إعداد دليل تقني حول "استخدام AquaCrop لإدارة الري في سياق تغير المُناخ"

يناير/2023

فهرس النص

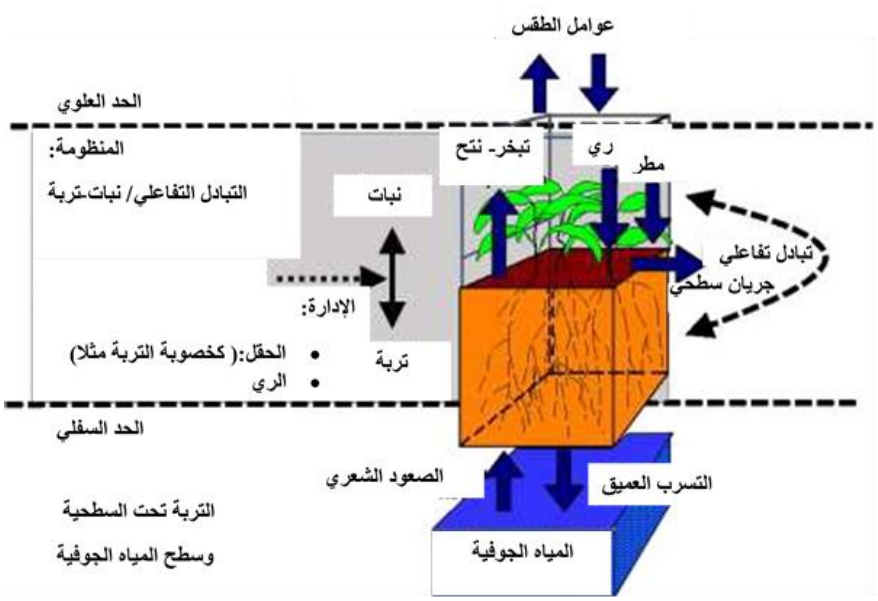
أولاً- مقدمة إلى نظام AquaCrop: 1
التطبيقات العملية لنظام AquaCrop: 2
محددات استخدام نظام AquaCrop: 5
الجمهور المستهدف: 5
مخطط الحساب: 6
a. التقليل من نتح المحصول (في درجات الحرارة المنخفضة)..... 10
b. منع التلقيح، وخفض مؤشر الحصاد (في درجات الحرارة المنخفضة، والمرتفعة). 10
ثانياً -إدارة الري Irrigation management في برنامج AquaCrop. 22
ثالثاً- حالة الري المطري (rainfed irrigation): 24
مثال توضيحي لاعداد وتشغيل مشروع لمحاكاة انتاجية محصول القمح في حالة الزراعة المطرية في تل عمارة في البقاع بلبنان..... 25
إنشاء مشروع محاكاة إنتاجية محصول القمح البعل (المطري). 27
رابعا -حالة استخدام البرنامج لتحديد احتياج الري الصافي (Determination of net irrigation water requirement) 52
خامساً -حالة ادخال جدول ري Irrigation Schedule محدد مسبقا 62
سادسا -استخدام البرنامج لإعداد جدول ري (Generation of Irrigation Schedule)..... 68
مثال توضيحي لإعداد جدول ري كامل لمحصول البطاطا في جنين - فلسطين 79

أولاً- مقدمة إلى نظام AquaCrop:

أعدت النظام شعبة الأراضي والمياه في منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة/ الفاو، من أجل معالجة مسألة الأمن الغذائي في العالم، وتقييم تأثير الظروف البيئية، والإدارة على إنتاج المحاصيل. وهو يحاكي استجابة المياه التي يستهلكها محصول عشبي لإنتاجيته، ويناسب بشكلٍ خاص حالات معالجة الظروف التي تكون فيها المياه عاملاً رئيسياً في تحديد إنتاج المحصول. من جهةٍ أخرى يمثل النظام أداةً ذات فاعلية كبيرة في توفير المعلومات الدقيقة، حول الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، الضرورية، لتقدير المقننات المائية بدقة، وهو ما يساعد في تحسين إدارة مياه الري، ورفع كفاءة استخدامها.

يحاكي نظام **AquaCrop** العلاقة المتبادلة بين النبات والتربة (الشكل1)، حيث يستخلص النبات الماء والعناصر الغذائية من منطقة الجذور في التربة. وبناءً عليه يجري عبر النظام الوضع بالحسبان، عوامل إدارة الحقل (مثل خصوبة التربة)، وعوامل إدارة الري، باعتبار أن هذه العوامل تؤثر في العلاقة المتبادلة بين النبات والتربة، كما يأخذ البرنامج العلاقة مع الغلاف الجوي من خلال الحدود العليا للكتلة المدروسة، فيتم حساب التبخر–النتح (ETo)، والإمداد بثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والطاقة اللازمة لنمو النبات.

يتم صرف المياه من كتلة التربة المدروسة عبر حدودها السفلية إلى التربة العميقة، أو خزان الماء الجوفي، وفي حال كان منسوب المياه الجوفية مرتفعاً، فإنه يمكن للماء أن يرتفع باتجاه الكتلة المدروسة بالخاصية الشعرية.



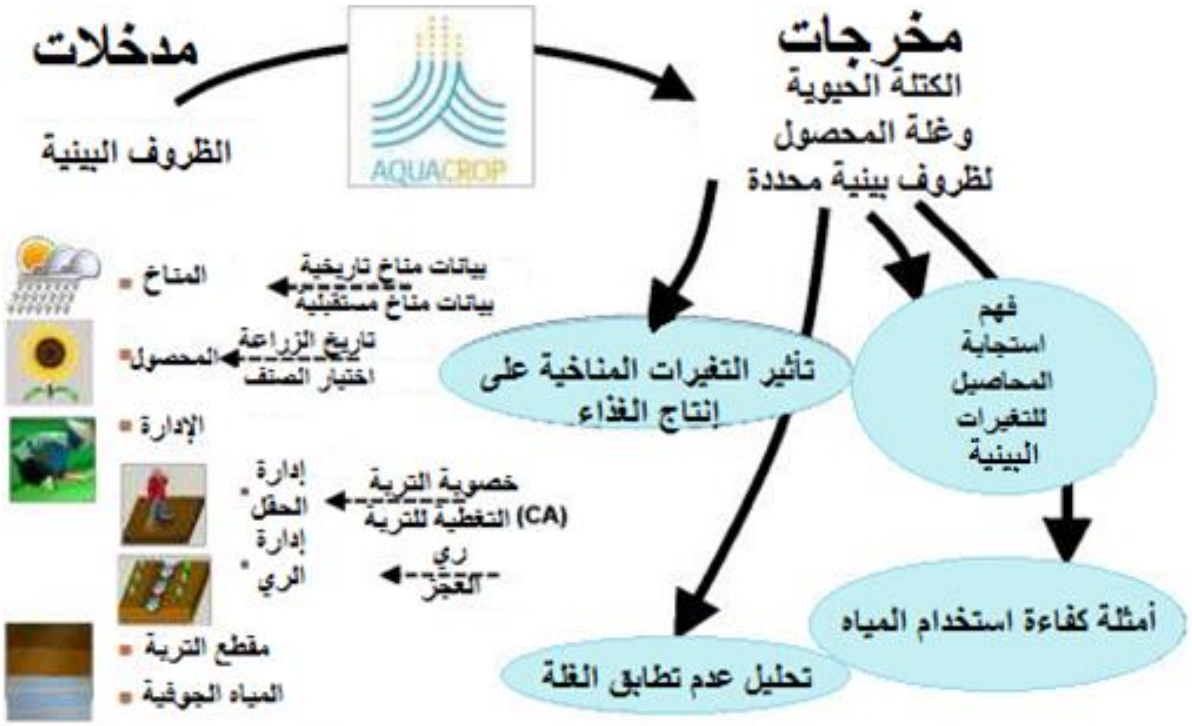
الشكل (1).

التطبيقات العملية لنظام AquaCrop:

يمكن استخدام نظام AquaCrop كأداة للتخطيط، ومساعدة الإدارات ذات الصلة بالزراعة المطرية والمروية على اتخاذ القرارات السليمة (الشكل 2)، ولاسيما من أجل حل المسائل الآتية:

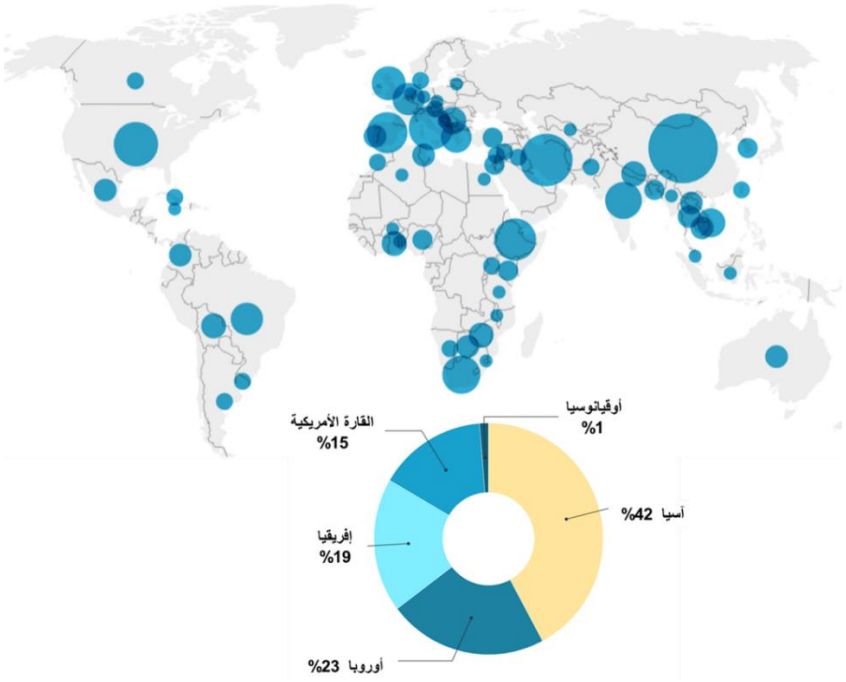
- فهم استجابات المحاصيل لتغير الظروف البيئية (كأداة تعليمية).
- المقارنة بين الإنتاجية الممكن تحقيقها، والإنتاجية الفعلية، على مستوى الحقل والمزرعة والمنطقة.
- تحديد القيود المفروضة على إنتاج المحاصيل، وإنتاجية المياه (كأداةٍ مرجعية، على سبيل المثال).
- وضع جدولة مناسبة للري، لتعظيم الإنتاج (مثل الاستراتيجيات الموسمية، واتخاذ قرارات التشغيل، وسيناريوهات مُناخية مختلفة).
- تطوير استراتيجيات متعددة في ظل ظروف نقص المياه لتعظيم إنتاجية المياه من خلال:
  - استراتيجيات الري (مثل الري الناقص).
  - التحكم بالممارسات المتعلقة بالمحاصيل والإدارة (مثل تعديل مواعيد الزراعة، واختيار الصنف الملائم من المحصول، وإدارة عملية التسميد، واستخدام التغطية البلاستيكية – mulches، وحصاد مياه الأمطار).

- دراسة تأثير تغير المُناخ على إنتاج الغذاء (عن طريق تشغيل نظام AquaCrop بالاستناد على البيانات المتعلقة بالظروف الجوية التاريخية، والمتوقعة مستقبلاً).
- تحليل السيناريوهات المفيدة لمدراء الجهات ذات الصلة، وللاقتصاديين، ومحللي السياسات، والعلماء (أي لأغراض التخطيط).
- دعم اتخاذ القرار بشأن تحصيص المياه، والسياسات المائية الأخرى.



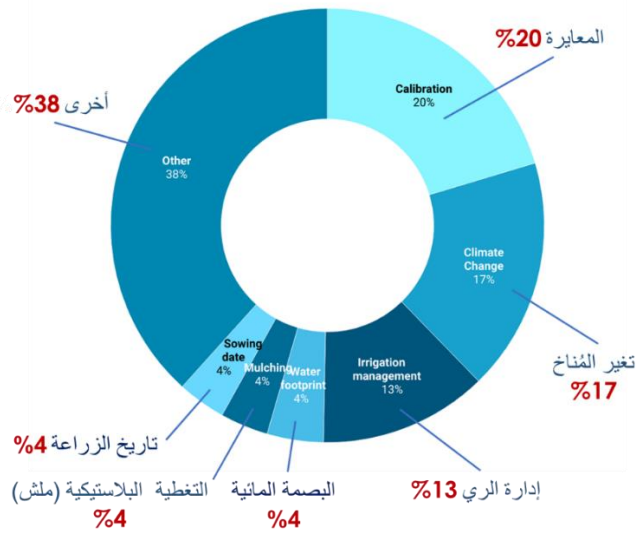
الشكل (2). التطبيقات العملية لنظام AquaCrop.

والجدير بالذكر أن نظام AquaCrop استُخدام حتى الآن في 64 بلداً في العالم، وصدر حوله الكثير من الدراسات والمنشورات (الشكل 3).



الشكل (3). البلدان التي يُطبق فيها نظام AquaCrop، وتوزع عدد المنشورات الصادرة حوله في العالم.

أما بالنسبة للمواضيع التي تناولتها هذه المنشورات والدراسات فقد توزعت بنسبٍ متفاوتة بين مواضيع مختلفة (المعايرة، وتغير المُناخ، وإدارة الري، و....الخ)–الشكل (4).

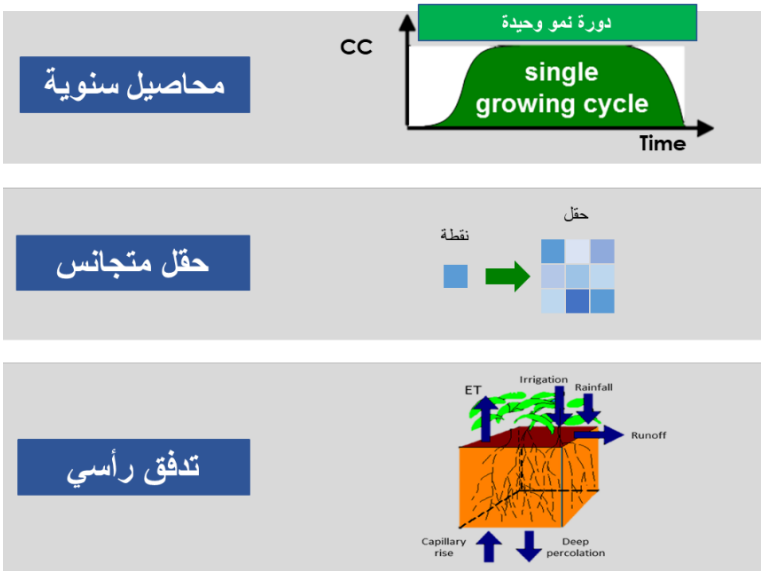


الشكل (4).

محددات استخدام نظام AquaCrop:

يوجد عملياً بعض المحددات لتشغيل النظام (الشكل 5)، وهي:

- يمكن لنظام AquaCrop محاكاة إنتاج الكتلة الحيوية اليومية، والعوائد النهائية للمحاصيل العشبية بدورات نمو واحدة فقط.
- صُمم نظام AquaCrop للتنبؤ بإنتاجية المحاصيل على نطاق الحقل الفردي (محاكاة نقطية)، ويُفترض لتطبيقه أن يكون الحقل متجانساً، دون وجود اختلافات مكانية في نمو المحاصيل، أو النتح، أو خصائص التربة، أو الإدارة.
- يُنظر عند تطبيق النظام فقط في تدفقات المياه الداخلة إلى الأراضي الزراعية بشكلٍ رأسي (هطول الأمطار، والري، والارتفاع الشعري)، والمياه الخارجة منها رأسياً أيضاً (التبخر، والنتح، والرشح العميق).



الشكل (5). محددات تطبيق نظام AquaCrop.

الجمهور المستهدف:

نظام AquaCrop مخصص بشكلٍ أساسي للعاملين في الخدمات الإرشادية، أو الجهات الحكومية، أو المنظمات غير الحكومية، أو جمعيات المزارعين. وهو مفيدٌ أيضاً للباحثين والعلماء كأداة تدريب وتعليم، حول دور المياه في تحديد إنتاجية المحاصيل (الشكل 6)، كما يمثل النظام أداةً فاعلة لدعم القرارات التي يمكن لواضعي السياسات اتخاذها.

الشكل (6)

مخطط الحساب:

يحاكي AquaCrop إنتاجية المحاصيل النهائية في أربع خطوات (تعمل بالتسلسل مع كل زيادة زمنية يومية)، كما هو موضح أدناه. الخطوات الأربع سهلة الفهم (الشكل 7)، وبالتالي هناك ضمان للشفافية في تطبيق نهج النمذجة.

1. **تطور غطاء المظلة الخضراء** (الغطاء النباتي): يتم في نظام AquaCrop، التعبير عن تطور أوراق المحاصيل من خلال غطاء المظلة الخضراء (Canopy Cover–CC) بدلاً من مؤشر مساحة الورقة، وهو عبارة عن جزء من سطح التربة الذي يُغطى بالمظلة، وتراوح قيمته بين الصفر عند البذر (أي 0 في المائة من سطح التربة)، وقيمة قصوى يبلغها في منتصف الموسم تصل إلى 1 إذا تم الوصول إلى غطاء مظلة كامل (أي 100% من سطح التربة مغطى بالمظلة).

   من خلال تغير محتوى التربة من المياه كل يوم، يمكن لنظام AquaCrop تتبع تغير الإجهادات (بالنسبة للتربة والمياه) في منطقة الجذر، حيث إن هذه الإجهادات تؤثر سلباً في تطور مساحة المظلة الخضراء، إلى درجةٍ يمكن أن ينتج عنها تدهور حالة المظلة (شيخوخة مبكرة للمظلة).
2. **النتح من المحصول:** عند توافر مياه الري الكافية، يجري حساب الاحتياج المائي للمحصول كناتج ضرب قيمة التبخر– النتح المرجعي ET_o مع معامل المحصول K_c، الذي يتناسب مع غطاء المظلة

الخضراء (CC)، وبالتالي فإن هذا المعامل يتغير مع تغير نمو المحصول وفقاً لتغير غطاء المظلة. من هنا فإن الإجهاد المائي لا يؤثر على نمو المظلة فحسب، بل يمكن أن يؤدي أيضاً إلى إغلاق مسامات أوراق المحصول، وبالتالي التأثير في عملية النتح.

3. **الكتلة الحيوية فوق سطح الأرض:** تتناسب كمية الكتلة الحيوية الموجودة فوق سطح الأرض (B) مع الكمية التراكمية للنتح من المحصول (ΣT_r)، ويُعرَف عامل التناسب بينهما باسم إنتاجية المياه من الكتلة الحيوية (WP).

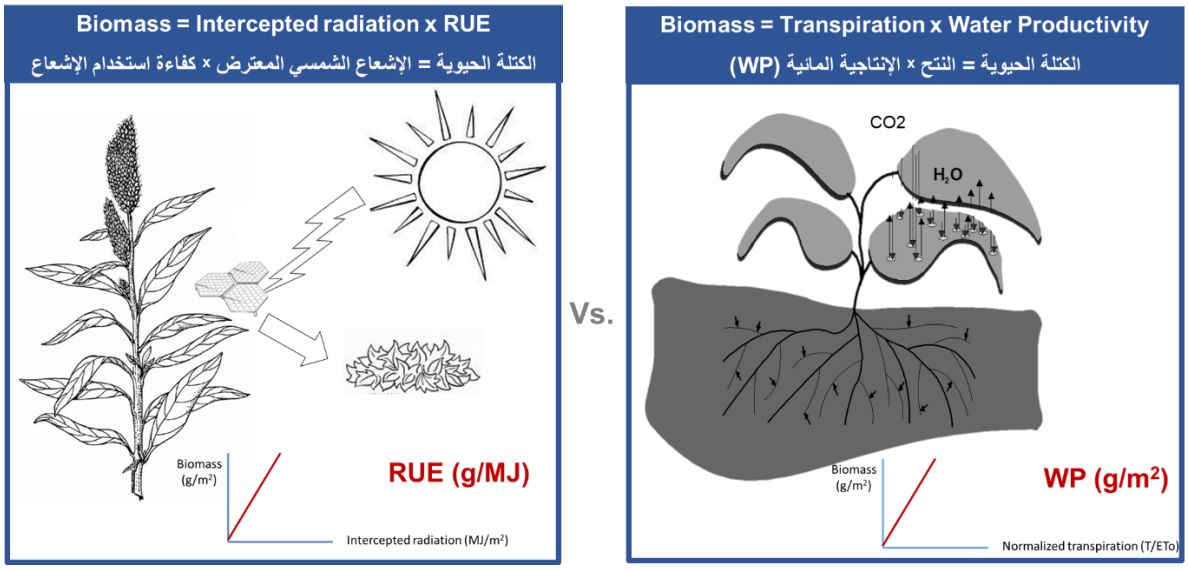
يتم في نظام AquaCrop تعديل (normalized) الإنتاجية المائية (WP)، وفق تأثير ظروف مُناخية مختلفة، وتُسمى عندها معامل الإنتاجية المعدل، وتُعطى الرمز (WP^*).

يمثل معامل الإنتاجية المعدل (WP^*) في نظام AquaCrop، مفهوماً صالحاً للاستخدام في مختلف المواقع، ولمواسم متعددة، ومن أجل تراكيز مختلفة من غاز ثاني أكسيد الكربون.

يمكن التعبير عن الكتلة الحيوية بمقاربتين (الشكل..). تعتمد الأولى على الإنتاجية المائية، ويُعبر عنها بالعلاقة: **الكتلة الحيوية = النتح × الإنتاجية المائية (WP)**

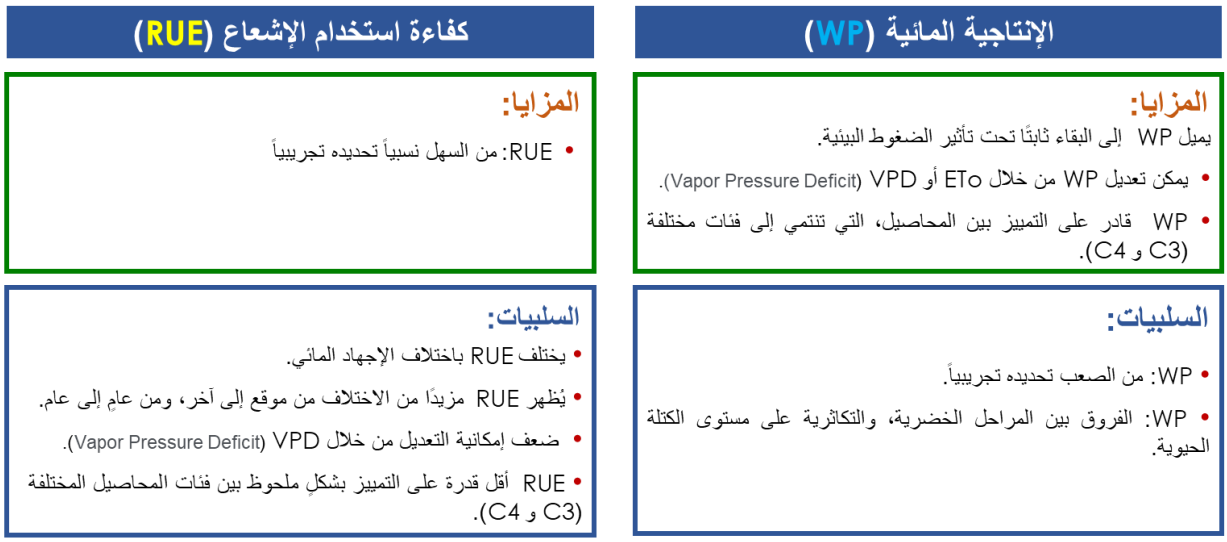
وتعتمد الثانية على كفاءة استخدام الإشعاع الشمسي، ويُعبر عنها بالعلاقة:

الكتلة الحيوية = الإشعاع الشمسي المعترض × كفاءة استخدام الإشعاع



الشكل (7)

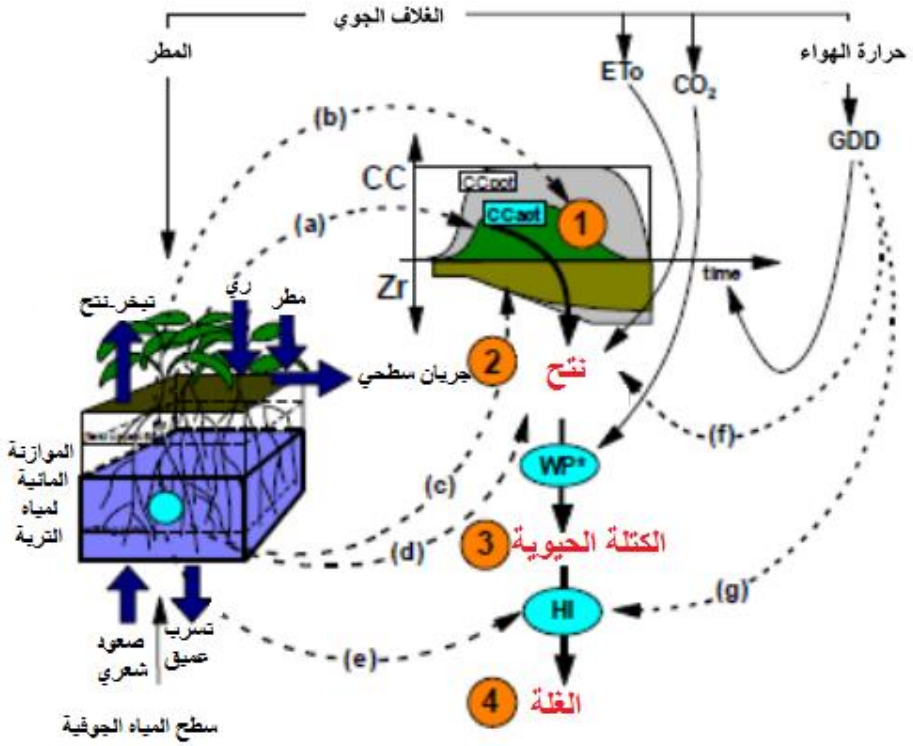
ولكلٍ مقاربةٍ من هاتين المقاربتين مزاياها وسلبياتها. ويوضح الشكل (8) مزايا وسلبيات كل مقاربة.



الشكل (8). مزايا وسلبيات كلٍ من مقاربتي تقدير الكتلة الحيوية للمحصول.

4. **غلة المحصول** (الإنتاجية): تضم الكتلة الحيوية فوق الأرض التي تتم محاكاتها في نظام AquaCrop جميع المنتجات الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي، التي يخضع لها المحصول خلال موسم النمو. ويتم الحصول على غلة المحصول (Y) من الكتلة الحيوية فوق سطح الأرض (B)، باستخدام مؤشر الحصاد (Harvest Index–HI)، الذي تُحسب قيمته (كنسبة مئوية)، بتقسيم كمية الحبوب المنتجة على الإنتاج الكلي للمادة الجافة الهوائية (مجموع أوزان الأوراق والسوق والحبوب)، ثم ضرب الناتج بمئة.

يتم الحصول على قيمة مؤشر الحصاد الفعلي أثناء المحاكاة في نظام AquaCrop، عن طريق تعديل مؤشر الحصاد المرجعي (HI_o)، بمساعدة عامل تعديل يضع بالحسبان تأثير الإجهادات التي يتعرض لها المحصول.



الشكل (9). مخطط الحساب في نظام AquaCrop متضمناً خطوات الحساب الأربع. مع الإشارة إلى العمليات التي تتأثر بالإجهاد المائي (الأسهم المنقطة من a إلى e)، أو الإجهاد الحراري (الأسهم المنقطة من f إلى g). حيث:CC- الغطاء النباتي، وZr - عمق منطقة الجذور، وETo - التبخر- النتح المرجعي، و*WP - الإنتاجية المائية المعدلة، وHI - مؤشر الحصاد، وGDD – أيام درجات الحرارة المتزايدة (Growing Degree Days).

يؤدي الإجهاد المائي إلى:

a. إبطاء نمو الغطاء النباتي.

b. تسريع شيخوخة الغطاء النباتي.

c. تقليل عمق الجذور (في الحالات الشديدة فقط).

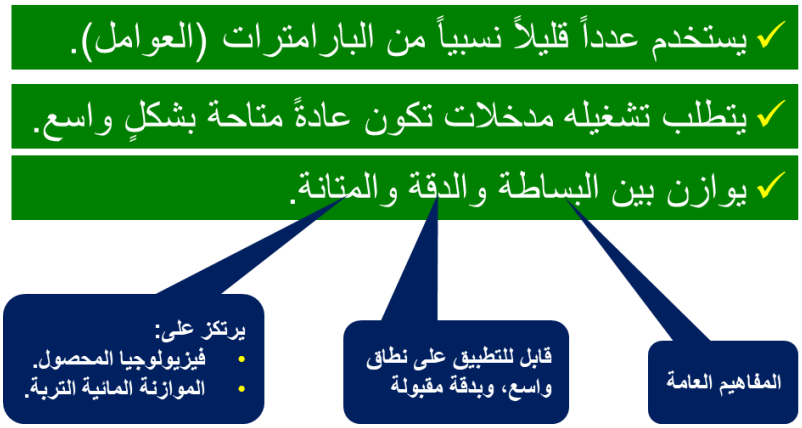
d. تخفيض فتحات مسامات أوراق المحصول، وبالتالي خفض النتح).

e. التأثير في مؤشر الحصاد.

