مقدمة إلى برنامج
AquaCrop

د. إيهاب جناد

مدير إدارة المياه-اكساد

ihjnad@yahoo.com

المركز العربي لدراسات المناطق الجافه و الأراضي القاحلة

(ACSAD)

برنامج AquaCrop

مخطط العرض

1. الحاجة إلى النموذج
   لتقييم استجابة المحصول للمياه
2. التطبيقات العملية
3. مخطط الحساب في برنامج AquaCrop
4. المدخلات المطلوبة
5. موقع تحميل البرنامج
6. محددات الاستخدام

لماذا نحتاج إلى النموذج

ماهي تطبيقاته

كيف يعمل

ماهي المدخلات المطلوبة

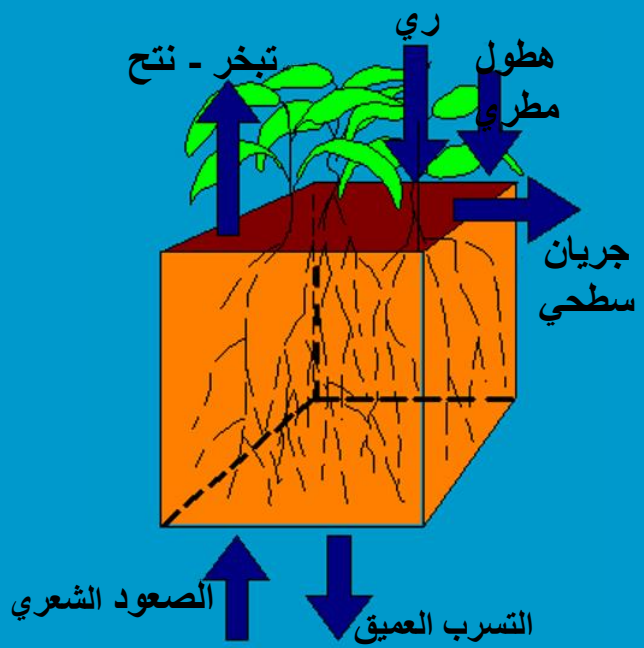
المواقع الالكترونية

ما الذي يمكن محاكاته؟

وضع مبادئ توجيهية لتحسين كفاءة استخدام المياه

إجراء تجارب حقلية
لتقييم استجابة انتاجية المحصول للمياه

صياغة مبادئ توجيهية

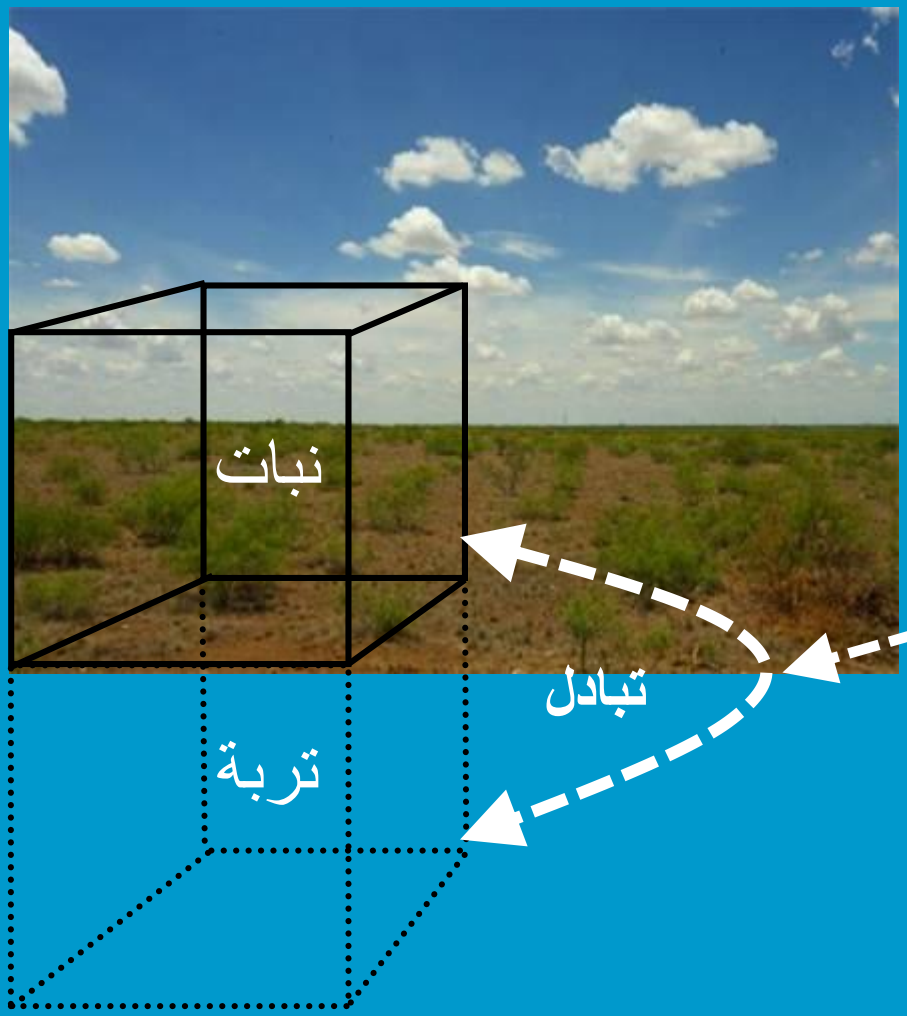


تشغيل محاكاة بواسطة نموذج
لتقييم استجابة انتاجية المحصول للمياه

صياغة مبادئ توجيهية

يتم إجراء المحاكاة بواسطة

النماذج الرياضية



تمثيل مبسط

لنظام معين

الجزء من الواقع الذي نريد دراسته

الطاقة (درجة حرارة الهواء والتبخر-نتح)

$[CO_2]$

العوامل المناخية

مطر

الحد العلوي

المنظومة:

تبادل بين النبات والتربة

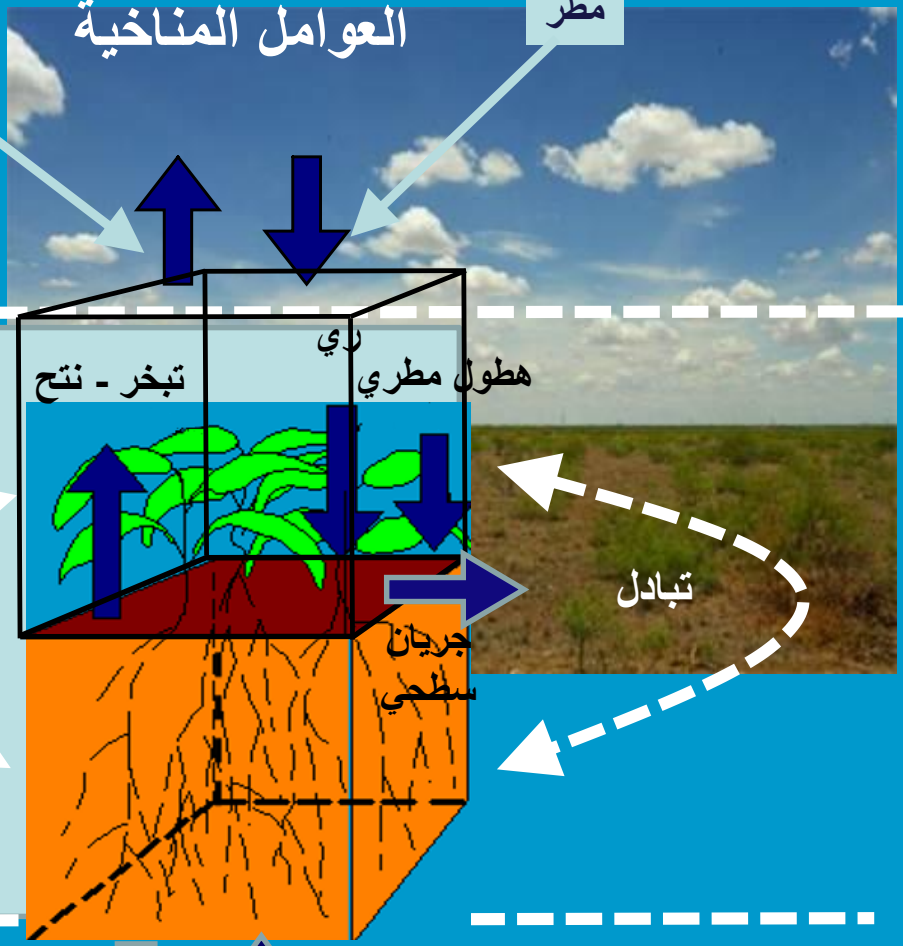
نبات

تفاعل

الإدارة

- الحقل (خصوبة التربة)
- الري

تربة



الحد السفلي

التسرب العميق

الصعود الشعري

سطح المياه الجوفية

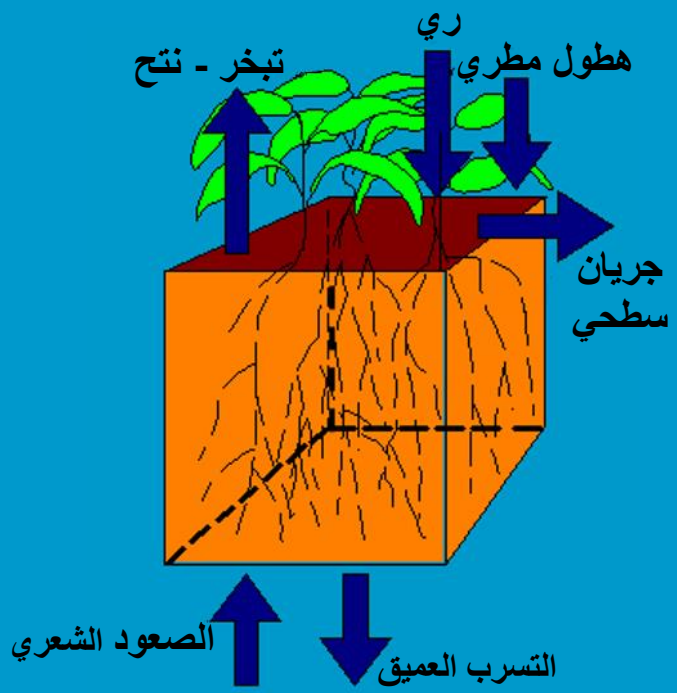
التربة تحت السطحية والمياه الجوفية

وضع مبادئ توجيهية لتحسين كفاءة استخدام المياه

إجراء تجارب حقلية
لتقييم استجابة انتاجية المحصول للمياه

صياغة مبادئ توجيهية

يجب أن تجرى التجارب لعدد من السنوات قبل صياغة توصيات صالحة (لظروف مناخية مختلفة)، مع الأخذ بعين الاعتبار تواريخ زراعة مختلفة، وظروف بيئية مختلفة.



تشغيل محاكاة بواسطة نموذج
لتقييم استجابة انتاجية المحصول للمياه

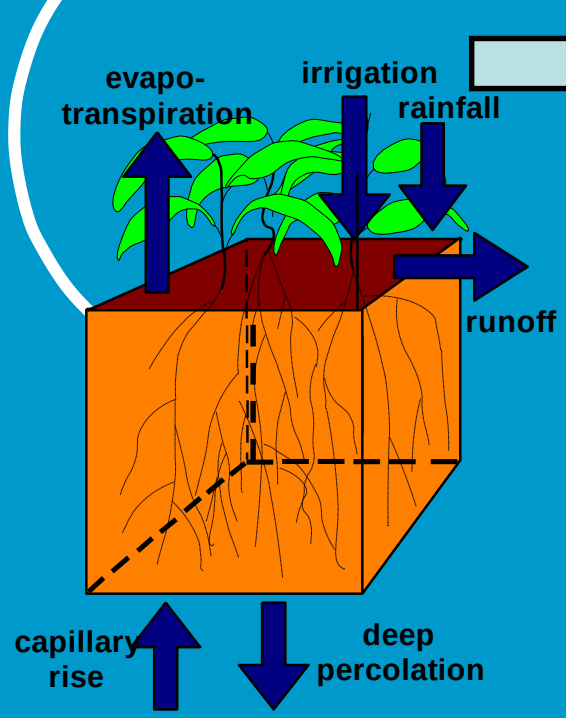
إجراء المحاكاة لسنوات متعددة ولأصناف محاصيل مختلفة في بيئات متنوعة وبسيناريوهات مختلفة لإدارة الحقل.....

صياغة مبادئ توجيهية

تجارب حقلية
لتقييم استجابة المحاصيل للمياه

تشغيل نموذج تمت معايرته والتحقق من صحته

صياغة مبادئ توجيهية



نموذج محاكاة (تبادل النبات مع التربة)
لتقييم استجابة انتاجية المحصول للمياه

معايرة النموذج / التحقق من صحته

الحاجة إلى النموذج
لتقييم استجابة المحاصيل للمياه

يحتاج تشغيل البرنامج **AquaCrop** إلى عدد صغير نسبيا من المدخلات والتي يمكن تحديدها بسهولة ويحاول أن يوازن بين البساطة والدقة والموثوقية

يحتاج لمدخلات يمكن تحديدها بسهولة

مفاهيم عامة

مطبق بشكل واسع وبدقة مقبولة

يستند بشكل دقيق إلى:
- العمليات الفيزيولوجية للنبات
- الميزان المائي للتربة

هيكلية العرض التقديمي

1. الحاجة إلى النموذج لتقييم استجابة المحصول للمياه
2. التطبيقات العملية
3. مخطط الحساب في برنامج AquaCrop
4. المدخلات المطلوبة
5. موقع تحميل البرنامج
6. محددات الاستخدام

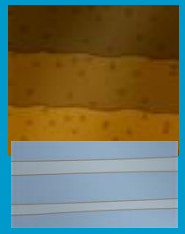
مدخلات

الظروف البيئية

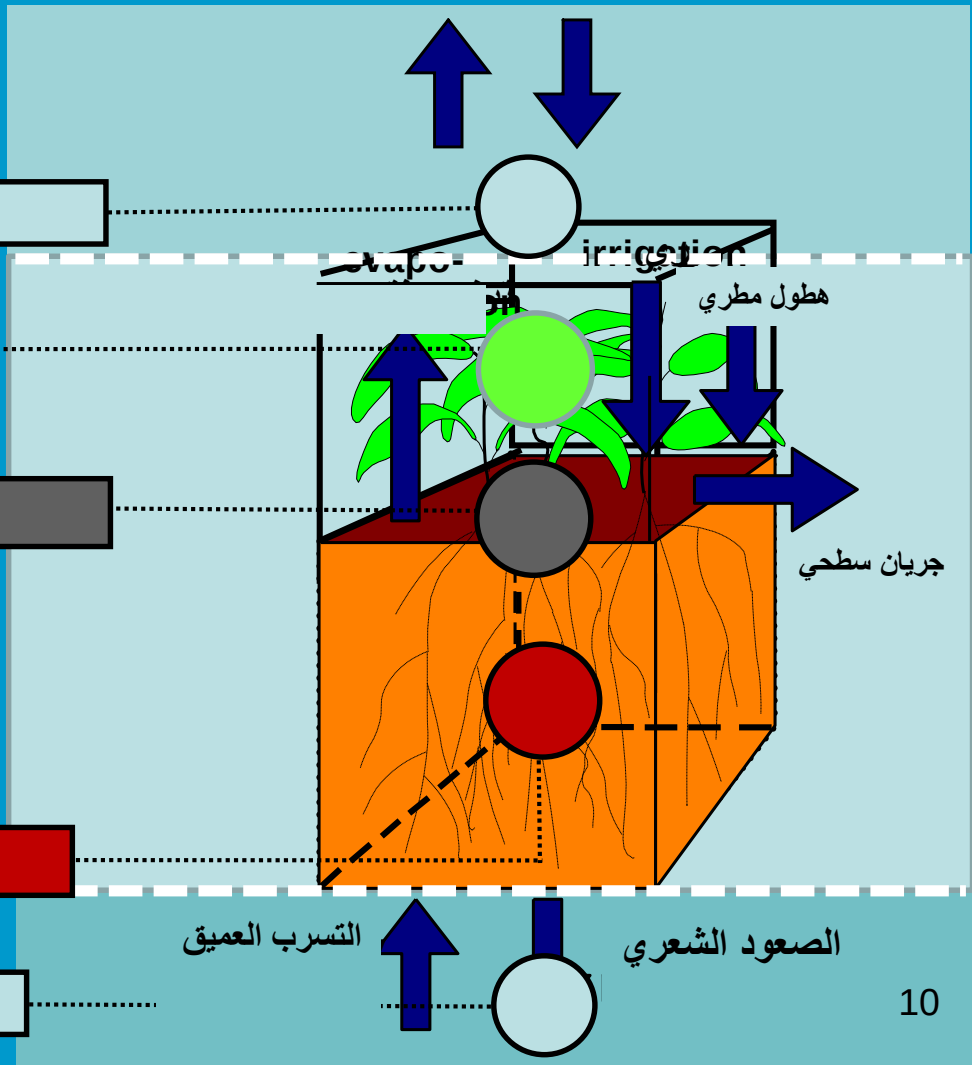
- العوامل المناخية

- المحصول

- الإدارة
  - إدارة الحقل
  - إدارة الري



- مقطع التربة
- المياه الجوفية



مدخلات

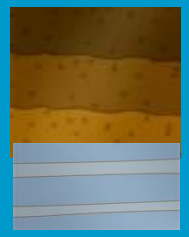
الظروف البيئية

- الطقس

- المحصول

- الإدارة

- إدارة الحقل
- إدارة الري



- مقطع التربة
- المياه الجوفية

AQUACROP

مخرجات

الكتلة الحيوية وغلة المحصول
لظروف بيئية محددة

مؤشرات الأداء

$$WP_{ET} = \frac{kg\ (yield)}{m^3\ (ET)}$$

(الإنتاجية المائية للتبخر-نتح)

مدخلات

الظروف البيئية

AQUACROP

مخرجات

$$WP_{ET} = \frac{\text{kg (yield)}}{\text{m}^3\text{ (ET)}}$$

الكتلة الحيوية وغلة المحصول لظروف بيئية محددة

فهم استجابات المحاصيل للتغيرات البيئية

تحديد أسباب اختلاف الغلة

- الطقس

- المحصول

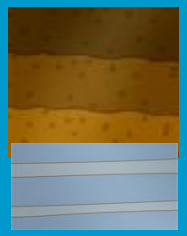
تاريخ الزراعة
اختيار الصنف

- الإدارة

- إدارة الحقل
- إدارة الري

خصوبة التربة
التغطية (CA)

الري الناقص



- مقطع التربة
- المياه الجوفية

مدخلات

الظروف البيئية

AQUACROP

OUTPUT

$$WP_{ET} = \frac{\text{kg (yield)}}{\text{m}^3\text{ (ET)}}$$

الكتلة الحيوية وغلة المحصول لظروف بيئية محددة

- الطقس
- المحصول
- الإدارة
  - إدارة الحقل
  - إدارة الري
- مقطع التربة
- المياه الجوفية

