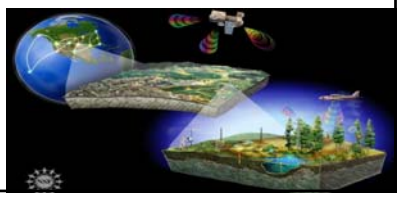
# المناخ و الأرصاد الزراعية
# المحاضرة التاسعة
# التبخر نتح

اعداد

د . قيس علي سلطان



2026

## التبخر و التبخر- نتح

- التبخر ظاهرة فيزيائية يتحول من خلالها الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية ويطلق هذا التعبير على إجمالي الفاقد المائي من سطح التربة والمسطحات المائية.
- **أمَّ التبخُّر نتح : فهو مجمل الفاقد المائي من سطح التربة والمسطحات المائية والغطاء النباتي** ، إن قياس التبخُّر او التبخُّر نتح له أهمية كبيرة في مجالات علمية كثيرة وتظهر أهميته في المناطق الجافة حيث إن ندرة المياه تحتم استخدام الطرق العلمية في الري.
- إن معرفة الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية يكون من خلال تقدير قيم التبخُّر نتح وبالتالي تقدير المقننات المائية للمحاصيل المختلفة.

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل المناخية*

- **درجة الحرارة ( Temperature ) :**
- من المعلوم أنه يتم تبخُّر الماء من أي سطح عندما يكون ملامساً لجو غير مشبع ببخار الماء عند نفس درجة الحرارة . عندما ترتفع درجة الحرارة فإن سرعة التبخُّر نتح تزداد ولذا فالتبخُّر نتح يكون عالي القيمة أو أعلى في فصل الصيف عن بقية الفصول .

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل المناخية*

- **الطاقة الشمسية Solar energy :**
- إن درجة الحرارة للماء والجو المحيط تتوقف على كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض والمعروف أن الحرارة النوعية للماء أعلى من الحرارة النوعية لليابسة ، إذ يحتاج ١ غ من الماء إلى ١ حريرة لرفع درجة حرارته درجة مئوية واحدة ، بينما لاتصل هذه الكمية إلى أكثر ٠.٣ حريرة لمعظم أنواع الترب ولهذا فإن التربة الرطبة أبرد من الترب الجافة تحت نفس الظروف المناخية .
- أضف إلى ذلك أن الماء عالي حرارة التبخير إذ يحتاج ١ غ منه إلى حوالي ٥٨٥ حريرة لتبخُّرة عند الدرجة صفر مئوية ، وان الطاقة الشمسية هي المصدر الرئيسي لهذه الطاقة . و يمكننا حساب الطاقة اللازمة لتبخر أي كمية من الماء اذا علمنا درجة حرارتها و ذلك باستخدام العلاقة التالية :