ويودي الإجهاد الحراري إلى:

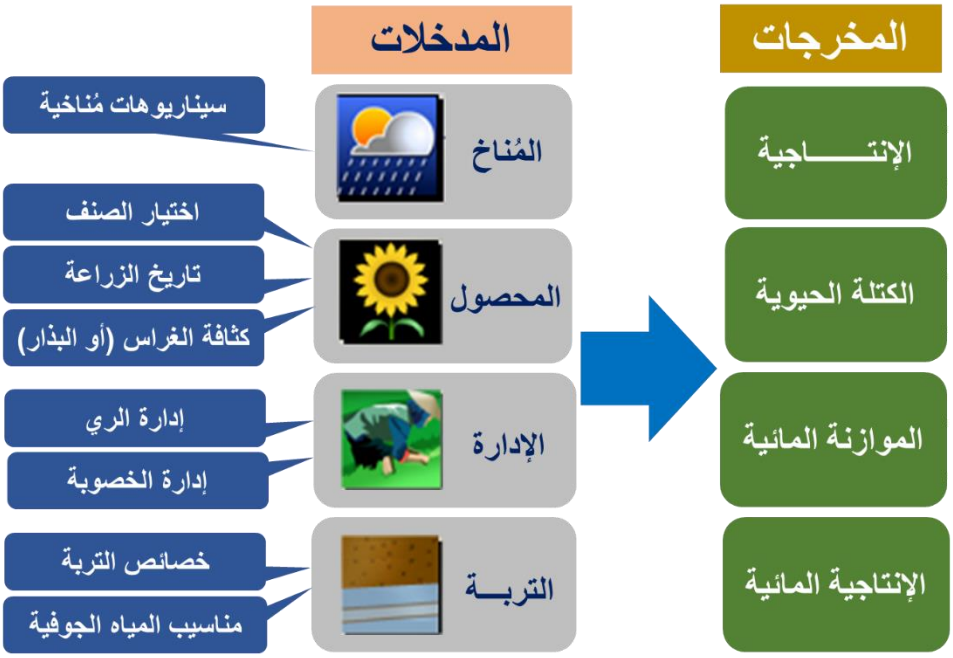
a. التقليل من نتح المحصول (في درجات الحرارة المنخفضة).
b. منع التلقيح، وخفض مؤشر الحصاد (في درجات الحرارة المنخفضة، والمرتفعة).

يستخدم نظام AquaCrop عدداً قليلاً نسبياً من البارامترات (العوامل)، التي تكون عادةً إما متاحة على نطاق واسع، أو يمكن تحديدها باستخدام طرائق بسيطة. وهو يمتاز بالبساطة (يعتمد على مفاهيم عامة)، والدقة (قابل للتطبيق على نطاق واسع، وبدقةٍ مقبولة)، وبأن استخدامه يرتكز بشكلٍ أساسي على فيزيولوجيا المحصول، والموازنة المائية في التربة الزراعية (الشكل 10).



الشكل (10)

تتكون المدخلات اللازمة لتشغيل النظام من بيانات حول الطقس (تُجمع من الموقع المستهدف، أو تؤخذ من محطات أرصاد مُناخية زراعية)، وبيانات حول المحاصيل (اختيار الصنف، وموعد الزراعة، وكثافة الغراس، أو البذور)، وبيانات حول التربة (خصائص التربة، ومناسيب المياه الجوفية وملوحتها)، وبيانات حول ممارسات الإدارة (ممارسات إدارة الحقل المرتبطة بالتسميد، والموازنة المائية في التربة، وممارسات إدارة الري المتعلقة بطرائق الري، وإضافة مياه الري، وملوحتها) – (الشكل 11).



الشكل (11). المدخلات اللازمة لتشغيل نظام AquaCrop، مع المخرجات الناتجة عنها.

ويجري الحساب وفق المراحل الأربع المذكورة أعلاه بحسب المخطط المبين في الشكل (12)، أي:

1) إيجاد تطور المحصول (تقدير الغطاء النباتي CC).

2) حساب قيمة النتح من العلاقة:

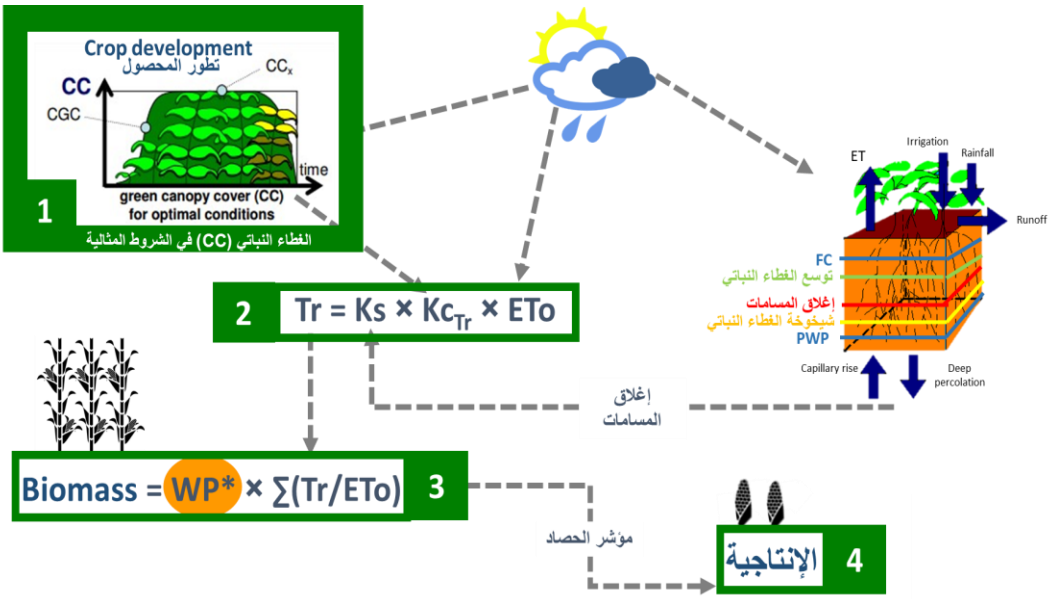
$$T_r = K_s \times K_{cTr} \times ET_o$$

3) حساب قيمة الكتلة الحيوية B من الصيغة:

$$Biomass = WP^* \times \sum(T_r/ET_o)$$

4) تقدير الإنتاجية بمعرفة قيمة الكتلة الحيوية، والنتح، وذلك من العلاقة:

$$WP = B/\ T_r$$



الشكل (12). مراحل مخطط الحساب.

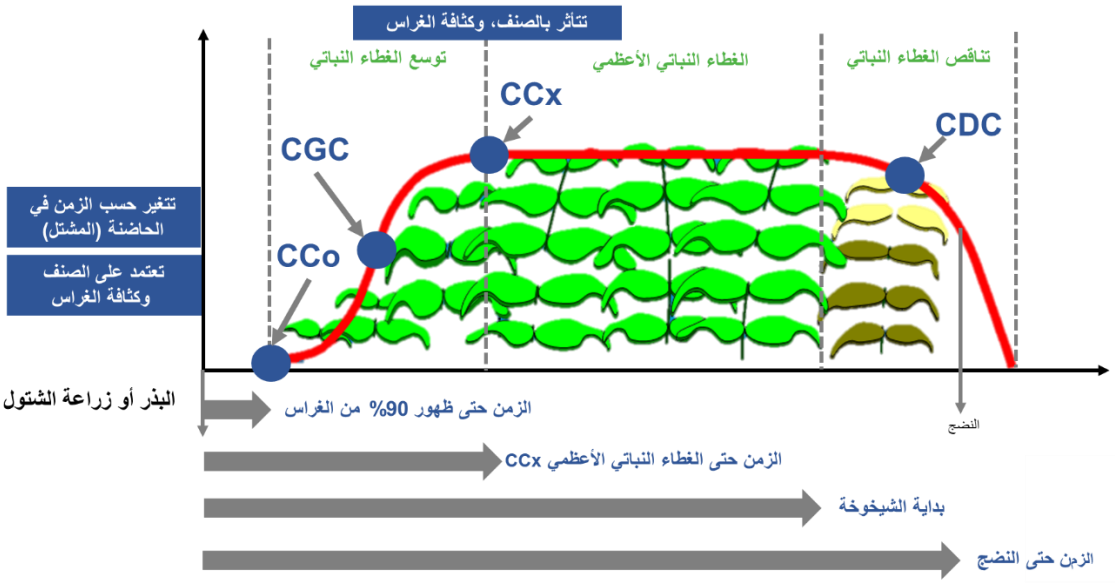
وفيما يلي بعض التفاصيل المتعلقة بكل مرحلة من المراحل السابقة:

تطور المحصول (تقدير الغطاء النباتي CC):

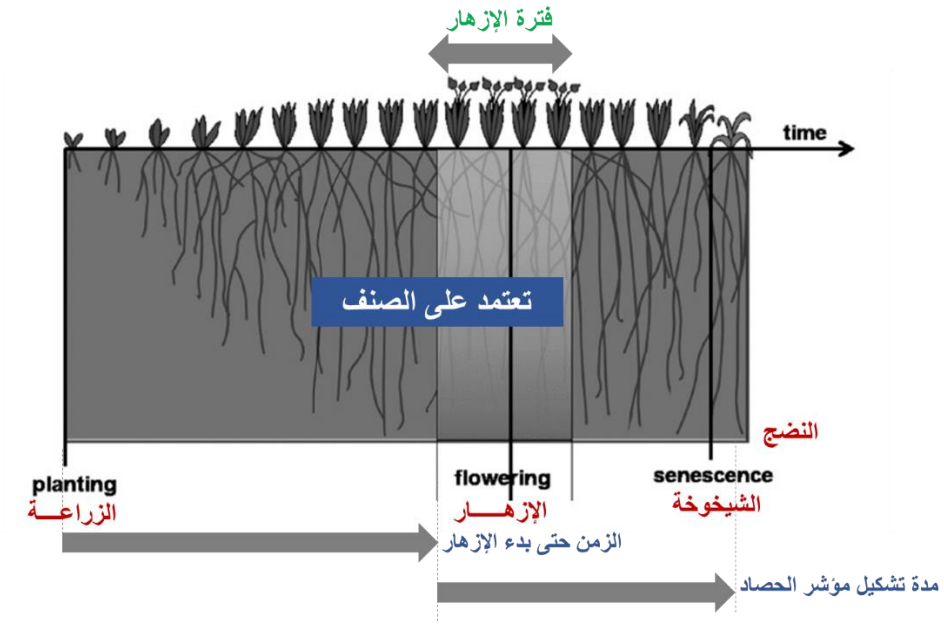
تتأثر محاكاة تطور المحصول في نظام AquaCrop بمجموعةٍ من العوامل، هي:

- الإدارة بتاريخ الزراعة (رطوبة التربة، ...الخ).
- صنف المحصول، وكثافة الغراس.
- درجات حرارة الهواء.
- الإجهاد المائي.
- إجهاد خصوبة التربة.
- إجهاد ملوحة التربة.

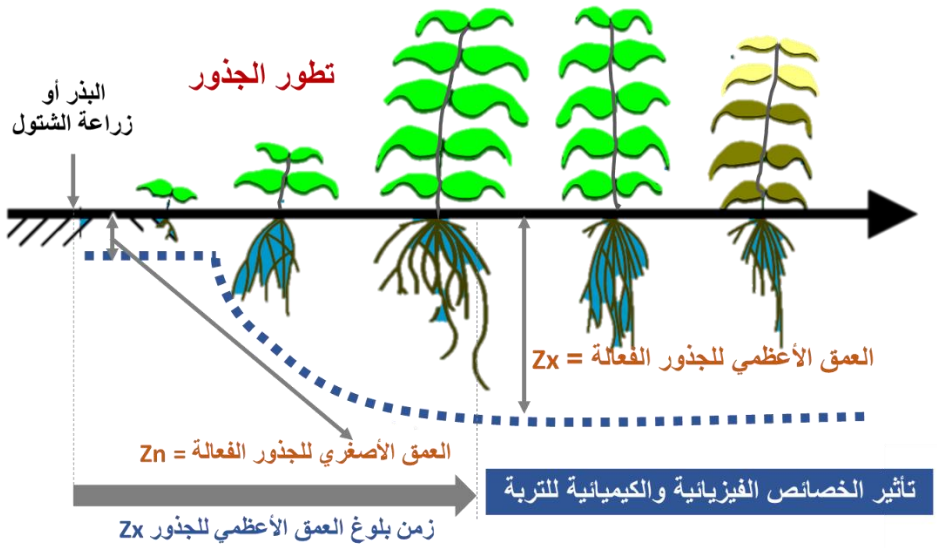
ويوجد أدناه بيان تأثير بعض هذه العوامل.



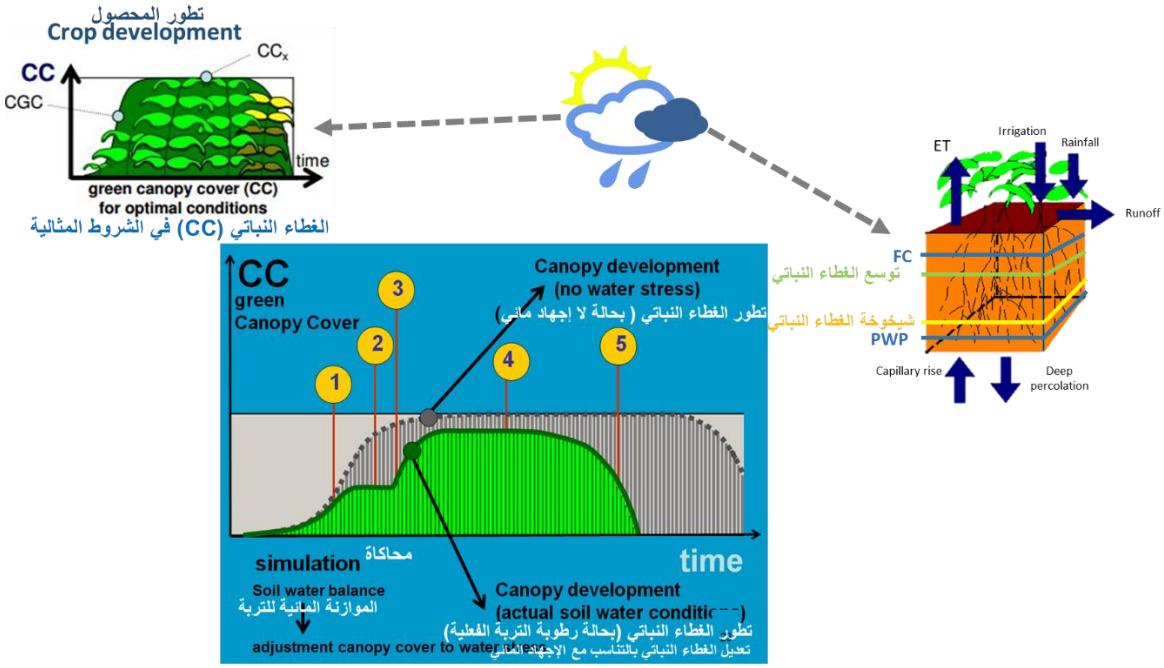
الشكل (13). تأثير كثافة الغراس.



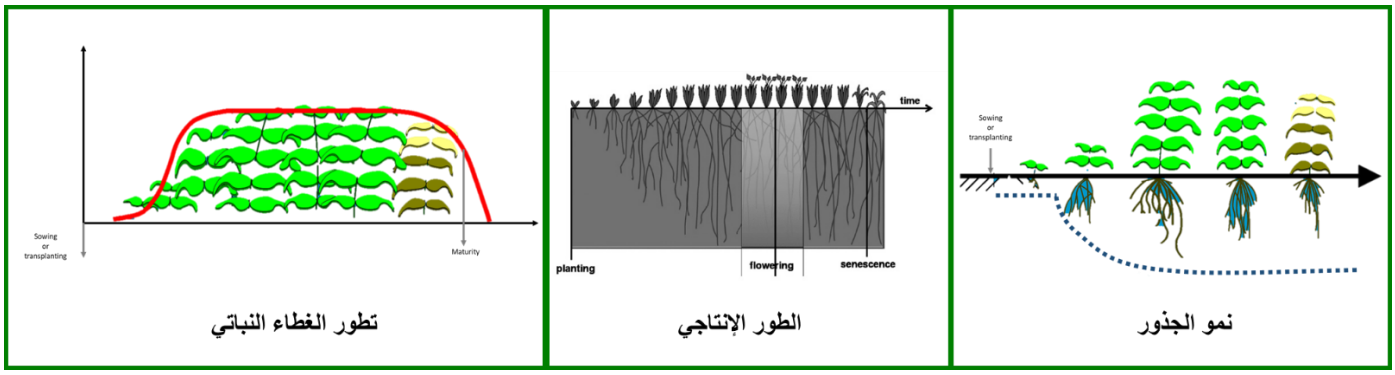
الشكل (14). تأثير صنف المحصول.



الشكل (15). تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.

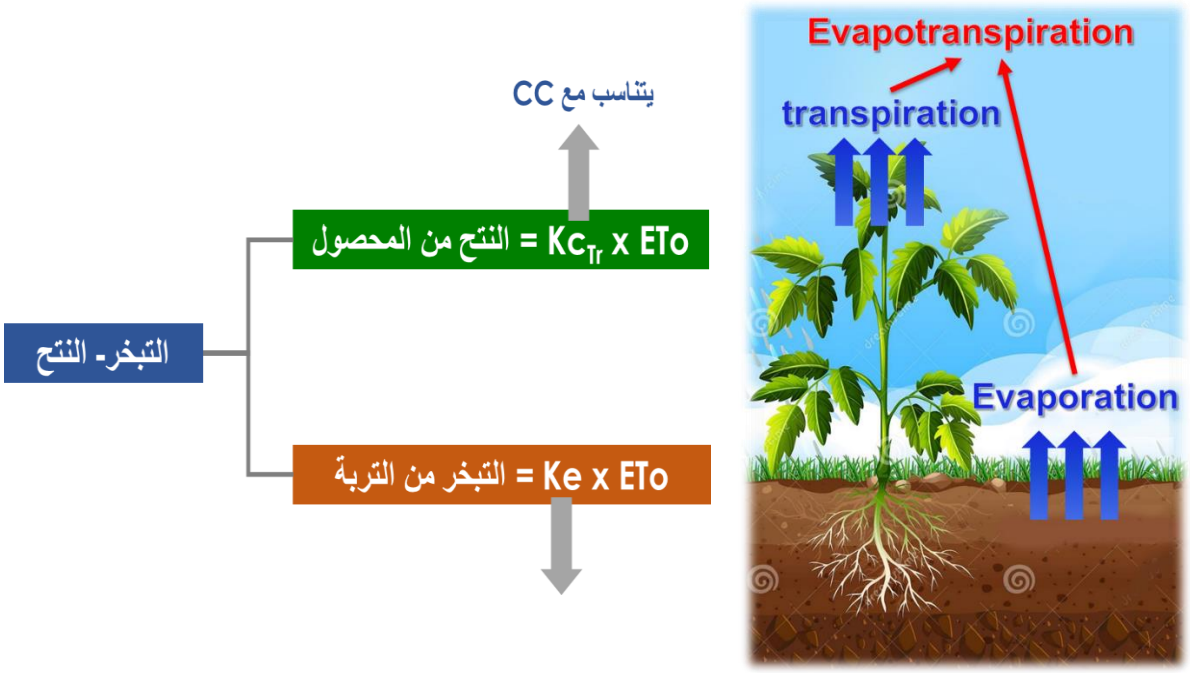


الشكل (16). تأثير الإجهاد الحراري.



الشكل (17). تأثير درجات الحرارة.

النتح من المحصول: هو جزء من عملية التبخر– النتح (الشكل 18).



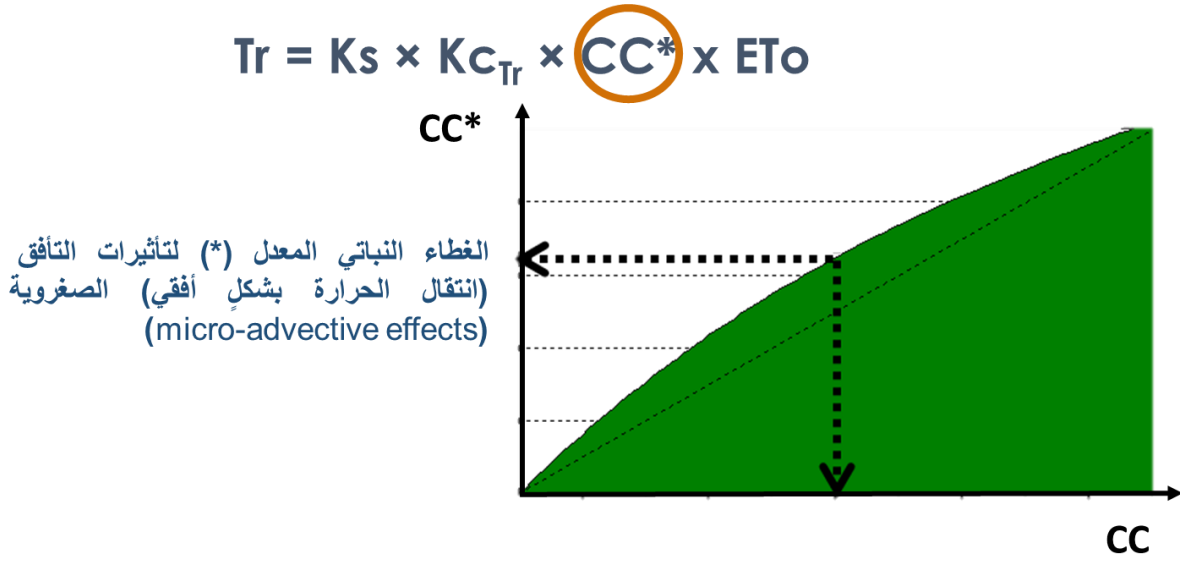
الشكل (18). عملية التبخر-النتح.

وتتأثر محاكاة النتح في نظام AquaCrop بمجموعةٍ من العوامل، هي:

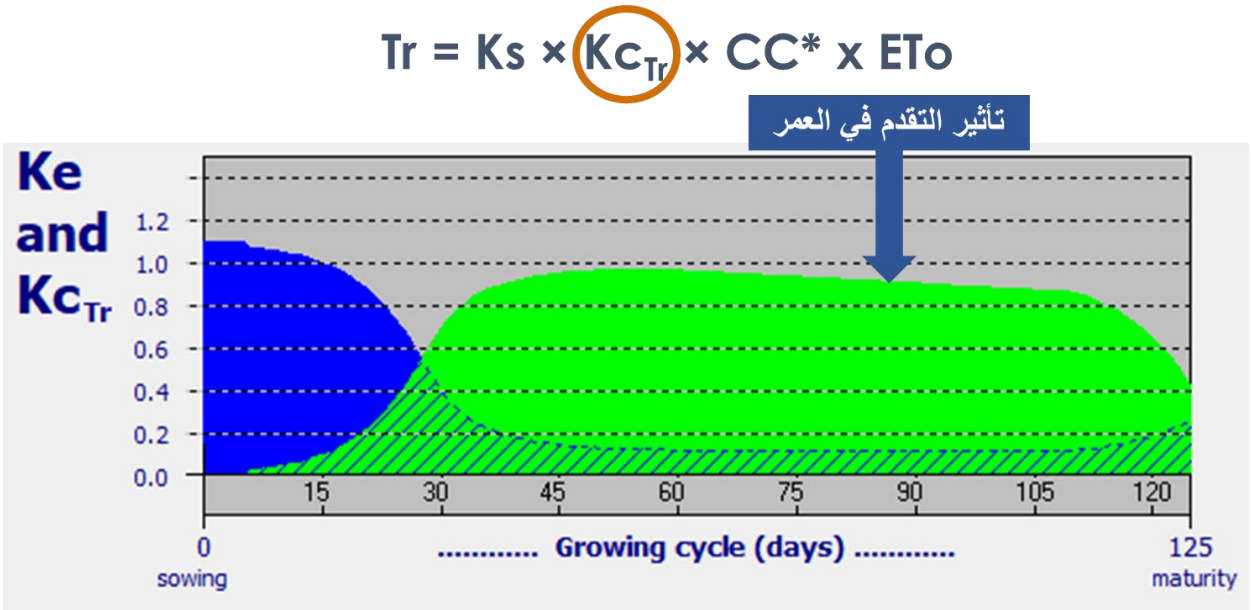
- الطلب التبخري للغلاف الجوي.
- تطور الغطاء النباتي.
- تأثير التأفق الصغروي.

- التقدم في العمر.
- الإجهاد المائي.
- إجهاد ملوحة التربة.

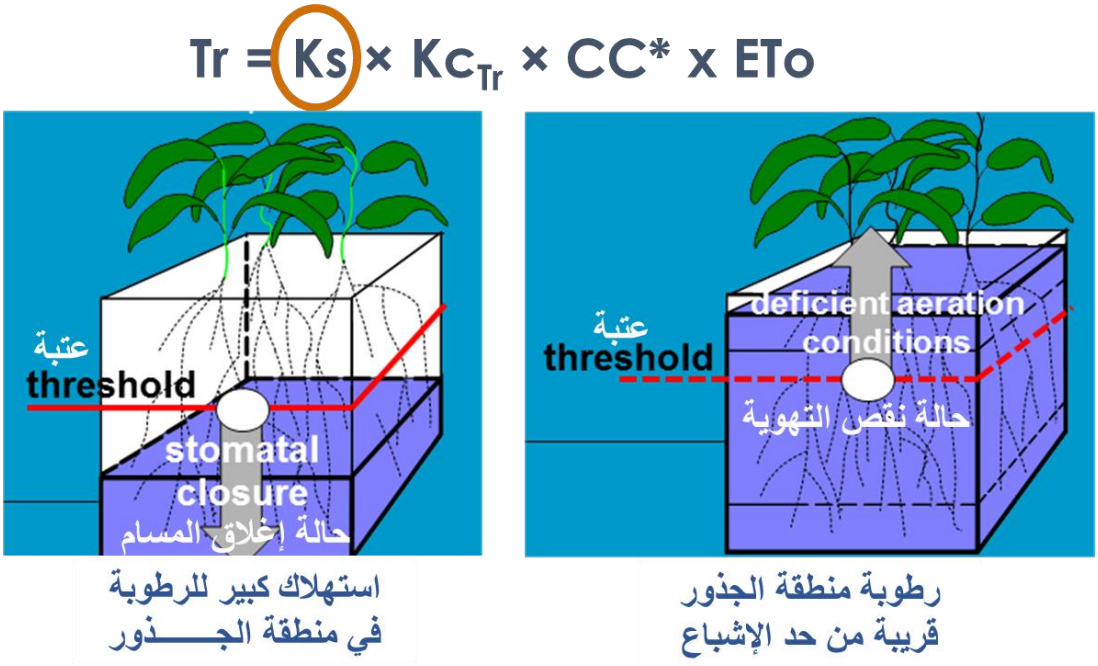
ويوجد أدناه بيان تأثير بعض هذه العوامل.



الشكل (19). تأثير الغطاء النباتي.



الشكل (20). تأثير التقدم في العمر.

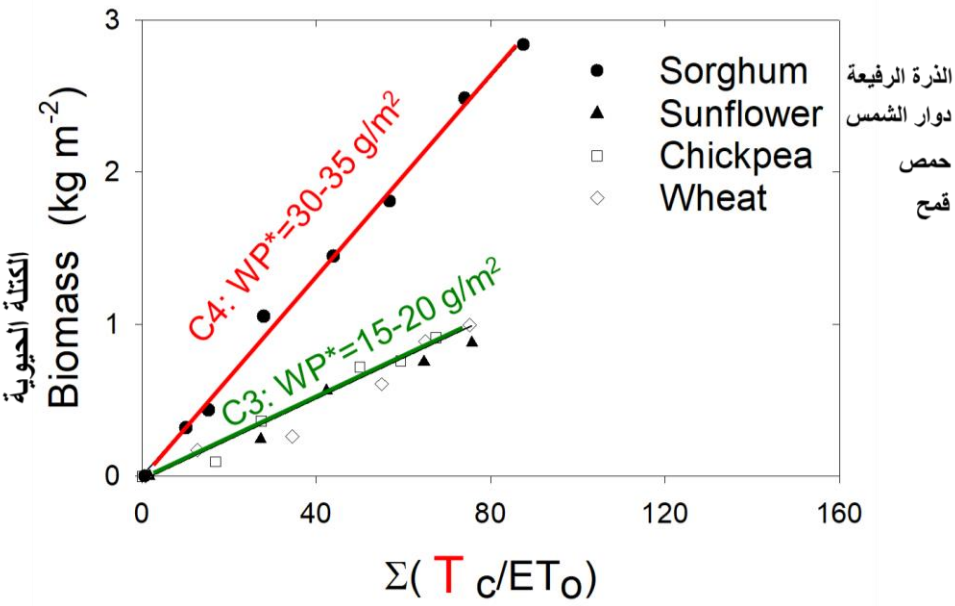


الشكل (21). تأثير الإجهاد المائي.

الكتلة الحيوية (B): تُقدر كما ذُكر أعلاه إما بدلالة النتح والإنتاجية المائية، أو بدلالة الإشعاع الشمسي المعترض، وكفاءة استخدام الإشعاع. ويمكن أن تُعطى بالعلاقة:

$$Biomass = WP^* \times \sum(Tr/ETo)$$

وتتغير قيمتها حسب نوع المحصول (الشكل 22).



الشكل (22). الكتلة الحيوية حسب المحصول.

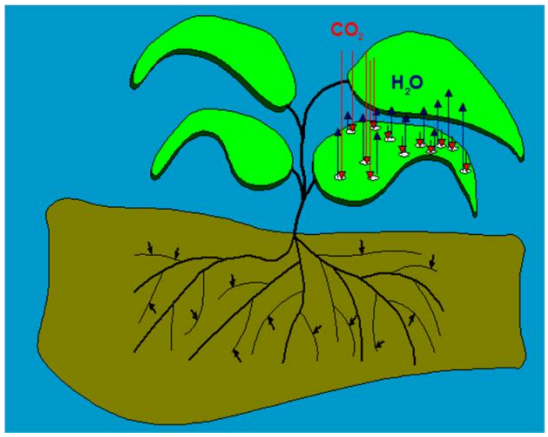
تتأثر محاكاة الكتلة الحيوية في نظام AquaCrop بمجموعةٍ من العوامل، هي:

- الطلب التبخري للغلاف الجوي.
- تركيز CO_2.
- مرحلة النمو، وتشكيل الإنتاج.
- الإجهاد الحراري.
- إجهاد ملوحة التربة.