ظروف الطقس المستقبلية

تأثير التغيرات المناخية على انتاج المحاصيل

فهم استجابات المحاصيل للتغيرات البيئية

جدولة الري

احتياجات الري

تحديد أسباب اختلاف الغلة

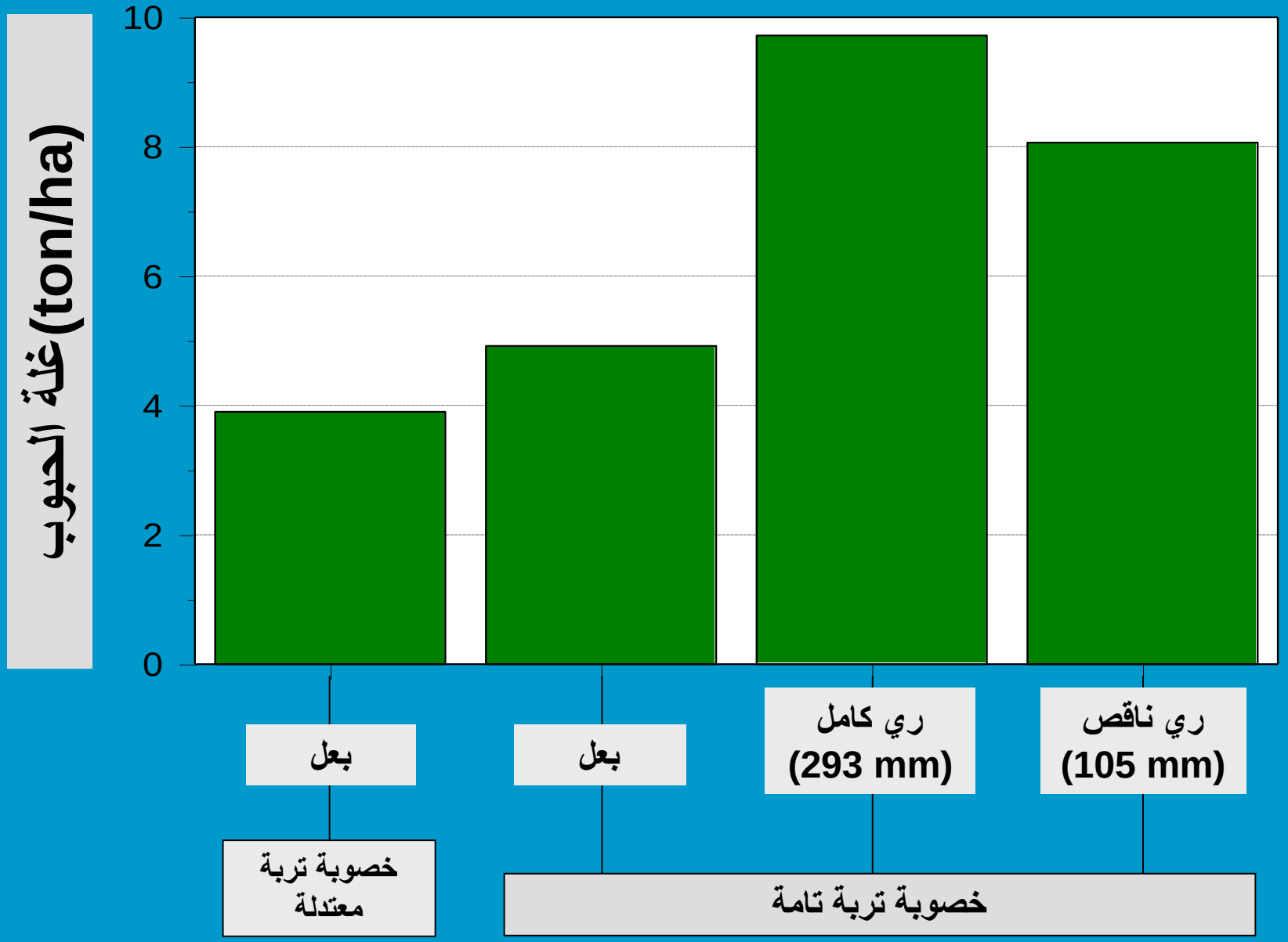
أهم تطبيقات البرنامج:

- لفهم استجابة المحاصيل للتغيرات البيئية .
- لتقدير احتياجات الري
- لمقارنة غلة المحاصيل الممكن الحصول عليها في الظروف المثالية مع الغلة الفعلية لهذا المحصول (أداة مرجعية).
- تصميم أفضل إجراءات إدارة المحصول والحقل.

•لصياغة مبادئ توجيهية للمزارعين

- لدراسة تأثير التغيرات المناخية على إنتاج المحاصيل
- تحليل سيناريوهات مفيدة للجهات العاملة في إدارة المياه والاقتصاد الزراعي ووضع السياسات المائية والزراعية.

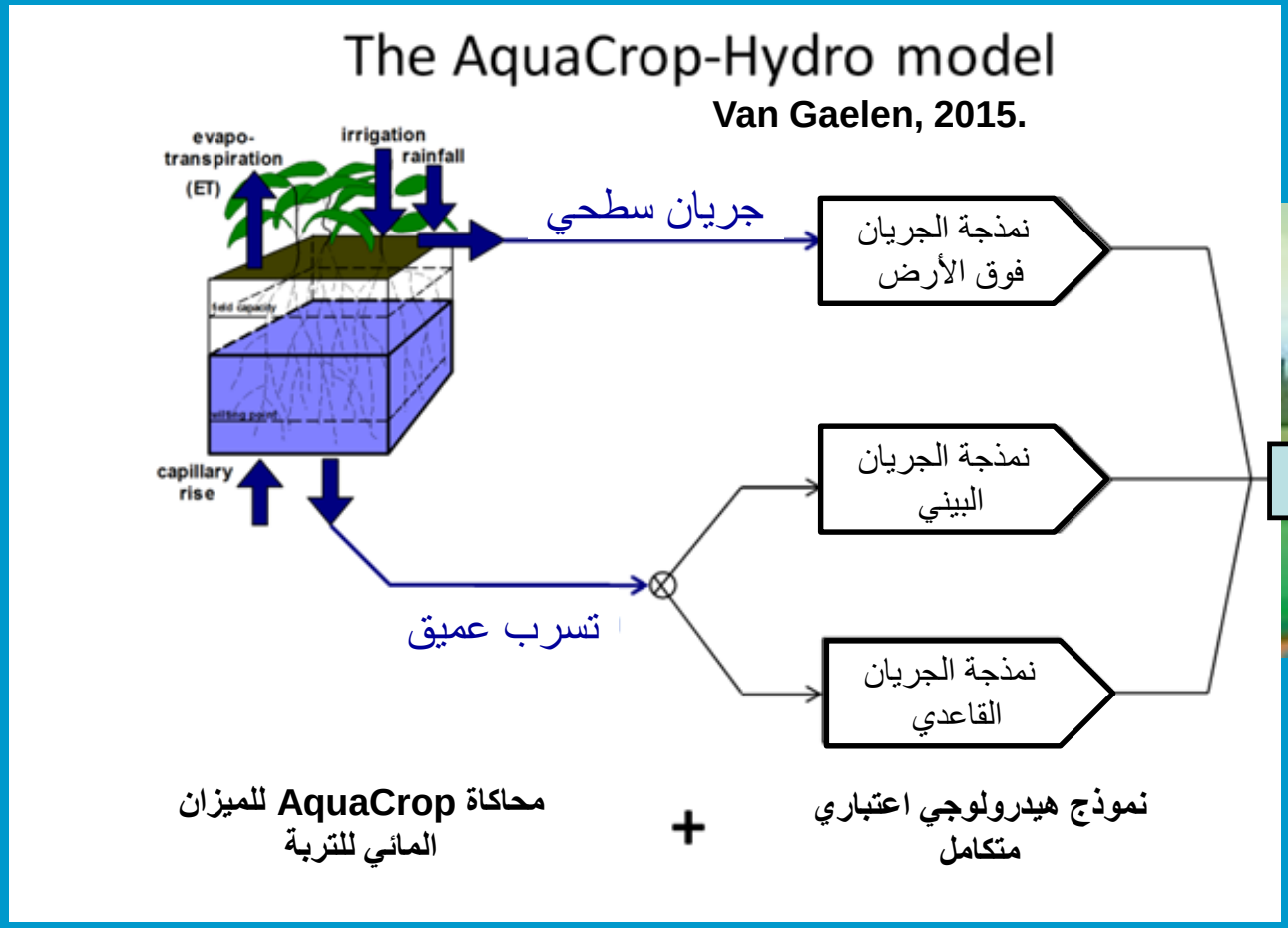
سيناريوهات لواضعي السياسات



يرتبط برنامج AquaCrop ببرامج أخرى

- AquaCrop + نموذج اقتصادي
- AquaCrop + GIS
- AquaCrop + برنامج ري
- AquaCrop + نموذج هيدرولوجي

AquaCrop plug-in



التصريف عند المصب

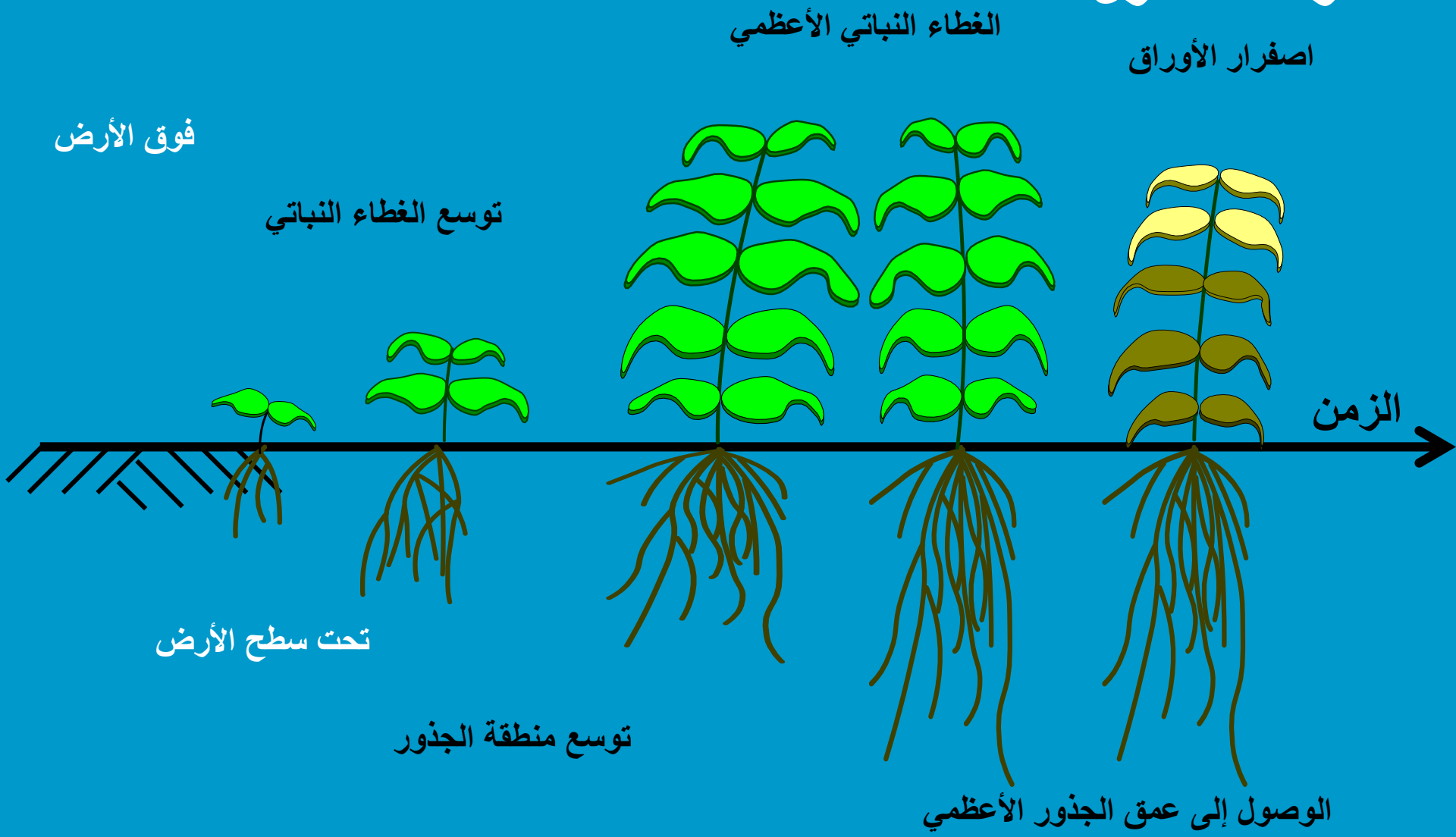
هيكلية العرض التقديمي

1. الحاجة إلى النموذج لتقييم استجابة المحصول للمياه
2. التطبيقات العملية
3. مخطط الحساب في برنامج AquaCrop

- نمو المحصول
- النتح من المحصول
- إنتاج الكتلة الحيوية
- إنتاجية المحصول

3.مخطط الحساب في برنامج AquaCrop

نمو المحصول



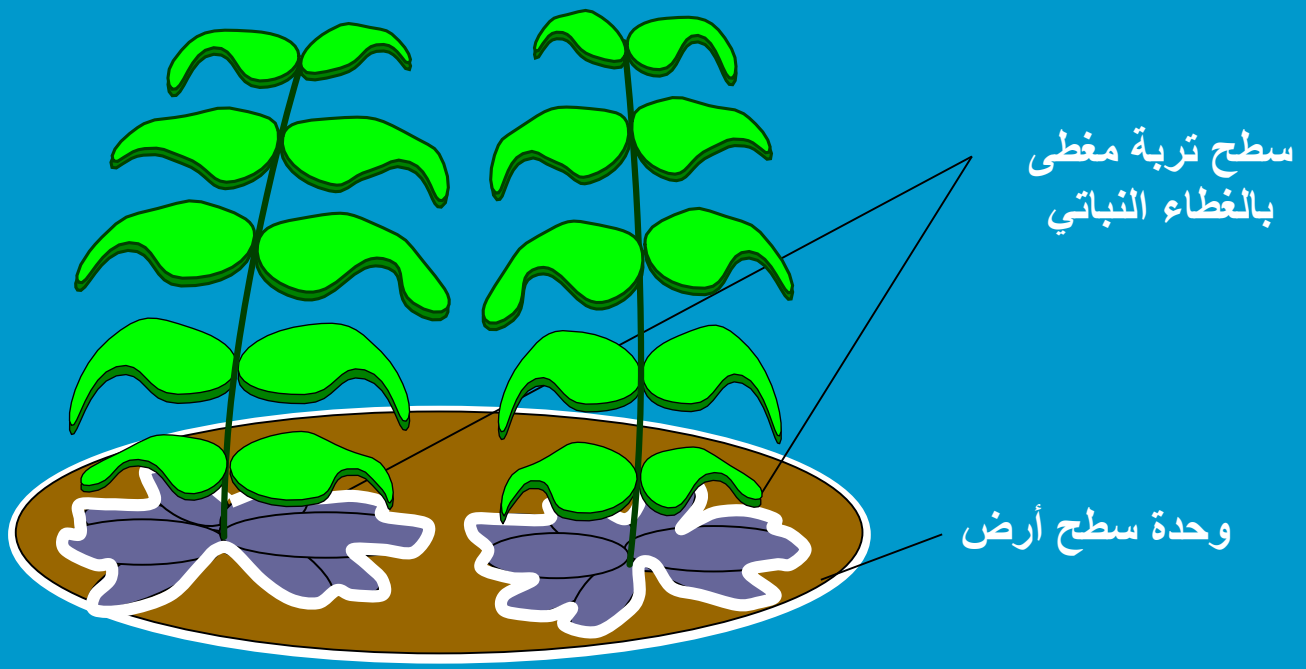
بدلا من مؤشر مساحة الأوراق (LAI)

يعتمد AquaCrop مفهوم **الغطاء النباتي (CC)**

$$CC = \frac{\text{سطح التربة المغطى بالغطاء النباتي}}{\text{واحدة مساحة الأرض}}$$

يتراوح بين 0 (تربة جرداء) و 1 (غطاء نباتي كامل)