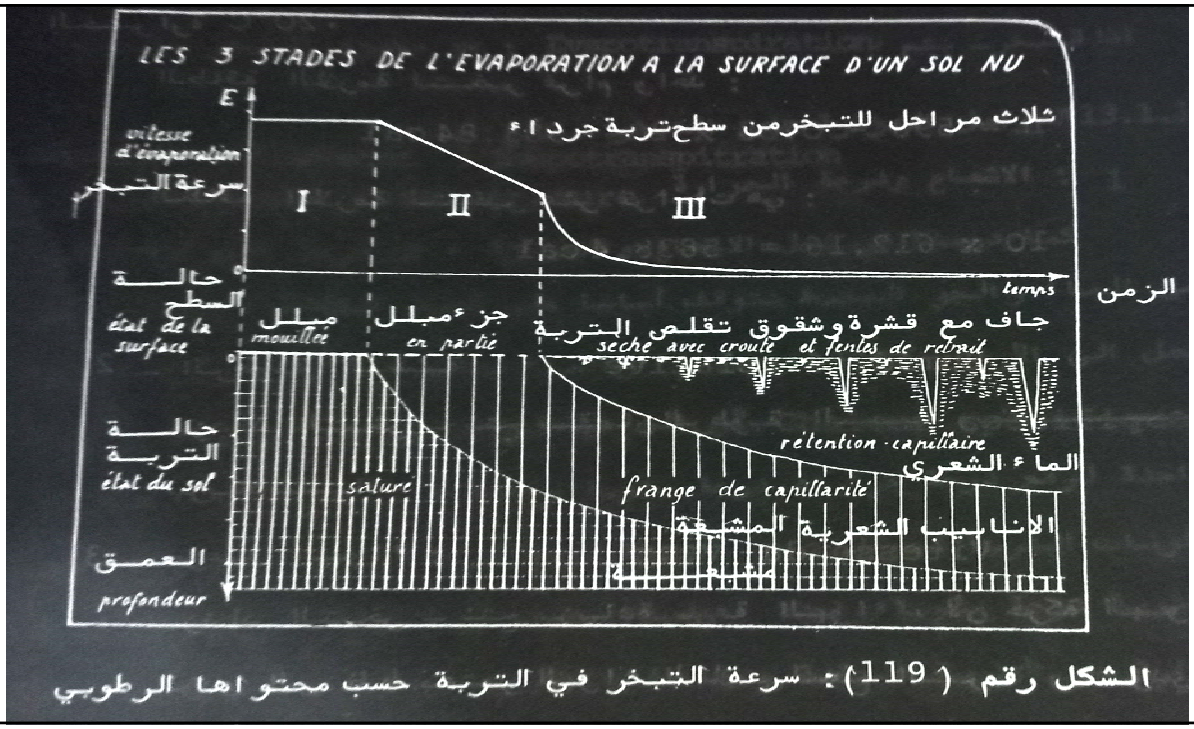
$$L = 598 - 0.708\ t^{o}$$

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل المناخية*

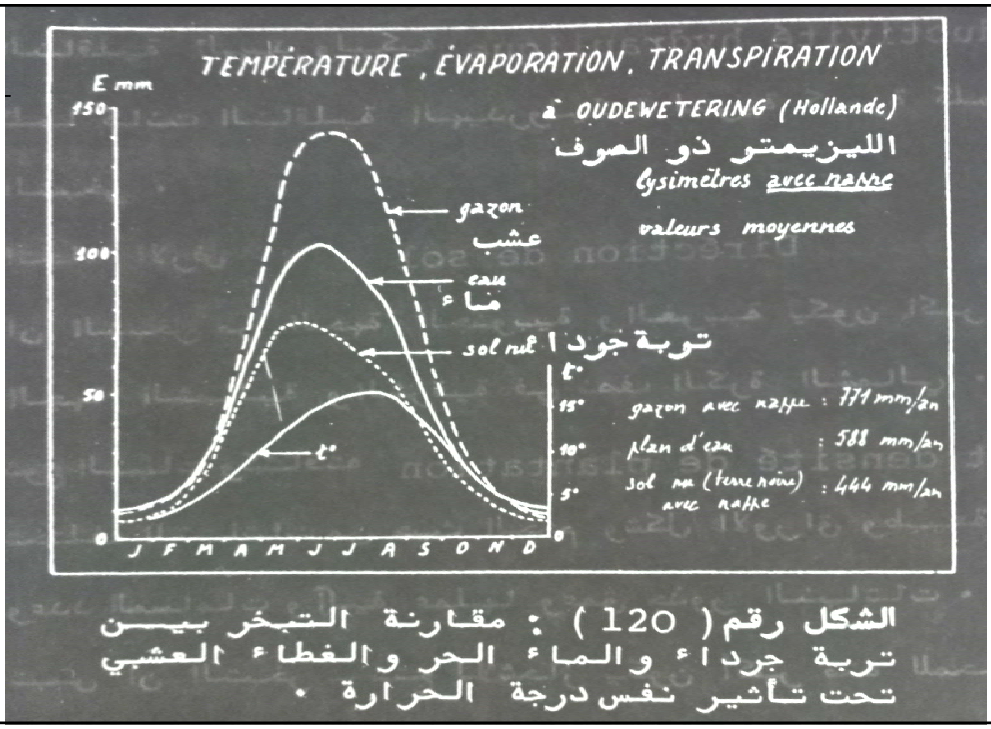
- **الرطوبة النسبية Relative humidity :**
- يزداد التبخُّر نتح مع انخفاض الرطوبة النسبية ومع زيادة البعد عن الإشباع نلاحظ أ ن حاجة المزروعات للمياه تقل خلال الفترات التي يكون فيها الجو مشبعاً ببخار الماء أو قريباً من الإشباع ، كما يحصل أيام الشتاء والعكس صحيح كما يحدث في فصل الصيف.
- **سرعة الرياح Air movement :**
- يزداد التبخُّر مع ازدياد سرعة الرياح لأن حركة الهواء تؤدي إلى خلط مستمر للهواء الملامس لسطح التربة ويؤدي إلى إحلال هواء جاف مكان الهواء الرطب وهذا يؤدي إلى زيادة التبخُّر نتح .

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل الأرضية*

- **رطوبة التربة :**
- تزداد سرعة التبخُّر كلما ازداد المحتوى المائي للتربة، لأن سرعة جفاف التربة يتناسب طرداً مع محتواها من الرطوبة وعكساً مع الزمن وكلما زاد الزمن نقص معدل التبخُّر نتح بسبب – نقص الماء في التربة وتكوين طبقة كتيمة جافة على السطح وقد تبين لدى مقارنة قيم التبخُّر نتح بين – تربة جرداء وأخرى مغطاة بالأعشاب وسطح مائي. إن هذه القيم كانت على التوالي ٧٧١ مم سنة من التربة المغطاة بالأعشاب، ٥٨٨ مم/سنة من سطح الماء الحر، ٤٤٤ مم/سنة من التربة الجرداء.




الشكل رقم (119): سرعة التبخر في التربة حسب محتواها الرطوبي




الشكل رقم ( 120 ) : مقارنة التبخر بين تربة جرداء والماء الحر والغطاء العشبي تحت تأثير نفس درجة الحرارة .

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل الأرضية*

- **عمق الطبقة الحاضنة للماء :**
- كلما كانت الطبقة الحاضنة للماء قريبة من السطح زاد التبخُّر بسبب التوصيل المائي المستمر بين هذه الطبقة وسطح التربة . وقد تبين أن التبخُّر من الأراضي ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع أكبر ب ٢ - ٤ مرات من الأراضي ذات الصرف الجيد والمنخفضة مستوى الماء الأرضي المنخفض .

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل الأرضية*

- **لون التربة Soil color :**
- الترب السوداء تمتص طاقة حرارية أكثر من الترب الأخرى لهذا فإن قيم التبخُّر نتح في مثل هذه - الترب تكون مرتفعة خلال النهار أما ليلاً فإنها تبرد بسرعة أكبر من الترب الأخرى وبالتالي تكسب كمية من المياه بالتكاثف .
- **اتجاه السفوح Soil direction :**
- إن قيم التبخُّر نتح من المعارض الجنوبية أعلى من المعارض الشمالية وكذلك فإنه في الغربية أعلى من الشرقية بسبب تعرضها لفترات تشميس أطول مما يؤدي إلى زيادة قيم التبخُّر نتح .