ويوجد أدناه بيان تأثير بعض هذه العوامل.

$$Biomass = Ksb \times WP^* \times \sum(Tr/ETo)$$

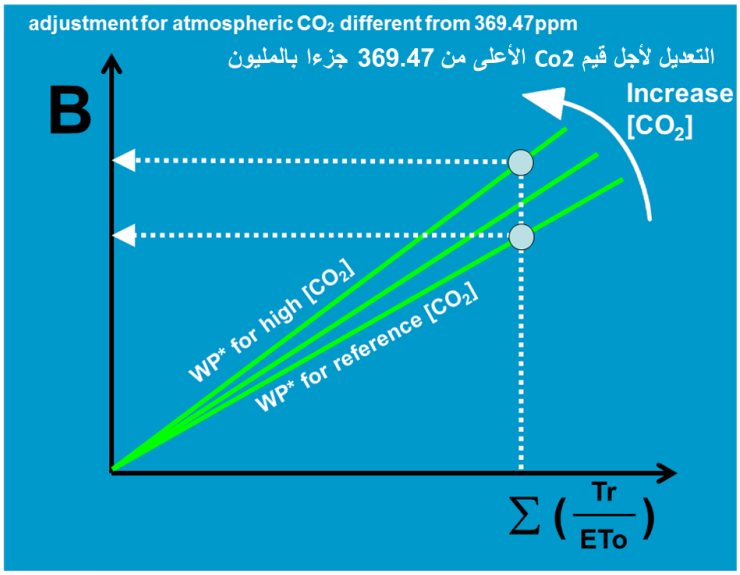
التعديل لأجل المُناخ يستند على الطلب التبخري للغلاف الجوي(ETo)



الشكل (23). تأثير الطلب التبخري للغلاف الجوي.

$$Biomass = Ksb \times WP^* \times \sum(Tr/ETo)$$

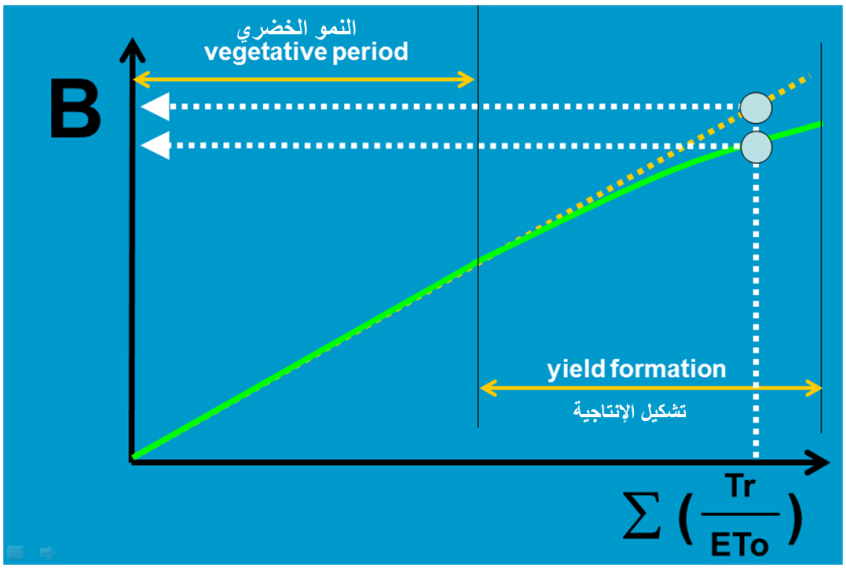
تأثير $[CO_2]$ على إنتاج الكتلة الحيوية



الشكل (24). تأثير تركيز CO2.

$$Biomass = Ksb \times WP^* \times \sum(Tr/ETo)$$

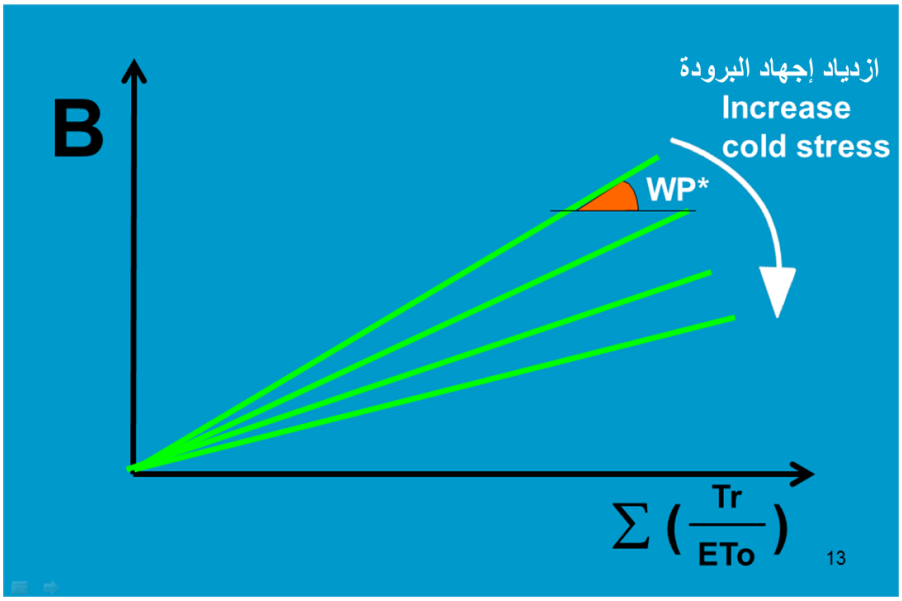
تأثير مرحلة النمو



الشكل (25). تأثير مرحلة النمو، وتشكيل الإنتاج.

$$Biomass = Ksb \times WP^* \times \sum(Tr/ETo)$$

تأثير إجهاد البرودة



الشكل (26). تأثير الإجهاد الحراري.

غلة المحصول (الإنتاجية): تتأثر محاكاة الإنتاجية في نظام AquaCrop بعاملين رئيسيين، هما الإجهاد الحراري، والإجهاد المائي. وتُحسب قيمتها بدلالة العلاقة:

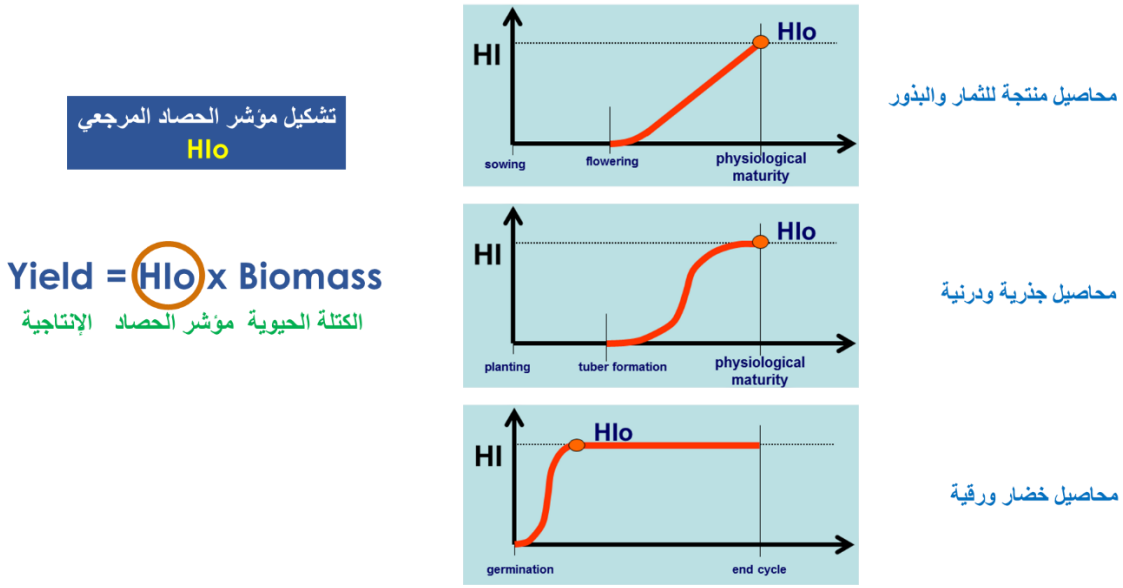
$$WP = B \times HI_0$$

حيث:

B– الكتلة الحيوية.

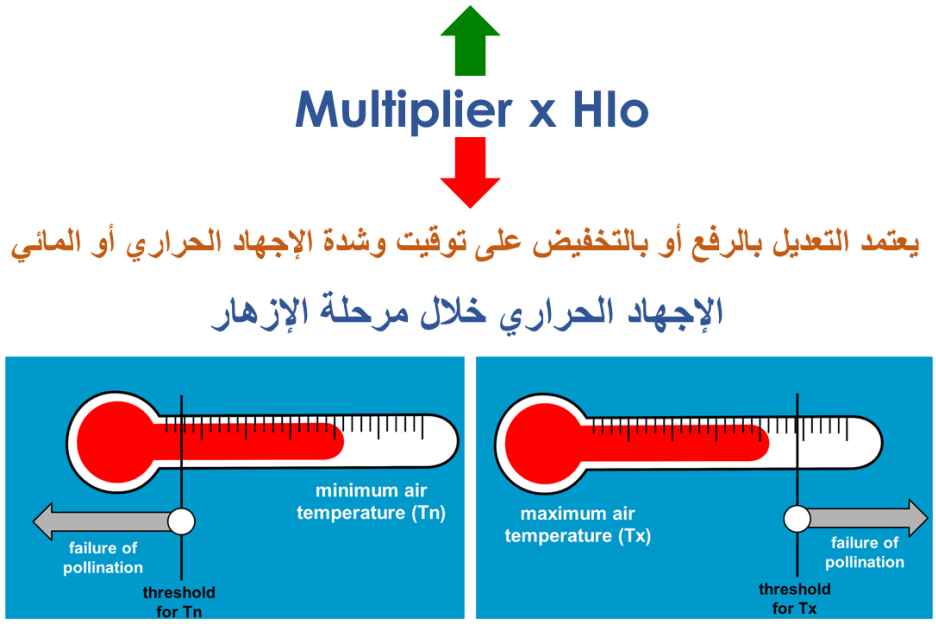
HI_0– مؤشر الحصاد المرجعي.

يتم تشكيل مؤشر الحصاد المرجعي حسب نوع المحصول، فشكله يتغير بتغير النوع (الشكل ...).



الشكل (27). تشكيل مؤشر الحصاد المرجعي حسب نوع المحصول.

ويعتمد تعديل المؤشر (رفعاً أو تخفيضاً)، على توقيت وشدة الإجهاد الحراري أو المائي المؤثر في المحصول (الشكل 28).



ثانياً -إدارة الري Irrigation management في برنامج AquaCrop.

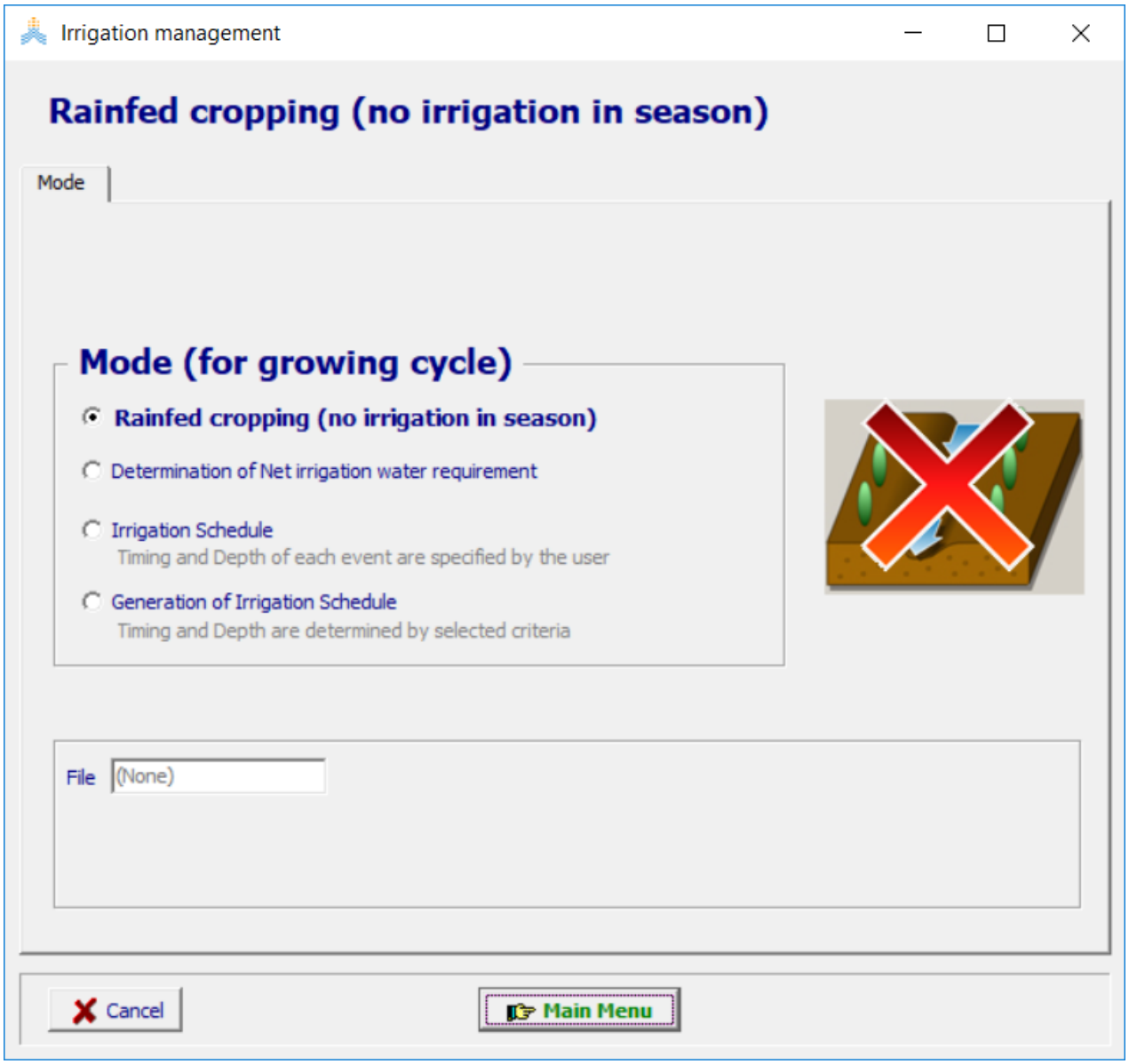
يتيح برنامج AquaCrop أربع خيارات متاحة في واجهة إدارة الري Irrigation management:

1- حالة المحاصيل المطرية rainfed cropping (لا يوجد ري في الموسم) وهو الإعداد الافتراضي.

2- حالة تحديد احتياج الري الصافي Determination of Net irrigation water requirement

3- حالة ادخال جدول الري Irrigation Schedule محدد مسبقاً.

4- حالة إعداد جدول ري Generation of Irrigation Schedule عن طريق تحديد معيار لتوقيت الري time ولكمية الري irrigation depth.


Irrigation management
Rainfed cropping (no irrigation in season)
Mode
Mode (for growing cycle)
Rainfed cropping (no irrigation in season)
Determination of Net irrigation water requirement
Irrigation Schedule
Timing and Depth of each event are specified by the user
Generation of Irrigation Schedule
Timing and Depth are determined by selected criteria
File
(None)
Cancel
Main Menu

ثالثاً- حالة الري المطري (rainfed irrigation):

الزراعة البعلية أو الزراعة المطرية (Rainfed cropping) هي الزراعة التي تعتمد على مياه الأمطار بشكل أساسي، وذلك لتزويد المحاصيل باحتياجاتها المائية، بعكس الزراعة المروية التي تعتمد على المياه الجوفية، أو مياه الأنهار والمسطحات المائية لري المزروعات.

ينتشر هذ النوع من الزّراعة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، حيث تعتمد هذه المنطقة على مياه الأمطار في ري المحاصيل في فصل الشتاء. بينما تعتمد على ري المزروعات في فصل الصيف، وذلك من خلال المياه السطحية والجوفية. وتُعاير محاصيل القمح والشعير والذرة والدخن من أشهر المحاصيل التي تُستخدم بها الزراعة المطرية.

يكون الخيار الافتراضي في برنامج AquaCrop لإدارة الري هو زراعة بعلية (مطرية) Rainfed cropping ولا يحتاج المستخدم عند انشاء مشروع لمحاكاة انتاجية محصول بعلي إلى إنشاء ملف إدارة ري بل يترك الخيار الافتراضي لإدارة الري.

مثال توضيحي لاعداد وتشغيل مشروع لمحاكاة انتاجية محصول القمح في حالة الزراعة المطرية في تل عمارة في البقاع بلبنان.

المعطيات:

البيانات المناخية: موجودة في الملف العام للمناخ TalAmara. CLI وفي الملفات التي تحتوي البيانات المناخية اليومية (TalAmara.TNX) (TalAmara.ETO)، (TalAmara.PLU).

الجدول يبين البيانات المناخية اليومية للهطول المطري، خلال عشر سنوات (من 2004 حتى 2012)، ومتوسط الهطول المطري السنوي 596 مم.

Year	Observed
2004	689
2005	633
2006	488
2007	532
2008	338
2009	815
2010	479
2011	659
2012	846
2013	478
Avg.	**596**

خصائص المحصول: ملف محصول القمح LebanonWheatGDD.CRO الذي يعتمد تقويم حرارة النمو (GDD)، تاريخ الزراعة هو 1 كانون الاول/Dec.

خصائص التربة: ملف التربة Lebanon.SOL.

شـــروط إدارة الحقل: ملف إدارة الحقل Wheat_Lebanon.MAN حيث خصـــوبة التربة مثالية Optimal 100% ومكافحة الأعشاب الضارة مثالية (الغطاء النسبي للأعشاب الضارة 0 %).

الشروط الابتدائية: الملف talamara_fc.SW0 والذي تكون فيه رطوبة التربة مساوية للسعة الحقلية FC لتربة تل عمارة.

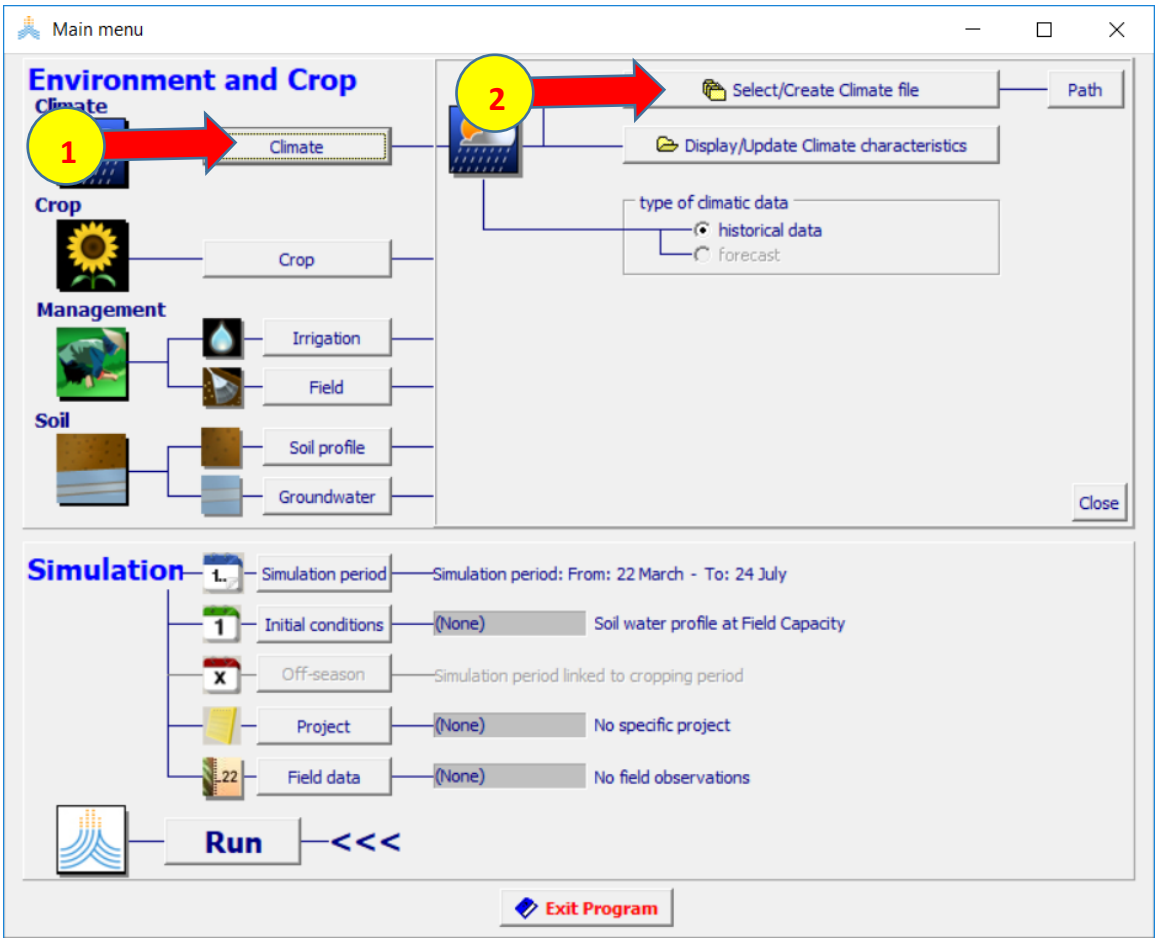
إنشاء مشروع محاكاة إنتاجية محصول القمح البعل (المطري).

اختيار الملف المناخي

في الواجهة main menu:

1- اختر الأمر Climate.

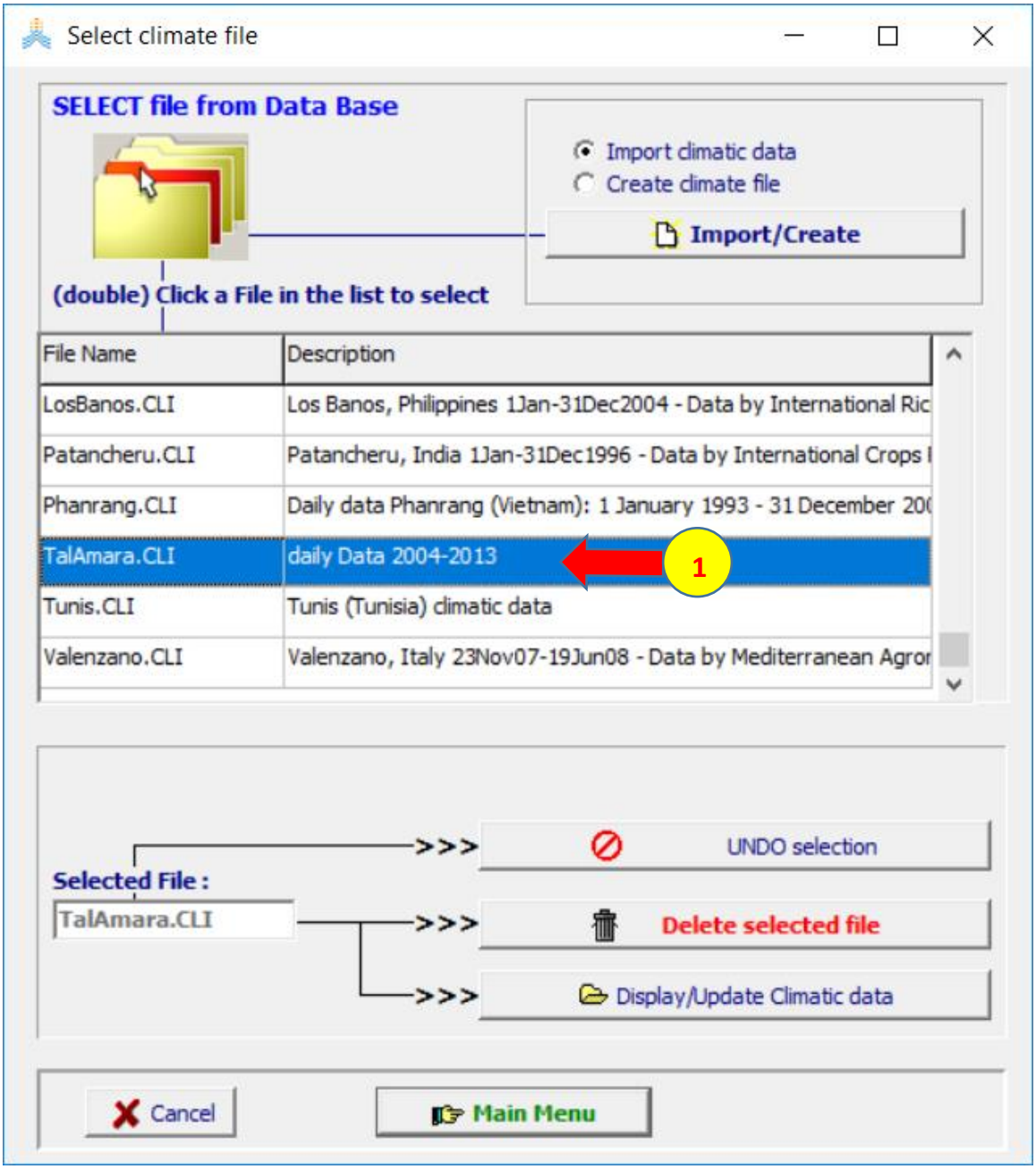
2- اختر الأمر Select/Create Climate file.



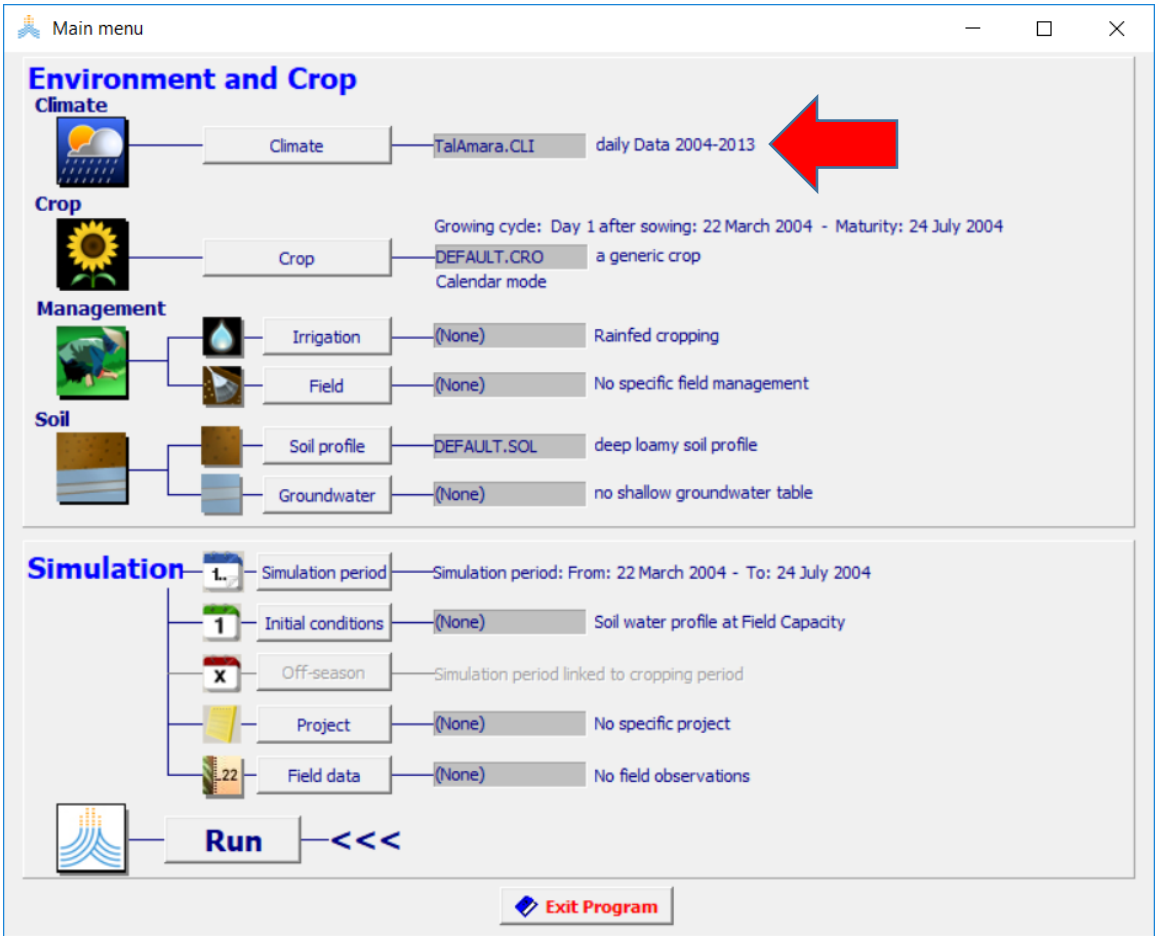
في الواجهة Select climate file:

1- اختر الملف TalAmara.CLI.

2- اختر الأمر Main Menu.