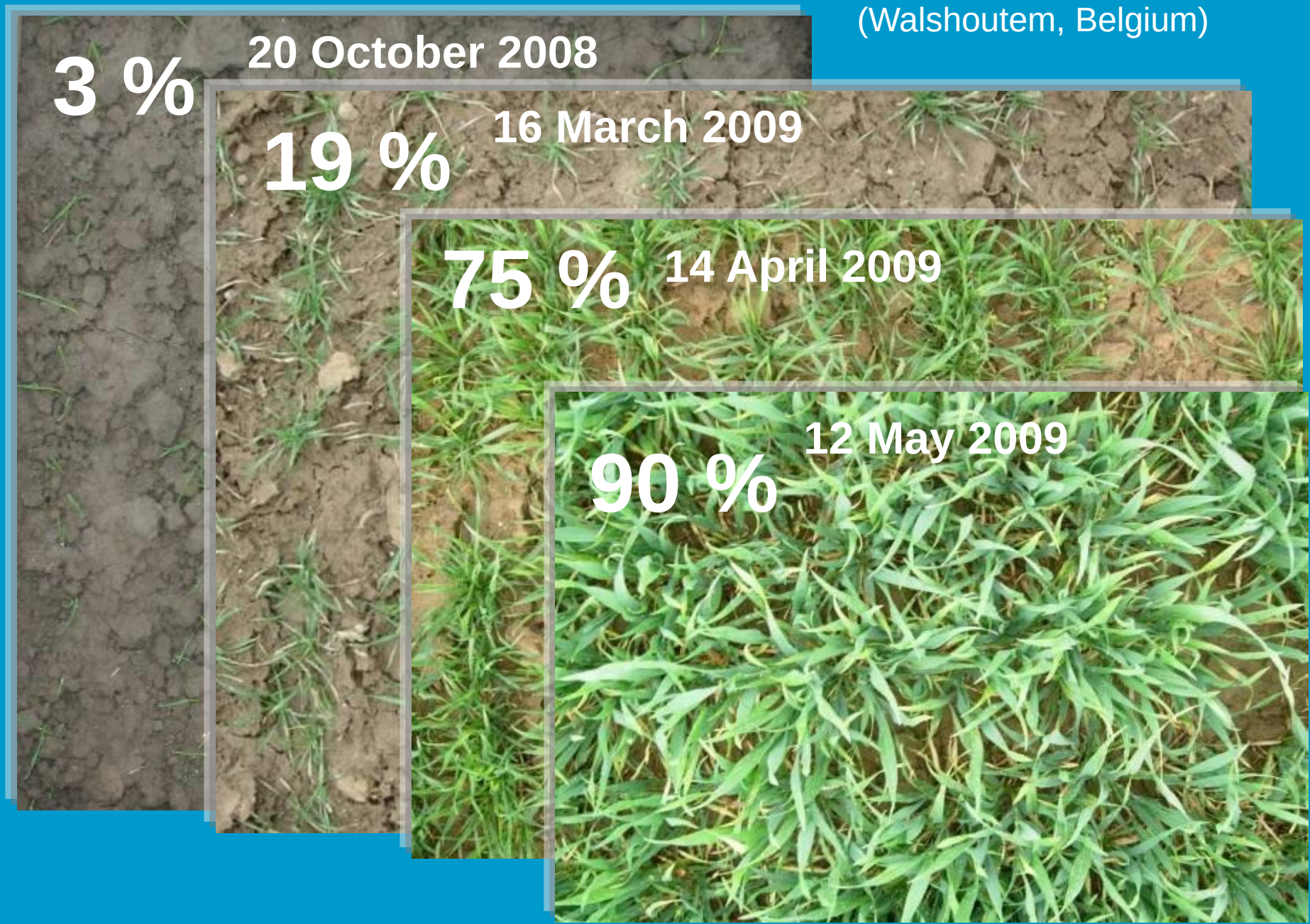
0 % → 100 %



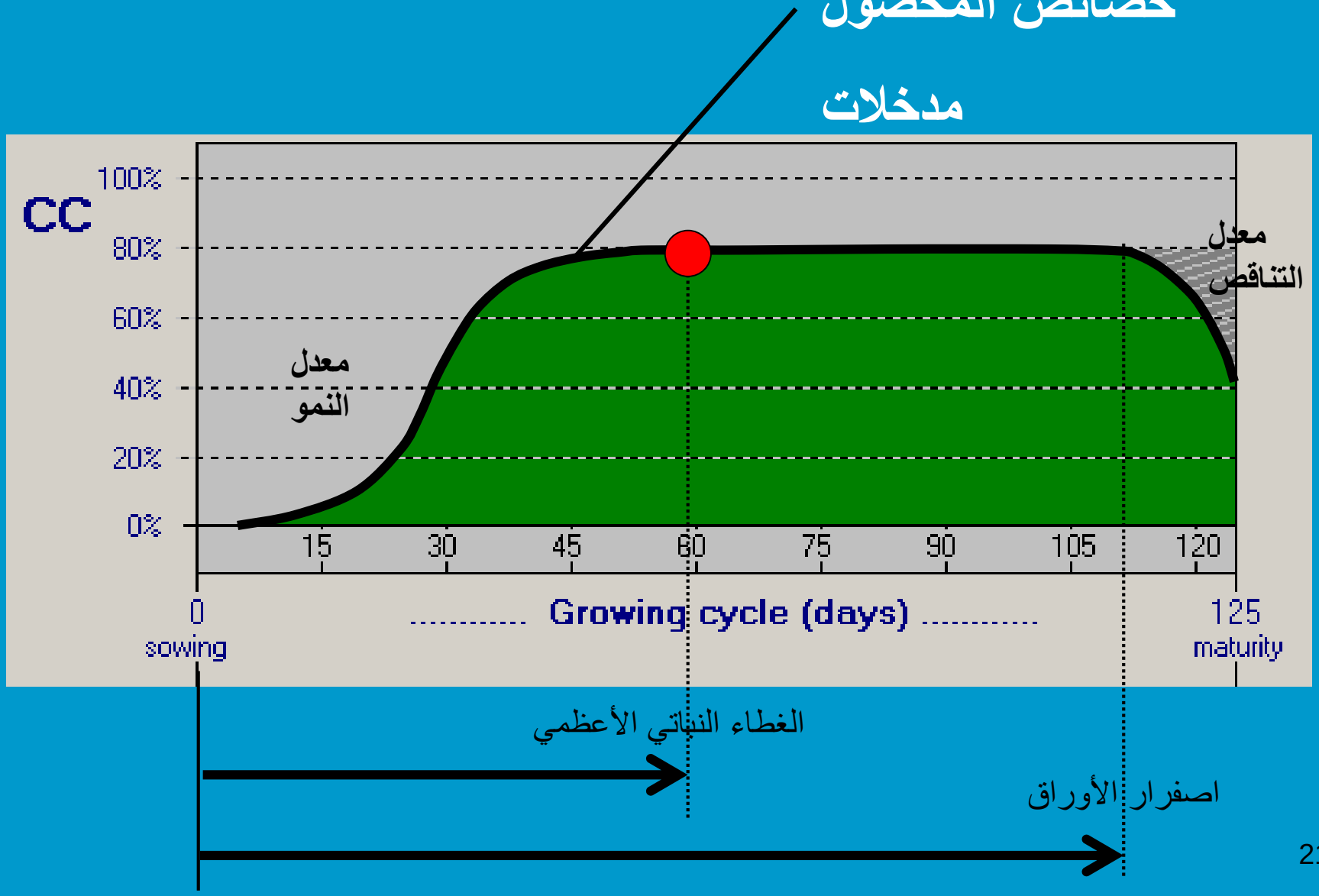
الغطاء النباتي (CC)

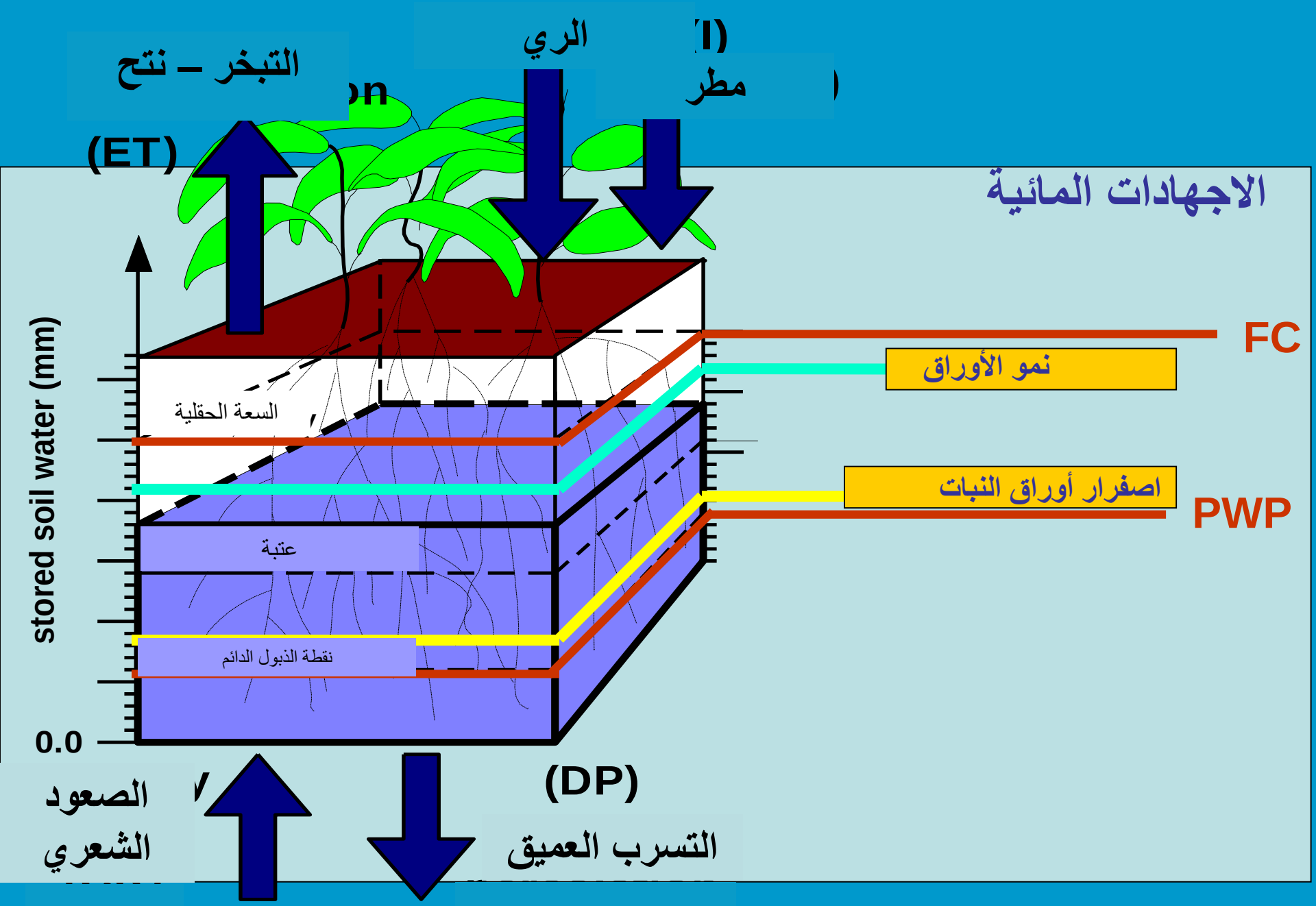
قمح شتوي

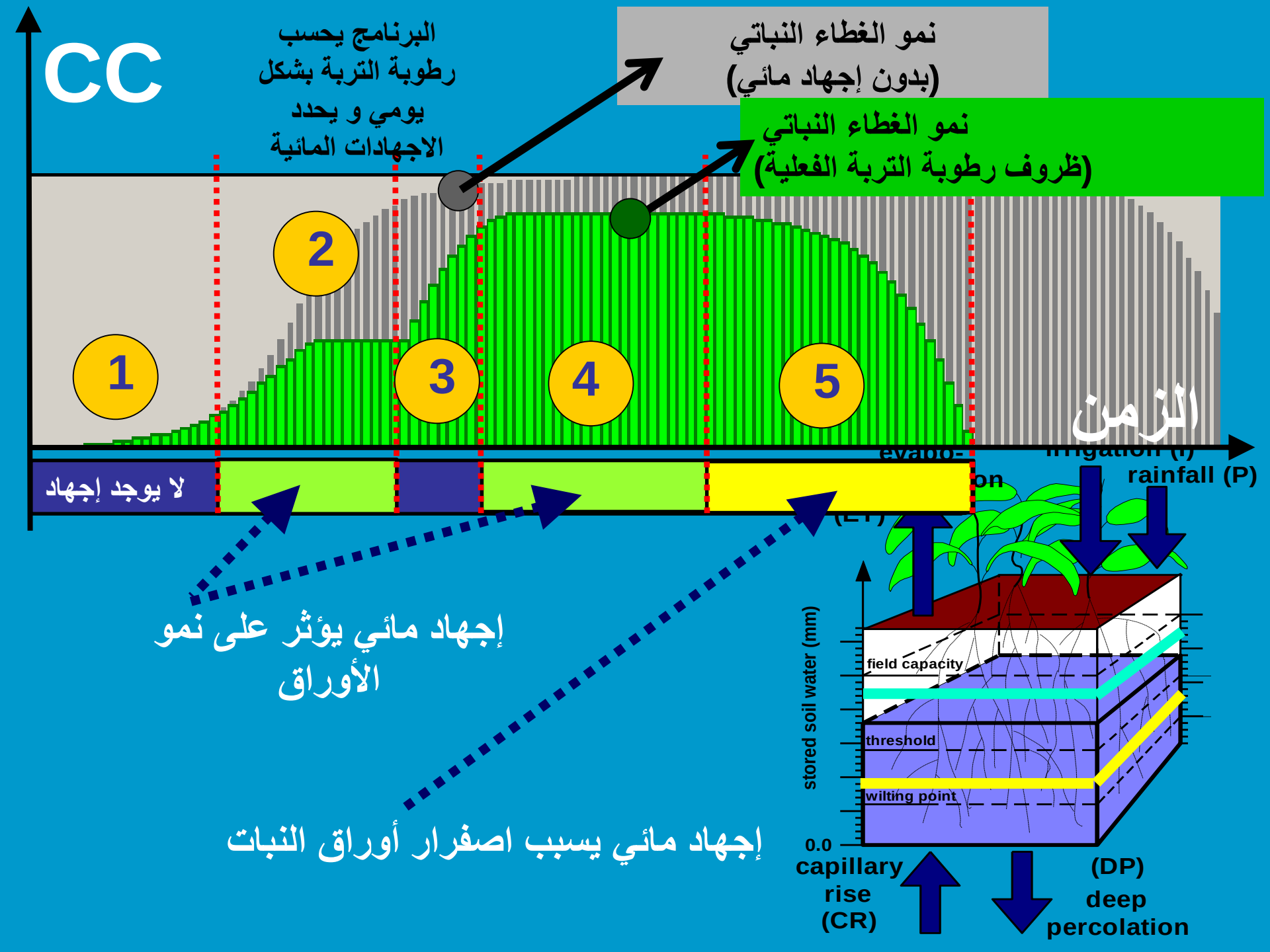
(Walshoutem, Belgium)

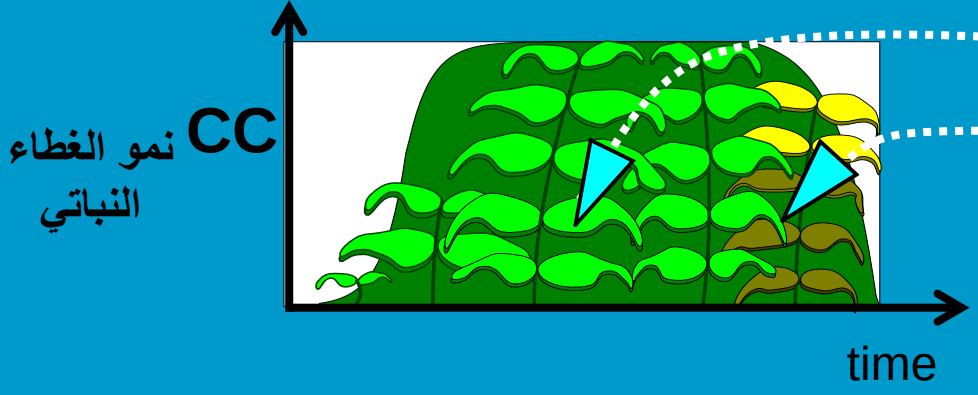


نمو الغطاء النباتي (ظروف مثالية للنمو)



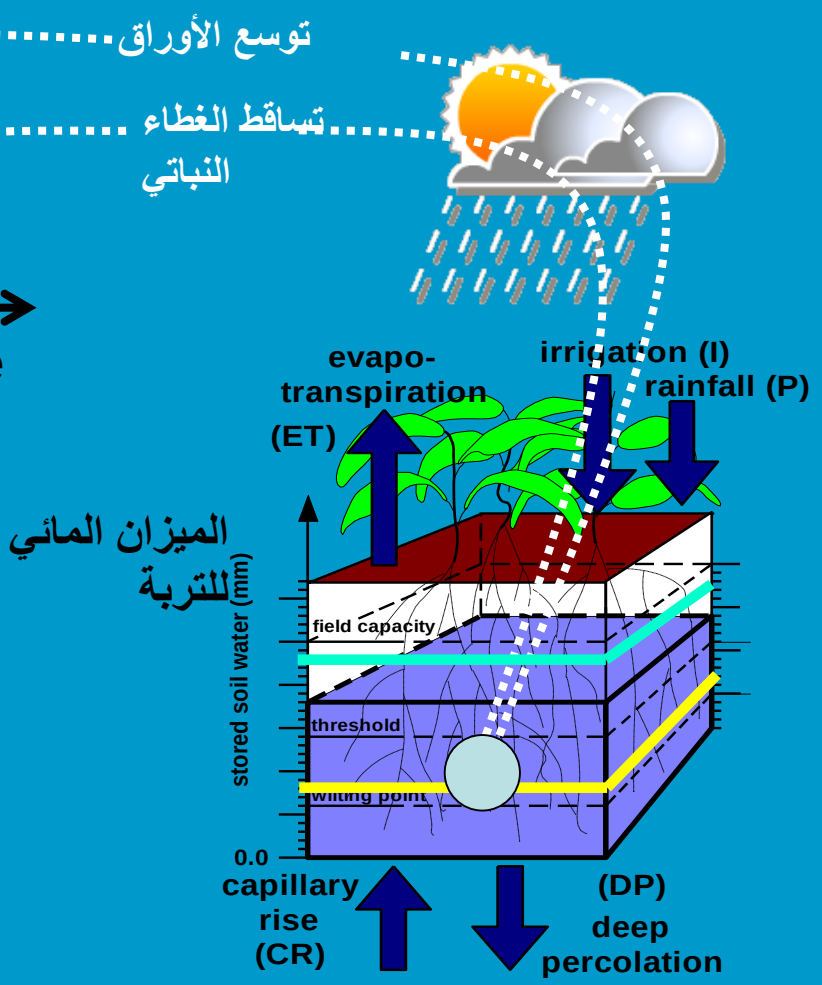

التبخر – نتح
(ET)
الري
مطر
الاجهادات المائية
FC
نمو الأوراق
اصفرار أوراق النبات
PWP
السعة الحقلية
عتبة
نقطة الذبول الدائم
stored soil water (mm)
0.0
الصعود الشعري
(DP)
التسرب العميق


CC
البرنامج يحسب
رطوبة التربة بشكل
يومي و يحدد
الاجهادات المائية
نمو الغطاء النباتي
(بدون إجهاد مائي)
نمو الغطاء النباتي
(ظروف رطوبة التربة الفعلية)
1
2
3
4
5
الزمن
لا يوجد إجهاد
إجهاد مائي يؤثر على نمو
الأوراق
إجهاد مائي يسبب اصفرار أوراق النبات
irrigation (I)
rainfall (P)
field capacity
threshold
wilting point
stored soil water (mm)
0.0
capillary
rise
(CR)
(DP)
deep
percolation

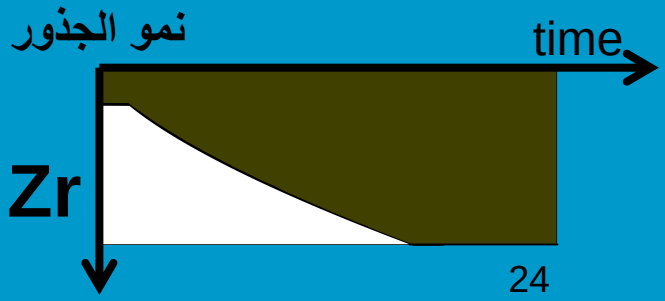


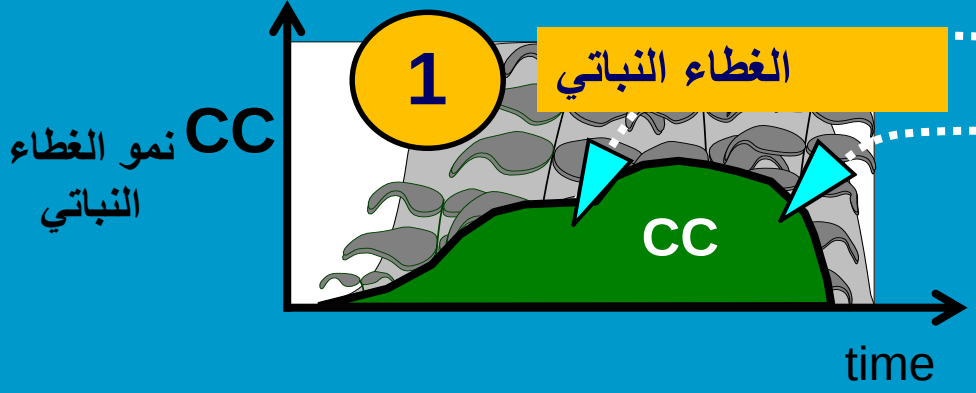
توسع الأوراق

تساقط الغطاء النباتي



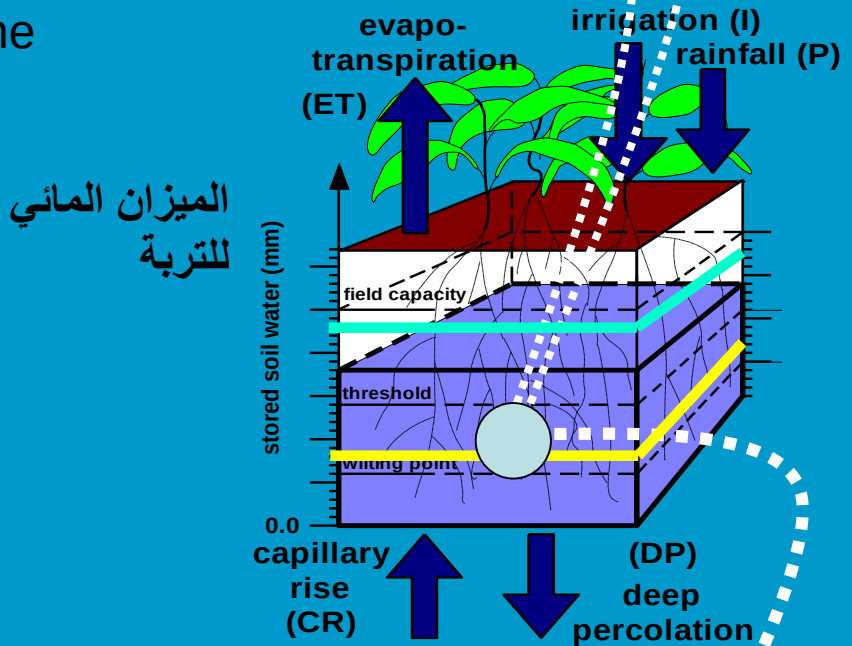
من خلال حساب الموازنة المائية اليومية للتربة يتم تحديد نمو الغطاء النباتي و كذلك انتشار الجذور