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل النباتية*

- إن نوع النباتات المزروعة وكثافتها تؤثر بشكل كبير على قيم التبخُّر نتح وأهم العوامل النباتية - المؤثرة على التبخُّر نتح هي :
- **نوع النبات Plant species :**
- تختلف النباتات من حيث الحجم وشكل الأوراق وطبيعة النمو وإغلاق المساحة ونظام عملها ولقد عزي سبب اختلاف كمية التبخُّر نتح باختلاف نوع النبات **إلى الأسباب التالية:**

I. اختلاف قدرة أنواع النبات على عكس أشعة الشمس بسبب اختلاف كمية الأشعة الممتصة بواسطة النبات وبالتالي تلك الواصلة إلى سطح الأرض .
II. اختلاف قدرة أنواع النباتات على تعديل سرعة الهواء وحدوث الهواء المضطرب .
III. اختلاف في نظام وطبيعة المسامات أثناء الليل وأثناء الفترات الحرجة من اشتداد الحرارة أو نقص الماء وحسب نوع هذه النباتات .

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل النباتية*

- **كثافة الغطاء النباتي :**
- إنَّ كمية الغطاء النباتي تؤثر على التبخُّر نتح لسببين هما :
- **كمية الأشعة المنعكسة :** إن كمية الأشعة المنعكسة من أرض بور غير مزروعة وخاصة الرطبة منها تكون أقل من الأشعة المنعكسة في حالة الأرض المغطاة بغطاء نباتي كثيف ، واعتماداً على هذه الخاصية فقط فإن التبخُّر نتح يتوقع أن يزيد كلما نقصت نسبة تغطية الأرض بالنباتات .

## العوامل المؤثرة على التبخُّر نتح
### *العوامل النباتية*

- **كثافة الغطاء النباتي :**
- **الفرق بين سرعة التبخَّر وسرعة النتح:** إن سرعة التبخُّر من أرض بور تنخفض بسرعة بعد يوم أو يومين من الري أو هطول الأمطار، وتحت نفس الظروف فإن النتح قد لا تقل سرعته قبل أسبوعين من نفس التاريخ ، ولذلك فإن رطوبة التربة قد تكون كافية لبقاء سرعة النتح ثابتة بينما تنخفض سرعة التبخُّر سريعاً ولذا فإ ن النتح سوف يزداد بزيادة الغطاء النباتي .
- **وقد تبين من التجارب المختلفة أنَّ تغطية سطح التربة ببعض البقايا النباتية يقلل من التبخُّر وذلك لسببين هما:**

I. حماية سطح التربة من أشعة الشمس المباشرة الأمر الذي يؤدي إلى خفض حرارة التربة وتقليل التبخُّر المباشر منها.
II. رفع ضغط بخار الماء بين البقايا النباتية إلى درجة تقارب ضغط بخار الماء في هواء التربة.

## انواع التبخر – نتح

- **التبخر نتح الاساسي ETP**:
- **التبخر نتح الأعظمي ETM**:
- **التبخر نتح الحقيقي ETR**:

## التبخر نتح الاساسي ETP

- عبارة عن كمية الماء المفقودة من التربة بالتبخُّر ومن النبات بالنتح في حال وجود غطاء نباتي أخضر ومورد مائي يمد التربة باستمرار بالماء جاعلاً إياها مشبعة دائماً . وقد وضح Penma أن التبخُّر- نتح الأساسي يقارب من حيث القيمة التبخُّر من سطح ماء حر معرض لنفس الظروف المناخية .

## التبخر نتح الاعظمي ETM

- و هو التبخر – نتح لنبات معين خلال مراحل نموه و اطواره الفينولوجية و تحت ظروف مناخية محددة وقيمة أقل أو تساوي ETP ويمكن حساب ETM بالعلاقة التالية :

$$ETM = k \cdot ETP$$

حيث K : معامل استهلاك النبات للماء و يختلف حسب نوع النبات و مراحل نموه .

## التبخر نتح الحقيقي ETR

- عندما تنخفض رطوبة التربة فإن معدل التبخر – نتح ينخفض عن معدله الأعظمي و تصبح رطوبة التربة عاملاً محدداً رئيساً لكمية المياه المفقودة . ويمكن تعريف التبخر-نتح الحقيقي لغطاء نباتي على انه التبخر نتح تحت الظروف الحقيقية . إلا أن الإمداد بالماء قد يكون محدوداً لسبب فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي وهذا يعني أن ETM > ETR وبالتالي ETP > ETM > ETR .