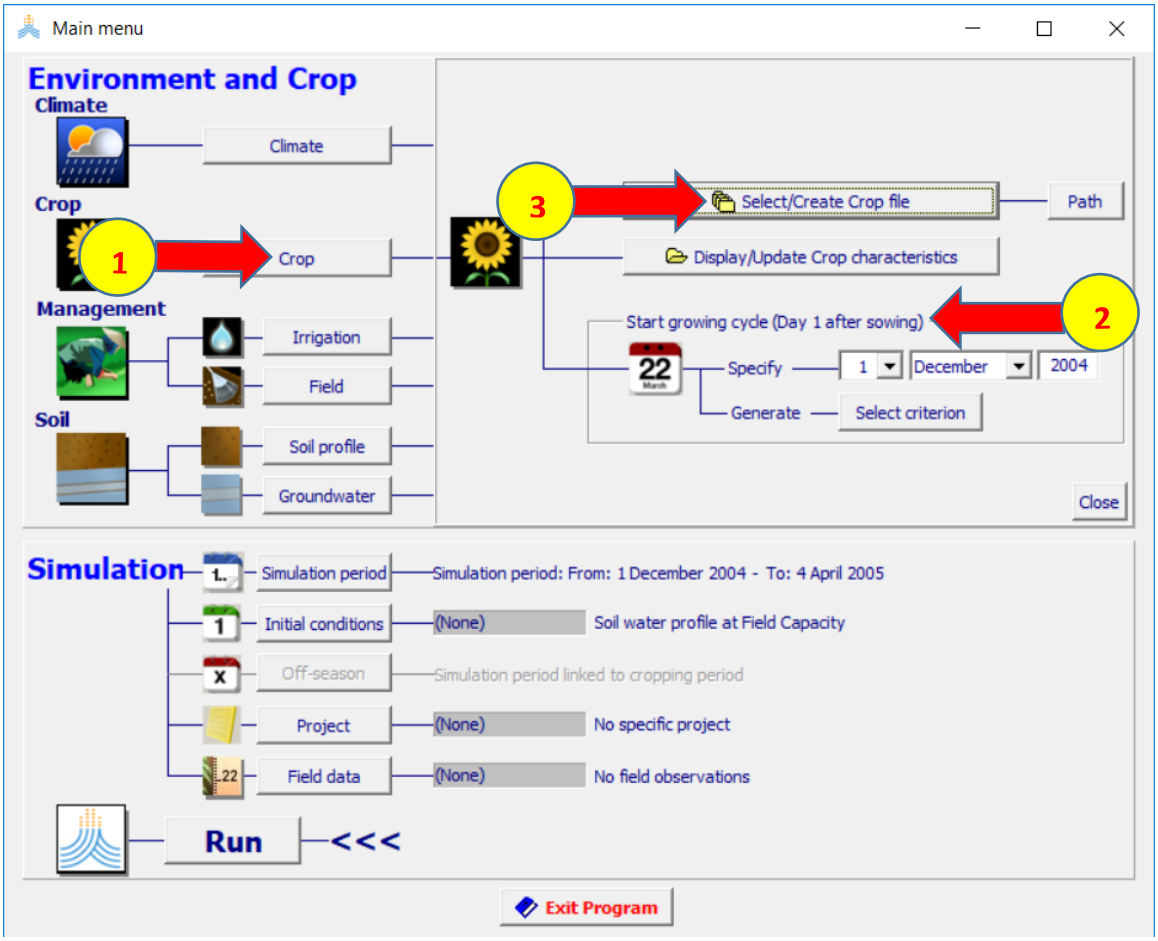
يعود البرنـامج AquaCrop إلى الواجهـة Main menu ويظهر اســم الملف المنـاخي العـام (TalAmara) الذي تم اختياره مع الوصف (daily Data 2004-2013).



اختيار ملف المحصول

في الواجهة Main menu:

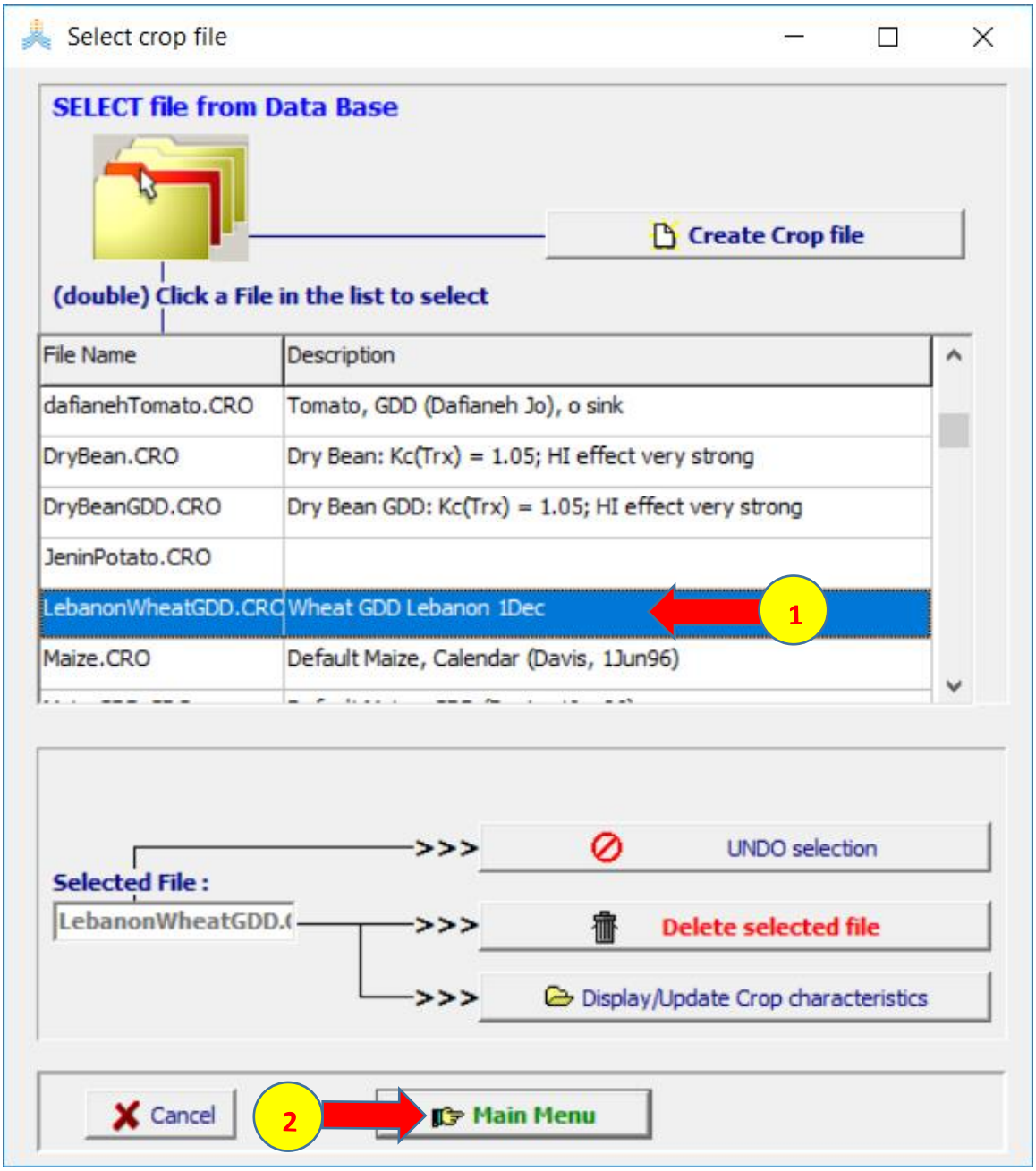
1- اختر الأمرCrop ،
2- حدد Start growing cycle (Day 1 after sowing) بتاريخ 1 Dec 2004
3- اختر الأمر Select/Create Crop file.



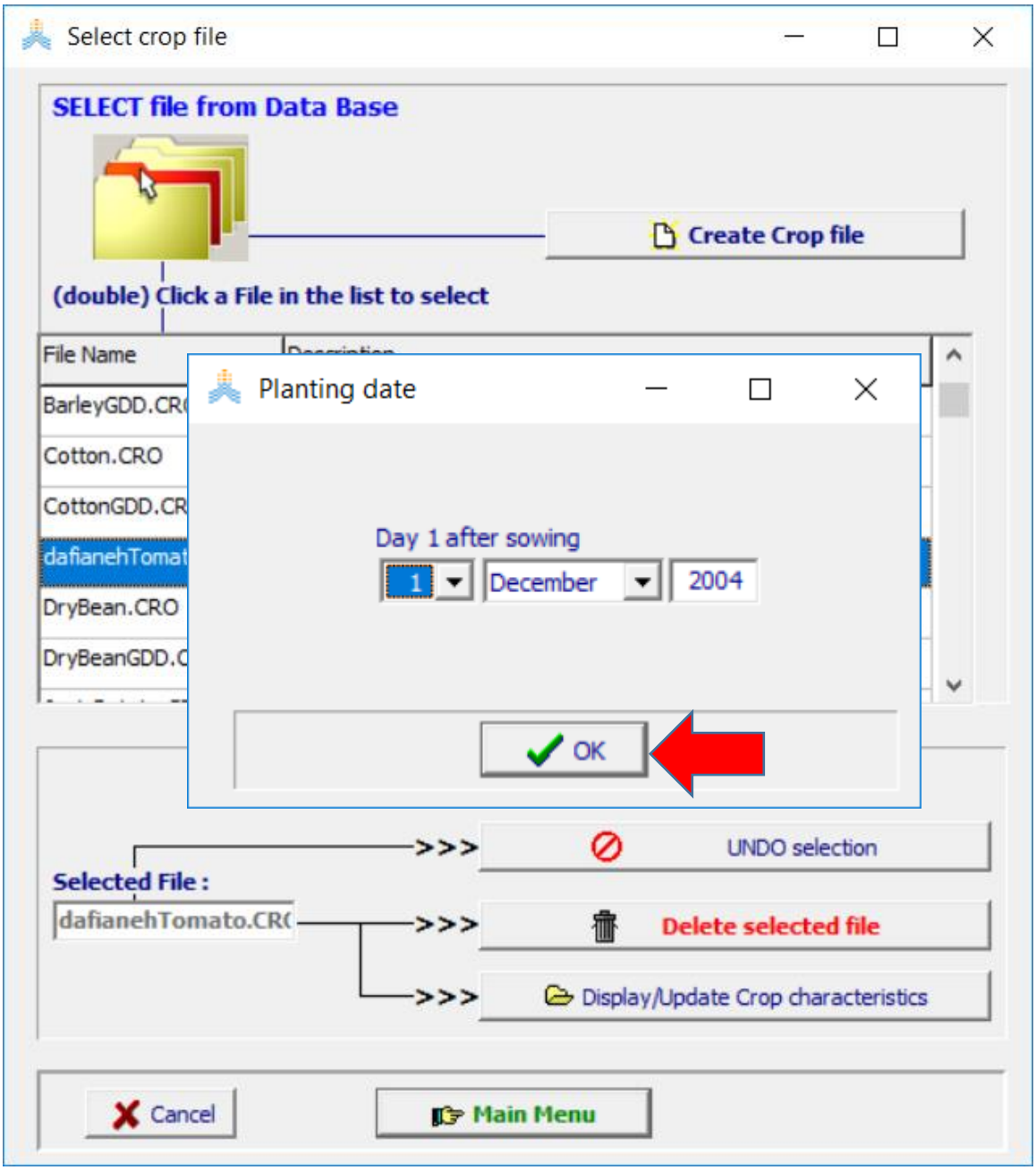
في الواجهة Select crop file:

1- اختر ملف المحصول LebanonWheatGDD.CRO.

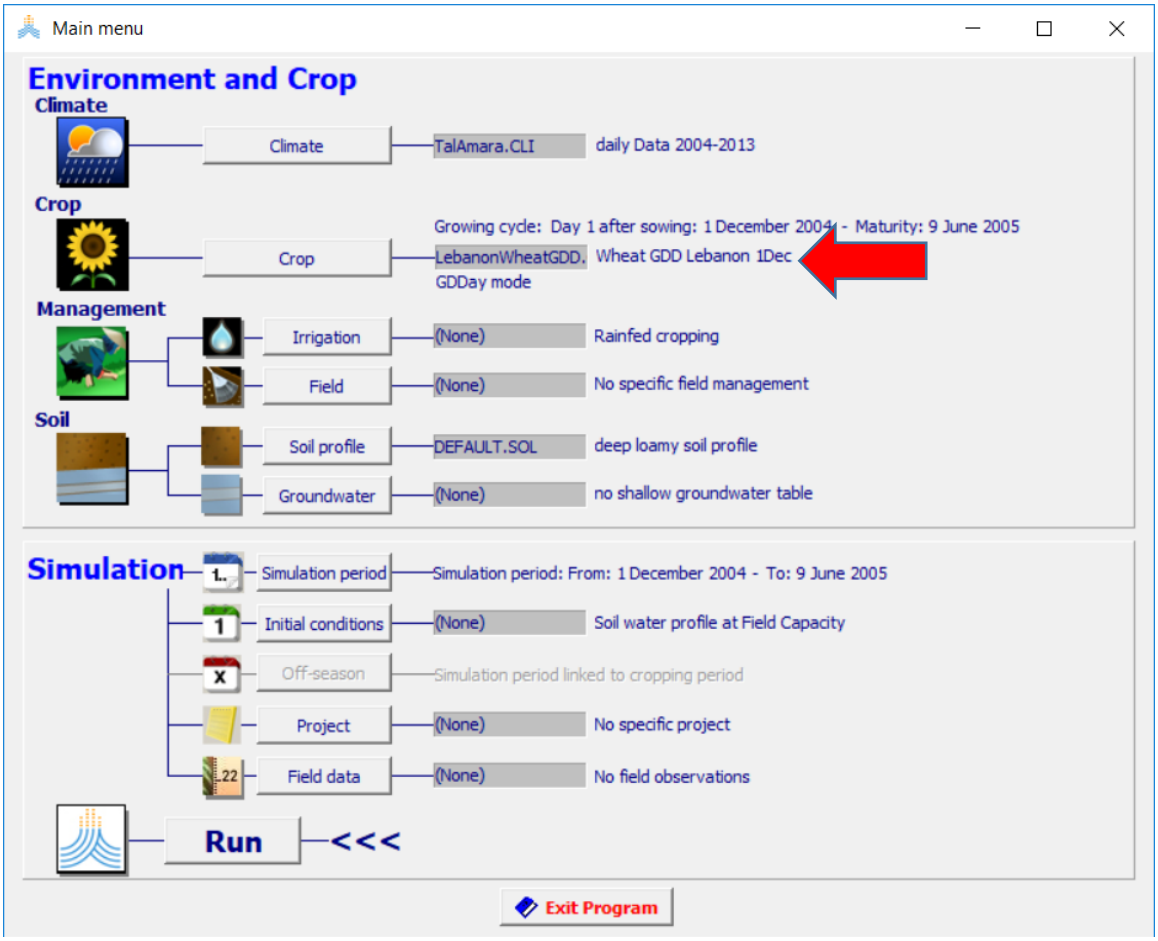
2- اختر الأمر Main Menu.



عند اختيار الأمر Main Menu تظهر نافذة Planting date اختر ok لتأكيد تاريخ الزراعة.



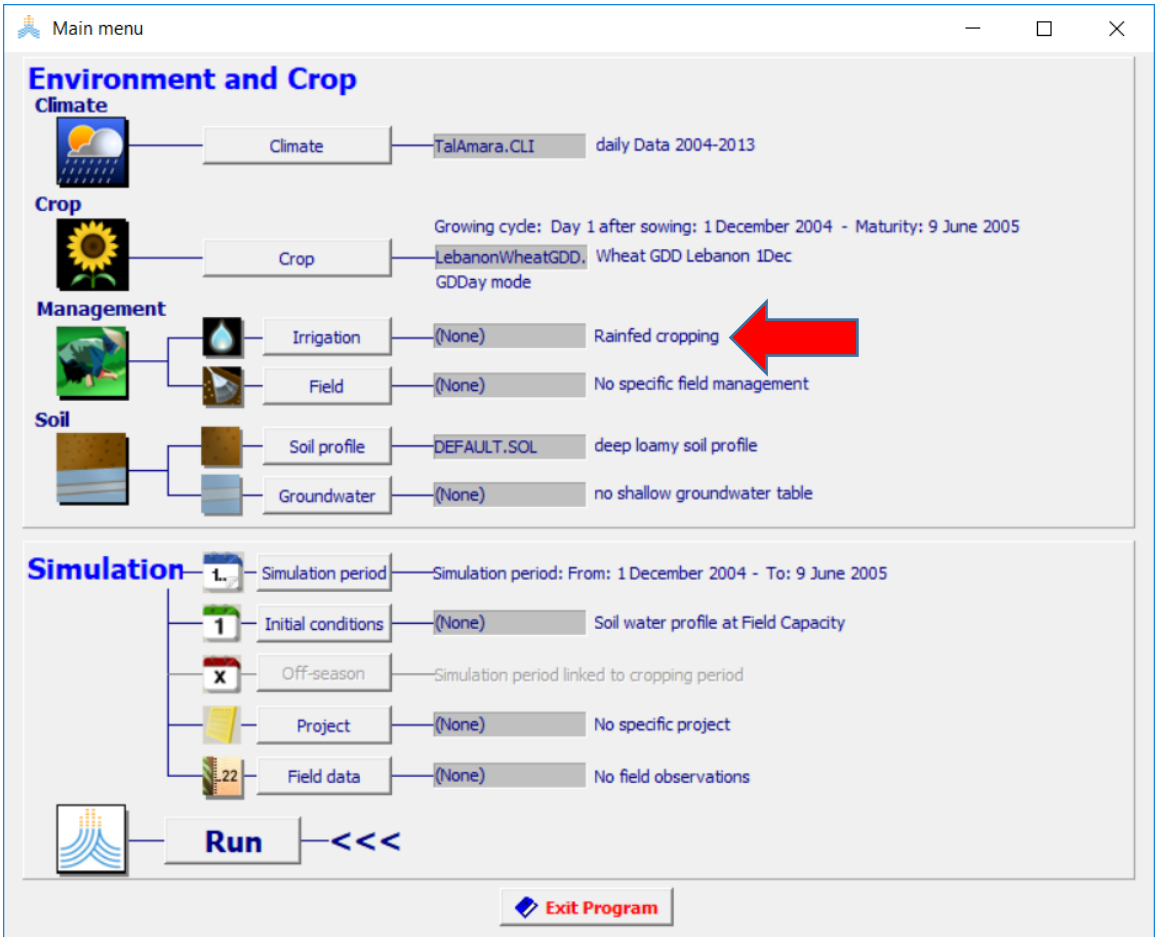
يعود البرنـامج AquaCrop إلى الواجهـة Main menu ويظهر اســم ملف المحصــول (LebanonWheatGDD.CRO) الذي تم اختياره.



إنشاء ملف الري

في الواجهة Main menu:

في الأمر Irrigation نبقي الملف الافتراضي None الذي يفترض عدم وجود ري واعتماد المحصول على الري المطري (زراعة بعلية Rainfed cropping).

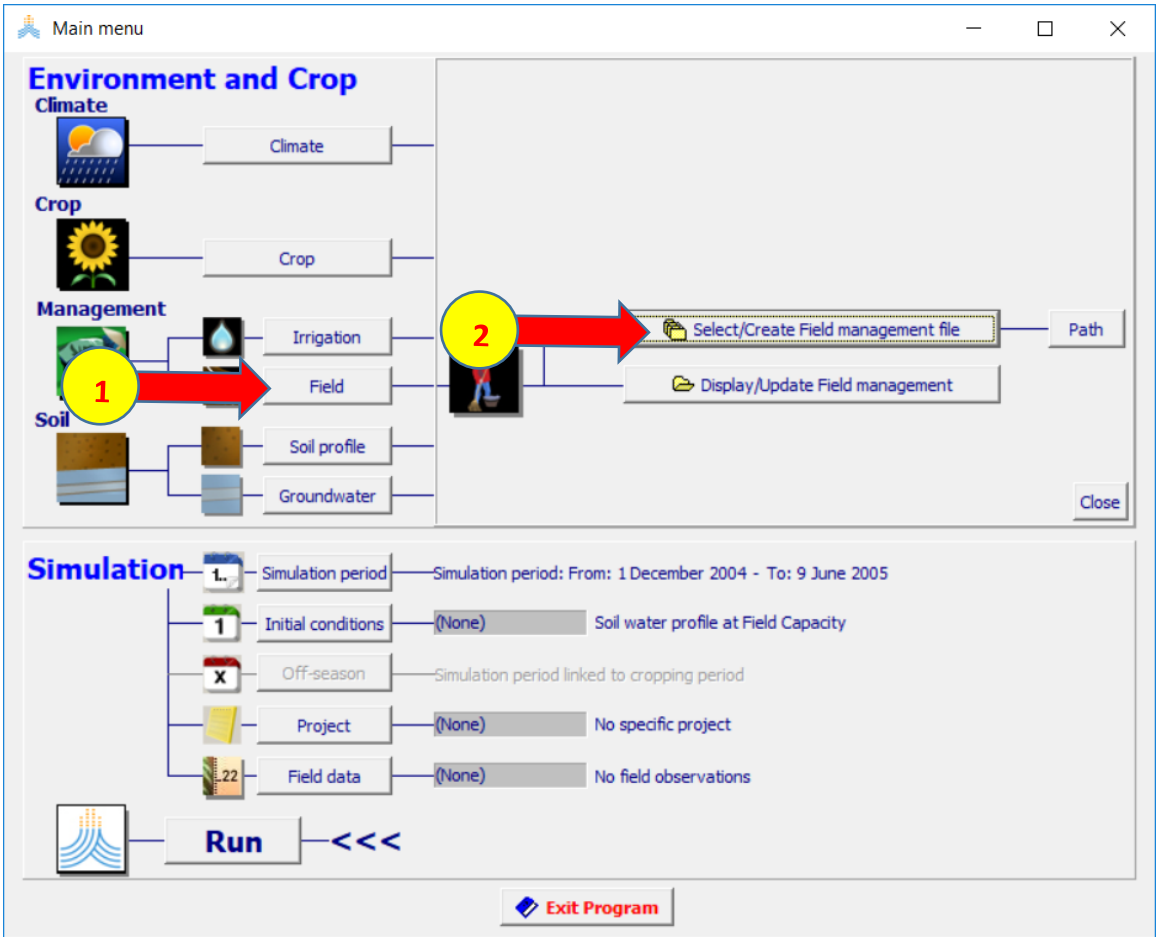


اختيار ملف إدارة الحقل

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Field.

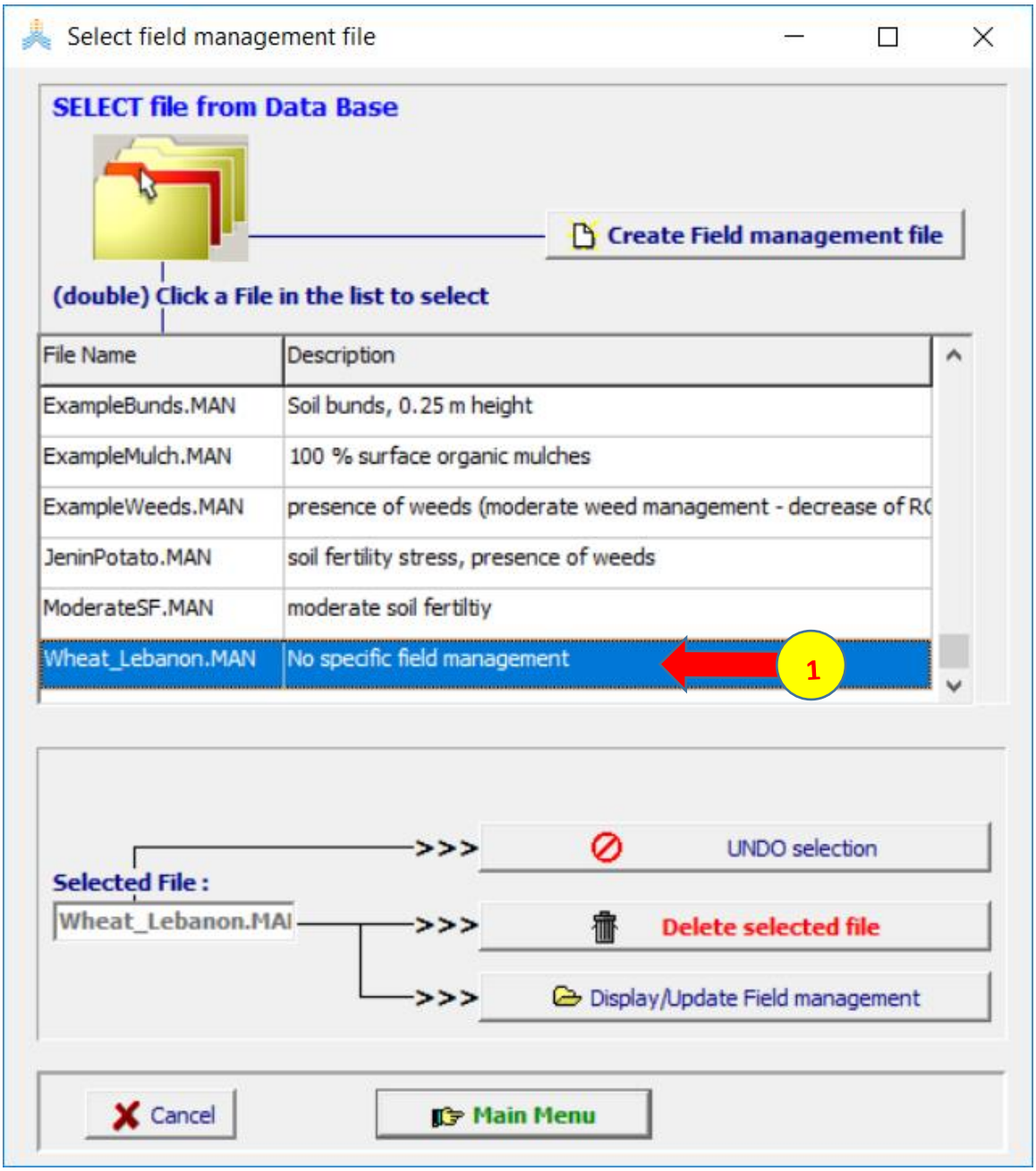
2- اختر الأمر Select/Create Field management file.



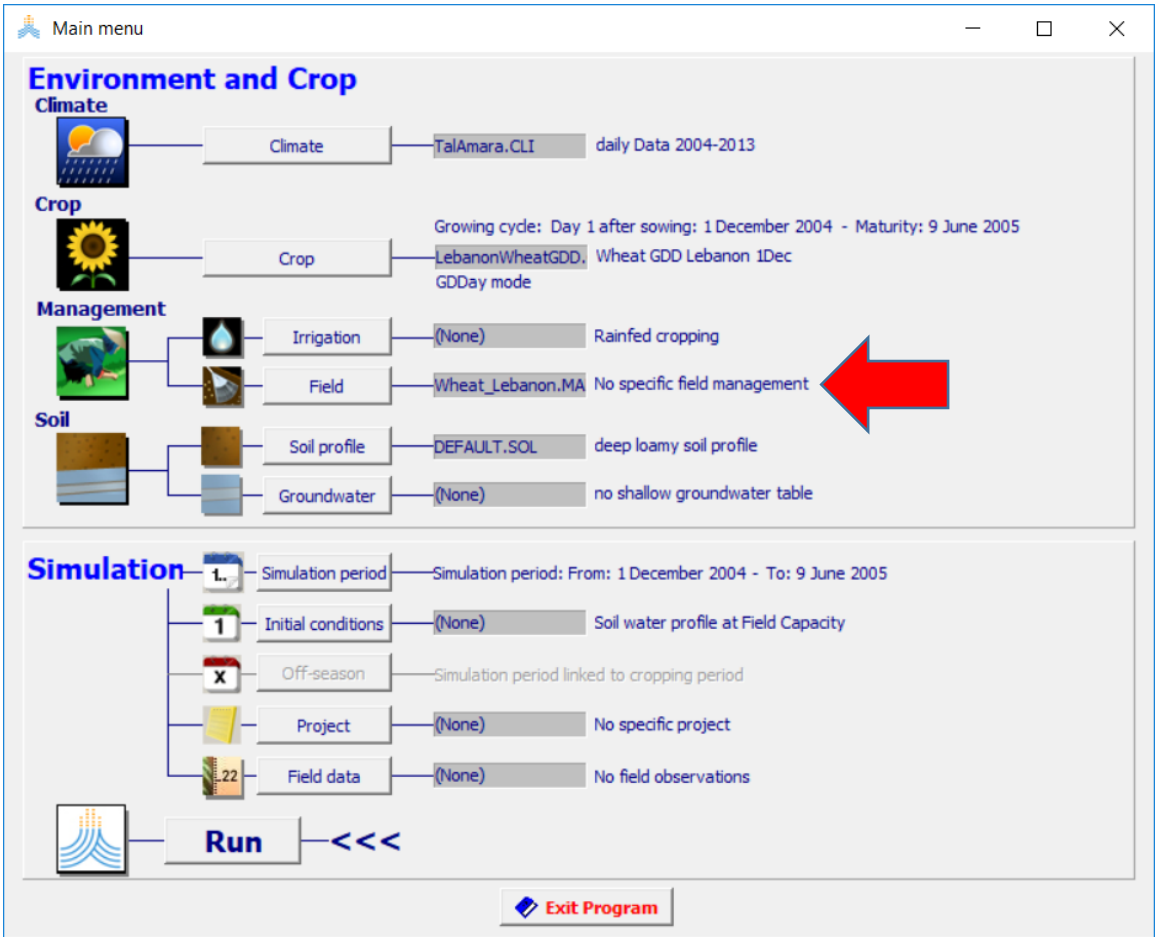
في الواجهة Select Field management file:

1- اختر ملف إدارة الحقل Wheat_Lebanon.MAN.

2- اختر الأمر Main Menu.



يعود البرنـامج AquaCrop إلى الواجهـة Main menu ويظهر اســم ملف إدارة الحقـل (Wheat_Lebanon.MAN) الذي تم اختياره.

