحة.

*مكونات الميزانية المائية: يمكن تعريفها باستخدام نفس الرموز السابقة للدورة الهيدرولوجية. إذا حذفنا المياه السطحية ووضعنا المياه الجوفية التي تَظهر كمياه سطحية (R_s) مثل الينابيع الطبيعية، يمكن التعبير عن الميزانية المائية (water budget) لمنطقة معينة كالتالي:

$$\Delta S_s = P + R_1 + R_2 - R_3 + R_s - E_s - T_s - I$$

*بعبارة أخري، فإن التغير في مخزون المياه السطحية لمنطقة معينة في الفترة الزمنية تحت الدراسة هو المجموع الصافي لكل من الهطول (P)، الجريان السطحي الداخل إلي المنطقة (R_1, R_2)، الجريان السطحي الخارج من المنطقة (R_3)، البخر (E_s) والنتح (T_s) من سطح المنطقة، والترشح بين السطح والمياه الجوفية (I). وحدات قياس عناصر هذه المعادلة هي حجم لكل وحدة زمن.

*بصورة مماثلة، يمكن التعبير عن الميزانية المائية للمياه الجوفية كالآتي:

$$S_g = I + G_1 - G_2 - R_s - E_s - T_s$$

*هذه المعادلة تبين أن التغير في مخزون المياه الجوفية لمنطقة معينة في الفترة الزمنية تحت الدراسة هو المجموع الصافي لكل من التدفق الداخل (I)، الجريان الجوفي الداخل إلي المنطقة (G_1)، الجريان الجوفي الخارج من المنطقة (G_2)، الجريان الجوفي الذي يظهر كمياه سطحية (Rs)، والبخر (Es) والنتح (Ts) من المياه الجوفية في المنطقة تحت الدراسة.

Climatic Data بيانات المناخية

تعتمد هيدرولوجية أي منطقة علي كل من:

١- مناخ المنطقة الذي يعتمد علي الموقع الجغرافي علي سطح الكرة الأرضية.

٢- تضاريس المنطقة، حيث تكمن أهميتها في تأثيرها علي الهطول وفي تكوين البرك والبحيرات والمستنقعات وكذلك تأثيرها علي كمية الجريان السطحي .

٣- جيولوجية المنطقة، حيث تكمن أهميتها في تأثيرها علي تضاريس المنطقة وعلي حركة المياه المترشحة خلال الطبقات الحاملة للمياه إلي الأنهار أو إلي البحر.

Climatic Data البيانات المناخية

١- الرطوبة.

٢- درجة الحرارة.

٣- الإشعاع.

٤- الرياح.

الرطوبة Humidity

*هي كمية بخار الماء الموجودة في الهواء.

* تعتمد الكمية التي يستوعبها الهواء علي على درجة الحرارة لكل من الهواء و الماء، فكلما زادت درجة الحرارة كلما زادت الرطوبة التي يمكن للهواء استيعابها.

*ضغط بخار الماء هو الضغط الجزئي الذي يحدثه بخار الماء الموجود في الهواء الجوي ويقاس إما بوحدات البار (*bar*)؛ (البار الواحد = 10^5نيوتن/م^2)، أو بارتفاع عمود من الزئبق بالمم؛ (١ مم = ١.٣٦ مللي بار، ١ مللي بار = ١/١٠٠٠ من البار).