## طرق تقدير التبخر – نتح

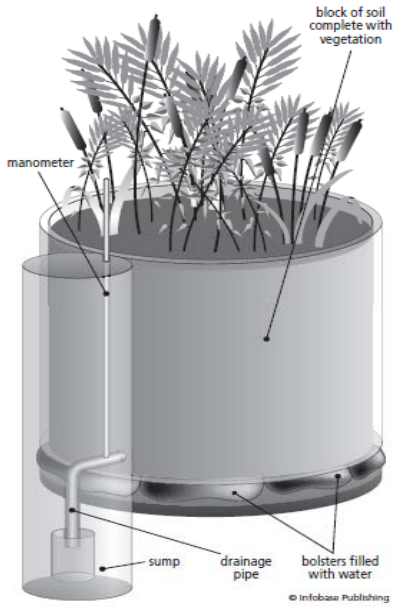
- **القياس المباشر بواسطة الليزيمتر**
- **استخدام معادلات رياضية**
- **الطرق الايروديناميكية**
- **طرق الميزان الحراري**
- **استخدام مقياس التبخر**

## ١- القياس المباشر بواسطة أجهزة الليزيمتر

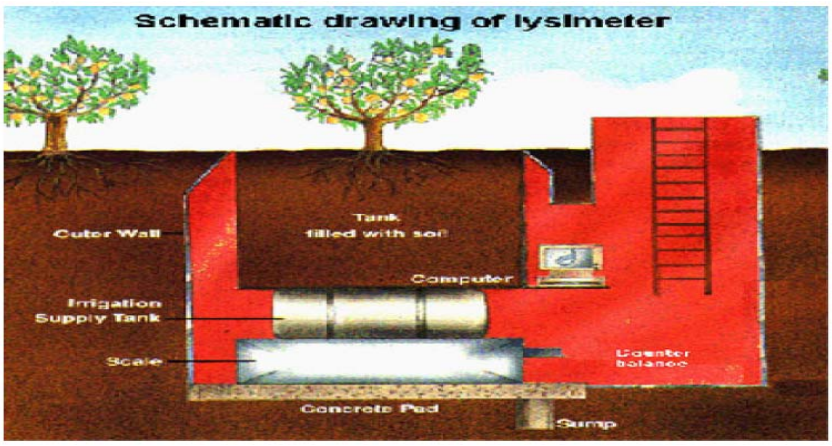
- الليزيمتر هو عبارة عن وعاء يوضع في التربة لقياس التبخر – نتح مباشرة بالاعتماد على معادلة الميزان المائي و لاستعمال الليزيمتر شروط هي :
- ان يكون كبيرا نسبياً و عميقاً .
- يجب ان تكون ظروف الليزيمتر مشابهة لظروف الحقل الموضوعة فيه .
- يجب أن يزرع بنفس المحصول المزروع في الحقل و بنفس الكثافة وبنفس العمر .
- يجب ان تعامل نباتات الليزيمتر نفس المعاملة التي سيعامل بها المحصول المحيط .

## ١- القياس المباشر بواسطة أجهزة الليزيمتر

- هناك نوعان من الليزيمتر و هما :
- الليزيمتر ذو الصرف و هو الذي يعمل وفق معادلة الميزان المائي .
- $ETP = (P+I)-D$
- الليزيمتر الوزني : وهو الذي يمكن وزنه من أن لأخر بوسائل عديدة منها الطرق الهيدروليكية .




A lysimeter measures changes in the amount of water in a block of soil, complete with its vegetation, held in a waterproof container. Drainage water is fed into a sump and measured. In this design, changes in the mass of the soil block are registered as changes in pressure and monitored by a manometer. In other designs the soil block is weighed.




## ٢ـ العلاقات الرياضية

**١ـ طريقة ثورنثويت (Thornthwaite) :**

- تستخدم لحساب التبخر نتح الاساسي الشهري ETP و ذلك من المعطيات المناخية و خصوصاً متوسط درجة الحرارة الشهرية و تعطى بالعلاقة التالية :

$$ETP = C \cdot T^a$$

- حيث أن :
- T متوسط درجة الحرارة الشهرية .
- a c ثوابت المكان .

## ٢ـ العلاقات الرياضية

**٢ـ طريقة بلاني و كريدل :**

- تسمح هذه الطريقة بحساب التبخر نتح الأعظمي الشهري ETM و تعطى بالعلاقة :
- $ETM = K.T.P$
- حيث :
- T متوسط درجة الحرارة الشهرية .
- K معامل استهلاك النبات للماء .
- P النسبة المئوية للإضاءة .
- ويمكن حساب ETM الشهري بهذه الطريقة حسابيا بالمعادلة :
- $ETM = P.K\ (0.46T+8.13)$

جدول (١٠-١) قيم معامل استهلاك النبات للماء (K) لمختلف النباتات

| نوع المحصول | قيمة K | |
|---|---|---|
| | منطقة ساحلية | منطقة جافة |
| بقوليات | 0.60 | - |
| بندورة | 0.70 | - |
| فاصولياء | 0.60 | 0.70 |
| بطاطا | 0.65 | 0.75 |
| شوندر سكري | 0.65 | 0.75 |
| ذرة | 0.75 | 0.85 |
| قمح، شعير | 0.75 | 0.85 |
| رز | 0.70 | - |
| فصة | 0.80 | 0.85 |
| مراعي | 0.75 | - |
| أشجار مثمرة متساقطة الأوراق | 0.60 | 0.70 |
| ليمون حامض | 0.50 | 0.65 |