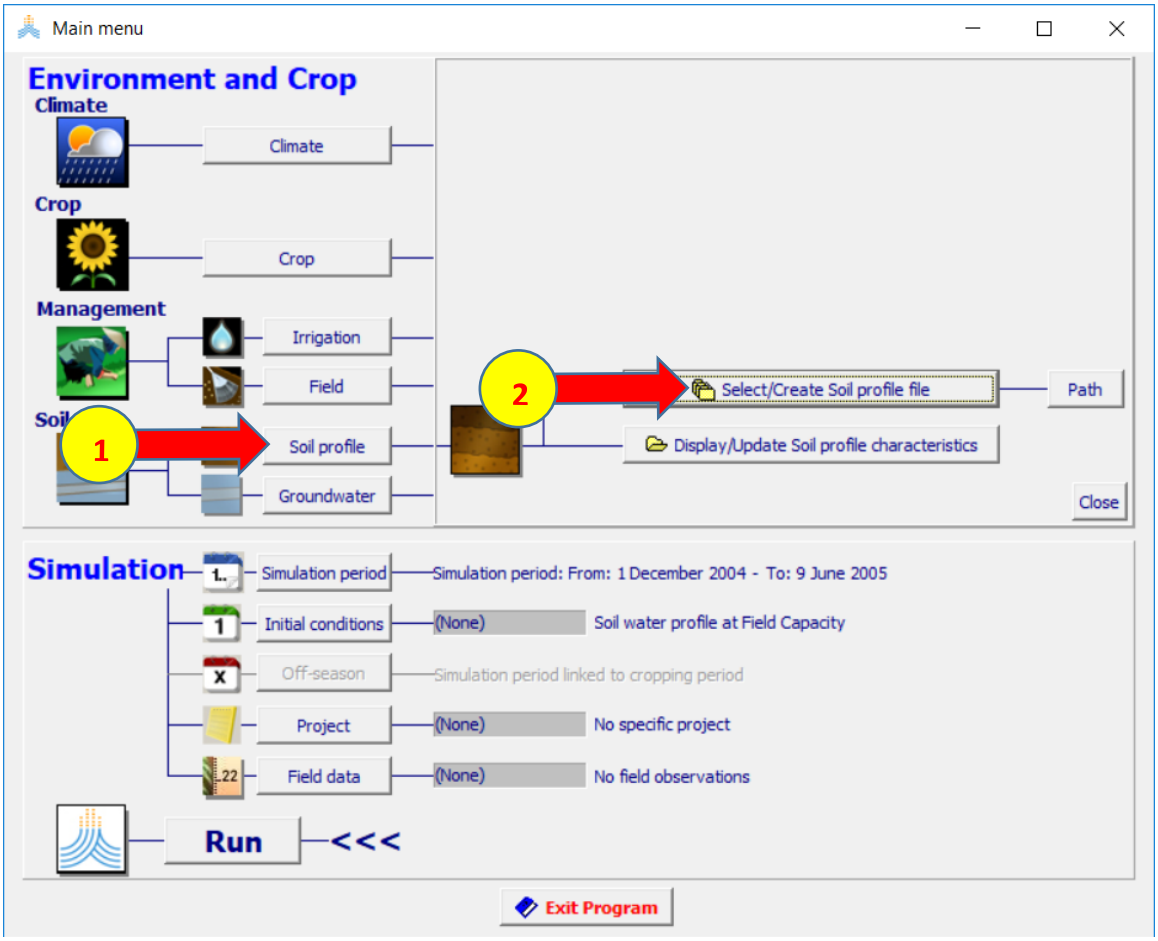


اختيار ملف مقطع التربة

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Soil profile.

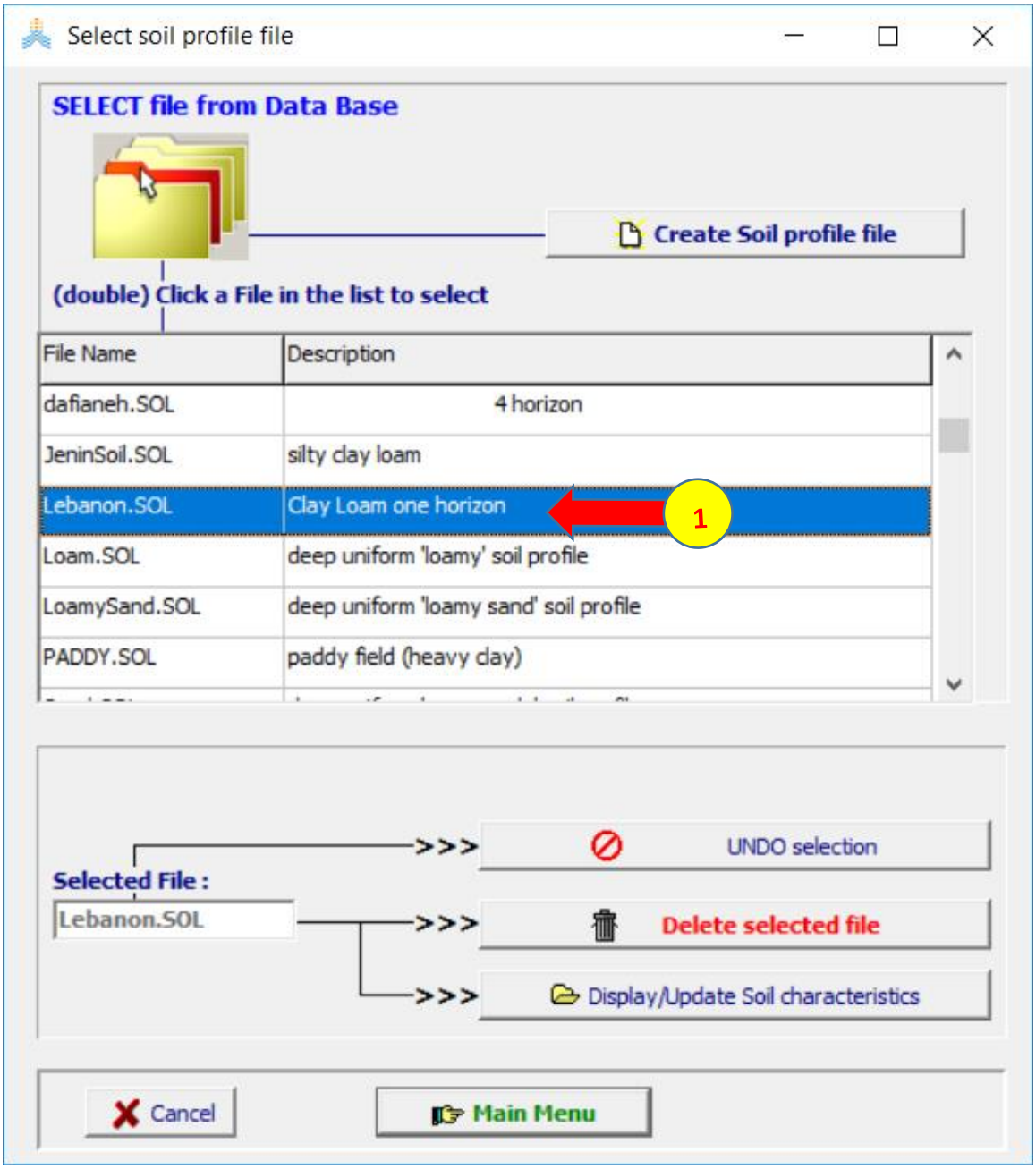
2- اختر الأمر Select/Create Soil profile file.



في الواجهةِ Select soil profile file:

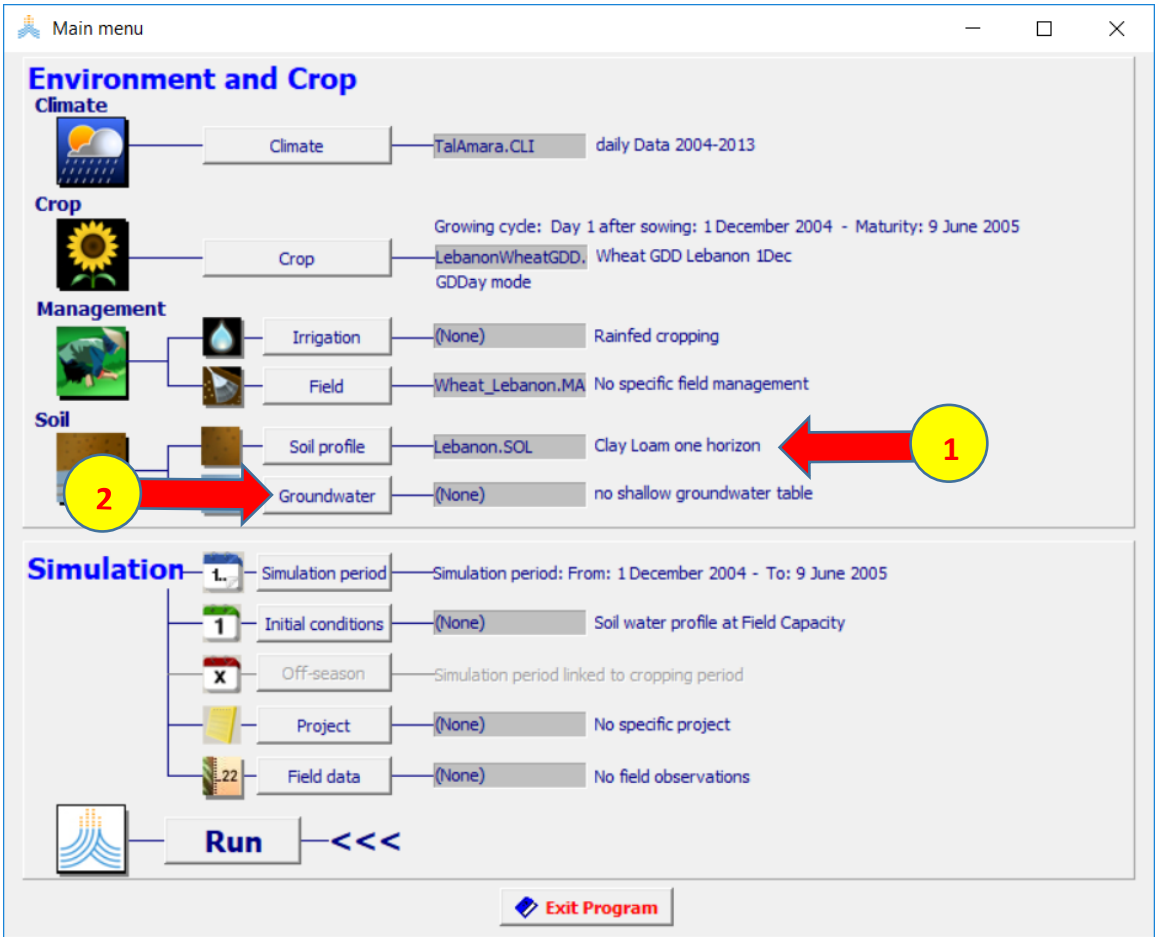
1- اختر ملف مقطع التربة Lebanon.SOL.

2- اختر الأمر Main Menu.



1- يعود البرنـامج AquaCrop إلى الواجهـة Main menu ويظهر اســـم ملف مقطع التربـة (Lebanon.SOL) الذي تم اختياره.

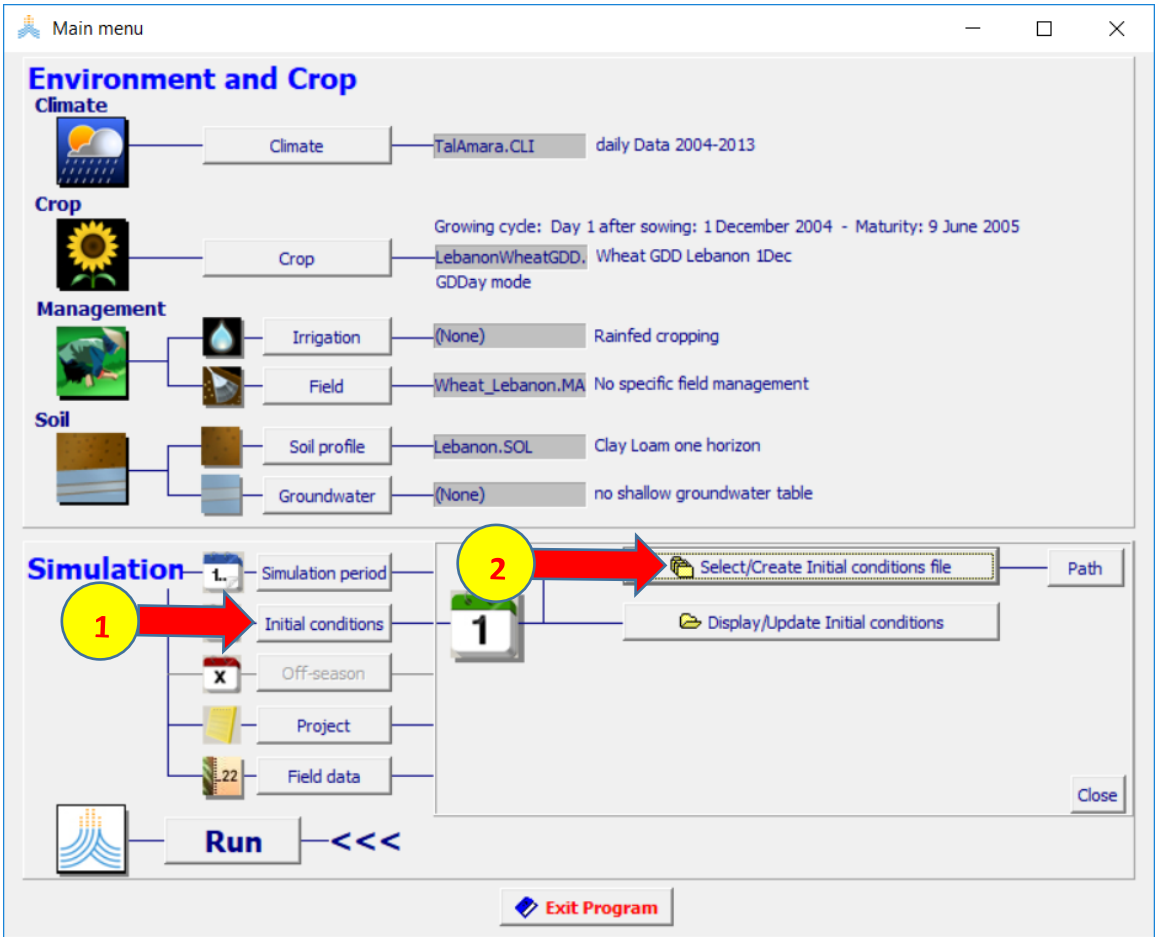
2- بما أن سطح المياه الجوفية في تل عمارة أعمق من 4 أمتار عن سطح الأرض لا يوجد مياه تصعد إلى منطقة الجذور بالصـعود الشـعري capillary rise ونبقي الملف الافتراضـي None الذي يفترض أن سطح المياه الجوفية عميق ولا يؤثر على رطوبة التربة في منطقة الجذور.



اختيار ملف الشروط الابتدائية

في الواجهة Main menu:

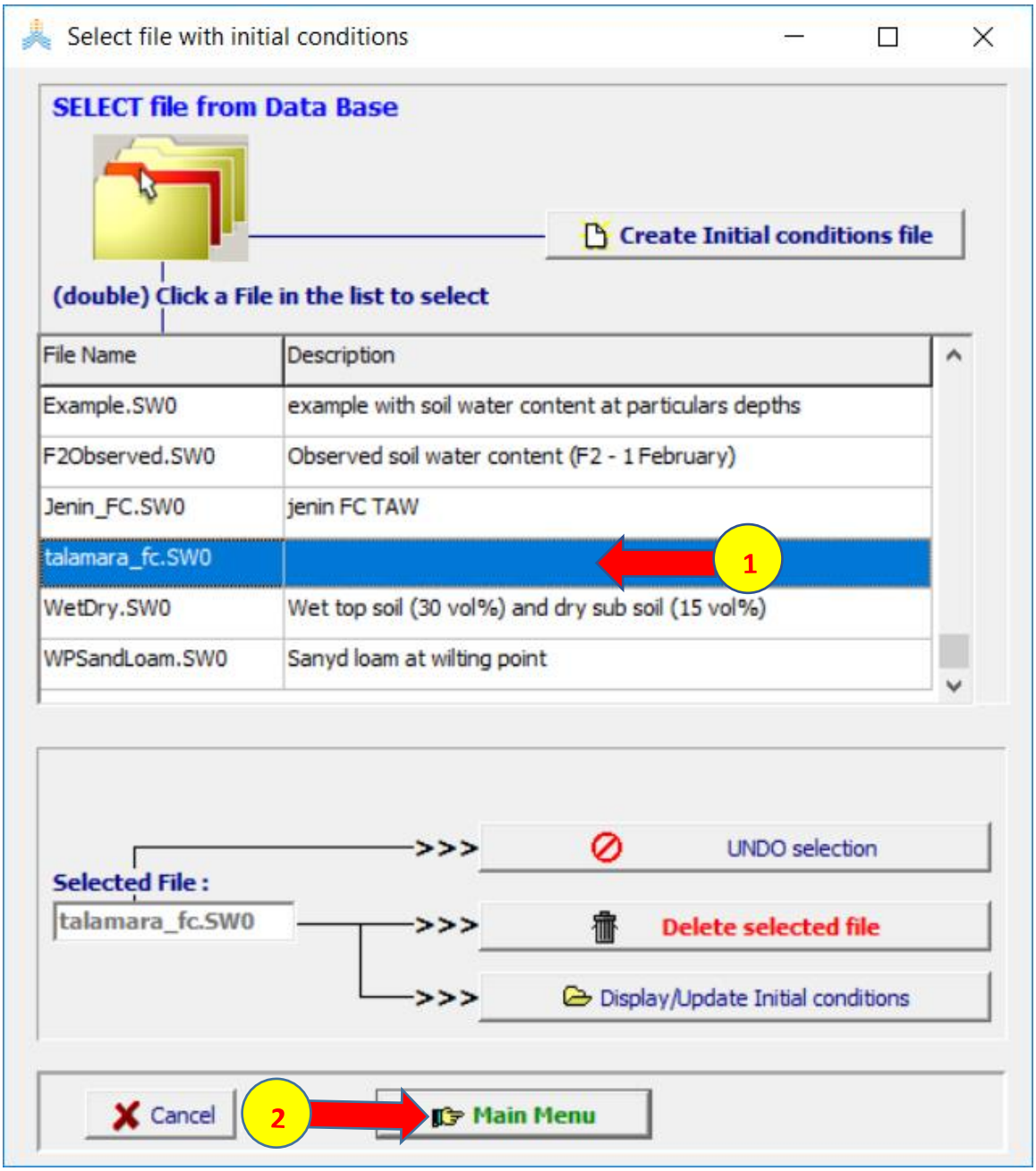
1- اختر الأمر **Initial conditions**.
2- اختر الأمر **Select/Create Initial condition file**.



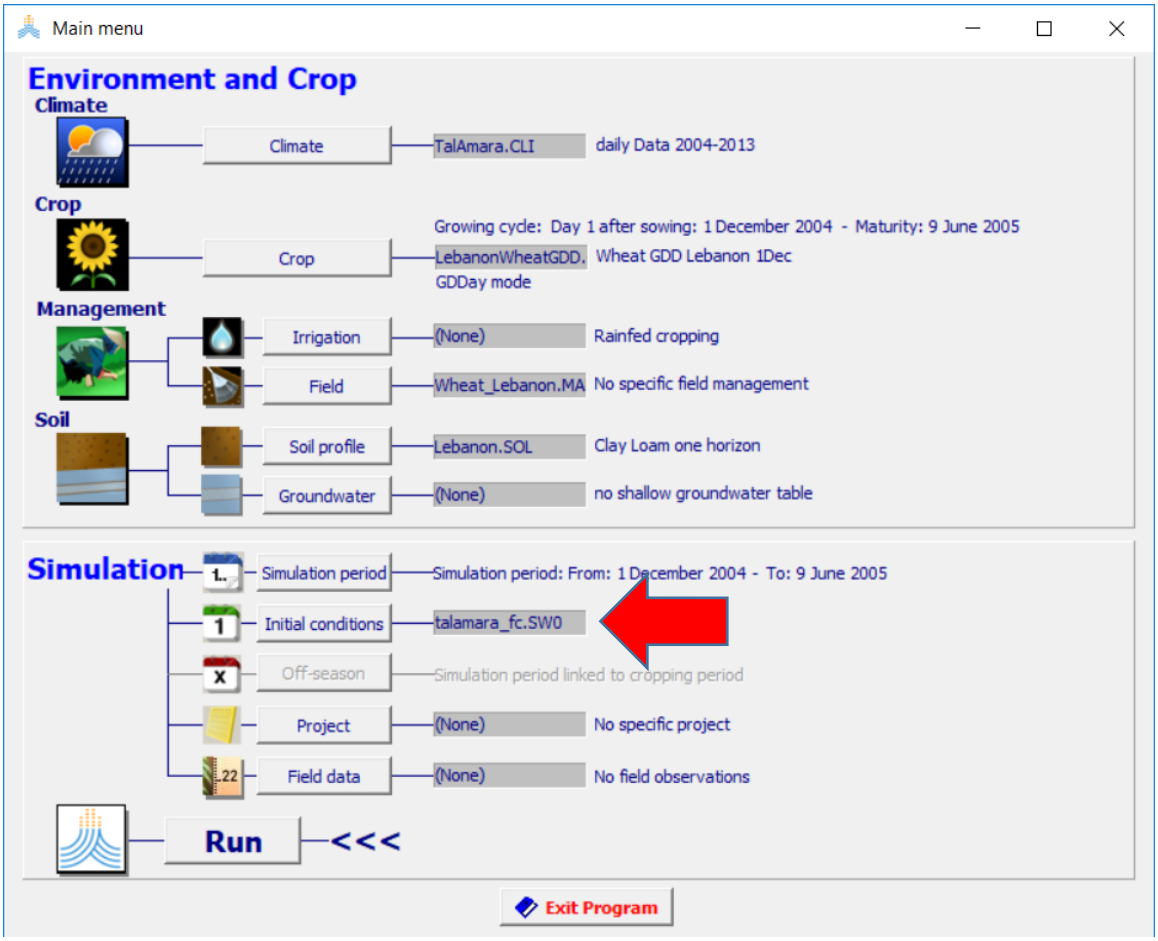
في الواجهة Select file with initial condition:

1- اختر الملف talamara_fc.SW0

2- اختر الأمر Main Menu



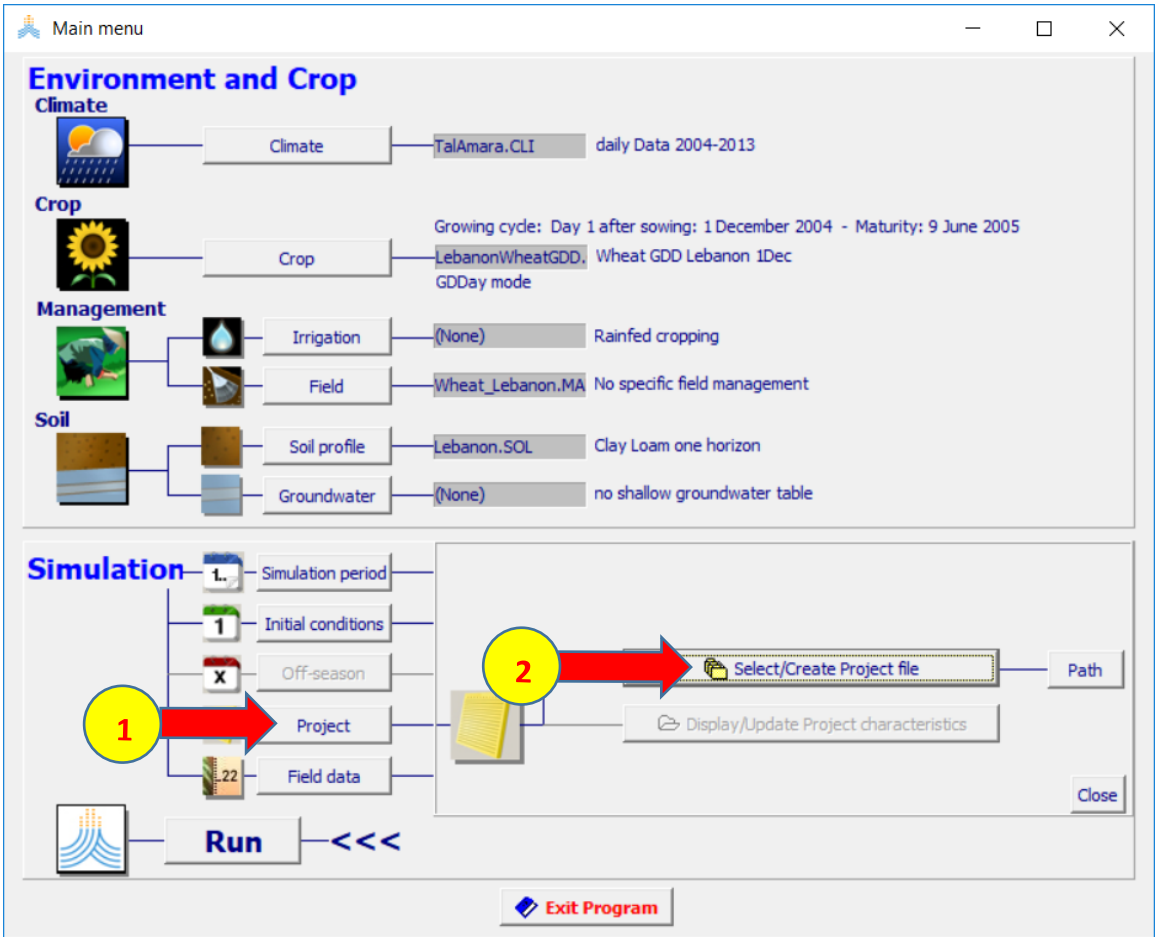
يعود البرنـامج AquaCrop إلى الواجهـة Main menu ويظـهر اســم ملف الشــروط الابتدائية (talamara_fc.SW0)الذي تم اختياره.



إنشاء مشروع لمحاكاة إنتاجية القمح في حالة الري المطري

في الواجهة Main menu:

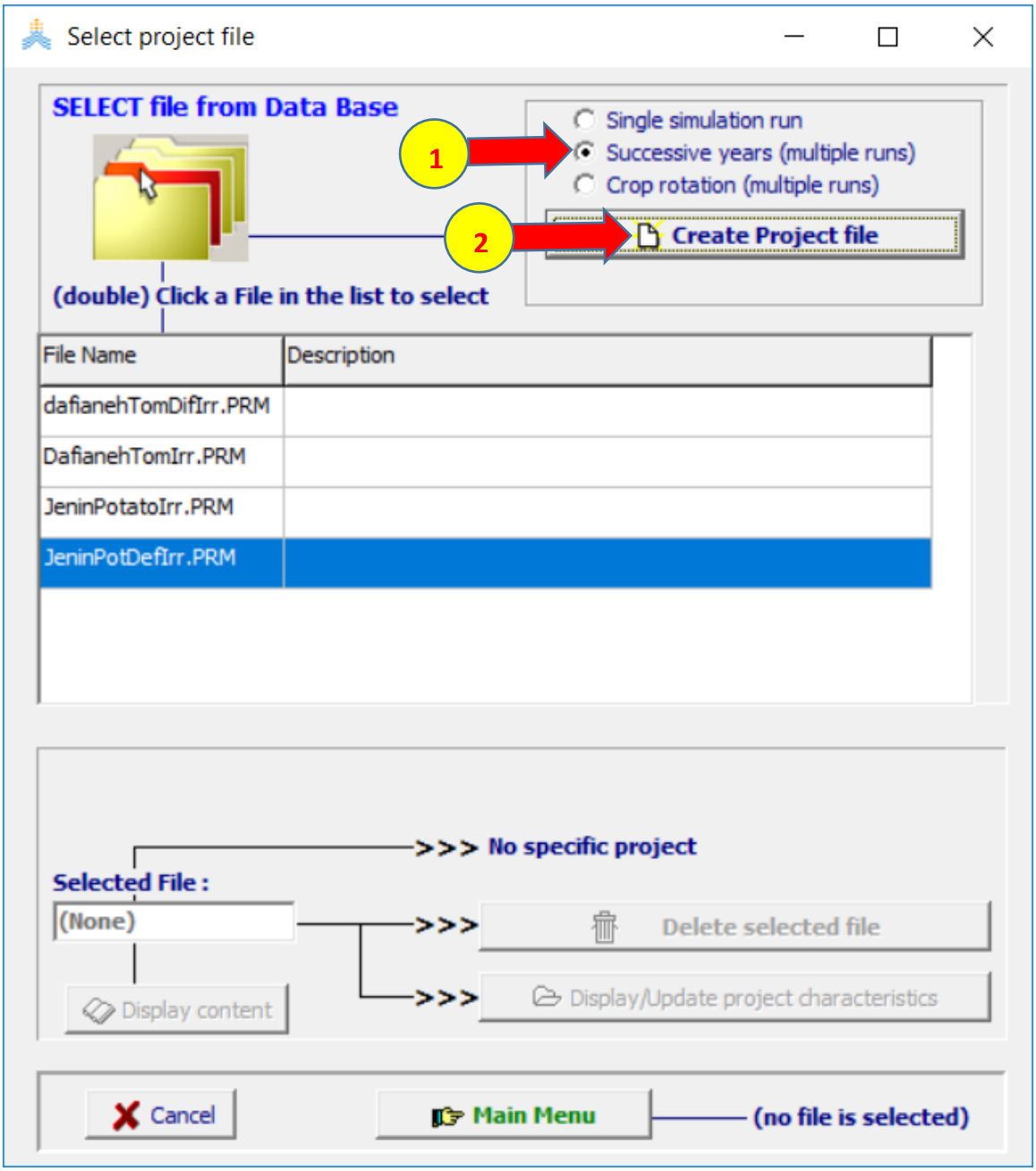
1- اختر الأمرProject .
2- اختر الأمر Select/Create Project file.