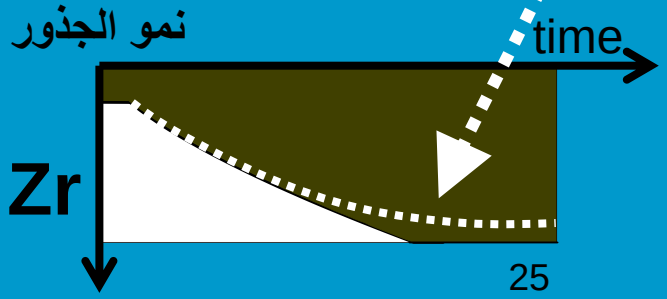


توسع الأوراق

تساقط أوراق الغطاء النباتي



توسع منطقة الجذور



3.مخطط الحساب في برنامج AquaCrop

- نمو المحصول
- النتح من المحصول

CC

الظروف الجوية

خصائص المحصول الذي ينتح

معامل محصول

التبخر –نتح المرجعي
القدرة التبخرية للغلاف الجوي

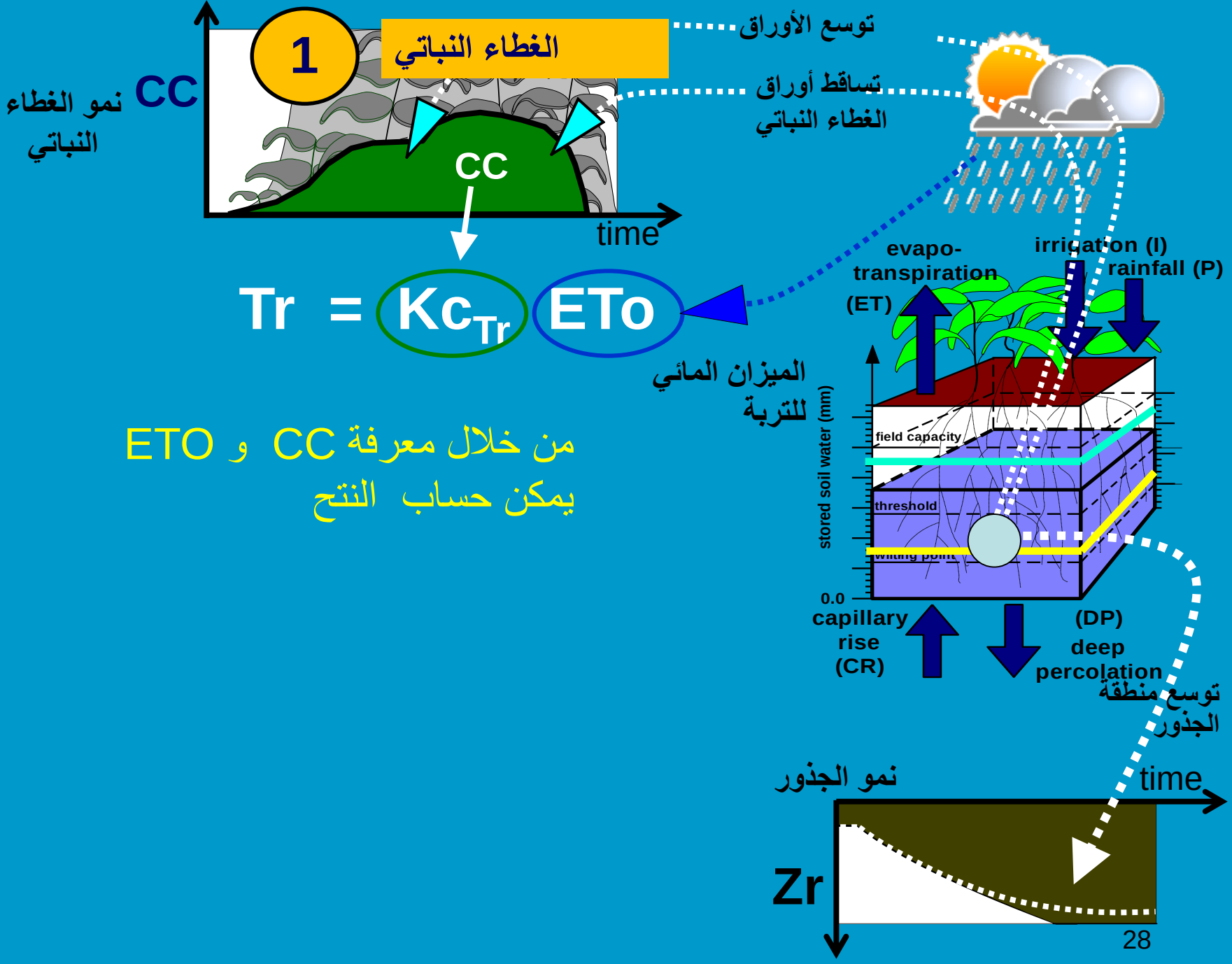
النتح = Kc_{Tr} x ETo

يتناسب مع الغطاء النباتي

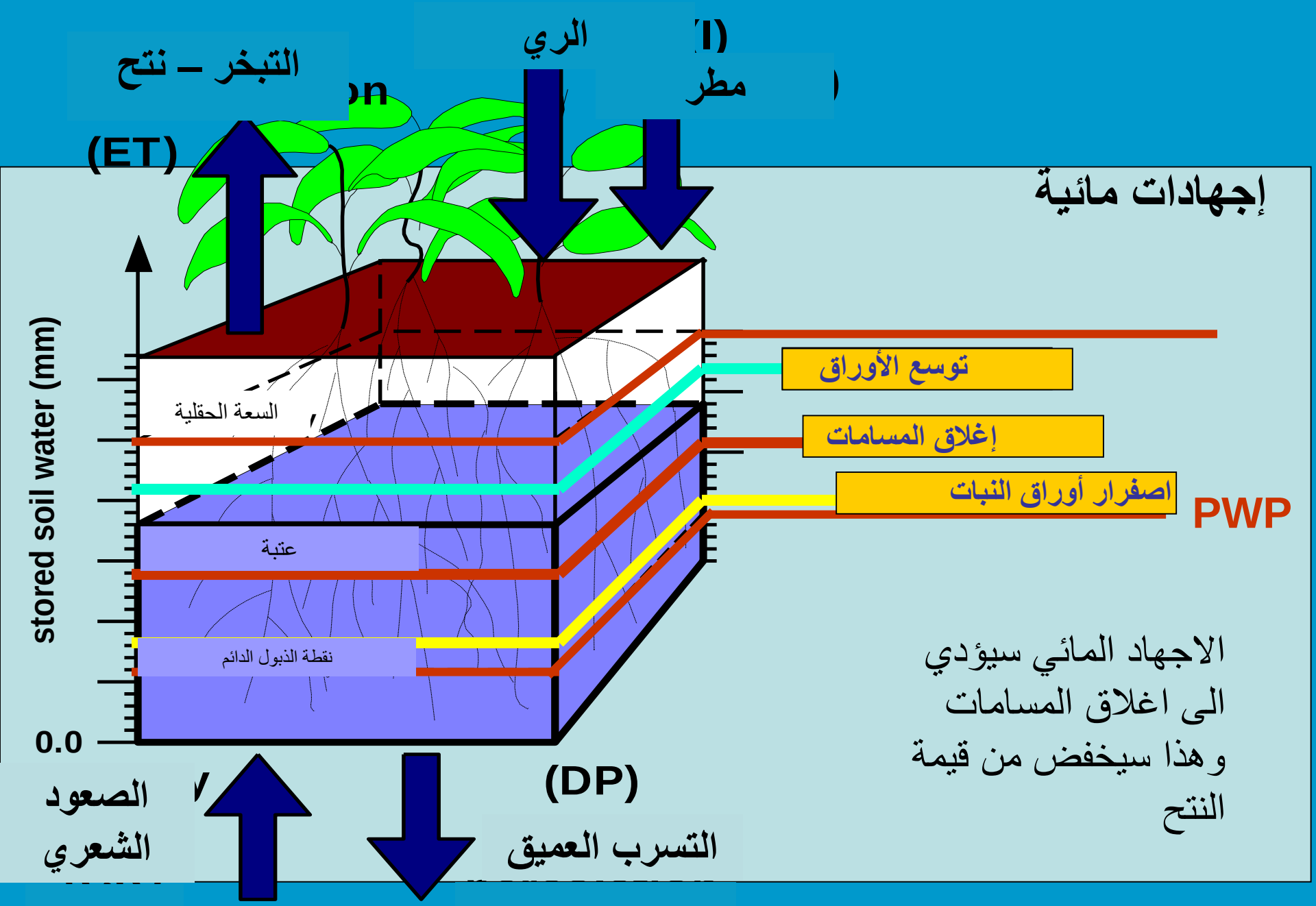
نوع المحصول

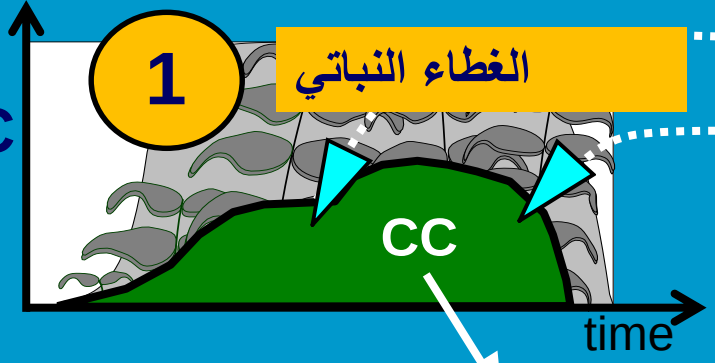
CC

بدون إجهادات مائية



من خلال معرفة CC و ETO
يمكن حساب النتح


التبخر – نتح
(ET)
الري
مطر
إجهادات مائية
stored soil water (mm)
السعة الحقلية
عتبة
نقطة الذبول الدائم
0.0
توسع الأوراق
إغلاق المسامات
اصفرار أوراق النبات
PWP
الاجهاد المائي سيؤدي الى اغلاق المسامات وهذا سيخفض من قيمة النتح
الصعود الشعري
(DP)
التسرب العميق



توسع الأوراق

تساقط أوراق الغطاء النباتي

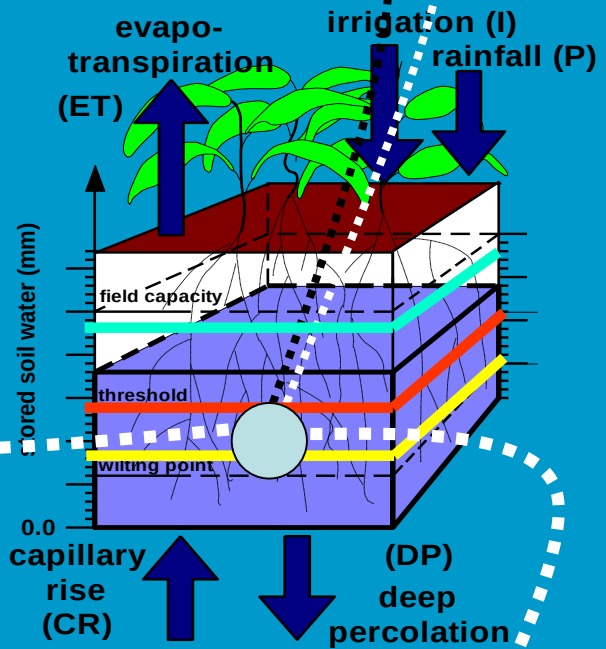
2

النتح

$$Tr = Ks\ Kc_{Tr}\ ETo$$

الميزان المائي للتربة

إغلاق المسامات

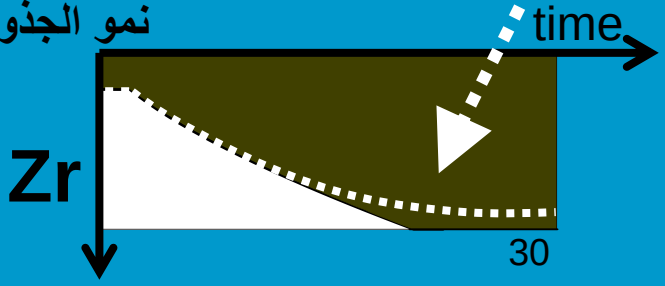


$Ks < 1$

وينخفض كلما اقتربت الرطوبة من PWP

توسع منطقة الجذور

نمو الجذور



3.مخطط الحساب في برنامج AquaCrop

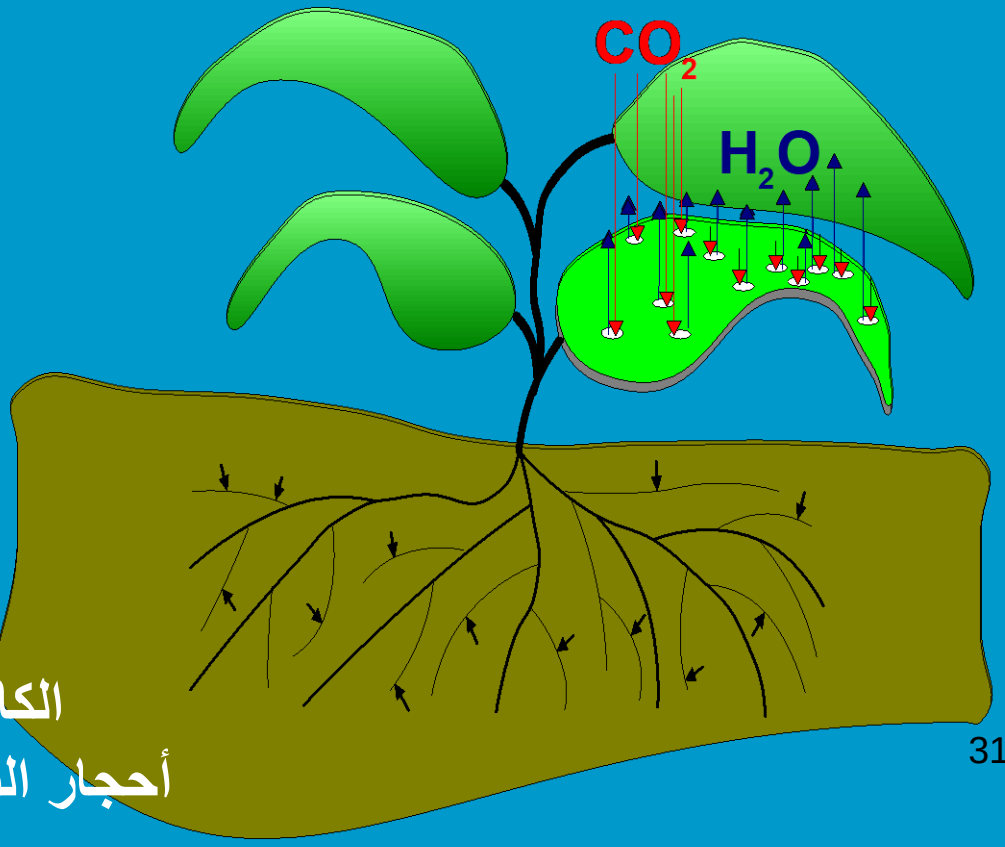
- نمو المحصول
- النتح من المحصول
- انتاج الكتلة الحيوية

CC

عندما تكون المسامات مفتوحه من اجل النتح يقوم النبات بنفس الوقت بامتصاص CO_2 من الغلاف الجو ومن خلال عملية التركيب الضوئي يتم تحويل CO_2 و H_2O الى الكاربوهيدرات بوجود الضوء

CO_2

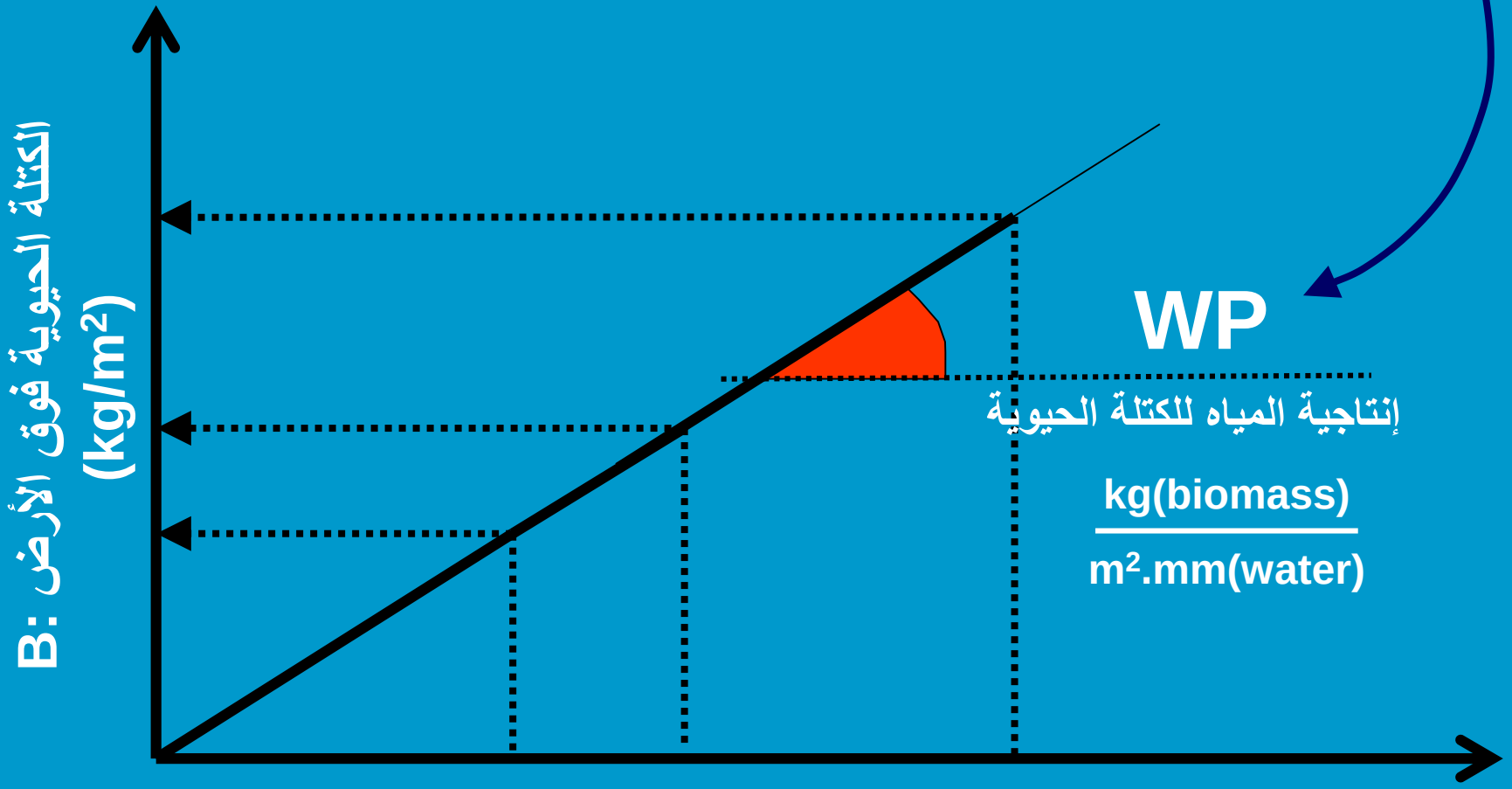
التركيب الضوئي



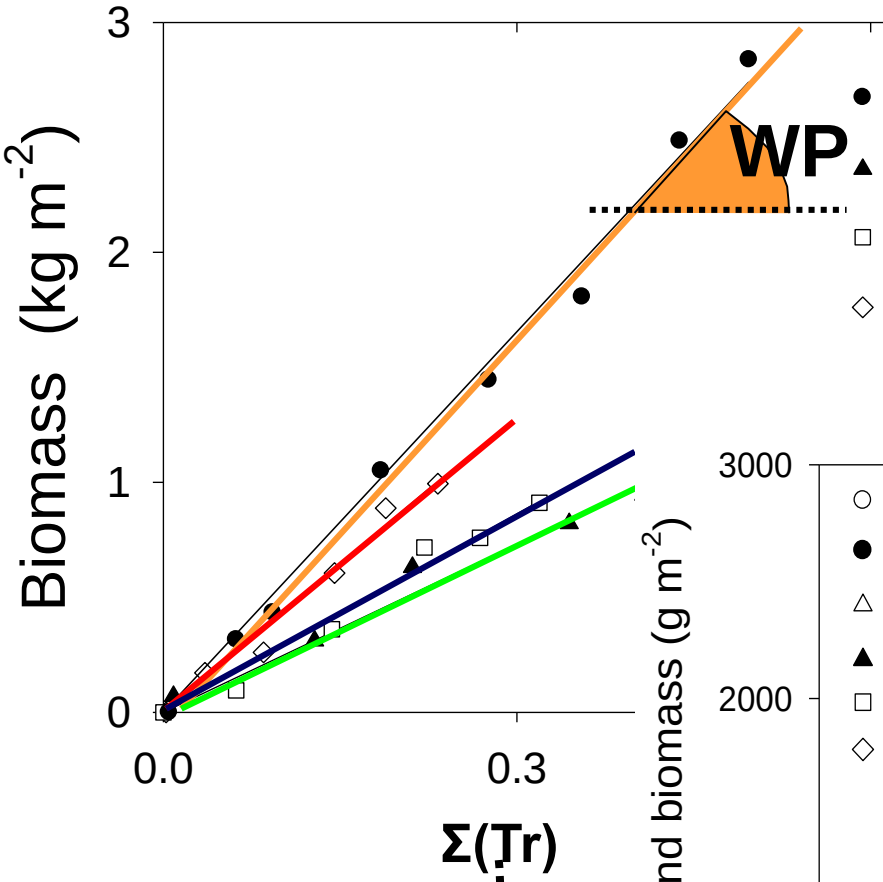
الكاربوهيدريدات
أحجار البناء للكتلة الحيوية