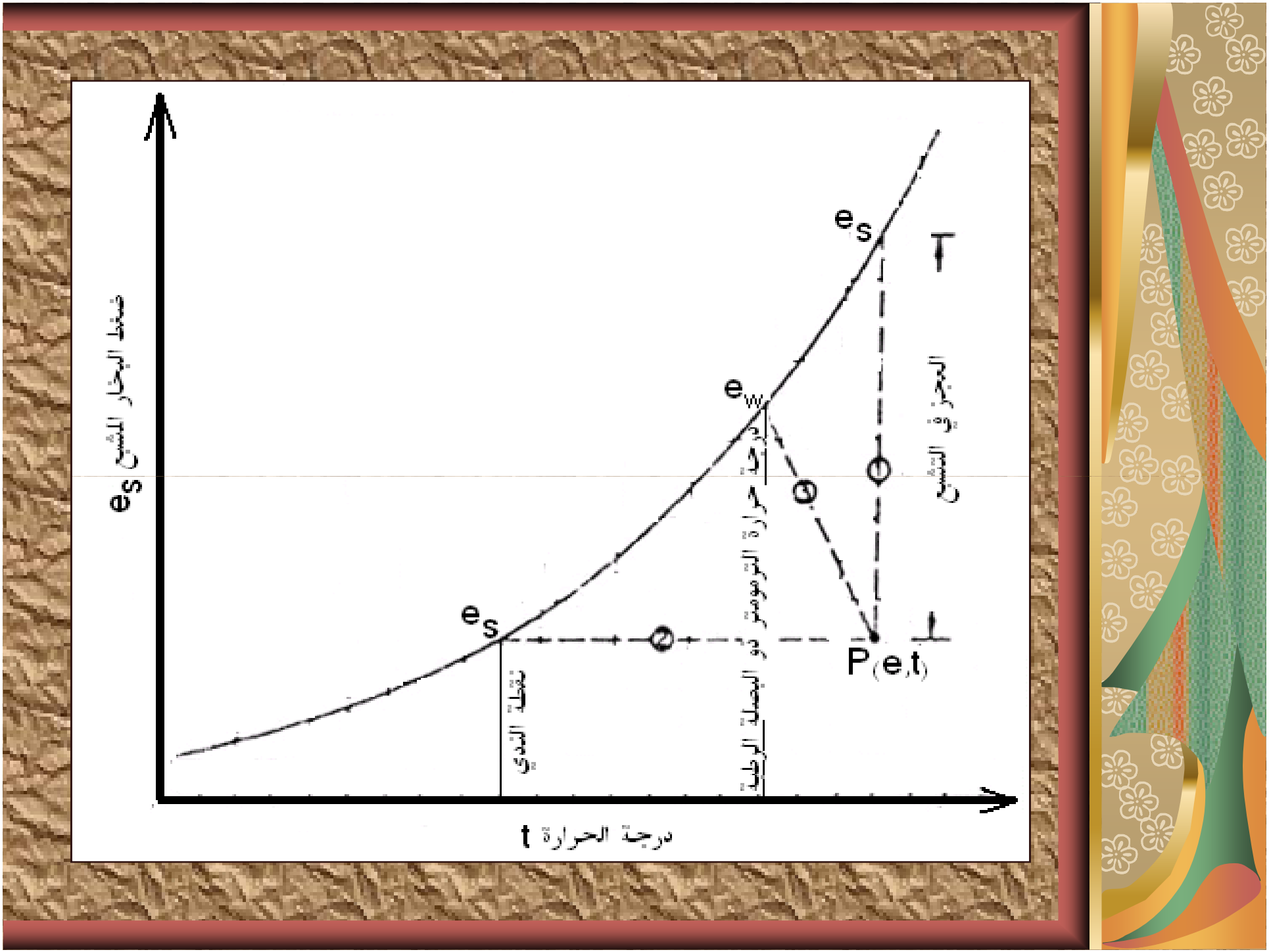
*بفرض وجود حيز مائي مغلق مغلف بالهواء الجوى، إذا أعطيت حرارة لهذه المجموعة فإن الماء سوف يتبخر في الهواء و تستمر عملية التبخير حتى تحدث حالة الاتزان حين تتشبع جميع فراغات الهواء بالماء ولا تستطيع استيعاب المزيد من بخار الماء و يصبح الهواء في هذه الحالة مشبعا ببخار الماء.

* ضغط بخار الماء في هذه الحالة يعرف بضغط البخار المشبع .

***ضغط البخار المشبع (e_s) :**

هو ضغط البخار لكتلة هواء مشبعة ببخار الماء.

* ضغط البخار المشبع يزداد بزيادة درجة الحرارة لأن الهواء الدافئ يمكنه إستيعاب كمية أكبر من بخار الماء عن الهواء البارد.


ضغط البخار المشبع e_s
e_s
e_w
e_s
T
البخر في المشبع
درجة حرارة الترمومتر ذو البصلة الرطبة
نقطة الندى
P(e,t)
درجة الحرارة t

•باعتبار كتلة هواء جوى (P) لها درجة حرارة (t)، وضغط بخار (e) واقعة تحت منحني ضغط البخار المشبع. لذا فإن كتلة الهواء يمكنها استيعاب المزيد من بخار الماء طالما أن درجة الحرارة ثابتة، وفي هذه الحالة فإن موقع النقطة (P) سيتحرك عموديا لأعلي (الوضع ١) حتي تصل كتلة الهواء إلي حالة التشبع، ويصبح ضغط بخار كتلة الهواء في موقعها الجديد مساويا لضغط البخارالمشبع (e_s).

• **العجز في التشبع:** ويسمي الفرق ($e - e_s$)

• إذا برد الهواء دون أي تغير يطرأ علي رطوبته، فإن النقطة (P) ستتحرك أفقيا ناحية اليسار (الوضع ٢) حتي تقطع خط التشبع، وفي هذه الحالة تكون كتلة الهواء (P) مشبعة في درجة حرارة جديدة تسمي نقطةالندى. أي مزيد من التبريد يحدث لكتلة الهواء ينتج عنه تكثيف لبخار الماء ومن ثم يحدث الهطول.

- **نقطة الندى**: أنها درجة الحرارة التي يتشبع عندها الهواء نتيجة التبريد مع ثبوت الضغط عند نفس كمية بخار الماء،

أو هي درجة الحرارة التي تعطى ضغطا مشبعا مساويا للضغط الفعلي لبخار الماء في الهواء مع ثبات كمية بخار الماء.

*إذا سمح للماء أن يتبخر بحرية في كتلة الهواء، يتحرك موقع كتلة الهواء بصورة مائلة (الوضع ٣) وذلك لانخفاض درجة الحرارة وذلك لأن البخر يحتاج إلى حرارة معينة يحصل عليها من الهواء الملامس لسطح البخر نفسه، تعرف بدرجة الحرارة البخر الكامنة.