في الواجهة Select project file:

1- اختر الخيار. Successive years (multiple runs)

2- اختر الأمر Create Project file



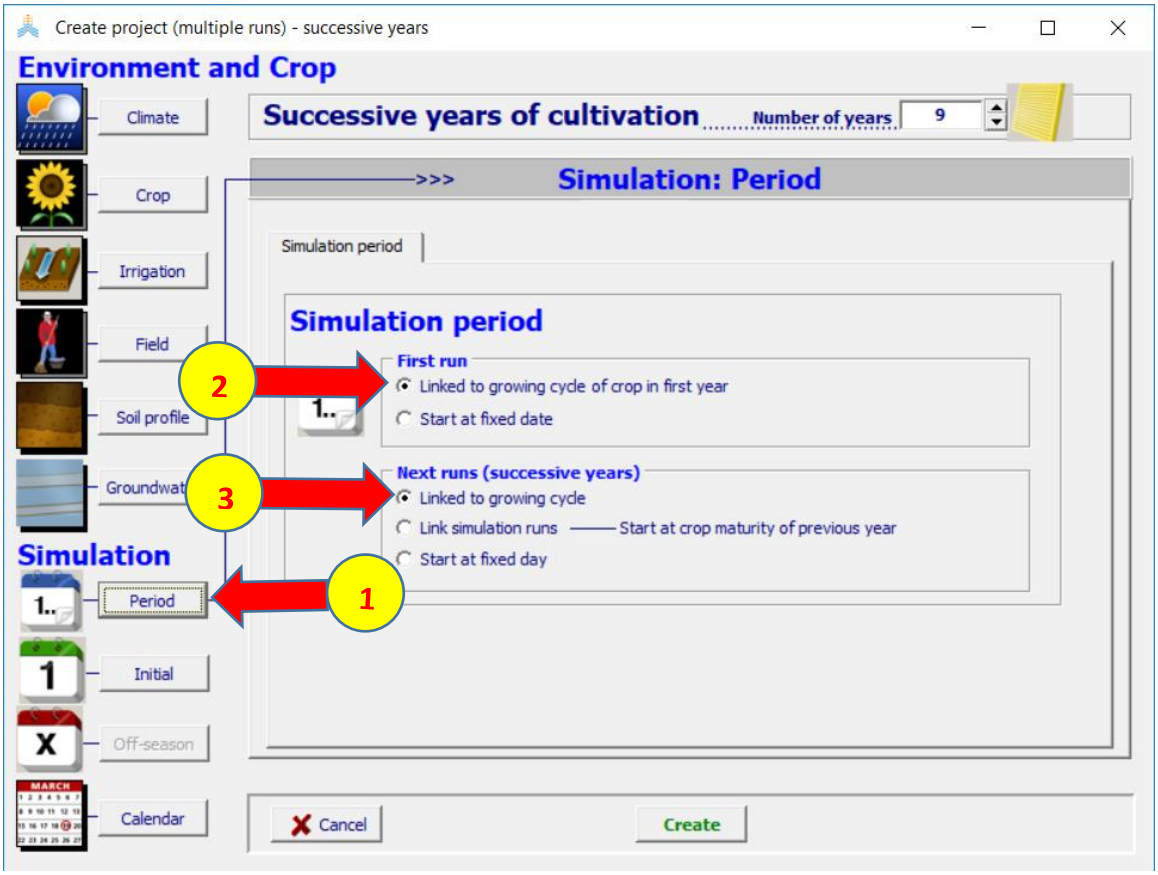
في الواجهة Create project (multiple runs) -successive years:

تكون ملفات climate وcrop وIrrigation وField وSoil profile التي تم إنشـــاؤها ســـابقا مختارة سلفا،

1- اختر الأمر Period.

2- اختر في لوحـة Simulation period في الواجهـة First run الخيـار Linked to growing cycle of crop in first year.

3- اختر في لوحة simulation period في الواجهة(Next runs (successive years الخيارLinked to growing cycle.



في القائمة Create project (multiple runs) -successive years:

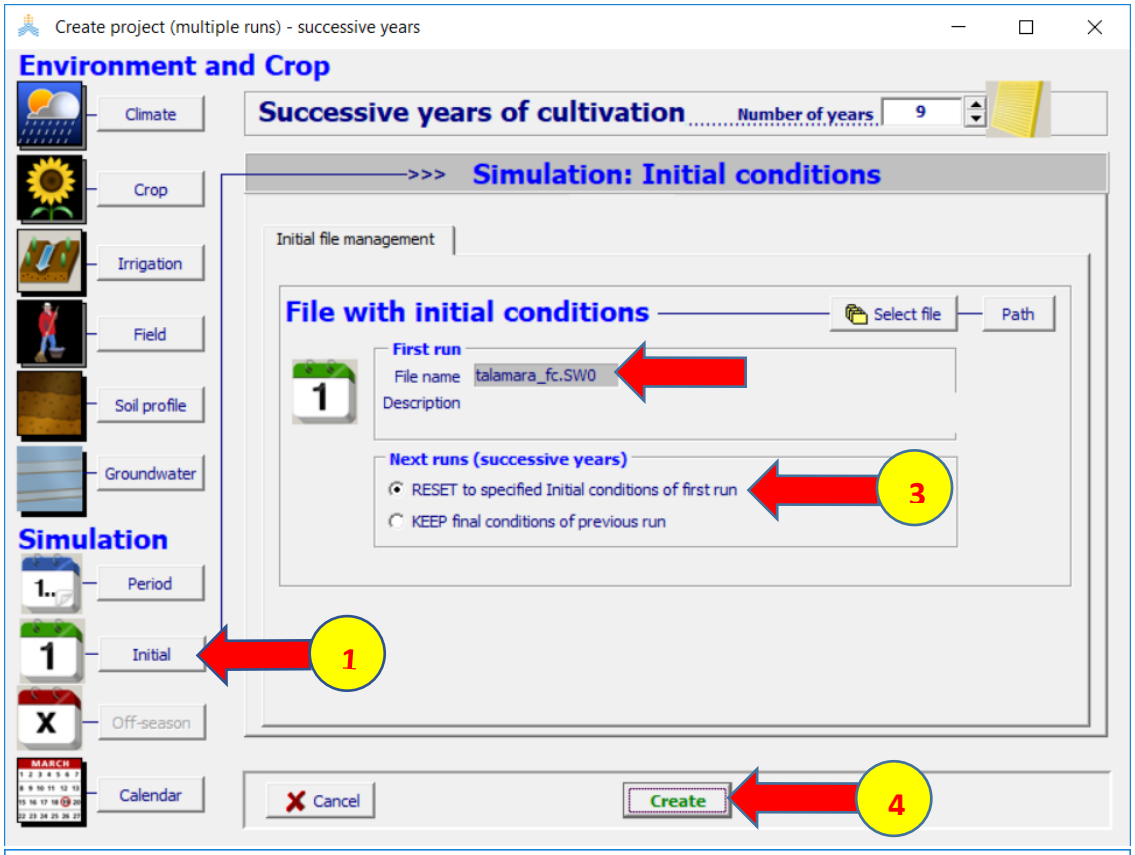
1- اختر الأمر Initial.

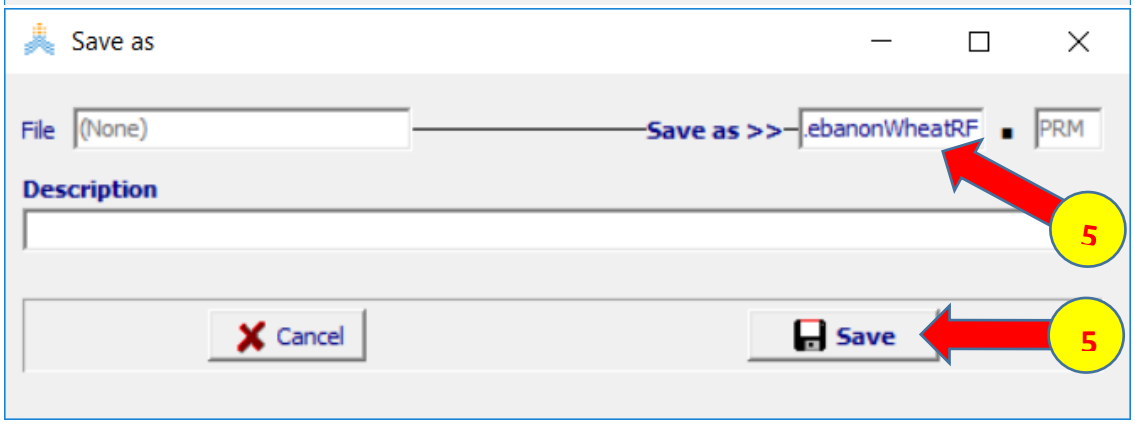
2- يكون الملف talamara_fc.SW0 مختارا.

3- ابق الخيار RESET to specified Initial conditions of first run .

4- اختر الأمر Create فتظهر نافذة Save as.

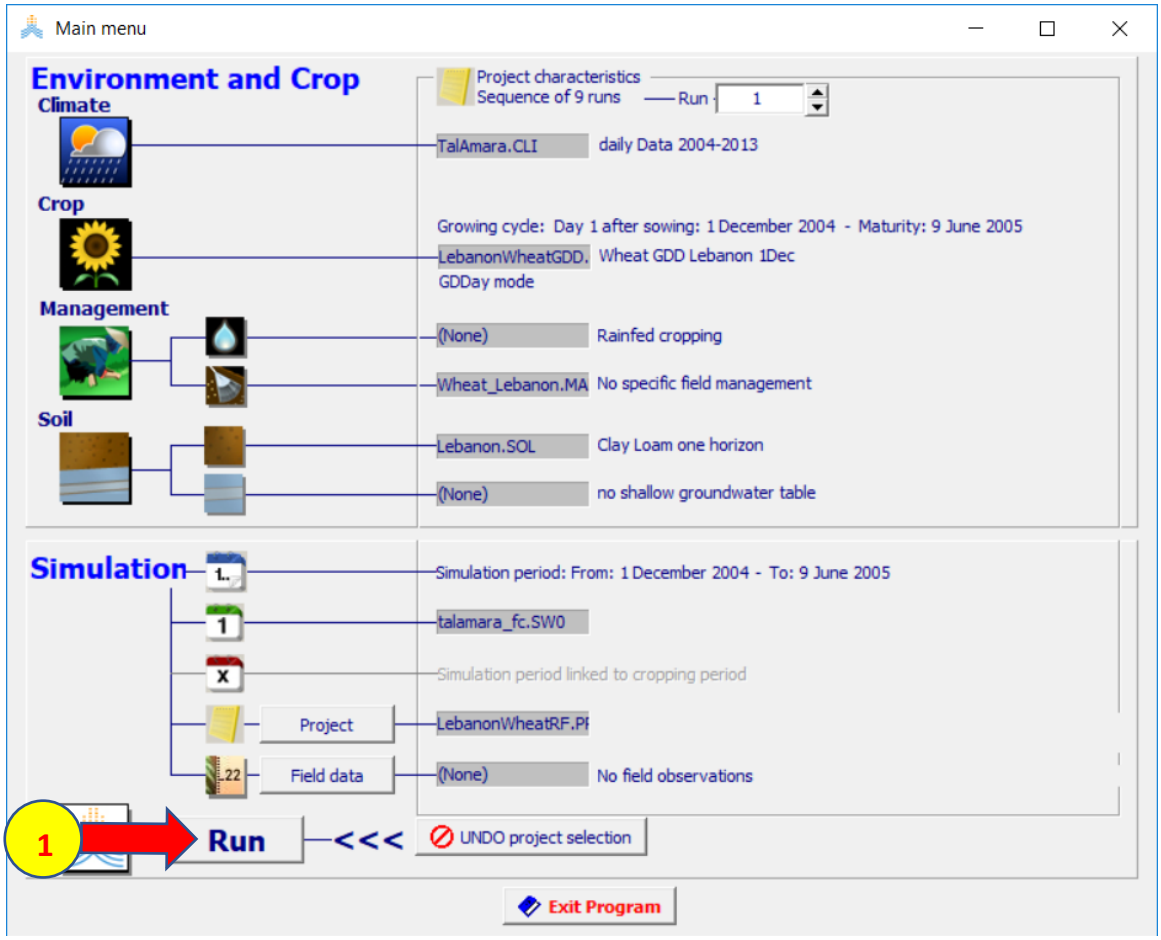
5- احفظ المشروع باسم LebanonWheatRF ثم اختر الأمر Save.





في الواجهة Main menu:

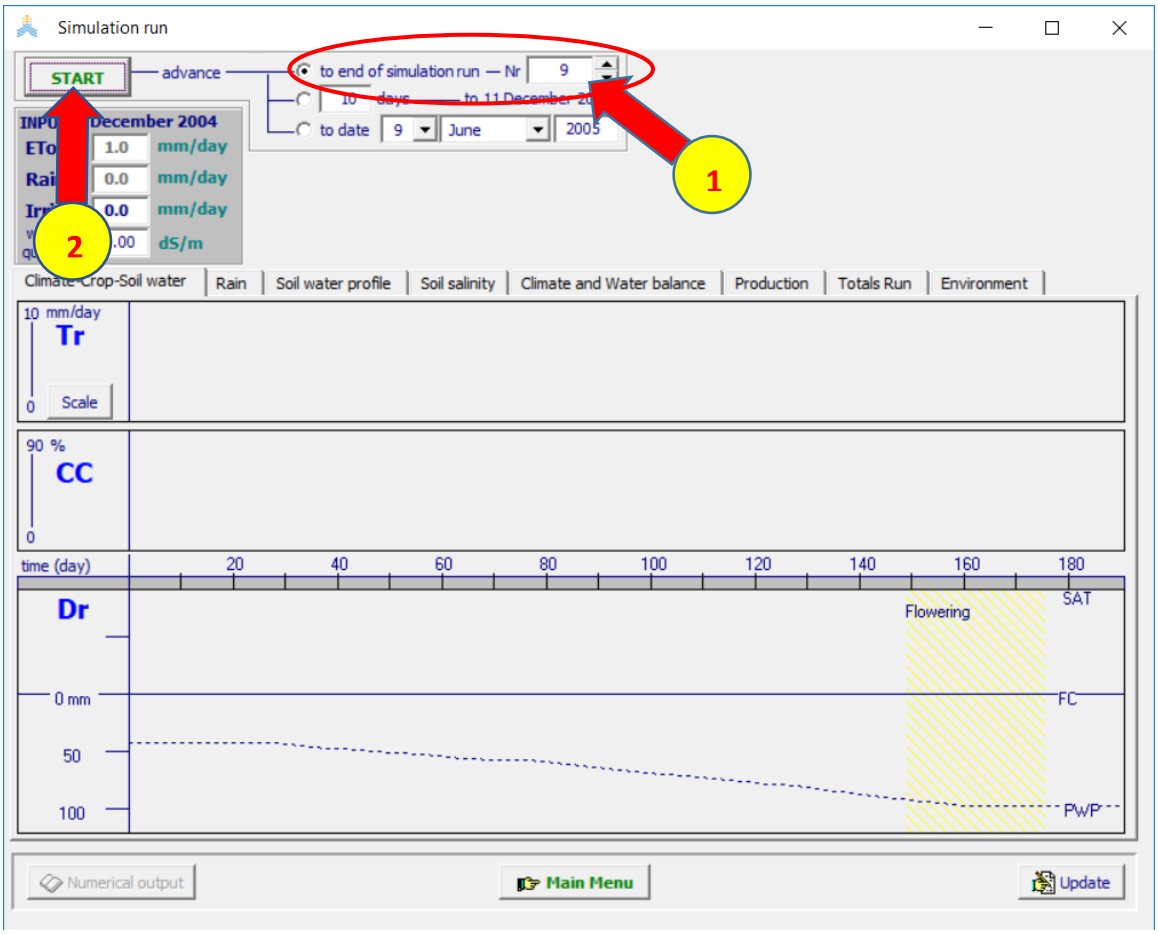
1- اختر الأمر Run في أسفل القائمة لبدء تشغيل المحاكاة.



في الواجهة Simulation run:

1- اختر الخيار to end of simulation run_Nr وحدد رقم المحاكاة 9.

2- اختر الأمر Start.

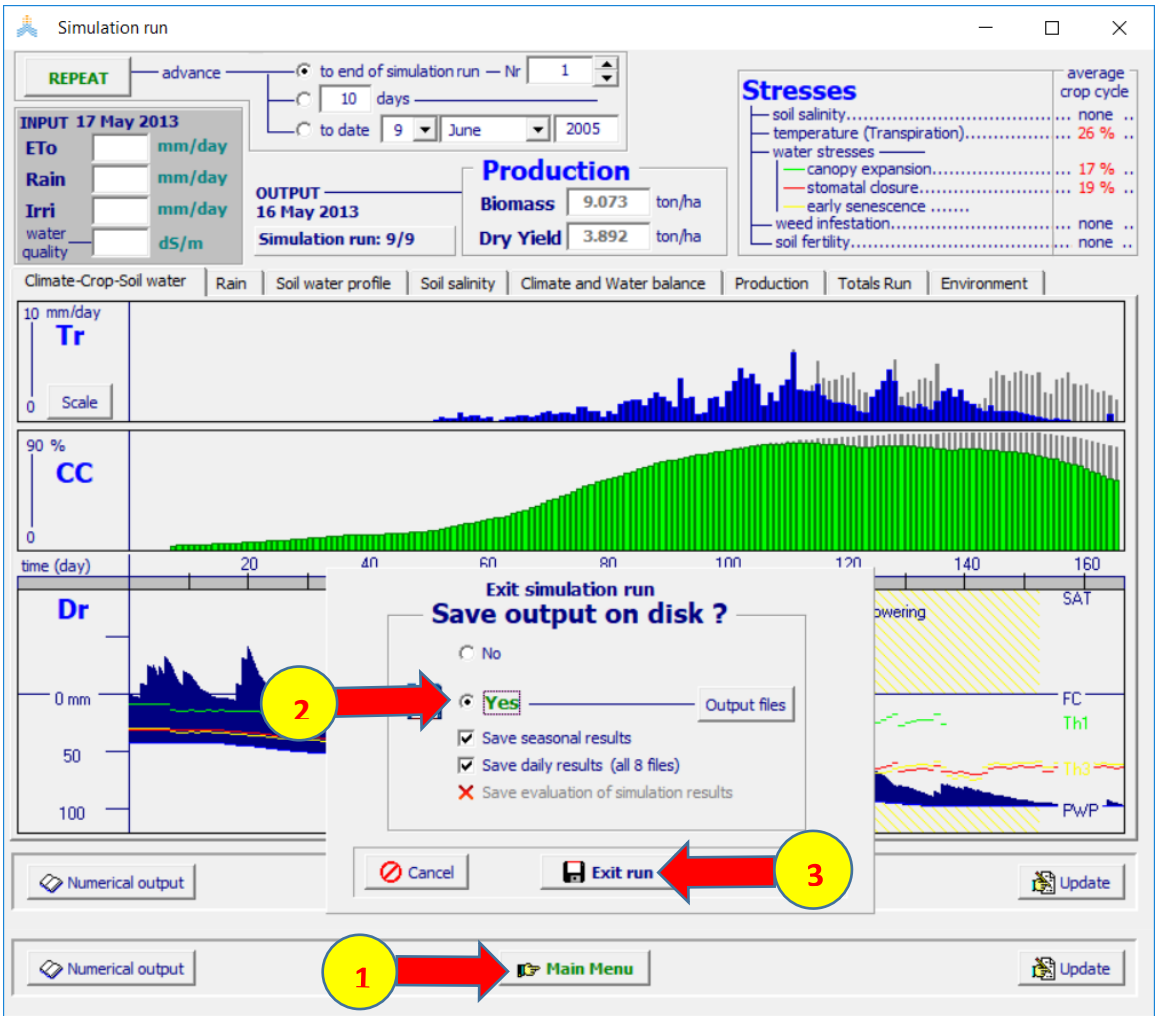


عند انتهاء المحاكاة:

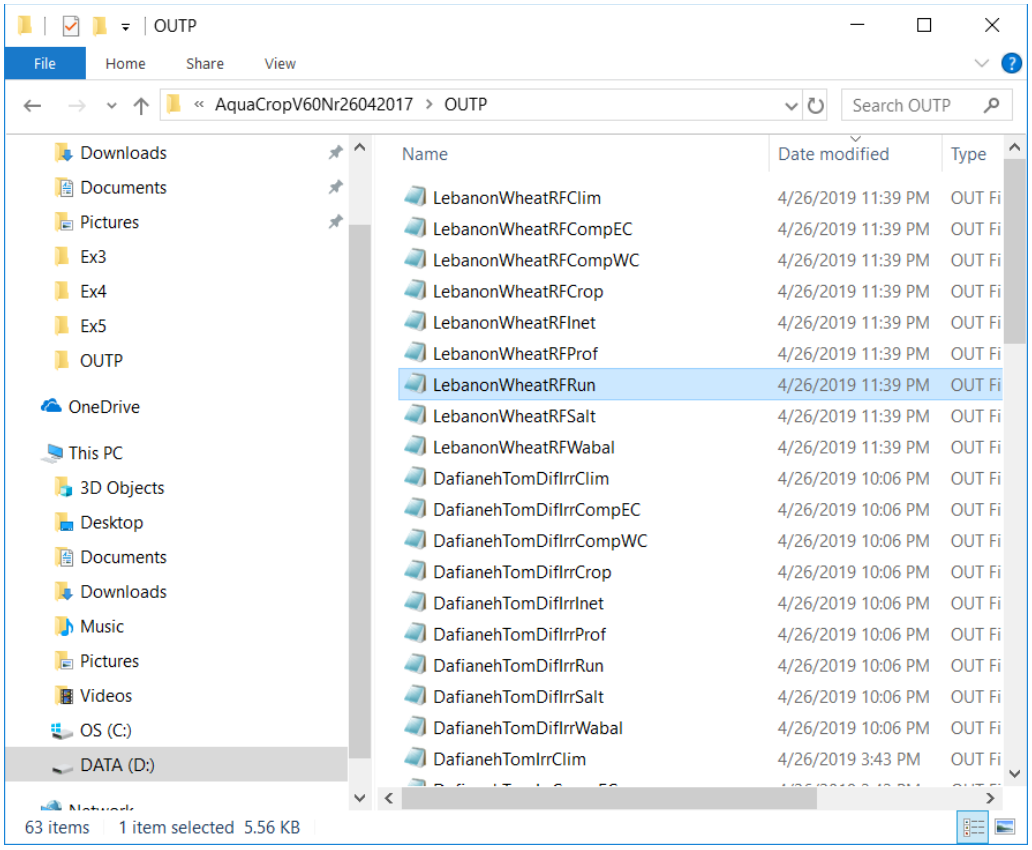
1- اختر الأمر Main Menu في أسفل الواجهة Simulation run.

2- تظهر نـافـذة Exit simulation run، اختر Yes وتـأكـد من تفعيـل الخيـارين Save seasonal result و Save daily results.

3- اختر الأمر Exit run لحفظ نتائج المحاكاة.



يمكن الحصول على نتائج المحاكاة للمشروع من الملف LebanonWheatRFRun.OUT المحفوظ في المكتبة الفرعية OUTP في مجلد AquaCropV60Nr26042017



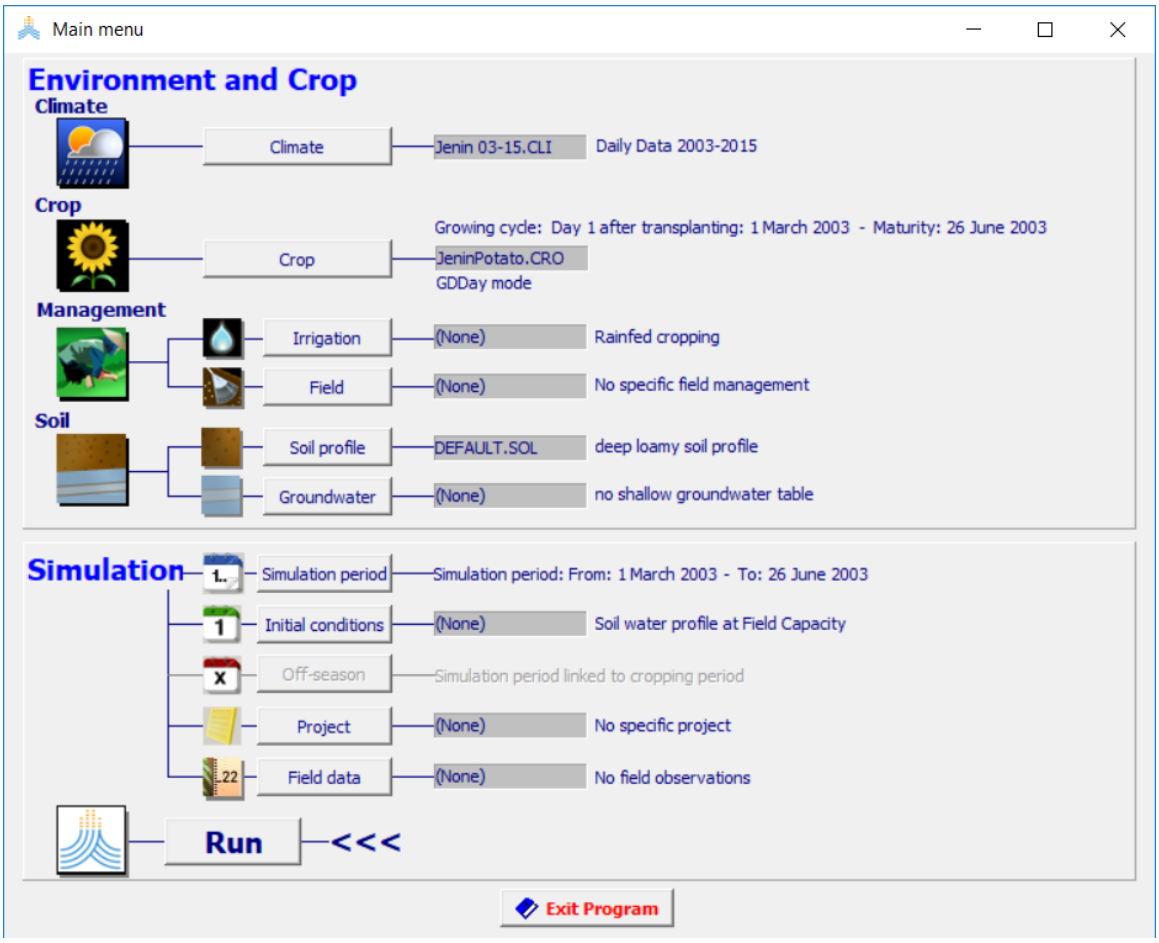
Year	Rain mm	Yield ton/ha	WPet kg/m3
2005	474	1.04	0.37
2006	444	2.491	0.81
2007	403	2.009	0.67
2008	303	0.107	0.05
2009	478	4.039	1.39
2010	521	1.474	0.63
2011	**591**	**5.29**	**1.73**
2012	**590**	**0.925**	**0.36**
2013	574	3.892	1.42
Average	**486**	**2.36**	**0.83**

رابعا -حالة استخدام البرنامج لتحديد احتياج الري الصافي (Determination of net irrigation water requirement)

المقصـــود بتحديد احتياج الري الصـــافي هو حســـاب كمية المياه اللازمة لتعويض رطوبة التربة المفقودة بالتبخر من سطح التربة والنتح من الغطاء النباتي بحيث لا تنخفض رطوبة التربة في أي يوم من أيام موسم النمو عن عن حد معين يتم تحديده.