توجد علاقة ثابتة ومحافظة بين :

- الكتلة الحيوية (B) و
- النتح التراكمي(Σ(Tr))

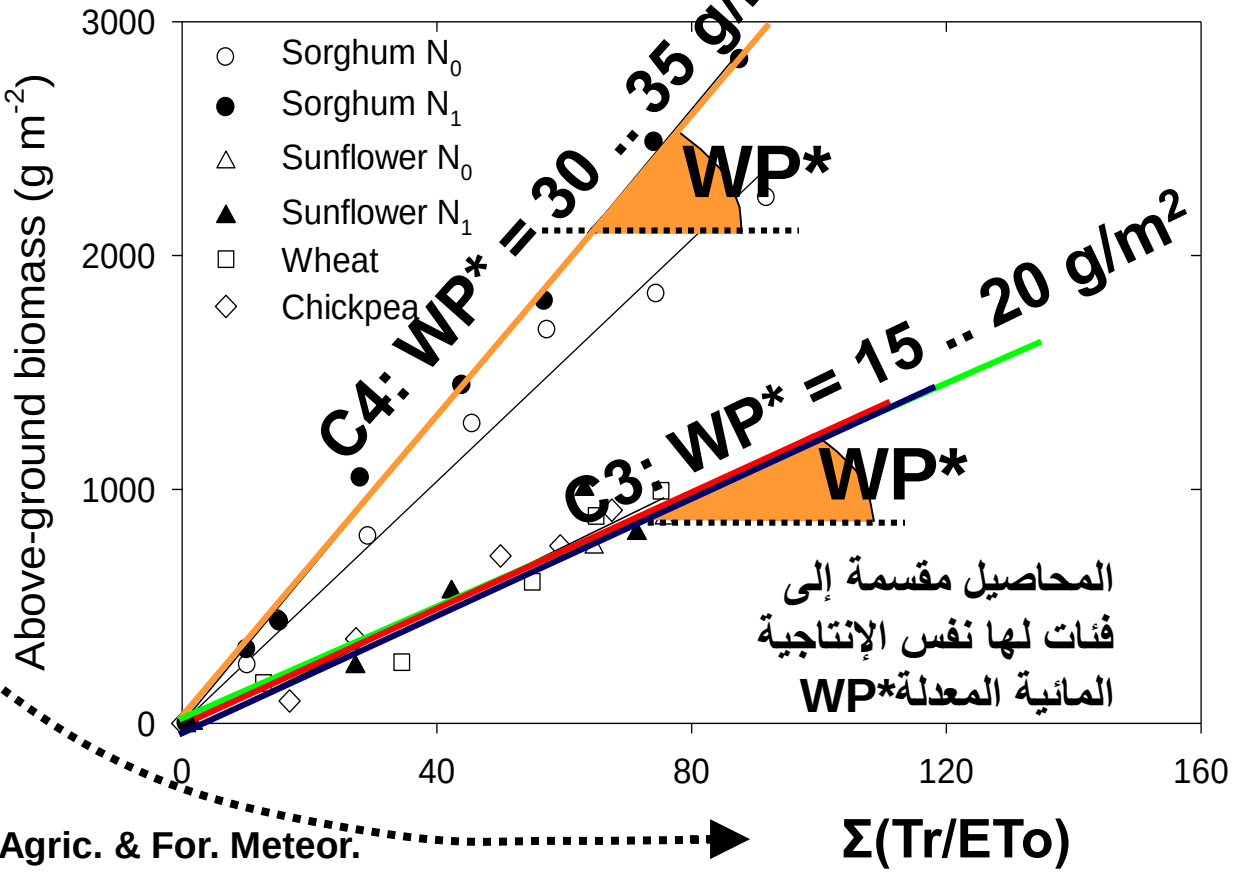


لظروف مناخية محددة



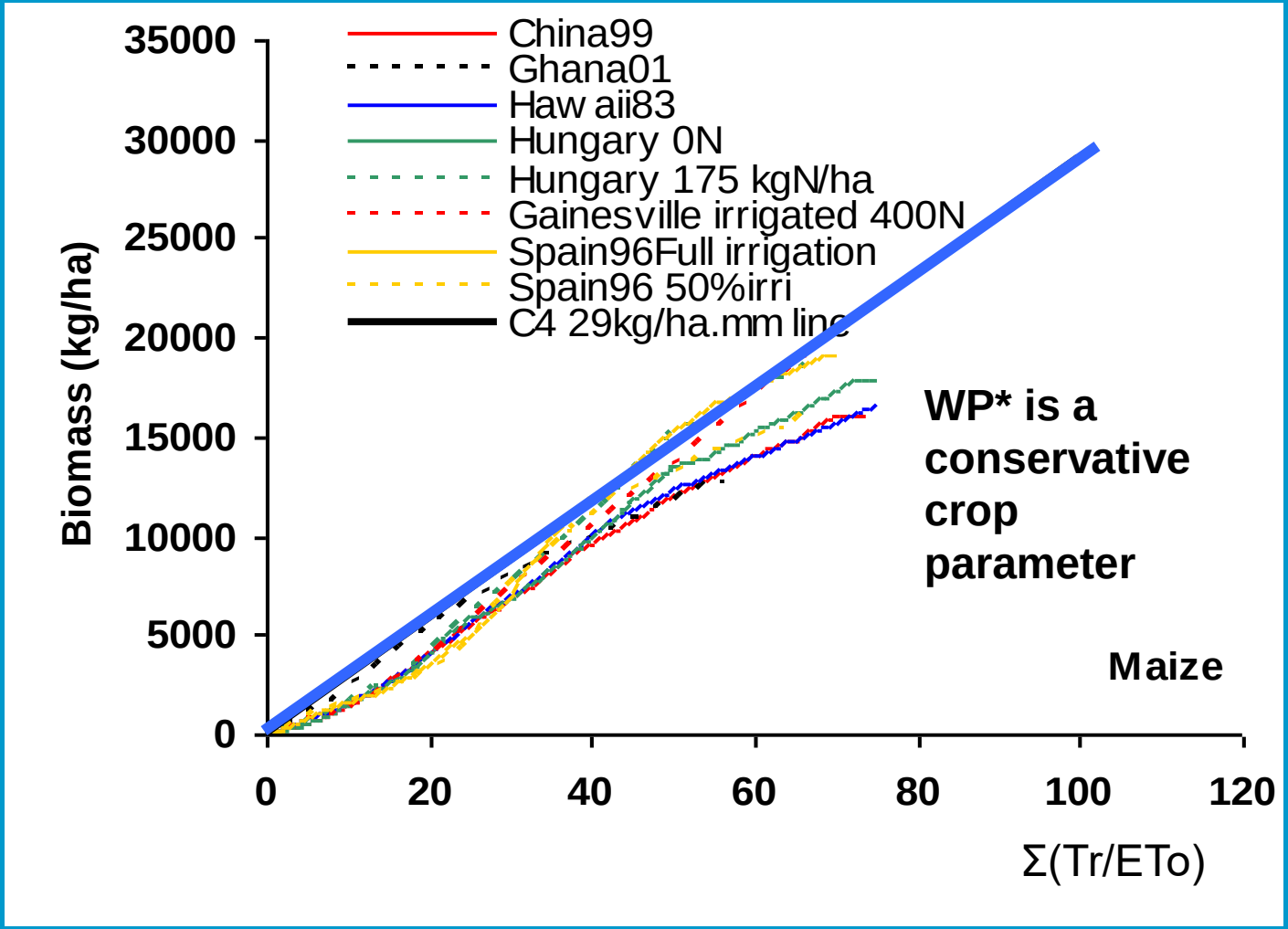
تعديل WP من أجل المناخ

WP → WP*

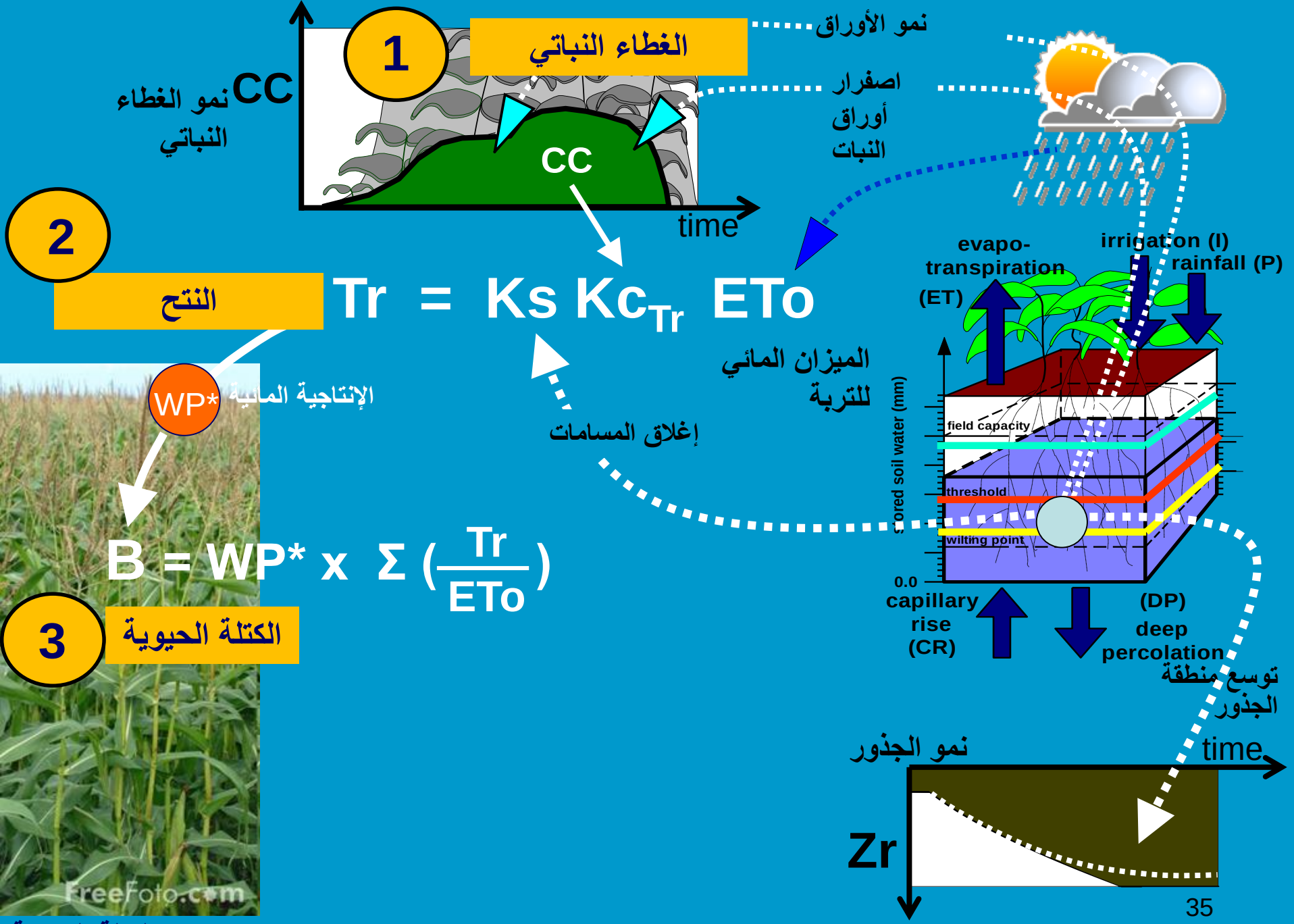


Data from Steduto & Albrizio, 2005, Agric. & For. Meteor.

الإنتاجية المائية المعدلة لمحصول الذرة
WP*

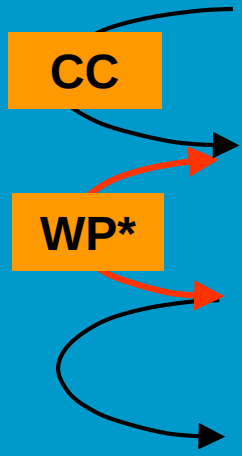


Data from ICASA, IAEA & UniMelb


1
الغطاء النباتي
نمو الأوراق
اصفرار أوراق النبات
نمو الغطاء النباتي
CC
CC
time
2
النتح
Tr = Ks Kc$_{Tr}$ ETo
الميزان المائي للتربة
إغلاق المسامات
WP*
الإنتاجية المائية
B = WP* x Σ (Tr / ETo)
3
الكتلة الحيوية
FreeFoto.com
الكتلة الحيوية
evapo-transpiration (ET)
irrigation (I)
rainfall (P)
field capacity
threshold
wilting point
0.0
capillary rise (CR)
(DP) deep percolation
توسع منطقة الجذور
نمو الجذور
time
Zr

3.مخطط الحساب في برنامج AquaCrop

- نمو المحصول
- النتح من المحصول
- انتاج الكتلة الحيوية
- تشكل الغلة



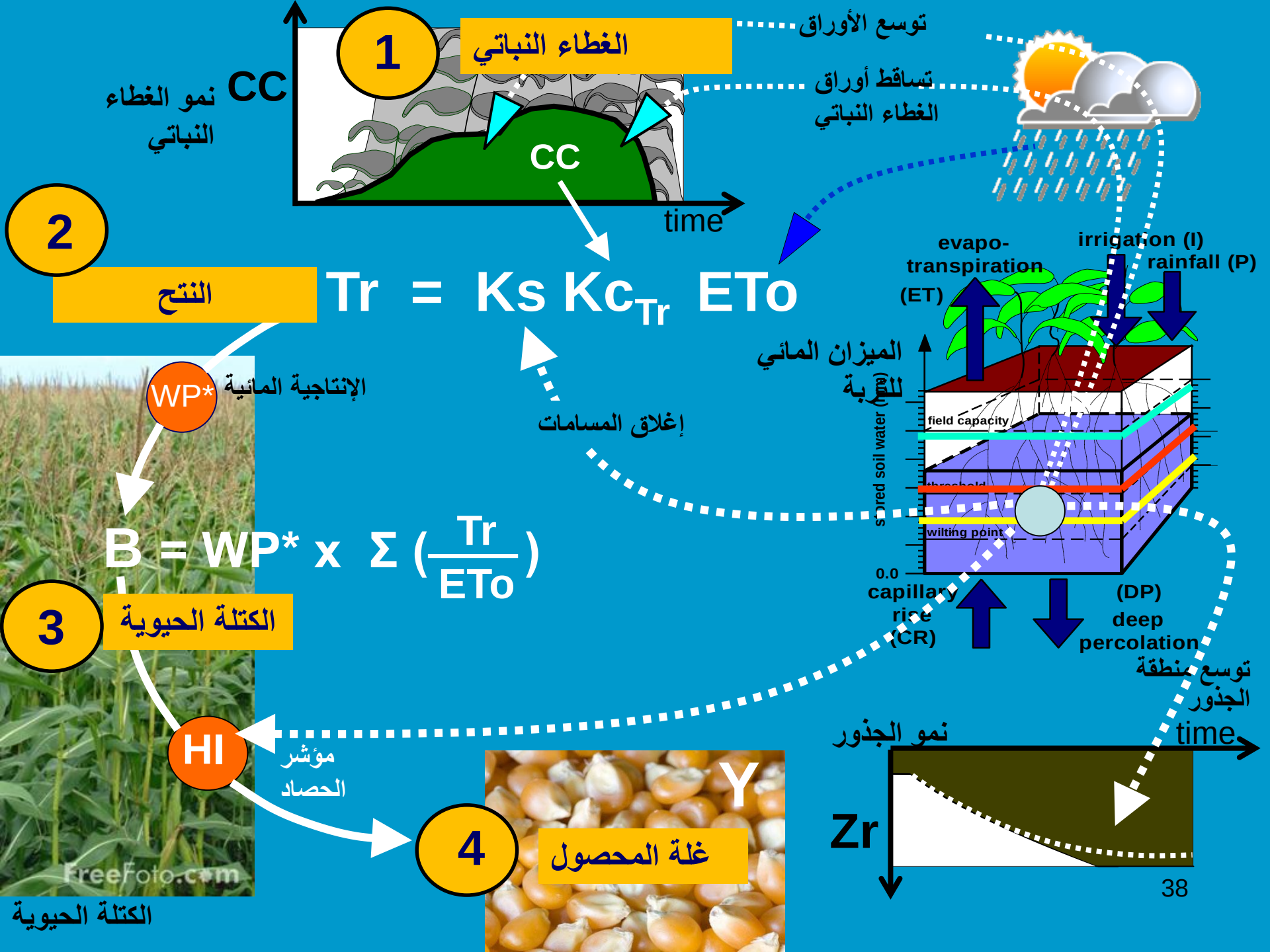
B= كل الكتلة الحيوية فوق الأرض

السوق، الأوراق، الأزهار، الحبوب....