الرطوبة النسبية R.H

الرطوبة النسبية (*relative humidity*): هي النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة في متر مكعب واحد من الهواء عند لحظة القياس أو المراقبة (Q) إلى كمية بخار الماء (Q_s) اللازمة لإشباع نفس الحجم تماما عند نفس درجة الحرارة.

- أو هي النسبة بين ضغط بخار الماء في متر الهواء عند لحظة القياس أو المراقبة (e) إلى ضغط بخار الماء (e_s) اللازمة لإشباع نفس الحجم تماما عند نفس درجة الحرارة. أي أن:

$$R.H. = \frac{Q}{Q_s} \times 100$$

$$= \frac{e}{e_s} \times 100$$

الرطوبة النسبية R.H

- يمكن استخدام جداول السيكرومتر للحصول علي الرطوبة النسبية (*R.H*) اعتمادا علي كل من درجتي الترمومتر المبلل والجاف.
- بديلا عن ذلك، يمكن الحصول علي قيمة تقريبية للرطوبة النسبية (في حدود نسبة خطأ حوالي ٠.٦ %) لدرجات الحرارة في المدي من -٢٥ مئوية إلي +٣٥ مئوية من العلاقة التالية:

$$R.H = 100 \left[\frac{(112 - 0.1T_a + T_d)}{(112 + 0.9T_a)} \right]^8$$

- حيث:
- T_a = درجة حرارة الهواء (مئوية)،
- T_d = درجة حرارة نقطة الندي (مئوية).

درجة الحرارة Temperature

تسجل درجة حرارة الهواء (*air temperature*) بواسطة ترمومترات.

تستخدم الترمومترات ذات النهايتين الصغري (الكحولي) والعظمي (الزئبقي) في تسجيل أكثر القياسات لدرجات الحرارة.

تقاس درجة الحرارة بالسلزيوس (*celsius, t_c*).

كما تقاس أيضا درجة الحرارة بالفهرنهايت (*ferhanit, t_f*) في بريطانيا وشمال أمريكا

($t_f = 1.8\, t_c + 32$).

• **متوسط درجة الحرارة اليومي *mean daily temperature***

هو متوسط درجتى الحرارة العظمى و الصغرى لأي يوم وتكون عادة في حدود درجة واحدة من المتوسط الحقيقي إذا ما سجلت درجات الحرارة بصورة مستمرة.

معدل درجة الحرارة اليومية: هو متوسط درجة الحرارة اليومية ليوم معين علي مدي ثلاثين عاما.

متوسط درجة الحرارة الشهرية: هو المتوسط الحسابي لأعلي وأقل درجة حرارة حدثت خلال الشهر.

متوسط درجة الحرارة السنوية: هو المتوسط الحسابي لمتوسط درجات الحرارة الشهرية خلال السنة.

الإشعاع Radiation

- معظم محطات الأرصاد الجوية مزودة بأجهزة قياس الإشعاع (*radiometer*) لقياس الأشعة قصيرة الموجة القادمة من الشمس والجو و كذلك صافى الإشعاع (*net radiation*).
- **صافي الإشعاع:** هو المجموع الجبري لجميع الأشعة القادمة والمنعكسة من سطح الأرض إلى الفضاء سواء كانت طويلة الموجة أو قصيرة الموجة، ويعد ذا أهمية كبيرة عند حساب معدلات البخر.

الرياح Wind

- تعد الرياح من العوامل الهامة ذات تأثير على كمية البخر و كذلك سقوط الأمطار.
- للرياح سرعة واتجاه حيث تتغير سرعة الرياح واتجاهها مع فصول السنة و أحيانا مع ساعات النهار ومن مكان لآخر.
- يتم تعيين اتجاه الرياح من مصدر هبوبها، فالرياح الشمالية هي الرياح التي تهب من إتجاه الشمال، وهكذا.
- يعبر عن سرعة الرياح بوحدات ميل/ساعة أو متر/ثانية أو بالعقدة (*knob*) وتقاس سرعة الرياح بجهاز يسمى المرياح (*Anemometer*).
- أما إتجاه الرياح فيتم تحديده بواسطة دليل إتجاه الريح (*wind vane*).

*تتغير سرعة الرياح في الإتجاه الرأسي حيث تزداد كلما ارتفعنا عن سطح الأرض نتيجة تأثير المباني والأشجار علي حركة الرياح بفعل مقاومة الإحتكاك، ويتلاشى هذا التأثير على ارتفاع ٦٠٠ م، حيث تسمي الطبقة من سطح الأرض وحتي ٦٠٠ متر بطبقة الاحتكاك.

*عند قياس سرعة الرياح، يكون من المهم تحديد الارتفاع فوق سطح الأرض الذي تجري فيه القياسات.

Thank you

Quiz

١- اشرح المقصود بالميزانية المائية موضحا جميع عناصرها.

٢- ما هي البيانات المناخية التي يجب تجميعها عند أي دراسة هيدرولوجية؟

٣- عرف كل من: الرطوبة – ضغط بخار الماء – نقطة الندى – العجز في التشبع – الرطوبة النسبية – صافي الإشعاع – معدل الهبوط في درجة الحرارة.