يمكن حساب احتياج الري الصافي لأي محصول في برنامج AquaCrop بإنشاء مشروع لمحاكاة دورة نمو المحصـــول يكون نمط جدول الري فيه مختارا لتحديد احتياج الري الصـــافي (Determination of net irrigation water requirement) باتباع الخطوات التالية:

1- اختيار ملف المناخ للمحصول المراد محاكاة دورة نموه.
2- اختيار ملف المحصول.
3- تظهر أســماء ملفي المناخ والمحصــول المختارين في الواجهة الرئيســية Main menu لبرنامج AquaCrop كما هو مبين في المثال التالي لحساب احتياج الري الصـافي لمحصـول البطاطا في جنين – فلسطين (التمرين التاسع في القسم التطبيقي):

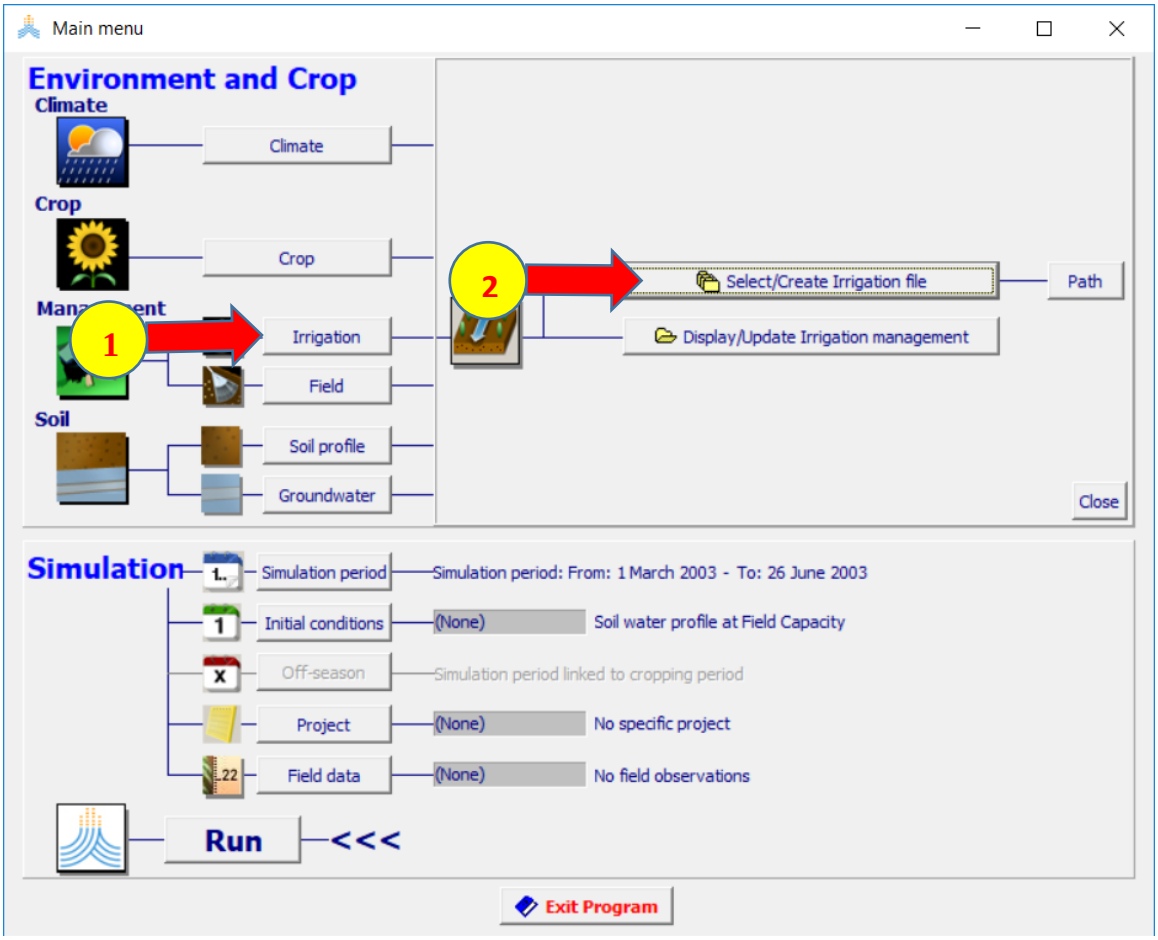

Main menu
Environment and Crop
Climate
Climate
Jenin 03-15.CLI
Daily Data 2003-2015
Crop
Growing cycle: Day 1 after transplanting: 1 March 2003 - Maturity: 26 June 2003
Crop
JeninPotato.CRO
GDDay mode
Management
Irrigation
(None)
Rainfed cropping
Field
(None)
No specific field management
Soil
Soil profile
DEFAULT.SOL
deep loamy soil profile
Groundwater
(None)
no shallow groundwater table
Simulation
Simulation period
Simulation period: From: 1 March 2003 - To: 26 June 2003
Initial conditions
(None)
Soil water profile at Field Capacity
Off-season
Simulation period linked to cropping period
Project
(None)
No specific project
Field data
(None)
No field observations
Run
<<<
Exit Program

بعد اختيار الملفين السابقين يتم إنشاء ملف الري:

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Irrigation.

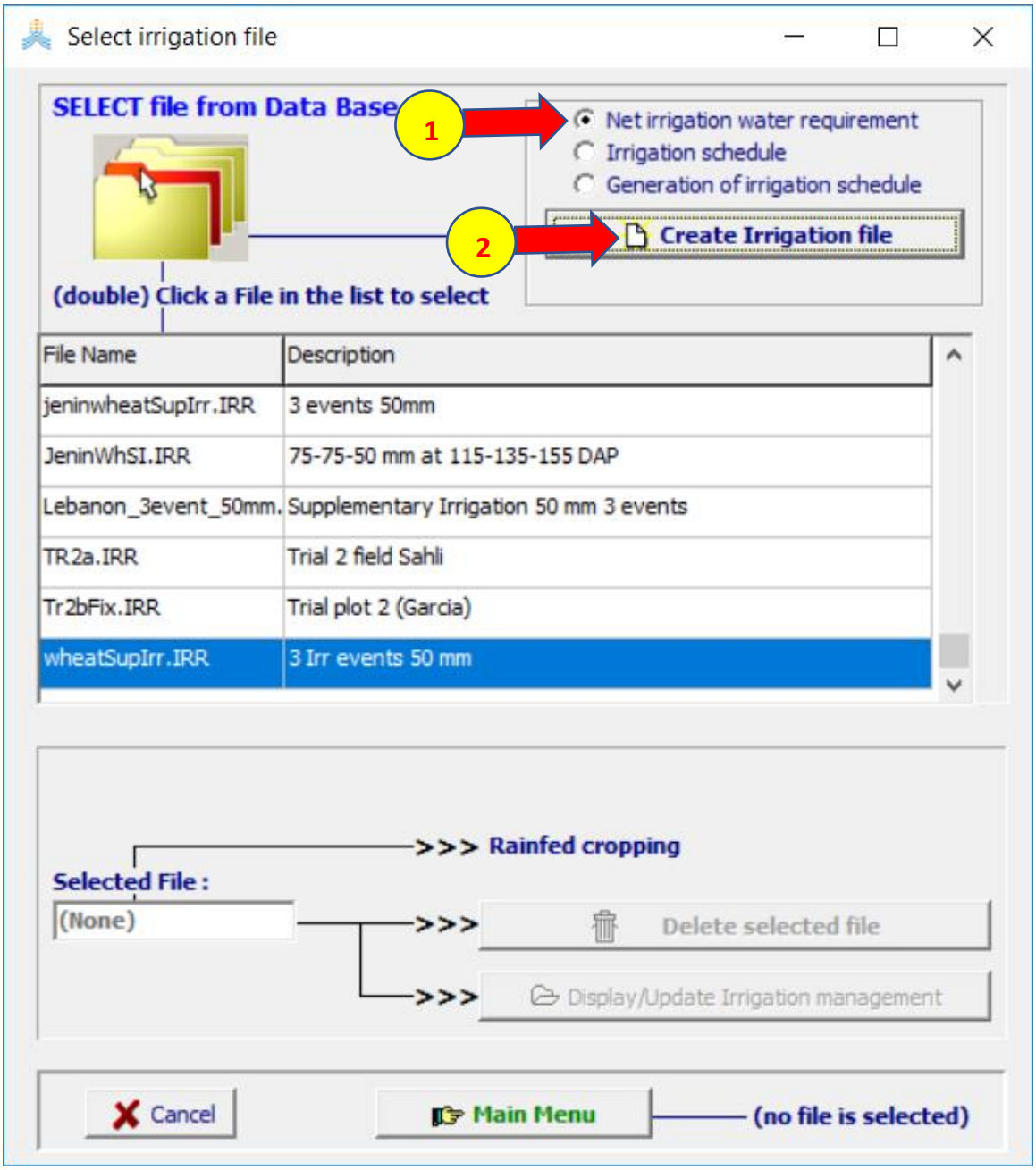
2- اختر الأمر Select/Create Irrigation file.



في الواجهة Select irrigation file:

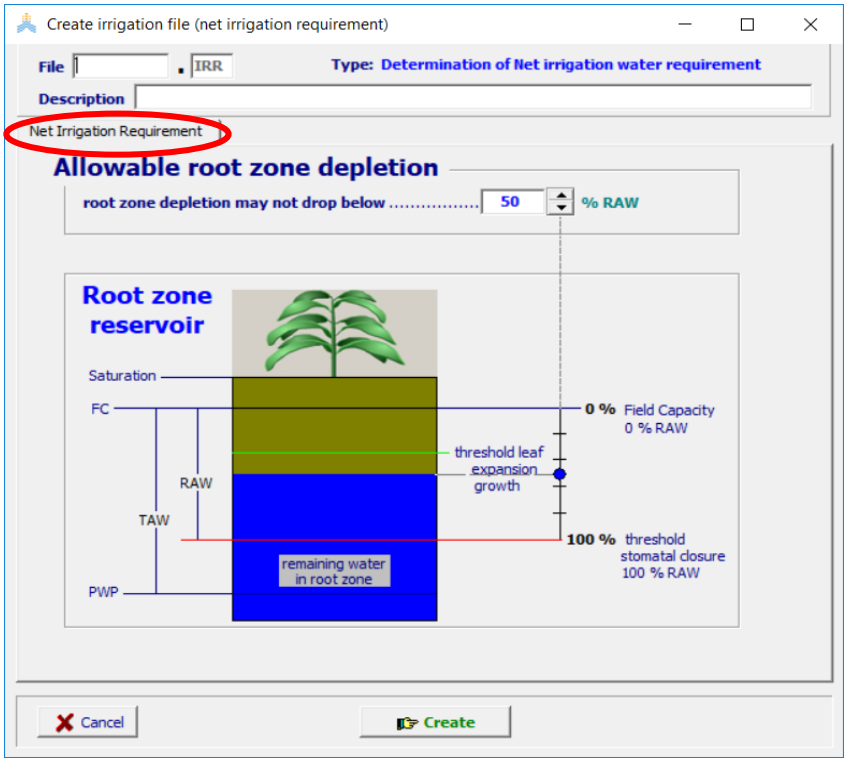
1- اختر Net irrigation water requirement.

2- اختر الأمر Create Irrigation file.

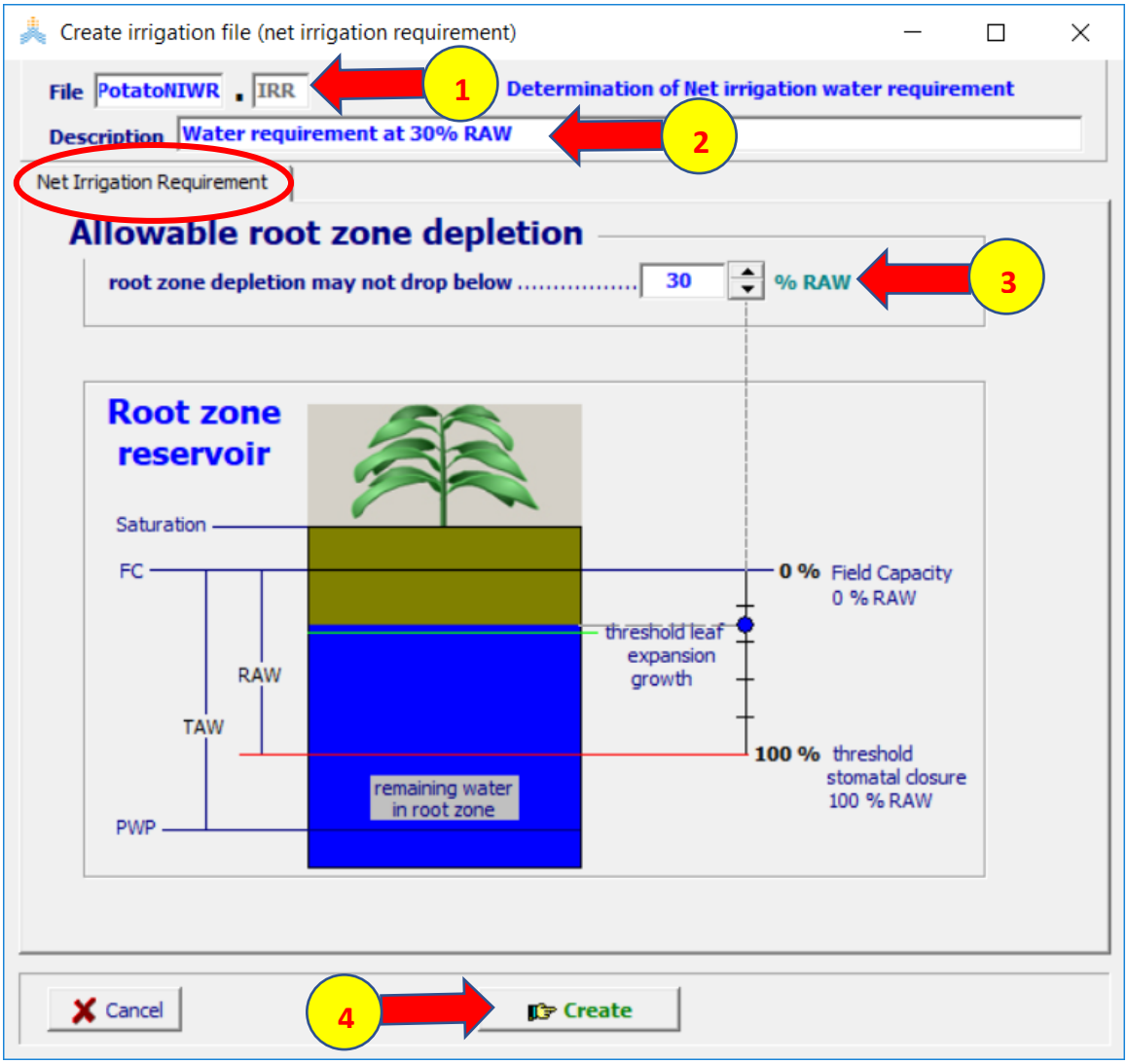


تظهر الواجهة :Create irrigation file (net irrigation requirement) التي تتضمن اسم الملف File وتوصيفه Description والواجهة Net Irrigation Requirement:

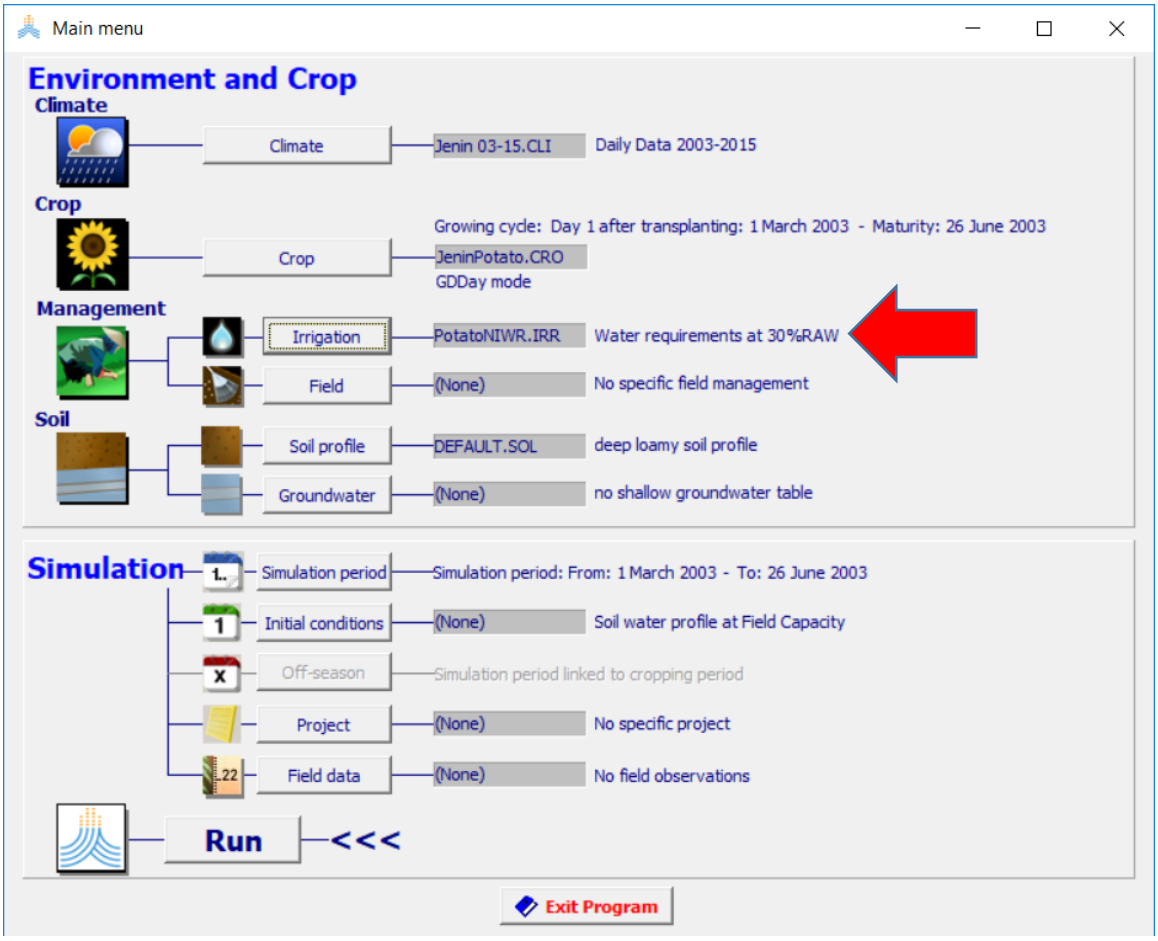
في الواجهة Net Irrigation Requirement يعرض برنامج AquaCrop مقطع التربة مبينا عليه السعة الحقلية FC، وحد الذبول PWP، والماء الكلي المتاح TAW (إحدى الخصائص الفيزيائية للتربة المتعلقة بقوام التربة) وهو الفرق بين السعة الحقلية وحد الذبول، والماء السهل الامتصاص RAW وهو نسبة من الماء الكلي المتاح تتعلق بنوع المحصول المزروع في هذه التربة. كما يبين عتبتي بداية إجهاد توقف توسع الغطاء النباتي Threshold Leaf expansion growth (الخط الأخضر) وبداية إغلاق المسامات Threshold stomatal closure (الخط الأحمر) والموافقتين لاستهلاك 33% و100% من الماء السهل الامتصاص على التوالي لمحصول البطاطا (تتغير قيمة العتبات تبعا لنوع المحصول المزروع في التربة). إذا أردنا تحديد احتياج الري الصافي بدون أن يتعرض محصول البطاطا لأي إجهاد يجب تحديد قيمة الاستهلاك المسموح من الماء المتاح (root zone depletion may not drop below) بقيمة أقل من 33%.



1- حدد اسم الملف potatoNIWR.
2- حدد Description كما في الشكل.
3- حدد قيمة root zone depletion may not drop below (30)،
4- اختر الأمر Create.

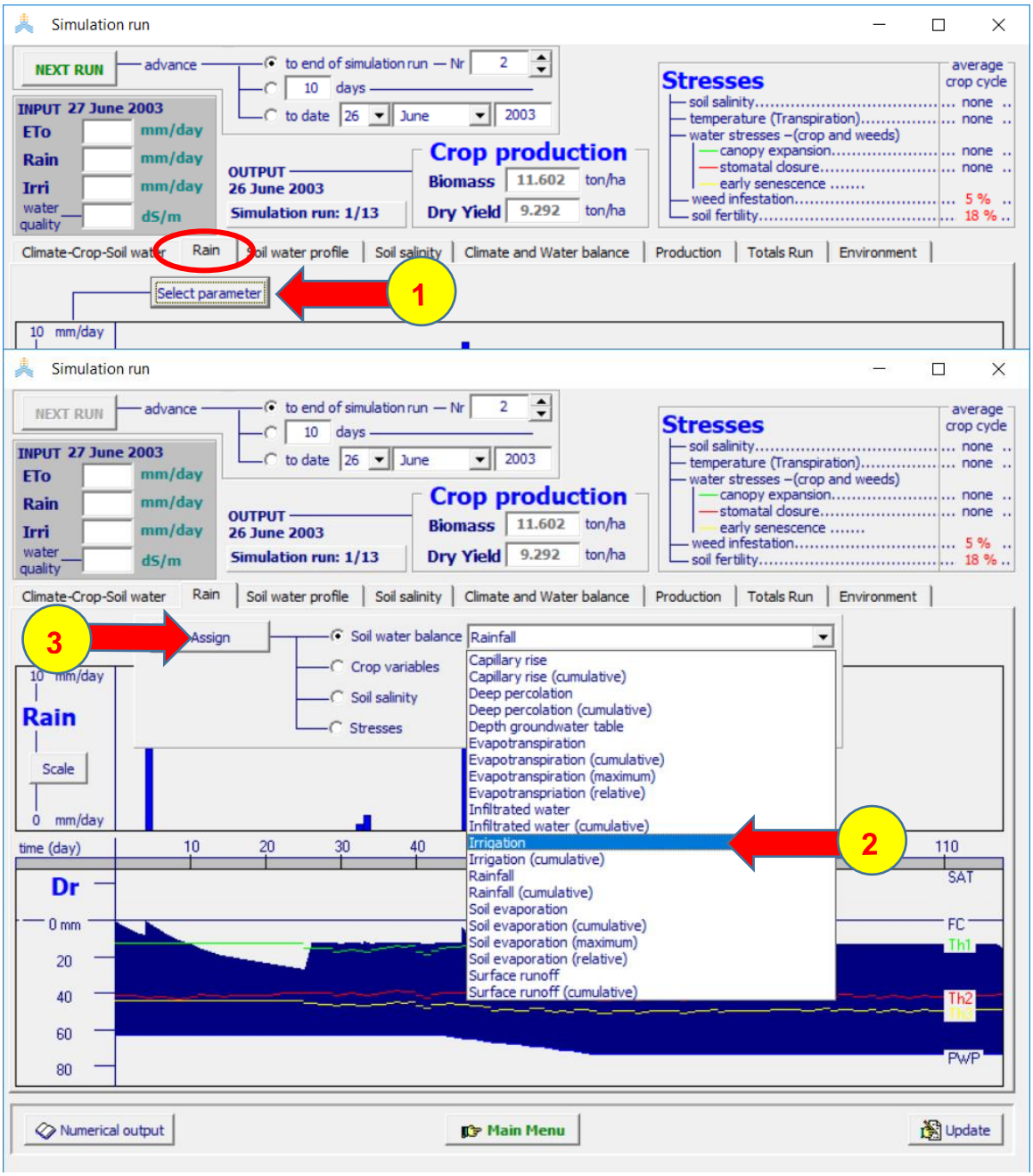


يعود البرنامج إلى الواجهة Main menu ويظهر اسم ملف الري(potatoNIWR) الذي تم إنشاؤه.

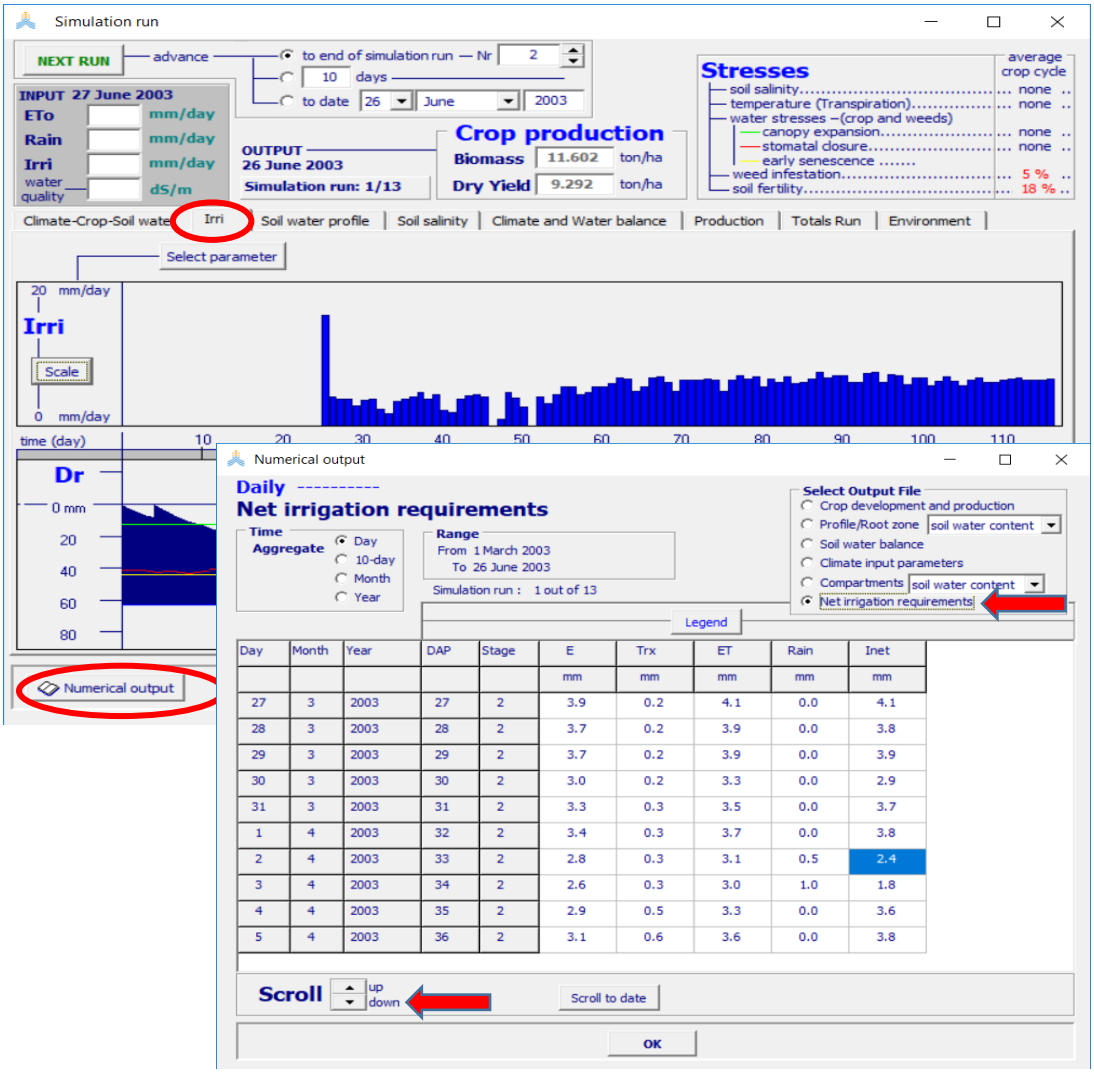


بعد استكمال اختيار الملفات المطلوبة وإنشاء المشروع وحفظه باسم JeninPotatoNIWR.PRM وتشغيله وحفظ النتائج (التمرين التاسع في القسم التطبيقي) يمكن استعراض عمليات الري ومقدار المياه المطلوبة في كل عملية ري خلال الموسم تخطيطيا باتباع الخطوات التالية في الواجهة Simulation run:

1- اختر الواجهة Rain ثم اختر الأمرSelect parameter.
2- اختر من القائمة المنسدلة Irrigation.
3- اختر الأمر Assign.

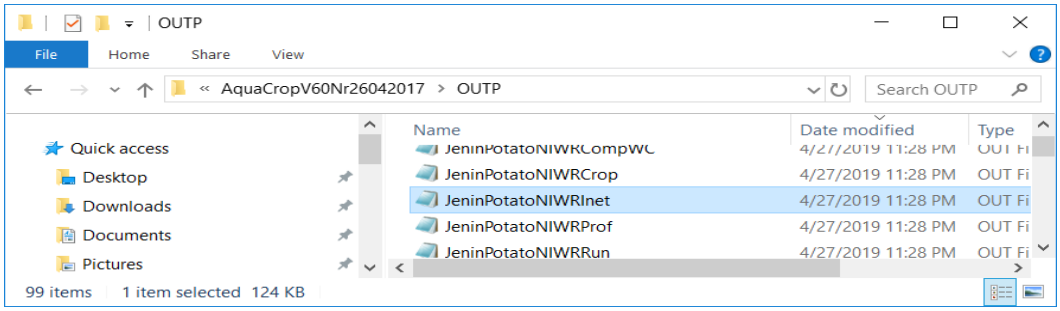

Simulation run
NEXT RUN
advance
to end of simulation run — Nr 2
10 days
to date 26 June 2003
INPUT 27 June 2003
ETo mm/day
Rain mm/day
Irri mm/day
water quality dS/m
OUTPUT
26 June 2003
Simulation run: 1/13
Crop production
Biomass 11.602 ton/ha
Dry Yield 9.292 ton/ha
Stresses
average crop cycle
soil salinity ... none
temperature (Transpiration) ... none
water stresses –(crop and weeds)
canopy expansion ... none
stomatal closure ... none
early senescence .....
weed infestation ... 5 %
soil fertility ... 18 %
Climate-Crop-Soil water
Rain
Soil water profile
Soil salinity
Climate and Water balance
Production
Totals Run
Environment
Select parameter
1
10 mm/day
Simulation run
NEXT RUN
advance
to end of simulation run — Nr 2
10 days
to date 26 June 2003
INPUT 27 June 2003
ETo mm/day
Rain mm/day
Irri mm/day
water quality dS/m
OUTPUT
26 June 2003
Simulation run: 1/13
Crop production
Biomass 11.602 ton/ha
Dry Yield 9.292 ton/ha
Stresses
average crop cycle
soil salinity ... none
temperature (Transpiration) ... none
water stresses –(crop and weeds)
canopy expansion ... none
stomatal closure ... none
early senescence .....
weed infestation ... 5 %
soil fertility ... 18 %
Climate-Crop-Soil water
Rain
Soil water profile
Soil salinity
Climate and Water balance
Production
Totals Run
Environment
3
Assign
Soil water balance
Crop variables
Soil salinity
Stresses
Rainfall
Capillary rise
Capillary rise (cumulative)
Deep percolation
Deep percolation (cumulative)
Depth groundwater table
Evapotranspiration
Evapotranspiration (cumulative)
Evapotranspiration (maximum)
Evapotranspriation (relative)
Infiltrated water
Infiltrated water (cumulative)
Irrigation
Irrigation (cumulative)
Rainfall
Rainfall (cumulative)
Soil evaporation
Soil evaporation (cumulative)
Soil evaporation (maximum)
Soil evaporation (relative)
Surface runoff
Surface runoff (cumulative)
2
10 mm/day
Rain
Scale
0 mm/day
time (day)
10
20
30
40
110
Dr
0 mm
20
40
60
80
SAT
FC
Th1
Th2
PWP
Numerical output
Main Menu
Update

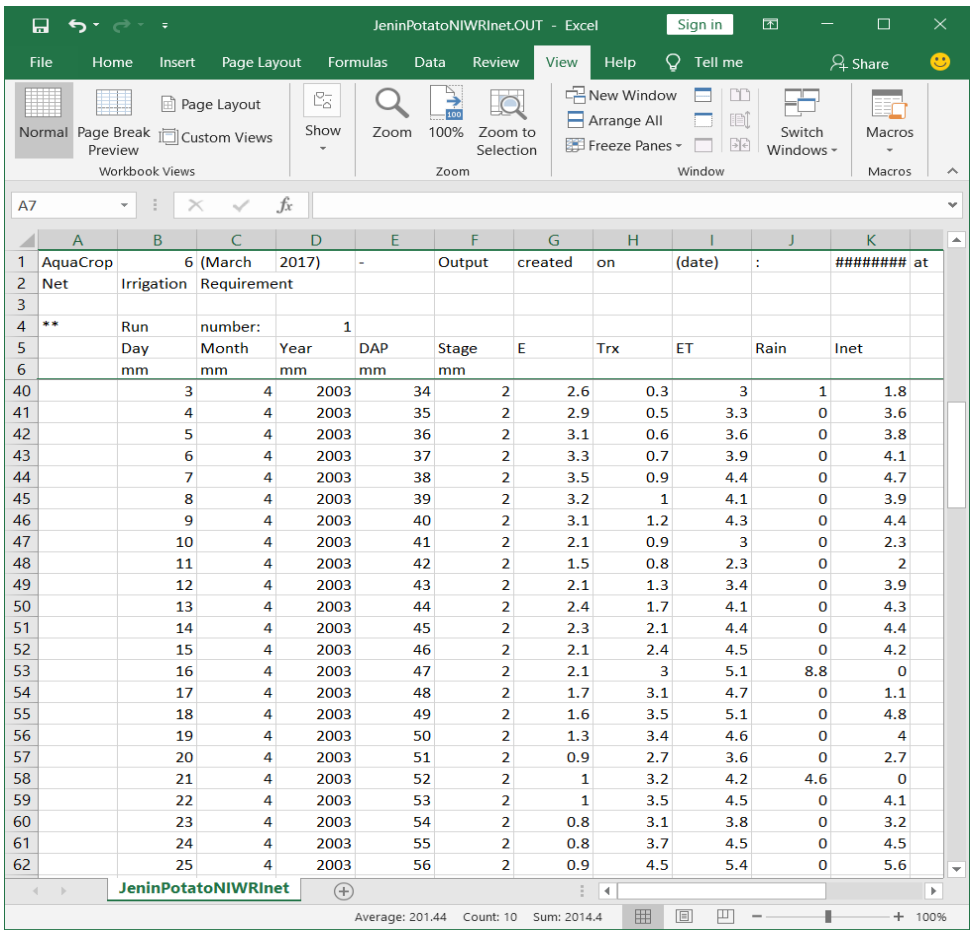
تظهر عمليات الري ومقاديرها تخطيطيا في الواجهة Irri. كما يعطي AquaCrop جدول احتياج الري الصافي الذي قام بإعداده ويمكن استعراضه باختيار الأمر Numerical output في أسفل لوحة المحاكاة واختيار الخيار Net irrigation requirements في الواجهة Numerical output ثم استعمال الأمر Scroll باستخدام سهم down لاستعراض الجدول.