جدول (١٠-٢) النسبة المئوية للإضاءة النهارية (P) من خط عرض 26° إلى 40°

| الشهر | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| كانون الثاني | % 7.49 | % 7.40 | % 7.30 | % 7.20 | % 7.10 | % 6.99 | % 6.87 | % 6.76 |
| شباط | 7.12 | 7.07 | 7.03 | 6.97 | 6.91 | 6.86 | 6.79 | 6.73 |
| آذار | 8.40 | 8.39 | 8.38 | 8.37 | 8.36 | 8.35 | 8.34 | 8.33 |
| نيسان | 8.64 | 8.68 | 8.72 | 8.75 | 8.80 | 8.85 | 8.98 | 8.95 |
| أيار | 9.38 | 9.46 | 9.53 | 9.63 | 9.72 | 9.81 | 9.92 | 10.02 |
| حزيران | 90.30 | 9.38 | 9.49 | 9.66 | 9.70 | 9.83 | 9.95 | 10.08 |
| تموز | 9.49 | 9.58 | 9.67 | 9.77 | 9.88 | 9.99 | 10.10 | 10.22 |
| آب | 9.10 | 9.16 | 9.22 | 9.28 | 9.33 | 9.40 | 9.47 | 9.54 |
| أيلول | 8.01 | 8.32 | 8.34 | 8.34 | 8.36 | 8.36 | 8.38 | 8.38 |
| تشرين أول | 8.06 | 8.02 | 7.99 | 7.93 | 7.90 | 7.85 | 7.80 | 7.75 |
| تشرين ثاني | 7.36 | 7.27 | 7.19 | 7.11 | 7.02 | 6.92 | 6.82 | 6.72 |
| كانون أول | 7.30 | 7.27 | 7.14 | 7.05 | 6.92 | 6.79 | 6.66 | 6.52 |

Tc °

P%

K

ETM.cm

محور غير مسمى

40
30
20
15
10
5
0

40
30
10
5

10
9
8
7
6

1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5

طريقة بلاني وكريدل في حساب ETM بيانياً

## ٢ـ العلاقات الرياضية

**٣ـ طريقة ايفانوف لحساب التبخر نتح الأساسي :**

$$ETP = 18.10^{-4} (T +25)^2 . (100- Hr)$$

حيث :

T : درجة الحرارة الشهرية .

Hr : الرطوبة النسبية الشهرية .

## ٢ـ العلاقات الرياضية

**٤ـ طريقة ترك Truc لحساب التبخر نتح الحقيقي السنوي**

أما اذا اردنا حساب التبخر –نتح الحقيقي السنوي فيمكن استخدام علاقة ترك .

$$\mathbf{ETR = P/\sqrt{0.9+P^2/L^2}}$$

حيث :

ETR : تبخر – نتح الحقيقي السنوي مم / سنة .

P : كمية الأمطار السنوية .

L : تابع لدرجة الحرارة ويعطى بالعلاقة التالية :

$$\mathbf{L = 300+25t+0.05t^3}$$

## ٣- الطرق الأيروديناميكية

١) علاقة دالتون :

$$E = (e_s - e_a) f(u)$$

حيث :

$E$ : البخر،

$e_s$ : ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الماء السطحي،

$e_a$ : ضغط بخار الهواء،

$f(u)$ : دالة سرعة الرياح عند مسافة معينة أعلى سطح الماء.

نظراً لان هذه المعادلة تجريبية فإنه يجب تحديد دالة الرياح $f(u)$ لكل مكان على حدة وأن المعادلة المستنتجة لمكان عادة ما تكون غير قابلة للتطبيق في مكان آخر.

## ٣- الطرق الأيروديناميكية

٢) معادلة دويت (Dewit) تستخدم لحساب النتح اليومي و تكتب العلاقة على الشكل التالي :

**Tr = pc .ETP/F**

حيث :

Tr : النتح مم /يوم .

Pc : كمية المحصول كغ / هكتار .

F : عامل يتعلق بنوع المحصول (كغ/هكتار/يوم).

ETP : التبخر – نتح الأساسي .

## ٤ـ الطرق الميزان المائي

الدورة الهيدرولوجية أو الدورة المائية تمثل دورة المياه في الطبيعة أي تحول الماء من صورة الى أخرى نتيجة للعوامل الجوية و الطبيعية .

$$P = Q+E+\Delta R$$

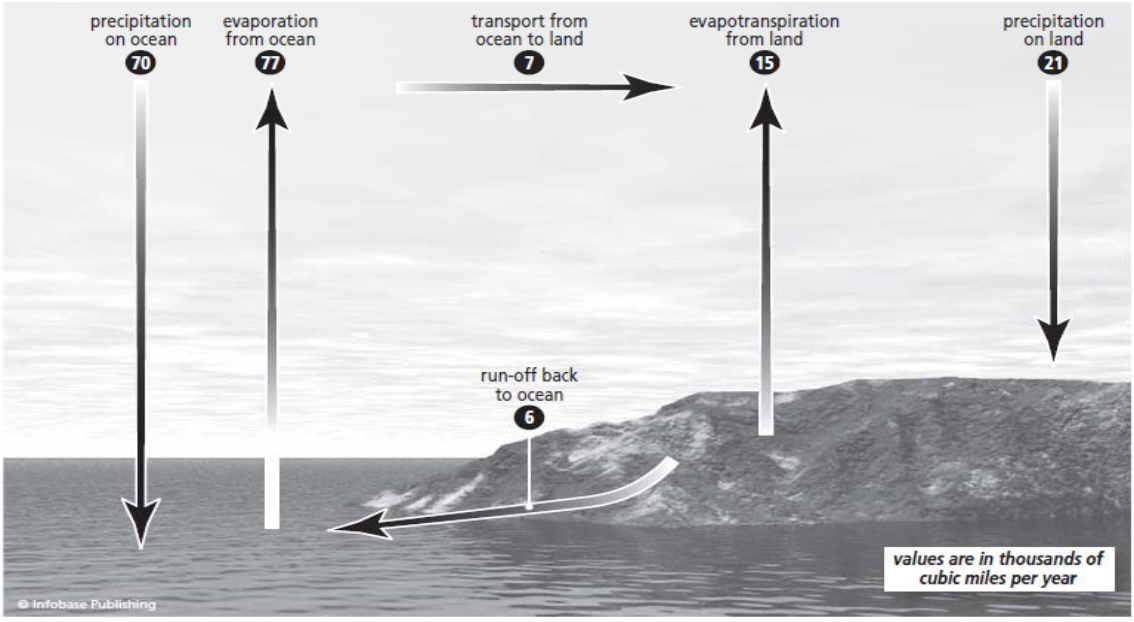
حيث :

P : مجموع الهطولات .