مؤشر الحصاد (HI)=
النسبة من الكتلة الحيوية B القابل للحصاد

الكتلة الحيوية

Y


1
الغطاء النباتي
CC
نمو الغطاء النباتي
CC
time
توسع الأوراق
تساقط أوراق الغطاء النباتي
2
النتح
Tr = Ks Kc$_{Tr}$ ETo
إغلاق المسامات
evapo-transpiration (ET)
irrigation (I)
rainfall (P)
الميزان المائي للتربة
stored soil water (mm)
field capacity
threshold
wilting point
0.0
capillary rise (CR)
(DP) deep percolation
WP*
الإنتاجية المائية
B = WP* x Σ (Tr / ETo)
3
الكتلة الحيوية
HI
مؤشر الحصاد
الكتلة الحيوية
4
Y
غلة المحصول
توسع منطقة الجذور
نمو الجذور
time
Zr
FreeFoto.com

هيكلية العرض التقديمي

1. الحاجة إلى النموذج لتقييم استجابة المحاصيل للمياه
2. التطبيقات العملية
3. مخطط الحساب في برنامج AquaCrop
4. المدخلات المطلوبة

- خصائص المحصول
- وصف للبيئة
  - بيانات مناخية
  - خصائص التربة
  - إجراءات الإدارة
    - إدارة الحقل
    - إدارة الري

Main menu

Environment and Crop

Climate

Climate — Tunis.CLI — Tunis (Tunisia) climatic data

Crop

Growing cycle: Day 1 after sowing: 22 November 1979 - Maturity: 23 May 1980

Crop — WheatGDD.CRO — Default Wheat, GDD (Valenzano, 23Nov07)

GDDay mode

Management

Irrigation — (None) — Rainfed cropping

Field — (None) — No specific field management

Soil

Soil profile — SandyLoam.SOL — deep uniform 'sandy loam' soil profile

Groundwater — (None) — no shallow groundwater table

Simulation

Simulation period — Simulation period: From: 15 August 1979 - To: 23 May 1980

Initial conditions — LoamAtPWP.SW0 — Permanent Wilting Point for Loam

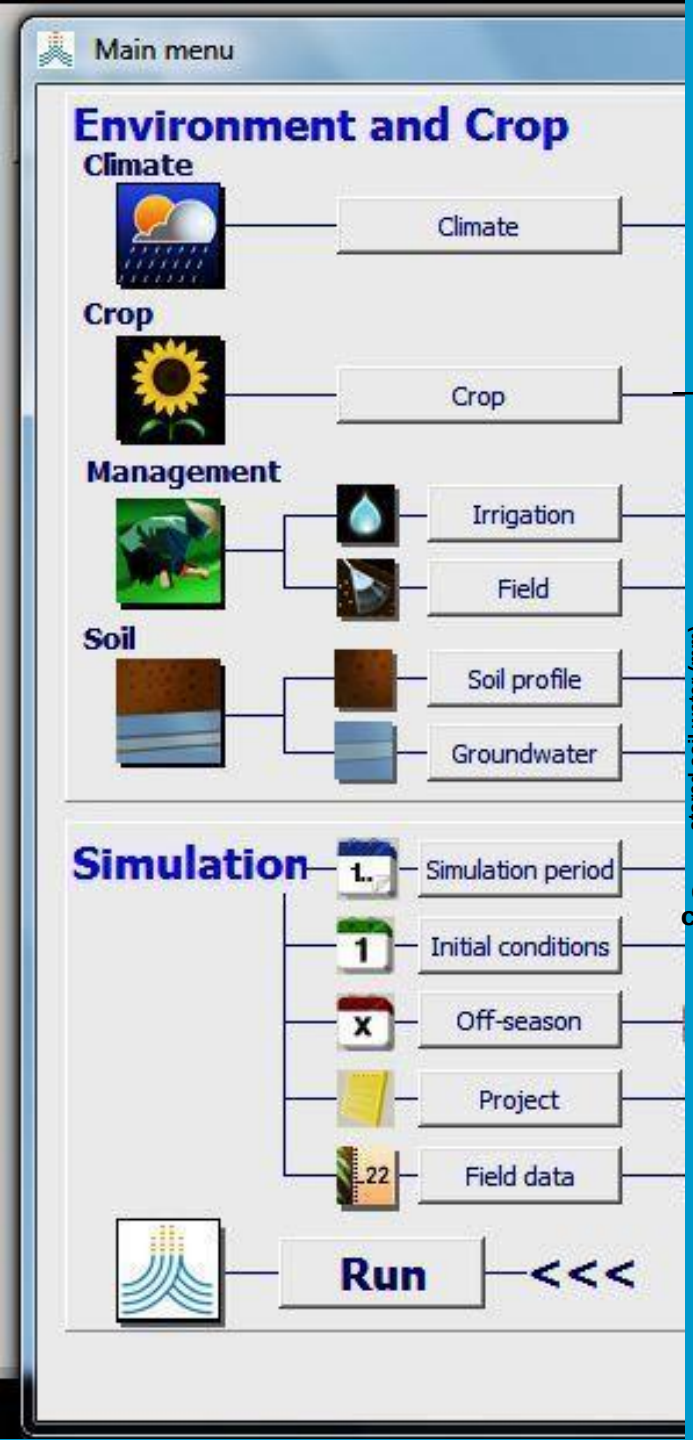
Off-season — (None) — No specific off-season conditions

Project — (None) — No specific project

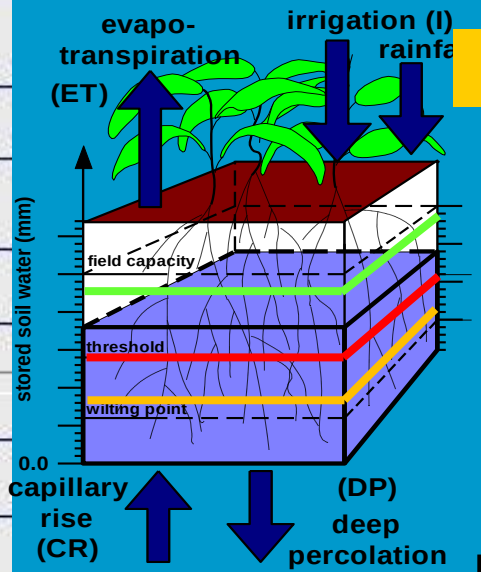
Field data — (None) — No field observations

Run <<<

Exit Program



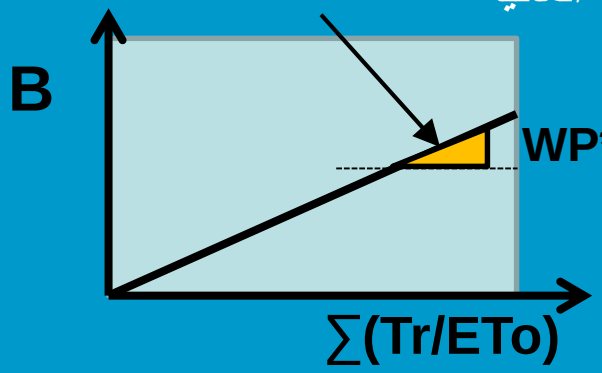
خصائص المحصول



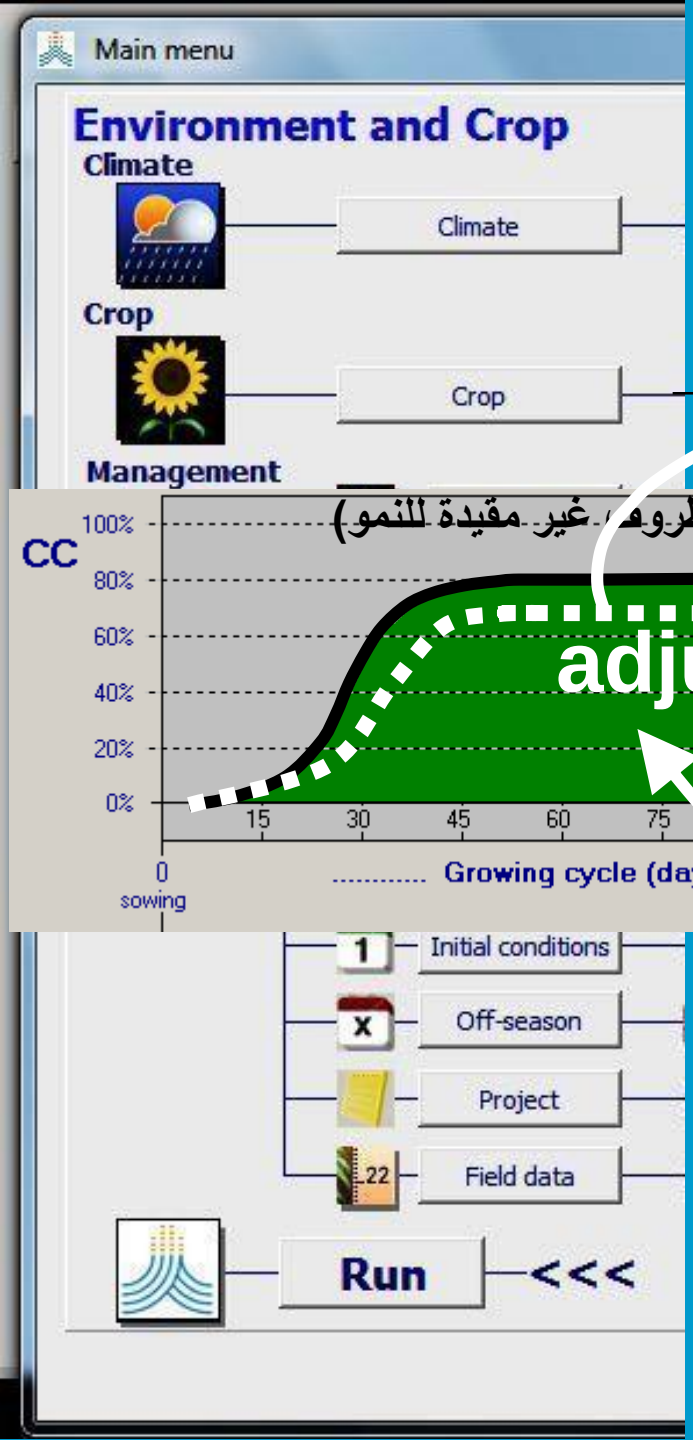
معاملات محصول محافظة

عتبات الإجهاد المائي
- توسع الأوراق
- إغلاق المسامات
- تساقط الأوراق

الكتلة الحيوية
الإنتاجية المائية



Etcetera …



نمو الغطاء النباتي (ظروف غير مقيدة للنمو)

خصائص المحصول

معاملات محصول محافظة

تعديل ملف المحصول للظروف المحلية (الصنف، كثافة البذار...)

معاملات محصول متعلقة بالصنف

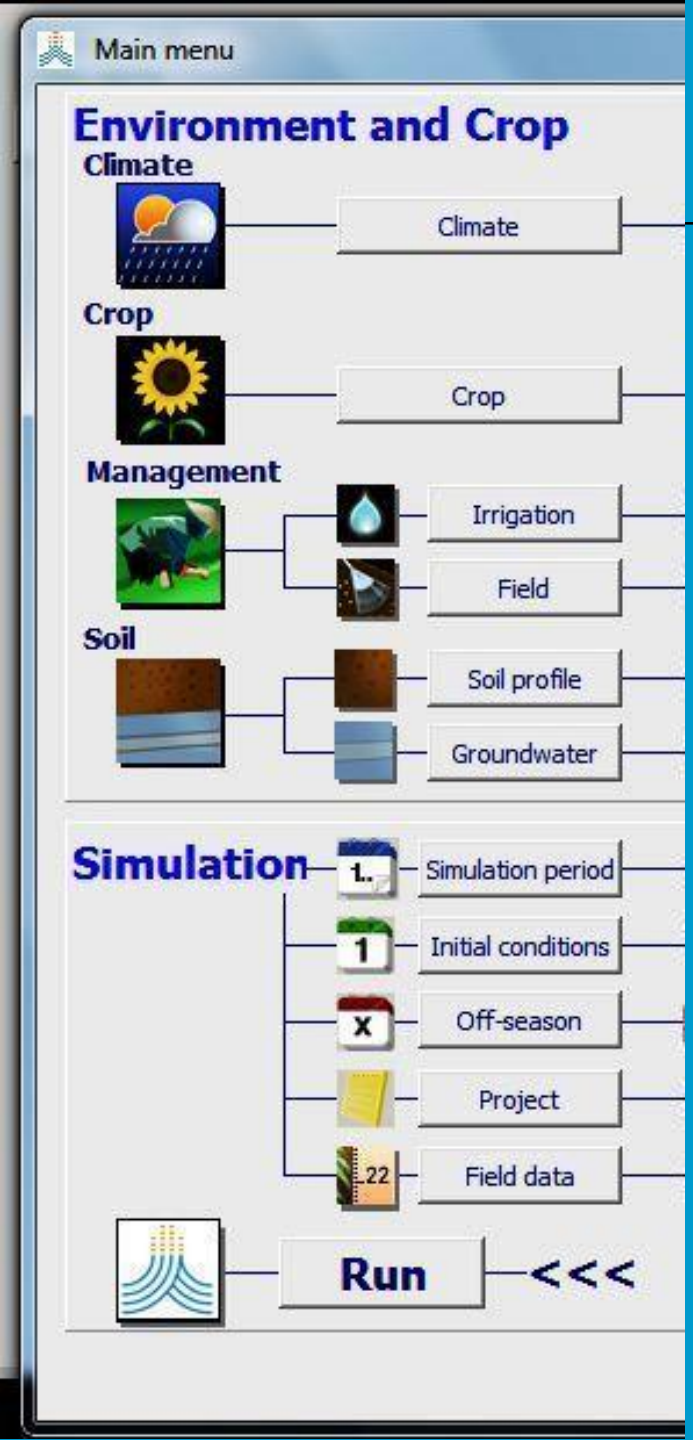
محاصيل معايرة

Cotton, Dry bean, Maize, Paddy Rice, Potato, Quinoa, Soybean, Tomato, Barley, Sunflower, Sugar beet, Wheat, Tef, Sorghum, Sugar Cane

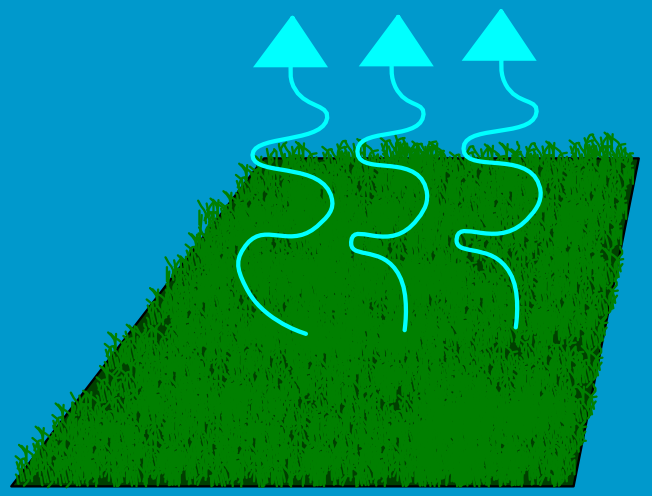
هيكلية العرض التقديمي

1. الحاجة إلى النموذج لتقييم استجابة المحصول للمياه
2. التطبيقات العملية
3. مخطط الحساب في برنامج AquaCrop
4. متطلبات الإدخال

- خصائص المحصول
- وصف للبيئة
  - بيانات مناخية
  - خصائص التربة
  - إجراءات الإدارة
    - إدارة الحقل
    - إدارة الري



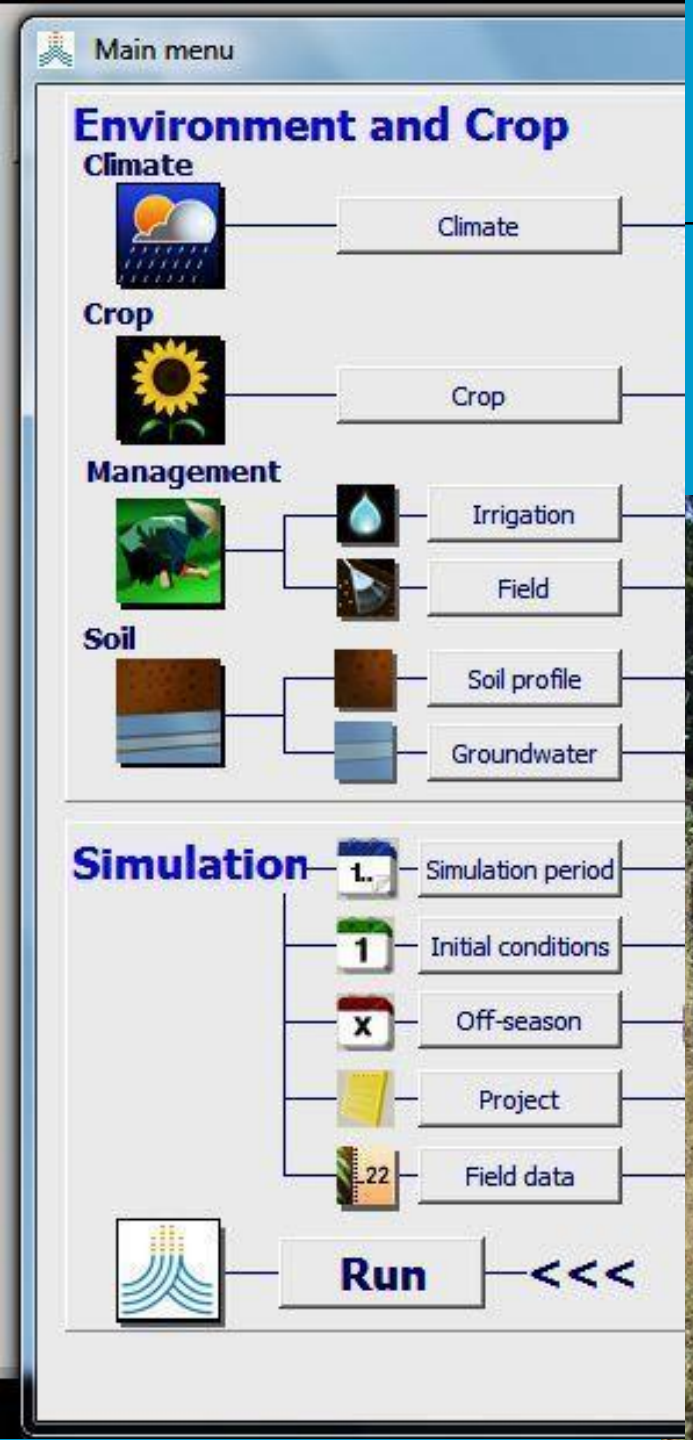
ETo (التبخر – نتح المرجعي)



حقل الأعشاب المرجعي
(جيد الترطيب، ينمو في ظروف مثالية)

ETo calculator

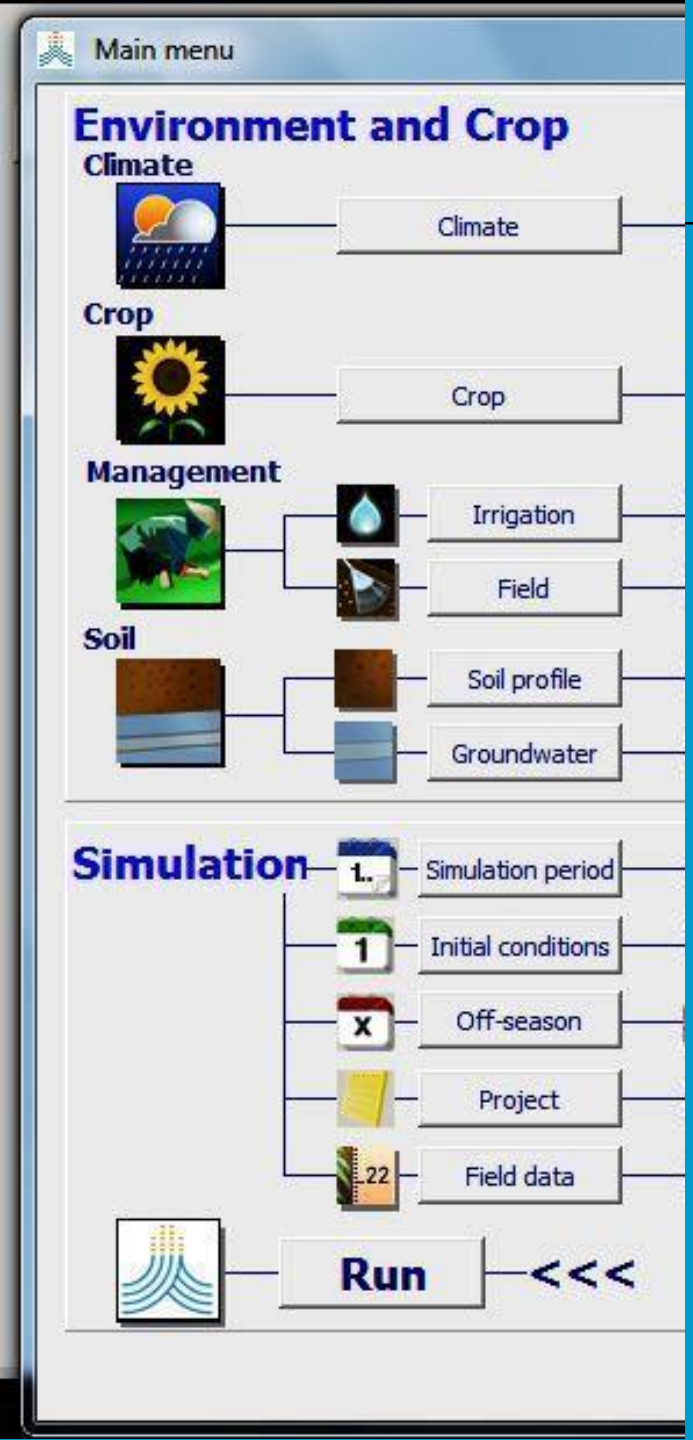
قيمة التبخر – نتح المرجعي ETo المحسوبة من البيانات المناخية
بواسطة معادلة (FAO Penman Monteith)