Q : التدفق أو التصريف (مجموع الجريان).

ΔR : التغير في المخزون المائي و الجوفي و ماء التربة و كل عنصر من عناصر الدورة مرتبط بالوسط الطبيعي .

E : التبخر – نتح .




**Water enters the air by evaporation and evapotranspiration and returns to the surface as precipitation. A small amount is transported from the oceans to the land through the air, and rivers carry the same amount from the land back to the sea. (Numbers do not add up precisely because of rounding.)**

## الجفاف وقرائنه Drought

- **دليل جفاف ديمارتون (Demartonne)**
- يعبر عنه بالعلاقة :

$$I.A.D = \frac{1}{2}((P/T+10) + (12r/t+10))$$

حيث :

P: متوسط الأمطار السنوية .

T : متوسط درجة الحرارة السنوية .

r : متوسط الأمطار الشهرية للشهر الأكثر جفافاً .

t : متوسط درجة الحرارة الشهرية للشهر الاكثر جفافاً .

## الجفاف وقرائنه Drought

- **دليل جفاف ديمارتون (Demartonne) :**
- استند ديمارتون في طريقته على العلاقة بين كمية الأمطار ومتوسط درجات الحرارة إلا أنه أضاف الرقم ( ١٠ ) إلى درجات الحرارة تحاشياً للأرقام السالبة وحتى يتمكن من العمل على نطاق أوسع وقد قسم ديمارتون الأرض ستة قيم دليل الجفاف إلى المناطق النباتية والمناخات التالية :

## الجفاف Drought

| قيمة عامل جفاف ديمارتون | المنطقة النباتية | المناخ السائد |
|---|---|---|
| أقل من 5 | صحارى | جاف جداً |
| 10–5 | سهوب زراعية | جاف |
| 20–10 | زراعات بعلية | نصف جاف |
| 30–20 | أعشاب وشجيرات شوكية | نصف رطب |
| 40–30 | غابات متفرقة | رطب |
| أكثر من 40 | غابات كثيفة | رطب جداً |

## الجفاف Drought

- **دليل جفاف مايير Mayer Index**

يعبر عن دليل جفاف ماير بالعلاقة التالية :

$$I.A.M = P\ m.m/e_w - e$$

**حيث :**

I.A.M : دليل جفاف مايير .

P : كمية الأمطار الساقطة خلال فترة معينة مقدرة بالملم .

$e_w - e$ : البعد عن الاشباع مقدرة بالملم زئبقي .

## الجفاف Drought

- **دليل جفاف ترانسو Transeu Index**

يعبر عن دليل جفاف ترانسو بالعلاقة التالية :

$$I.A.M = P / E$$

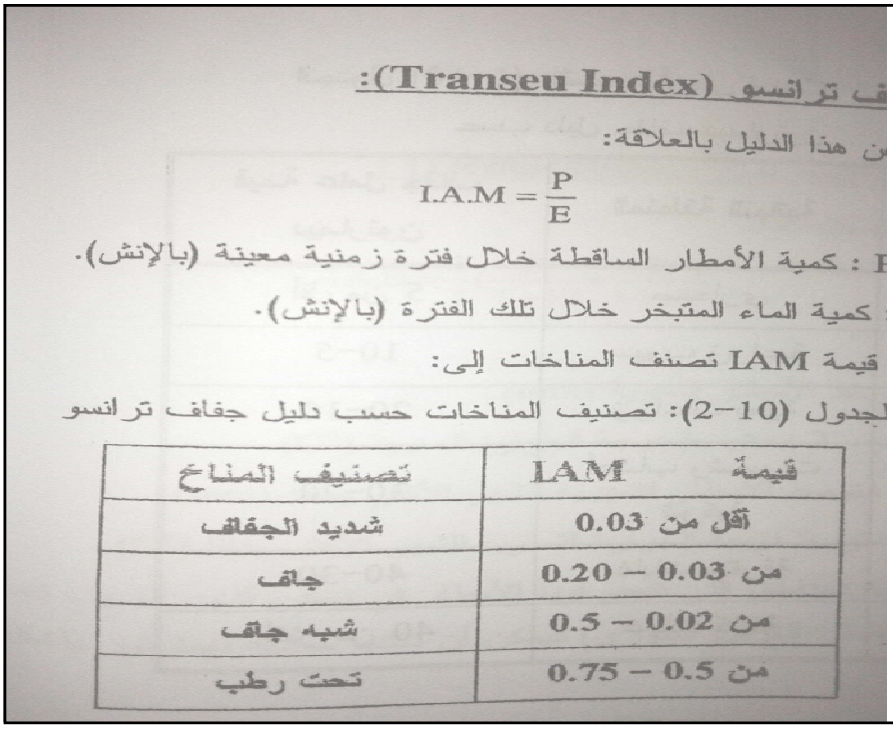
**حيث :**

P : كمية الأمطار الساقطة خلال فترة معينة مقدرة بالأنش .