التبخر - نتح المرجعي (ETo)

درجة حرارة الهواء (Tmin and Tmax)

الهطول المطري



التبخر - نتح المرجعي (ETo)

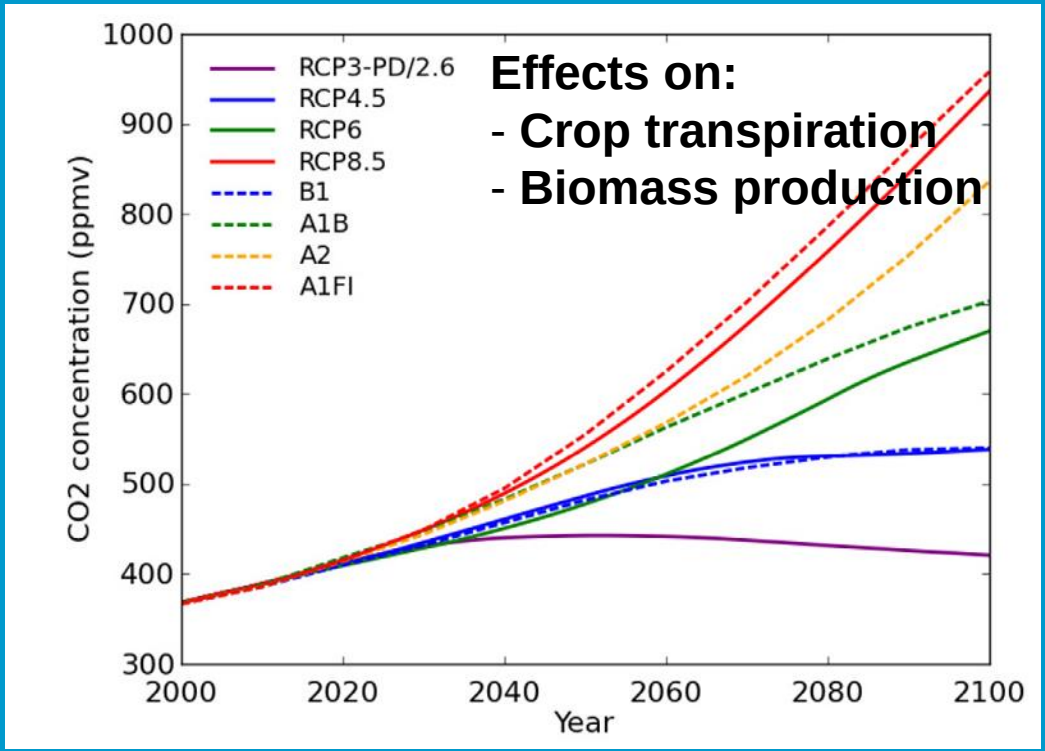
درجة حرارة الهواء (Tmin and Tmax)

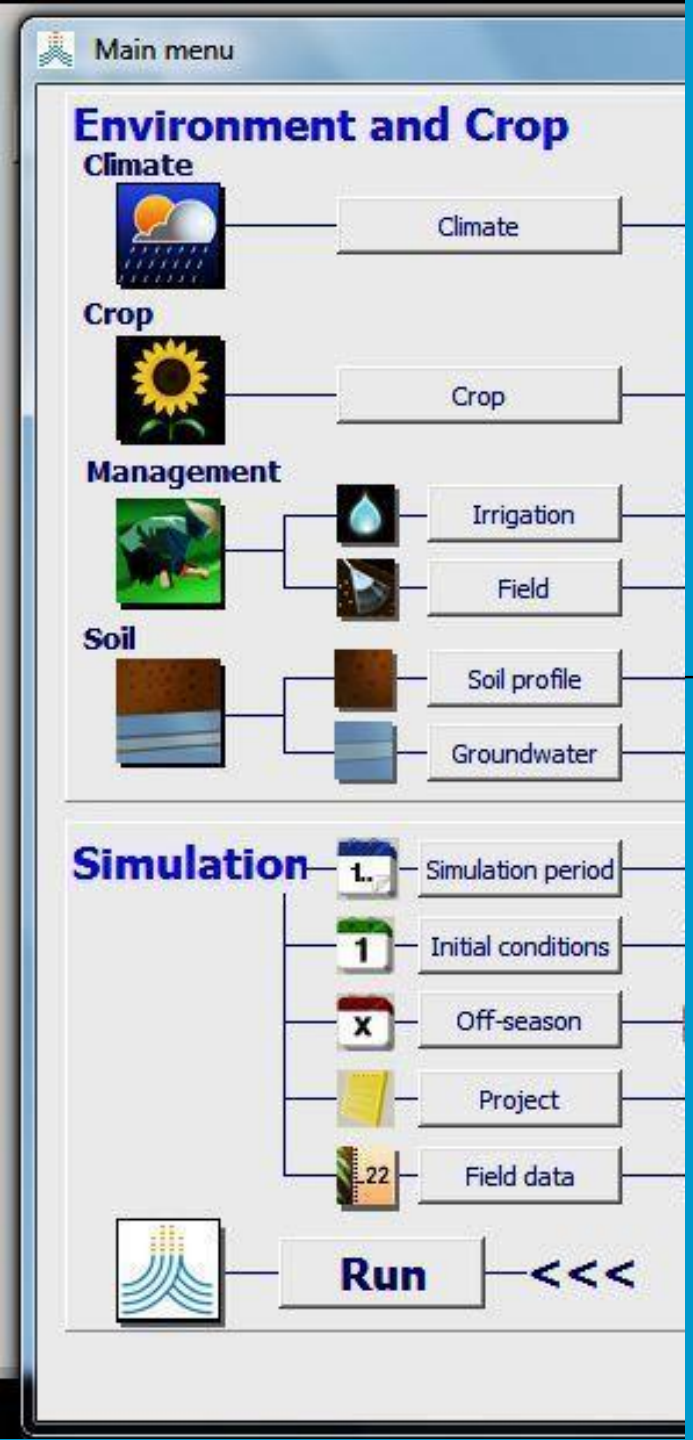
الهطول المطري

(للمناخ المستقبلي) [CO_2]

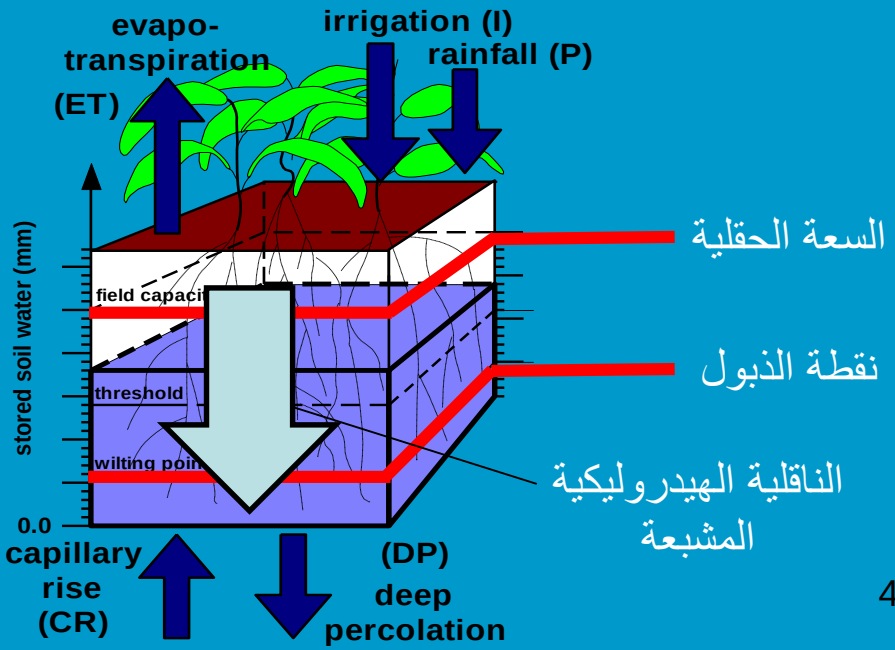
AquaCrop provides for that purpose an historical time series of mean annual atmospheric CO_2 concentrations measured at Mauna Loa Observatory in Hawaii

CO_2 concentration (ppm)





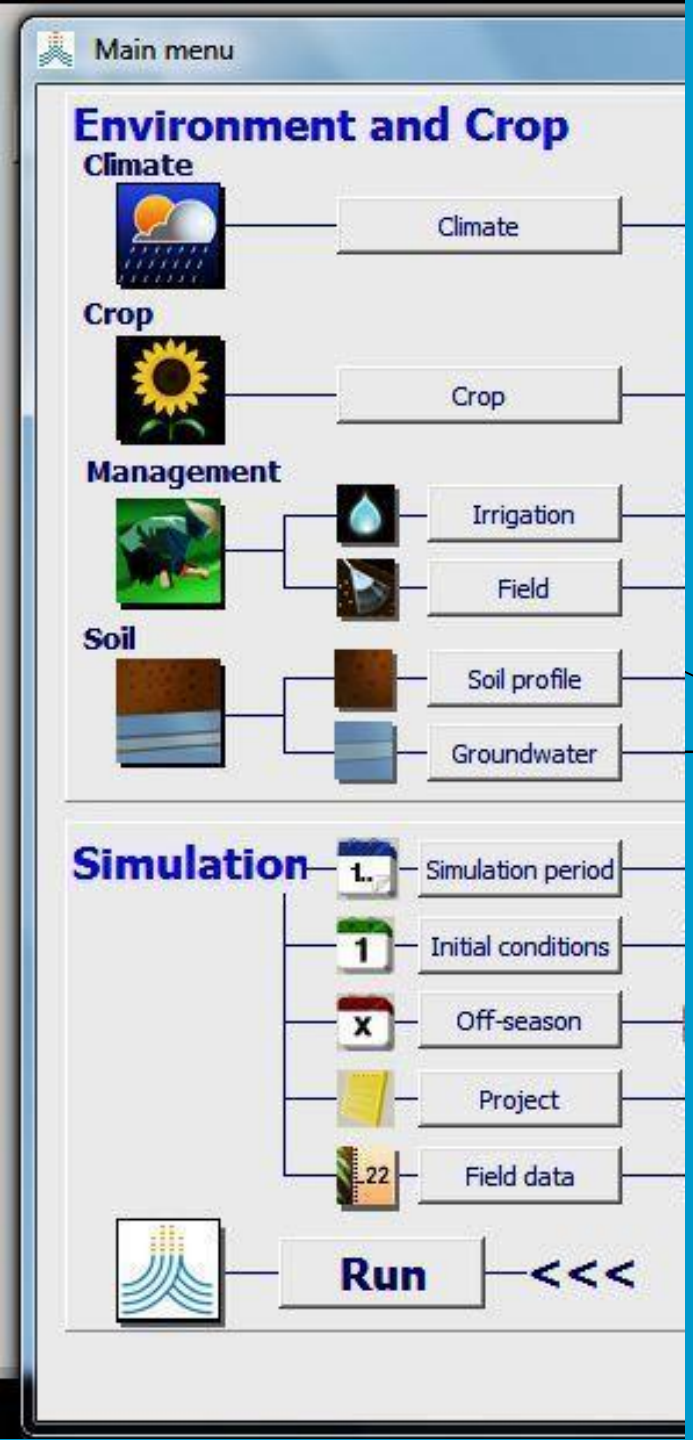
خصائص مقطع التربة

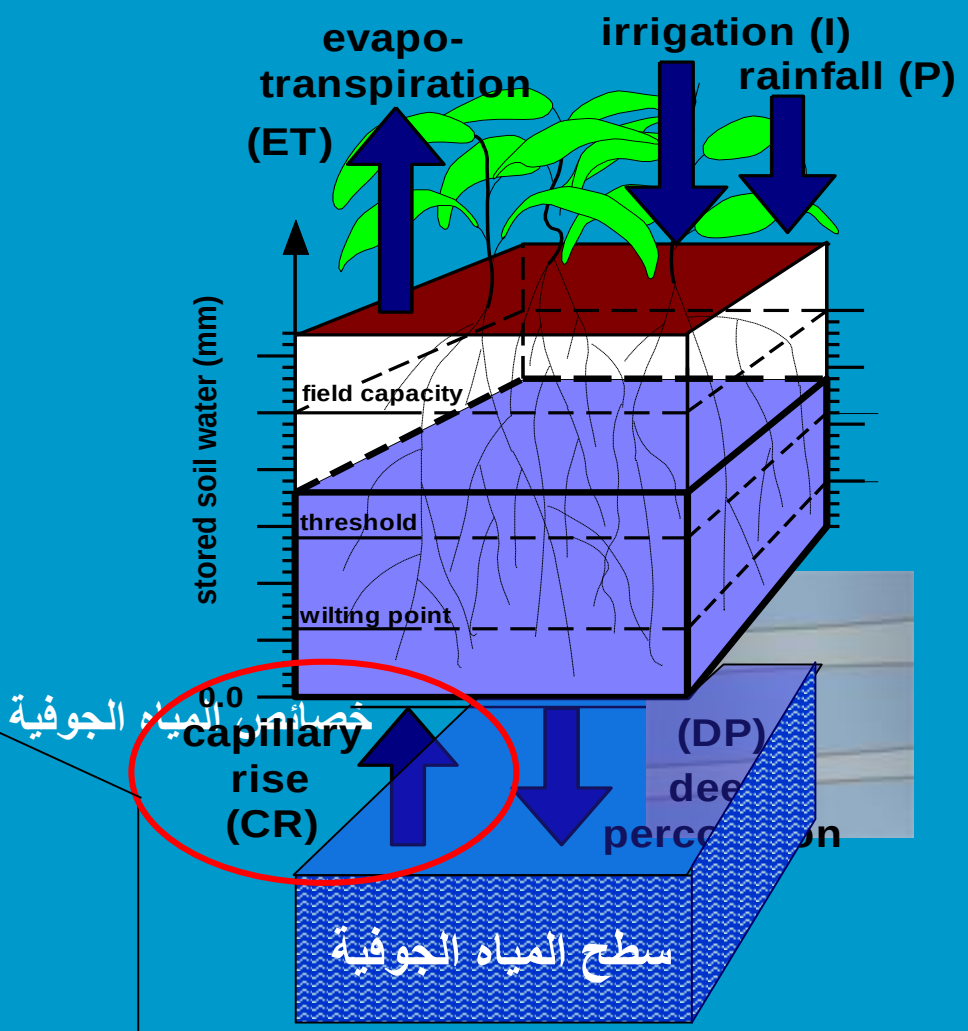


السعة الحقلية

نقطة الذبول

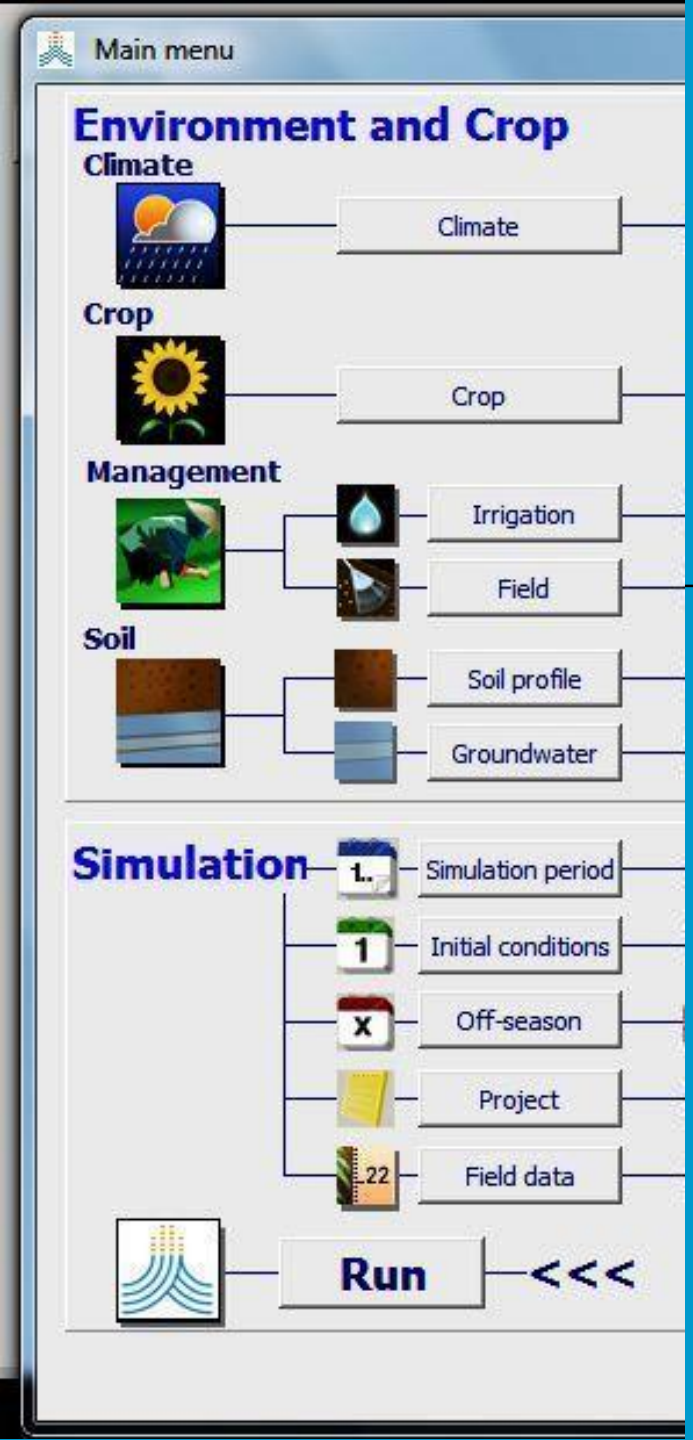
الناقلية الهيدروليكية المشبعة





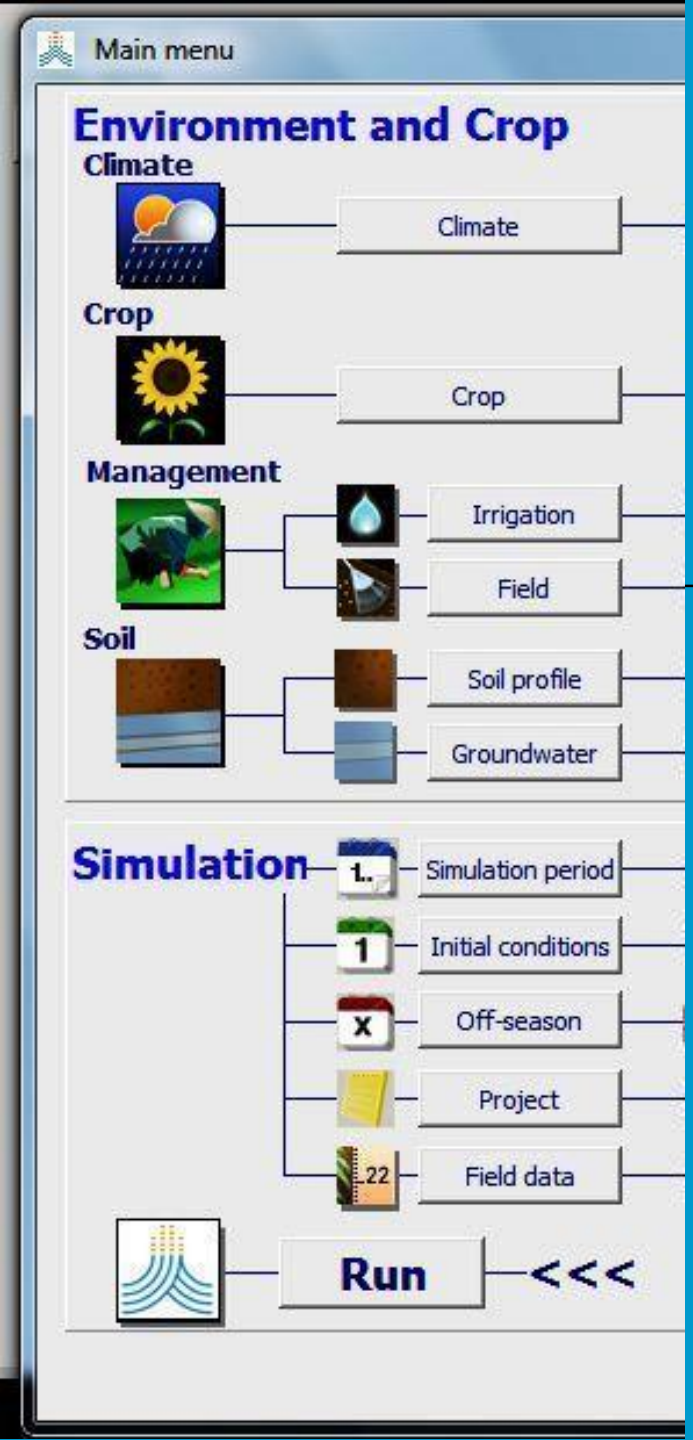
خصائص المياه الجوفية

- عمق سطح المياه الجوفية
- نوعية المياه (الملوحة)