E : كمية الماء المتيخر خلال تلك الفترة بالأنش .

## الجفاف Drought

- **دليل جفاف ترانسو Transeu Index**



ف ترانسو (Transeu Index):

ن هذا الدليل بالعلاقة:

$$I.A.M = \frac{P}{E}$$

P : كمية الأمطار الساقطة خلال فترة زمنية معينة (بالإنش).

E : كمية الماء المتبخر خلال تلك الفترة (بالإنش).

قيمة IAM تصنف المناخات إلى:

لجدول (10-2): تصنيف المناخات حسب دليل جفاف ترانسو

| قيمة IAM | تصنيف المناخ |
|---|---|
| أقل من 0.03 | شديد الجفاف |
| من 0.03 – 0.20 | جاف |
| من 0.02 – 0.5 | شبه جاف |
| من 0.5 – 0.75 | تحت رطب |

## الجفاف Drought

- **دليل جفاف غوسين Gaussen**

يعرف غوسين الشهر الجاف بانه الشهر الذي يكون فيه متوسط الامطار لهذا الشهر أصغر أو يساوي ضعف متوسط درجات الحرارة لذلك الشهر مقدرة بالدرجات المئوية و يعبر عن ذلك بالعلاقة :

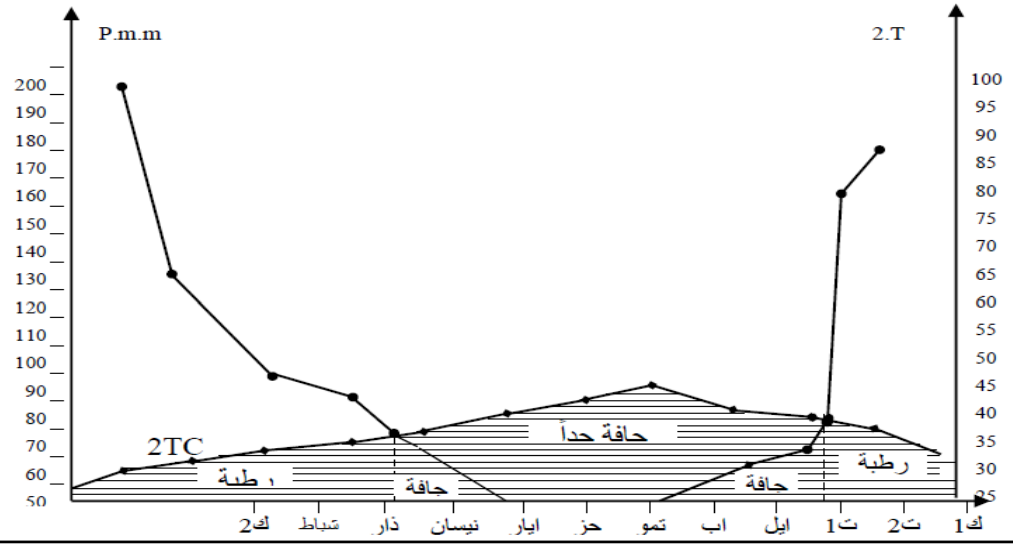
$$P \leq 2\,T\,c°$$

## الجفاف Drought

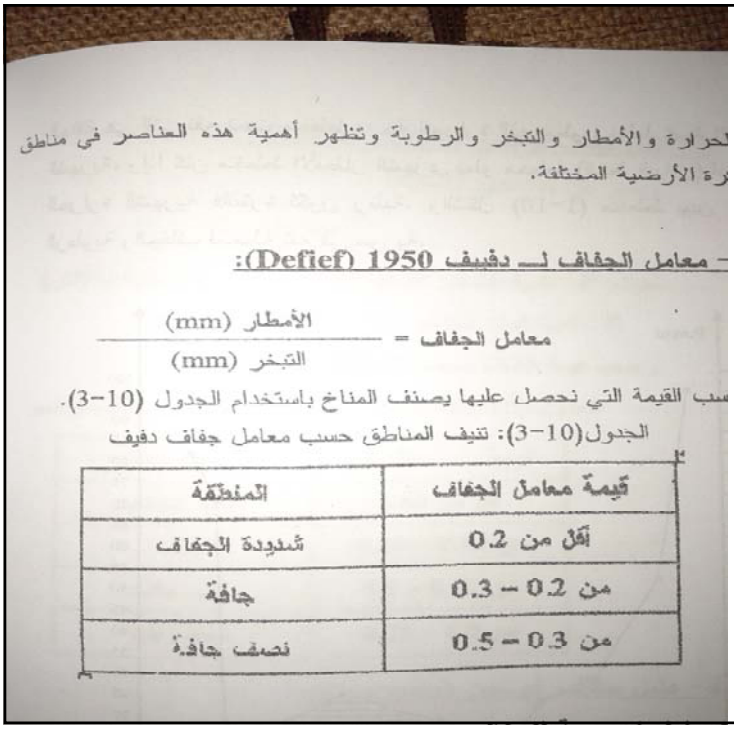
- **دليل جفاف غوسين Gaussen**

ومن خلال رسم المخطط الحراري، حيث تمثل فيه الأشهر على محور السينات وعلى محور العينات (P) الأمطار الساقطة و (2T) ضعف متوسط درجات الحرارة في الجهة المقابلة ثم يصبح من السهل تمييز الأشهر الجافة من الأشهر الرطبة وتحديد الفترات الجافة والرطبة، والأشهر الجافة هي التي تقع تحت مخطط درجة الحرارة الذي يعلو مخطط كمية الأمطار الشهرية وإذا كان مخطط الأمطار الشهري يعلو مخطط (الخط البياني) لدرجات الحرارة الشهرية فالفترة تكون رطبة.

# الجفاف Drought




# الجفاف Drought



الحرارة والأمطار والتبخر والرطوبة وتنظهر أهمية هذه العناصر في مناطق
رة الأرضية المختلفة.

معامل الجفاف لـ دفيف 1950 (Defief):

$$\text{معامل الجفاف} = \frac{\text{الأمطار (mm)}}{\text{التبخر (mm)}}$$

سب القيمة التي نحصل عليها يصنف المناخ باستخدام الجدول (10-3).

الجدول(10-3): تنيف المناطق حسب معامل جفاف دفيف

| قيمة معامل الجفاف | المنطقة |
|---|---|
| أقل من 0.2 | شديدة الجفاف |
| من 0.2 – 0.3 | جافة |
| من 0.3 – 0.5 | نصف جافة |

- **<u>دليل جفاف دفييف Defief</u>**

**معامل الجفاف = الأمطار (ملم) / التبخر (ملم)**

## الجفاف Drought

- **دليل امبرجيه للجفاف**

$$\frac{\text{الأمطار الهاطلة صيفا مم}}{\text{درجة الحرارة العظمى لأحر شهر في الصيف}} < 7$$

يستفاد من هذا المعامل لمعرفة ما اذا كانت المنطقة المدروسة تخضع لمناخ البحر الأبيض المتوسط أم لا .

## الجفاف Drought

- **علاقة سالينوف أو معادلة المعامل المائي الحراري**

$$K = \frac{\Sigma P\ m.m}{0.1\ \Sigma T > 10\ c°}$$

حيث :

P كمية الهطول مقدرة بالملم .

$\Sigma T > 10\ c$ مجموع درجات الحرارة اليومية التي تزيد عن ١٠ محسوبة خلال نفس الفترة .

## الجفاف Drought

| قيمة k | المنطقة أو الفترة |
|---|---|
| أكبر من 1.6 | رطبة جداً |
| من 1.3 – 1.6 | رطبة |
| من 1–1.3 | شبه رطبة |
| من 0.7 – 1.0 | شبه جافة |
| من 0.4 – 0.7 | جافة |
| أقل من 0.4 | جافة جداً |

## الجفاف Drought

**طرق مكافحة الجفاف :**

- تأمين مصادر الري قبل التفكير بأي مشروع زراعي أو الزراعة في مناطق متوسطة أو كثيرة الأمطار .
- الاهتمام بزراعة الأصناف المقاومة للجفاف ، و أهمها النجيليات كالشعير و القمح .
- التسميد العضوي و الكيميائي للأراضي الزراعية التي تزيد من قوة تحمل النباتات للجفاف .
- التخلص من الأعشاب الضارة و الحشائش التي تنافس المحاصيل الزراعية على الرطوبة .
- الاهتمام بإنشاء مصدات الرياح لأنها تخفف من خطر الرياح الشديد ، كما تتراكم الثلوج عليها و تذوب فيما بعد لترفع رطوبة التربة .
- تحديد عمق الحراثة عند تهيئة الأرض للزراعة ، بحيث تكون عميقة في فصل الشتاء لخزن اكبر كمية من مياه الأمطار داخل التربة ، و سطحياً في فصل الصيف منعاً من فقدان رطوبة التربة بتأثير أشعة الشمس في عملية التبخر .

**Table E11** Methods for estimating potential evapotranspiration from short grass at Aspendale. Australia (after Sellers, 1965)

| | | Estimated potential evapotranspiration (mm/day$^{-1}$) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Month | $T$(°C) | $ET_g$[a] (mm day$^{-1}$) | Budyko and Penman | McIlroy | Thornthwaite | Blaney and Criddle | $0.2T$[b] |
| January | 23.3 | 7.76 | 6.86 | 7.57 | 4.47 | 4.91 | 4.66 |
| February | 21.1 | 5.62 | 5.44 | 6.12 | 3.51 | 4.34 | 4.22 |
| March | 19.6 | 4.21 | 3.76 | 4.22 | 2.80 | 3.82 | 3.92 |
| April | 17.2 | 2.94 | 2.76 | 3.16 | 2.04 | 3.24 | 3.44 |
| May | 12.6 | 1.31 | 1.48 | 1.67 | 1.09 | 2.52 | 2.52 |
| June | 10.9 | 0.99 | 1.01 | 1.19 | 0.80 | 2.26 | 2.18 |
| July | 10.0 | 0.93 | 1.17 | 1.34 | 0.75 | 2.25 | 2.00 |
| August | 11.0 | 1.37 | 1.60 | 1.76 | 0.89 | 2.55 | 2.20 |
| September | 13.0 | 2.30 | 2.64 | 2.88 | 1.50 | 3.02 | 2.60 |
| October | 15.8 | 4.07 | 4.00 | 4.28 | 2.09 | 3.64 | 3.16 |
| November | 17.8 | 5.26 | 4.76 | 5.27 | 2.73 | 4.17 | 3.56 |
| December | 10.1 | 5.99 | 5.99 | 6.56 | 3.47 | 4.62 | 4.02 |
| Annual total | | 1296 | 1260 | 1398 | 793 | 1257 | 1170 |

[a] $ET_g$ based upon observed values of seven lysimeters.
[b] A simple empiric statement, where $T$ is mean monthly temperature, which appears to provide a reasonably good estimate.