إدارة الحقل

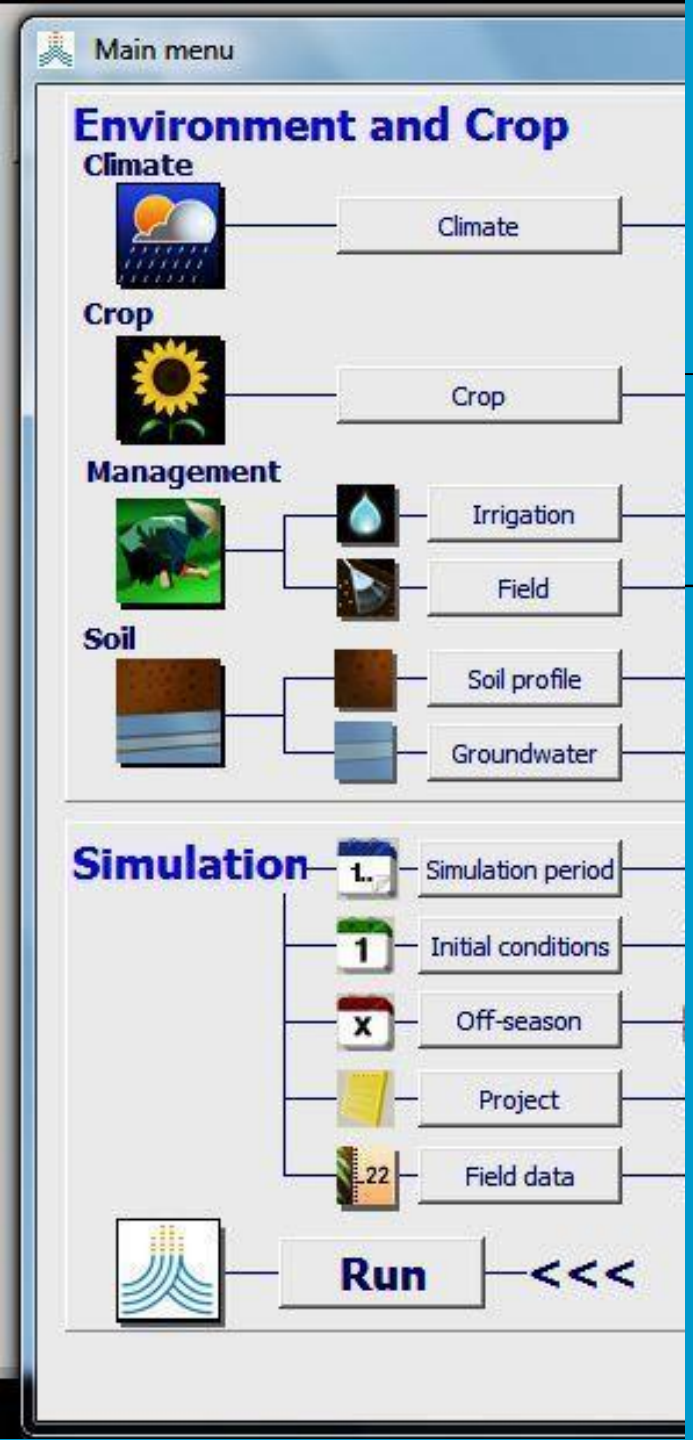
إجراءات تشكيل الحقل



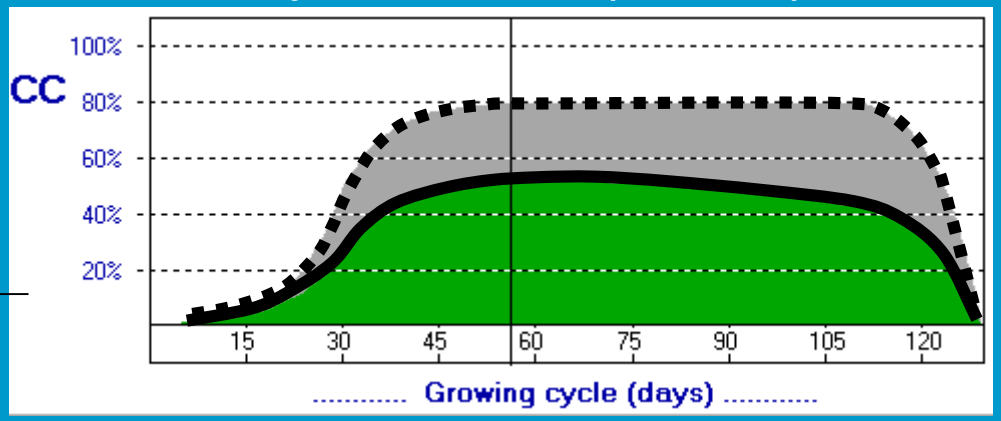
إدارة الحقل

تشكيل الحقل

التغطية

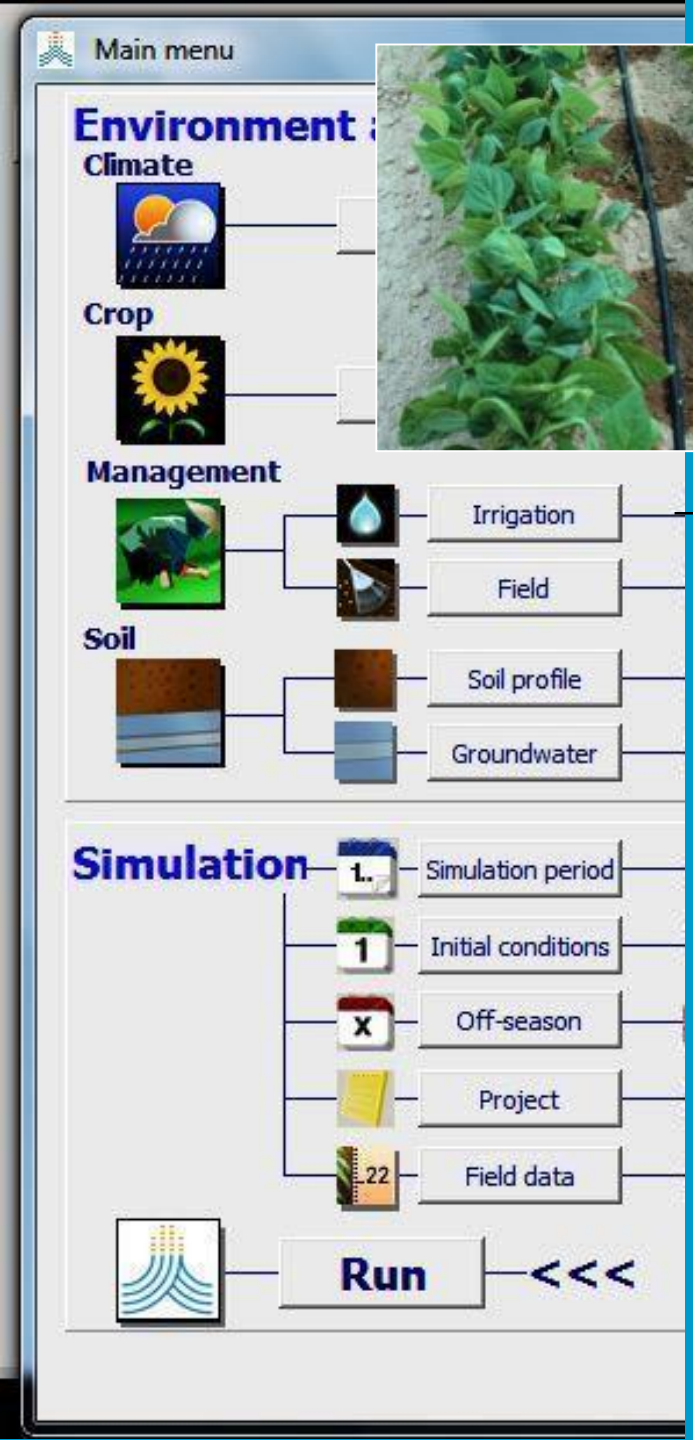


Automatic adjustment of crop development



إدارة الحقل

- إجراءات تشكيل الحقل
- التغطية
- معالجة الأعشاب الضارة
  - التنافس على الضوء، الماء والمغذيات
- مستوى خصوبة التربة



إدارة الري

- طريقة الري
- جدول الري
  - موعد الري
  - كمية مياه الري
  - نوعية المياه
- إعداد جدول ري
  - متى= معيار التوقيت
  - كم= معيار كمية الري

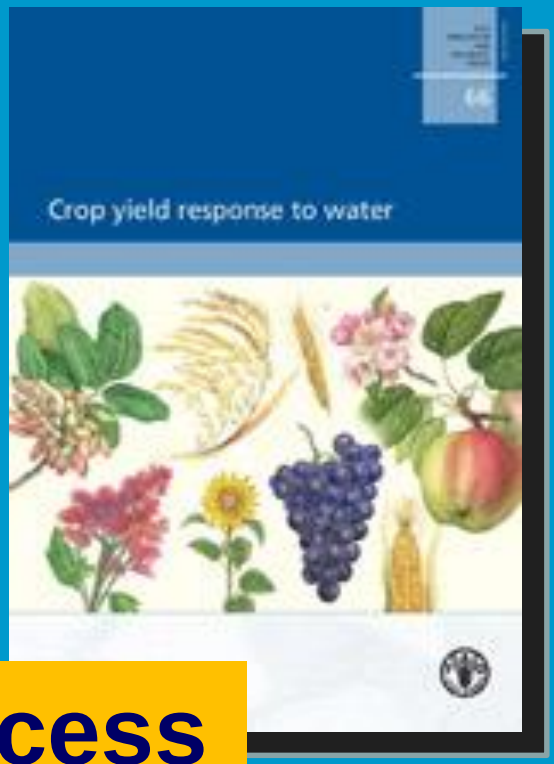
هيكلية العرض التقديمي

1. الحاجة إلى النموذج لتقييم استجابة المحاصيل للمياه
2. التطبيقات العملية
3. مخطط الحساب في برنامج AquaCrop
4. متطلبات الإدخال
5. موقع تحميل البرنامج
6. محددات الاستخدام

http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html

v 6.0

- AquaCrop
- AquaCrop plug-in version
- AquaCrop - GIS
- Reference material
- Training material



open access

- AquaCrop OS
  http://aquacropos.com/

open source

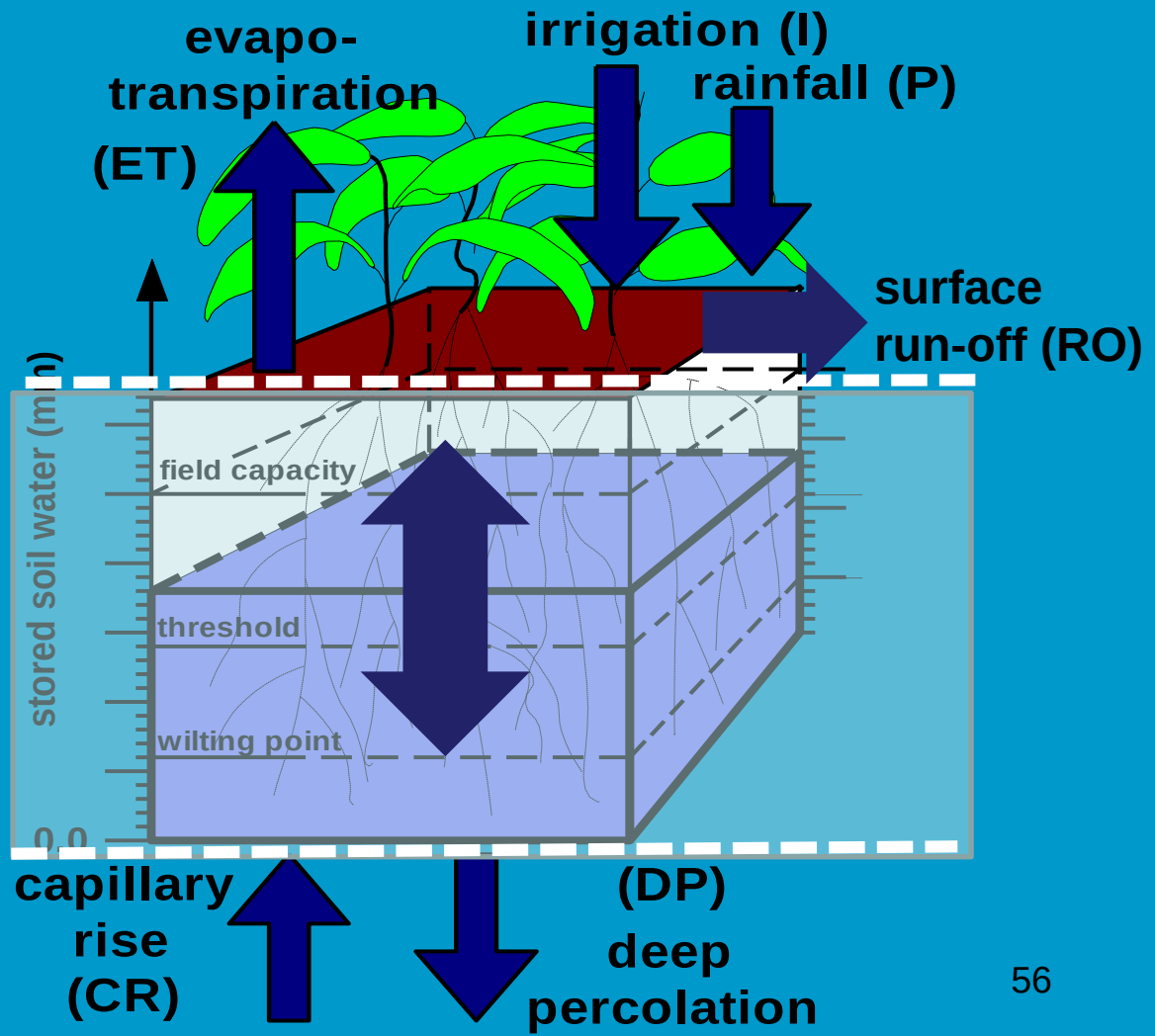
هيكلية العرض التقديمي

1. الحاجة إلى النموذج لتقييم استجابة المحاصيل للمياه
2. التطبيقات العملية
3. مخطط الحساب في برنامج AquaCrop
4. متطلبات الإدخال
5. التنزيلات
6. محددات الاستخدام

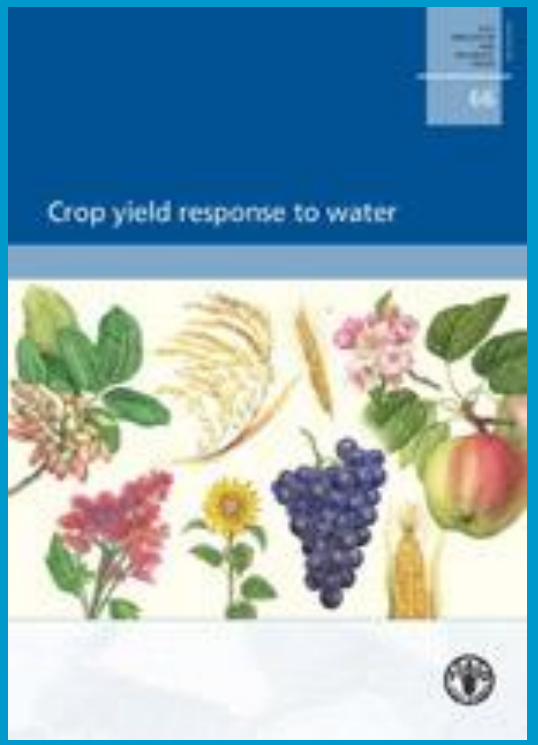
حقل متجانس

من حيث نمو المحصول، نوع التربة، الرشح، الري، إضافة الأسمدة.....

التدفقات الشاقولية



References



FAO Irrigation and Drainage paper Nr. 66

Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., and Raes, D. 2012. *Crop yield response to water.* FAO Irrigation and Drainage Paper Nr. 66. Rome, Italy.
Website: http://www.fao.org/docrep/016/i2800e/i2800e00.htm

Reference manual

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., and Fereres, E. 2017. *AquaCrop Reference manual.* Rome, Italy.
Website: http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html

Basic scientific publications

AquaCrop-The FAO crop model to simulate yield response to water

- Steduto, P., Hsiao, T.C., Raes, D. and Fereres, E. 2009. *I. Concepts and underlying principles*. Agronomy Journal, 101(3): 426-437
- Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., and Fereres, E. 2009. *II. Main algorithms and software description.* Agronomy Journal, 101(3): 438-447
- Hsiao, T.C., Heng, L., Steduto, P., Rojas-Lara, B., Raes, D., and Fereres, E. 2009. *III. Parameterization and testing for maize.* Agronomy Journal, 101(3): 448-459

Vanuytrecht, E., Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Heng, L.K., Garcia Villa, M., Mejias Moreno, P. 2014. AquaCrop: FAO's crop water productivity and yield response model. Environmental Modelling & Software (62): 351-360.

Credit

Food and Agriculture Organization of the United Nations

AquaCrop – Training module: Introduction to AquaCrop

Nr. 1 (Unit 1. Introduction). May 2017

prepared by Dirk Raes

KU LEUVEN

Faculty of Bioscience Engineering
Department of Earth and Environmental Sciences
Celestijnenlaan 200E - PostBox 02411
B-3001 Leuven, Belgium