يلاحظ من الجدول السابق أن قيمة Inet المحسوبة في كل يوم تكون قريبة من أو مساوية لقيمة ET(مجموع E التبخر من سطح التربة وTrx النتح من الغطاء النباتي) وذلك تبعا للهطول المطري ومقدار زيادة أو نقصان الرطوبة المتبقية في منطقة الجذور عن النسبة التي تم تحديدها للاستهلاك المسموح من الماء السهل الامتصاص في منطقة الجذور في ذلك اليوم.

الجدول السابق في واجهة Numerical output يمكن استعراضه ولكن لايمكن تصديره ويمكن الحصول على مقدار احتياج الري الصافي لكل يوم في كل موسم من مواسم المحاكاة من الملف JeninPotatoNIWRInet.OUT المحفوظ في المكتبة الفرعية OUTP في مجلد AquaCropV60Nr26042017





	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	AquaCrop	6	(March	2017)	-	Output	created	on	(date)	:	########	at
2	Net	Irrigation	Requirement									
3												
4	**	Run	number:	1								
5		Day	Month	Year	DAP	Stage	E	Trx	ET	Rain	Inet	
6		mm	mm	mm	mm	mm						
40		3	4	2003	34	2	2.6	0.3	3	1	1.8	
41		4	4	2003	35	2	2.9	0.5	3.3	0	3.6	
42		5	4	2003	36	2	3.1	0.6	3.6	0	3.8	
43		6	4	2003	37	2	3.3	0.7	3.9	0	4.1	
44		7	4	2003	38	2	3.5	0.9	4.4	0	4.7	
45		8	4	2003	39	2	3.2	1	4.1	0	3.9	
46		9	4	2003	40	2	3.1	1.2	4.3	0	4.4	
47		10	4	2003	41	2	2.1	0.9	3	0	2.3	
48		11	4	2003	42	2	1.5	0.8	2.3	0	2	
49		12	4	2003	43	2	2.1	1.3	3.4	0	3.9	
50		13	4	2003	44	2	2.4	1.7	4.1	0	4.3	
51		14	4	2003	45	2	2.3	2.1	4.4	0	4.4	
52		15	4	2003	46	2	2.1	2.4	4.5	0	4.2	
53		16	4	2003	47	2	2.1	3	5.1	8.8	0	
54		17	4	2003	48	2	1.7	3.1	4.7	0	1.1	
55		18	4	2003	49	2	1.6	3.5	5.1	0	4.8	
56		19	4	2003	50	2	1.3	3.4	4.6	0	4	
57		20	4	2003	51	2	0.9	2.7	3.6	0	2.7	
58		21	4	2003	52	2	1	3.2	4.2	4.6	0	
59		22	4	2003	53	2	1	3.5	4.5	0	4.1	
60		23	4	2003	54	2	0.8	3.1	3.8	0	3.2	
61		24	4	2003	55	2	0.8	3.7	4.5	0	4.5	
62		25	4	2003	56	2	0.9	4.5	5.4	0	5.6	

خامساً –حالة ادخال جدول ري Irrigation Schedule محدد مسبقا

تستخدم جدولة الري لتقييم جدول ري محدد مسبقا أو مطبق في الحقل ومدى توافقه مع مراحل نمو المحصول وما قد يسببه للمحصول من تعرض للإجهاد المائي في مراحل النمو الحساسة يمكن أن يسبب تدني إنتاجية المحصول.

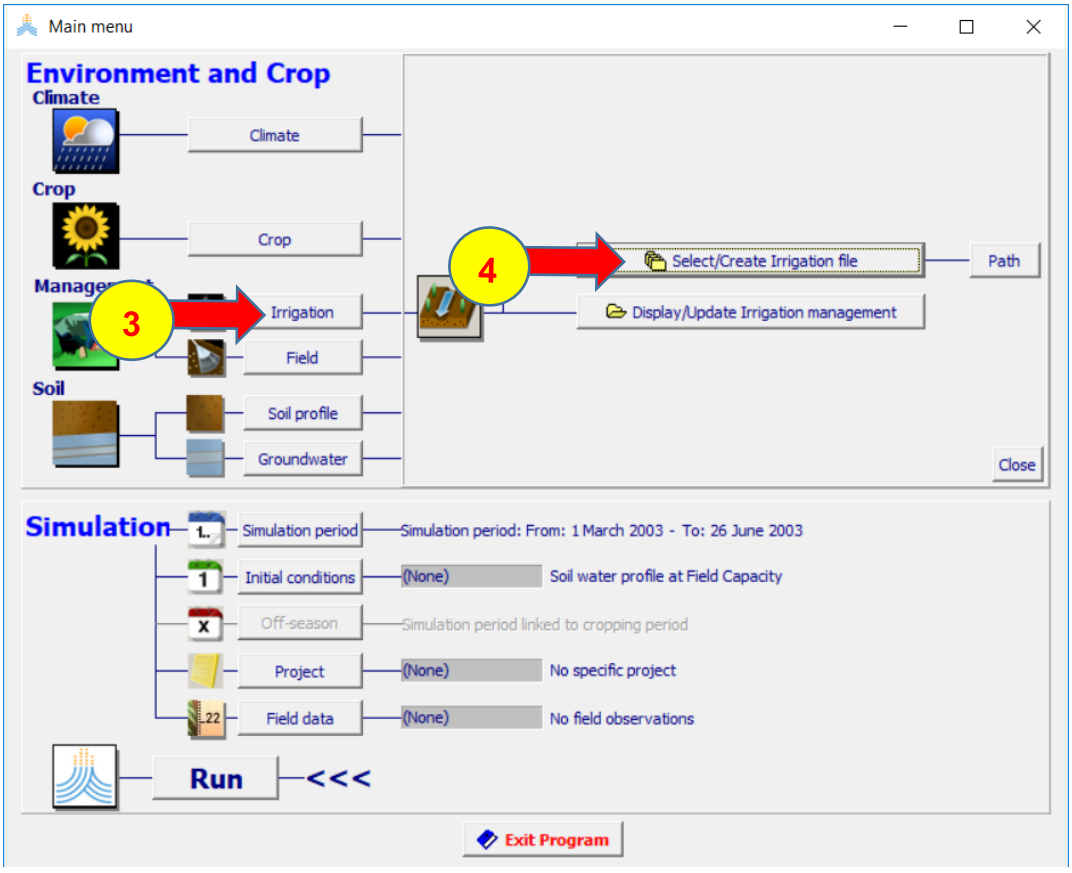
بتم ادخال جدول الري Irrigation Schedule محدد مسبقاً، كما في المثال أدناه باتباع الخطوات التالية:

1- اختيار ملف المناخ للمحصول المراد محاكاة دورة نموه.

2- اختيار ملف المحصول.

3- في الواجهة Main menu اختيار الأمر Irrigation.

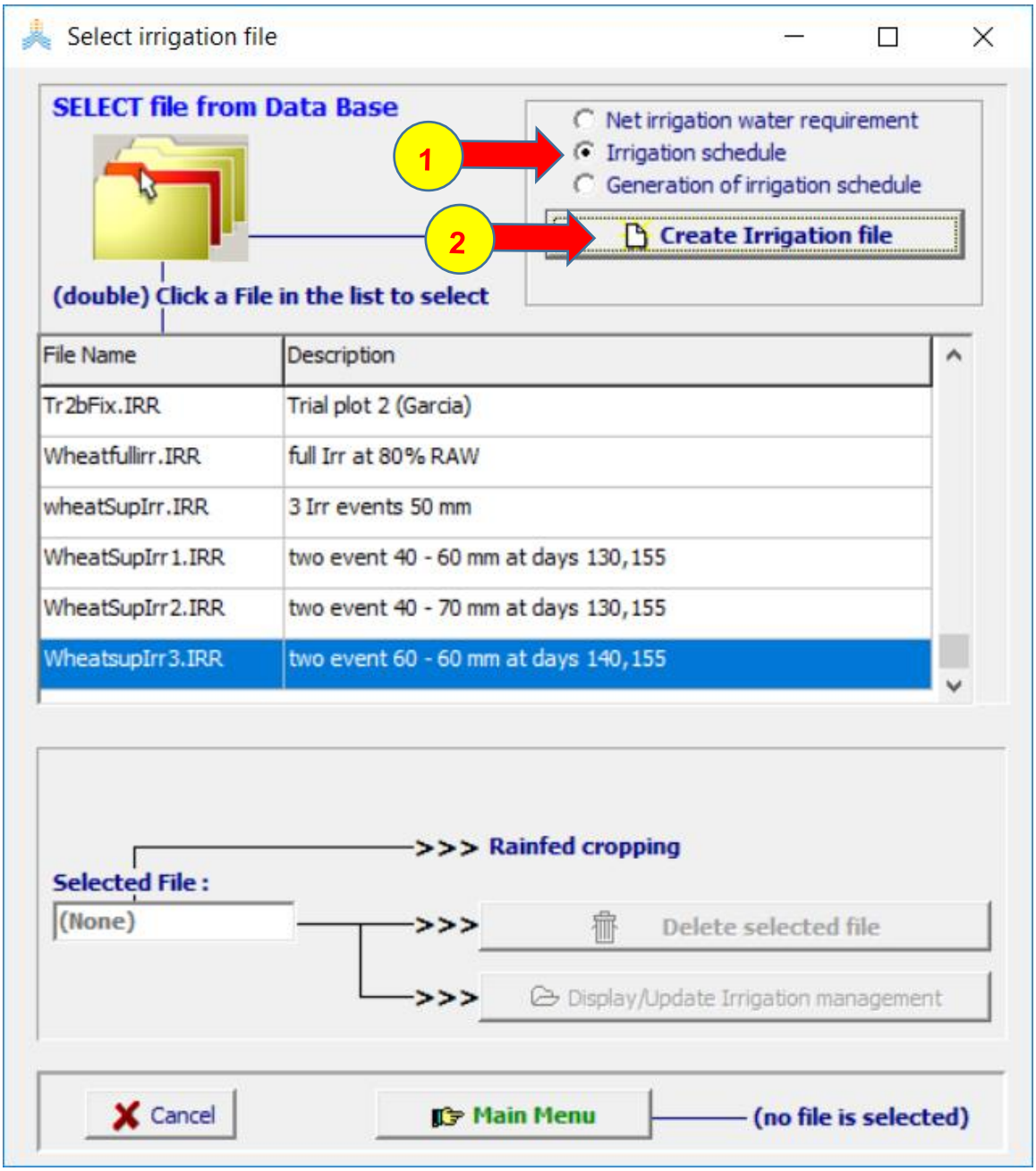
4- اختيار الأمر Select/Create Irrigation file.



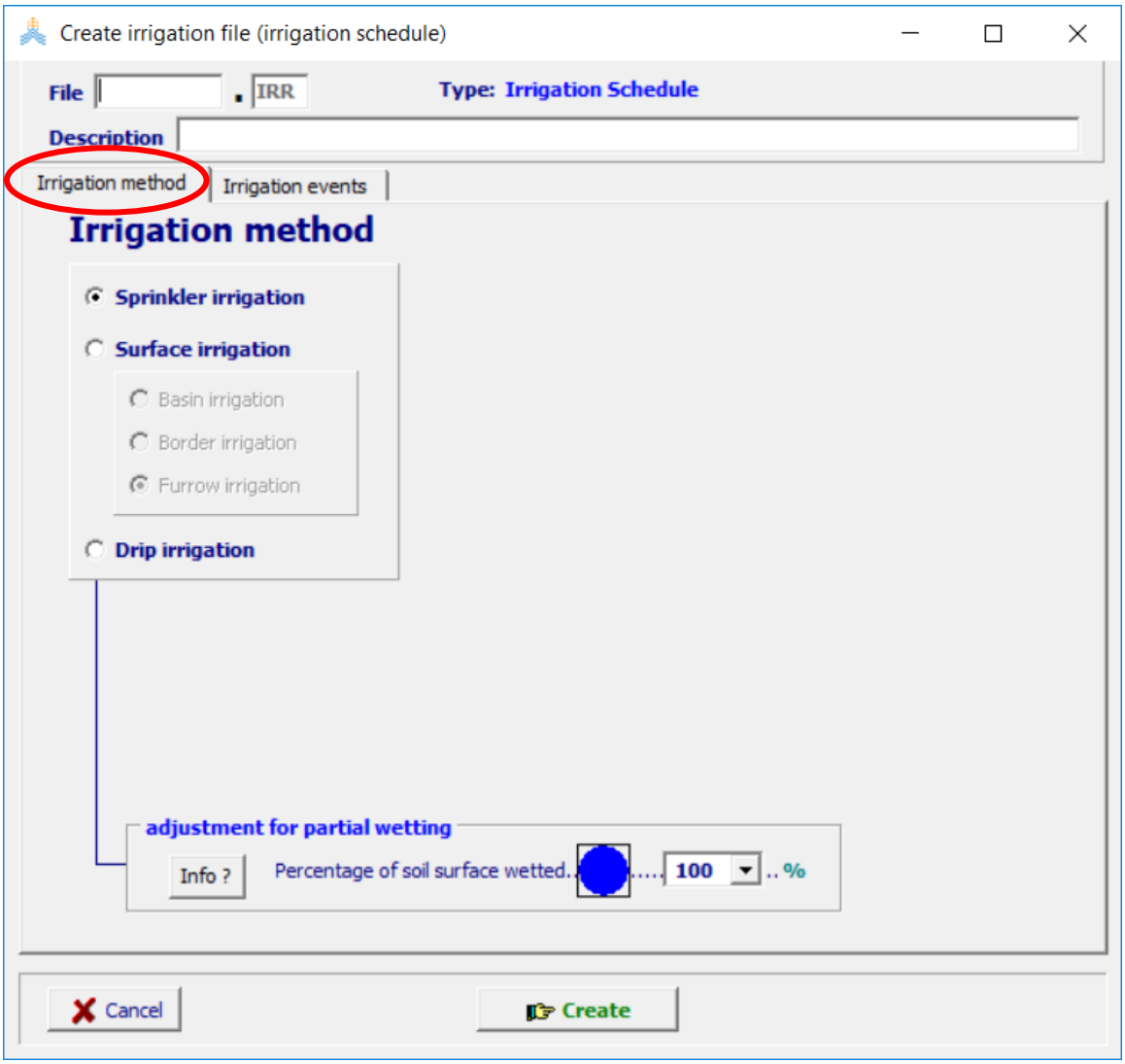
في الواجهة Select irrigation file:

1- اختيار الأمر Irrigation schedule.

2- اختيار الأمر Create Irrigation file.



تظهر الواجهة Create irrigation file (irrigation schedule) التي تحتوي اســـم الملف File وتوصـــيفه Description وواجهتي طريقة الري Irrigation method وعمليات الري Irrigation events.



يحدد في الواجهة طريقة الري Irrigation method نمط الري المستخدم:

- ري بالرش Sprinkler Irrigation.
- ري سطحي Surface Irrigation ويقسم إلى:
  - ري بالأحواض Basin irrigation.
  - ري بالشرائح Border irrigation.
  - ري بالخطوط Furrow irrigation.
- ري بالتنقيط Drip irrigation.

تتغير نسـبة سـطح التربة المبلل Percentage of soil surface wetted تبعا لنمط الري المسـتخدم وتتغير معها كمية المياه التي تتبخر من التربة بعد كل عملية ري، يبيين الجدول التالي (رقم 5) قيما تأشيرية

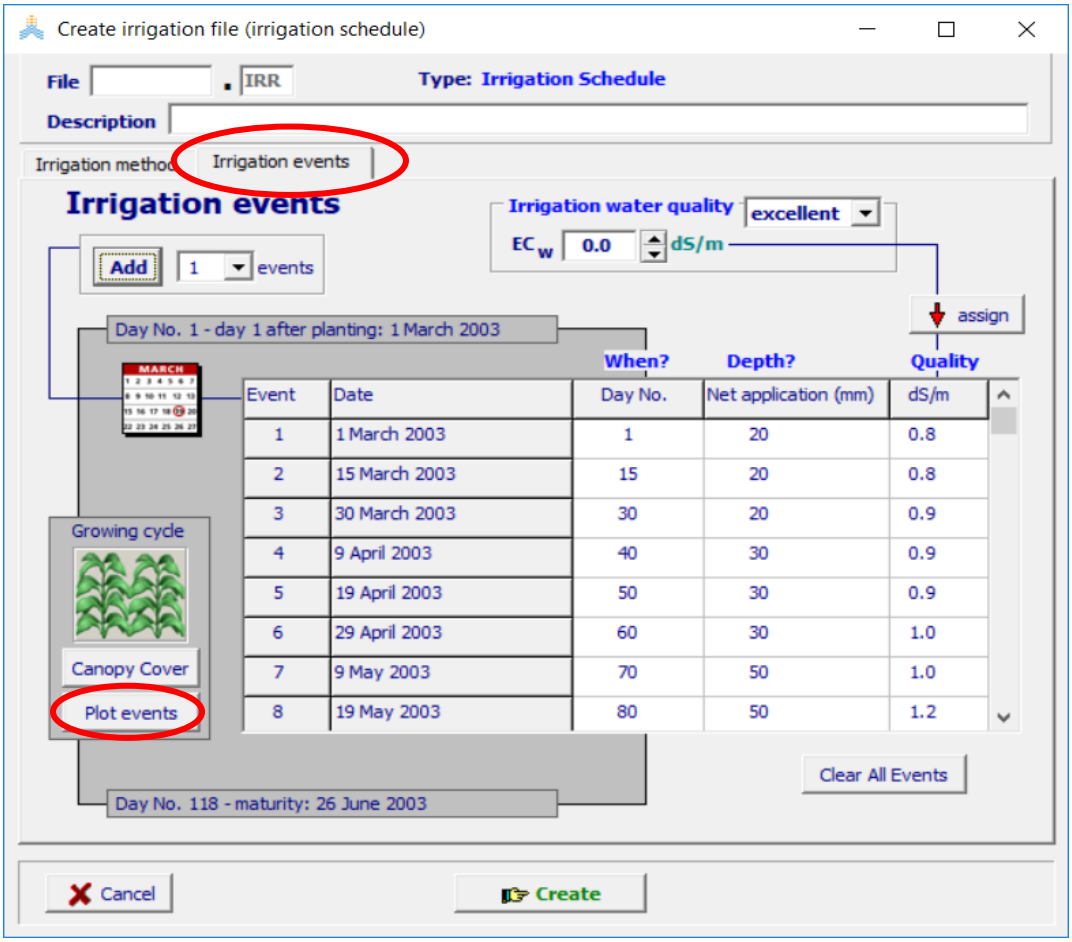
للجزء المبلل من سطح التربة تبعا لنمط الري المستخدم ويمكن تغيير القيمة إذا توفرت معلومات أكثر تحديداً من المراقبات الحقلية.

ويعطي الجدول المبين أدناه القيم التأشيرية للجزء المبلل من سطح التربة تبعاً لنمط الري المستخدم.

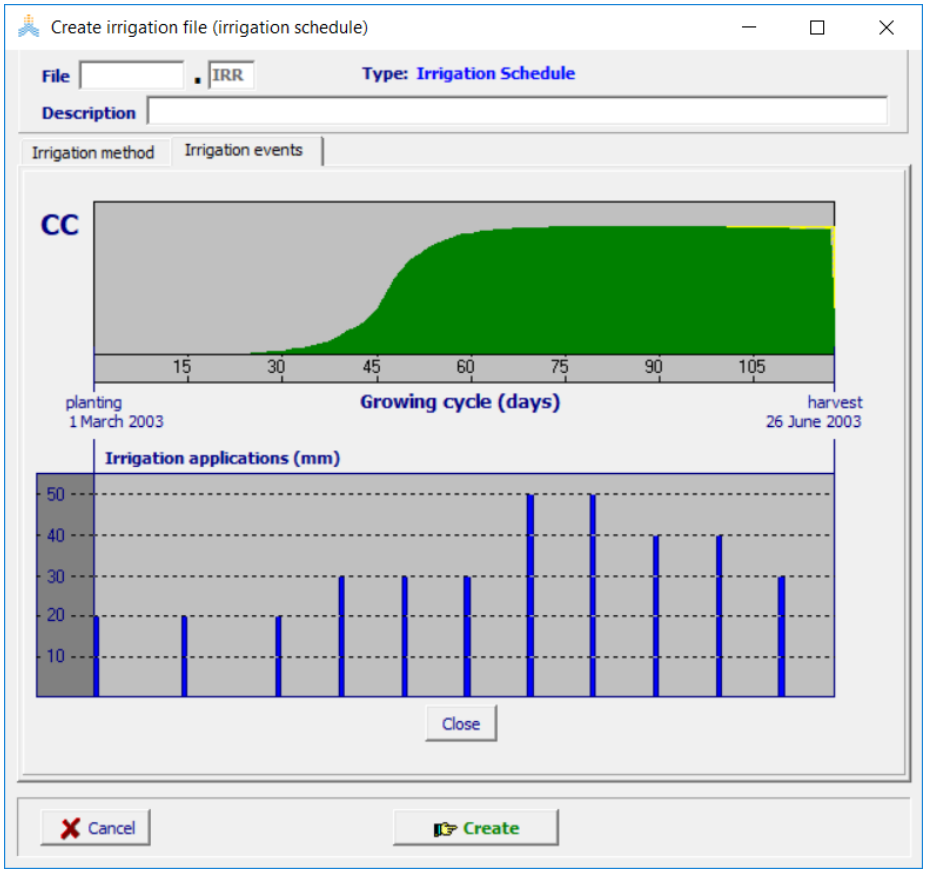
Irrigation method **طريقة الري**	**Percentage of Soil surface (%) wetted** **سطح التربة المبلل**
Sprinkler irrigation ري بالرش أو الرذاذ	100
Basin irrigation ري بالأحواض (الغمر)	100
Border irrigation ري بالشرائح	100
Furrow irrigation (every furrow), narrow bed ري بـالخطوط (كـل خط) مسكبة ضيقة	60 – 100
Furrow irrigation (every furrow), wide bed ري بالخطوط (كل خط) مسـكبة واسعة	40 – 60
Furrow irrigation (alternated furrows) ري بالخطوط (تناوب الخطوط)	30 – 50
Trickle/Drip - Micro irrigationري بالتنقيط (ري موضعي –محلي)	15 – 40
Subsurface drip irrigation ري بالتنقيط تحت سطحي	0

في الواجهة عمليات الري Irrigation event:

يتم تحديد تاريخ عملية الري بعدد الأيام بعد الزراعة DAP في العمود Day No، وتحديد كمية مياه الري في كل عملية (عمق الري الصافي المطبق) أو المقنن المائي في العمود Net application (mm) وتعبر عن كمية المياه الصافية المضافة في كل عملية ري إلى منطقة الجذور دون احتساب فواقد النقل والتوزيع غير المتساوي في الحقل، ونوعية مياه الري معبرا عنها بالناقلية الكهربائية لمياه الري مقدرة بواحدة القياس ديسي سيمنس بالمتر في العمود ds/m كما هو مبين في الشكل اللاحق.



يمكن عرض مخطط عمليات الري وتوقيتها بالنسبة لدورة النمو مع مخطط الغطاء النباتي باختيار الأمر Plot events.



بعد تحديد اسم الملف وتوصيفه يتم حفظه باستخدام الأمر Create واسستكمال اختيار بقية الملفات اللازمة وإنشاء المشروع وتشغيله كما ورد في المثال في فقرة تحديد احتياج الري الصافي.

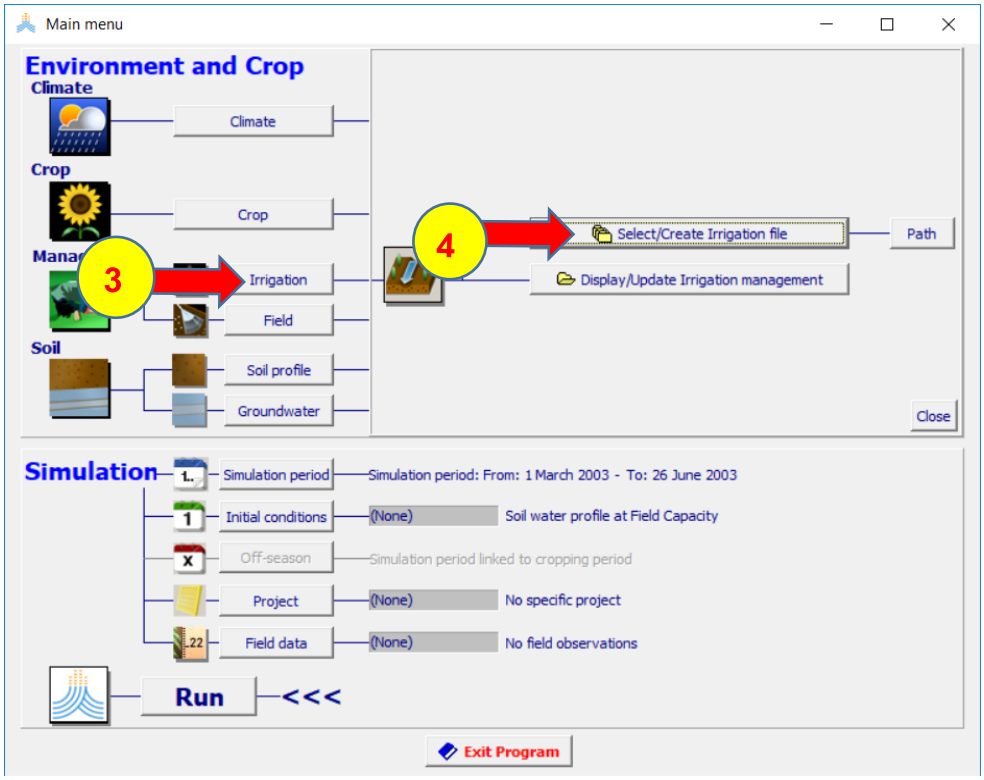
تقيم فاعلية جدول الري واســتجابة المحصــول باختبار النتائج في قائمة تشــغيل المحاكاة ***Simulation run***. يمكن للمستخدم أن يدرس استهلاك رطوبة تربة منطقة الجذور (Dr)، وتطور الغطاء النباتي (CC), ونتح المحصـــول (Tr) التي تمت محاكاتها ورســـمها. كما تقدم القيم المحاكاة للكتلة الحيوية (B) وإنتاجية المحصول(Y) وانتاجية ماء البخر (WP_{ET}) معلومات قيمة عن فاعلية الجدول. يمكن اختبار إمكانية تحسين إنتاجية المحصـــول(Y) وانتاجية ماء البخر (WP_{ET}) بإضـــافة أو حذف عملية ري و/أو بزيادة أو تقليل الفاصل الزمني لعمليات الري أو المقنن المائي.

سادسا -استخدام البرنامج لإعداد جدول ري (Generation of Irrigation Schedule)

يتم اختيار نمط إعداد جداول ري (Generation of irrigation schedules) من أجل تخطيط وتقييم استراتيجية ري معينة يقوم AquaCrop بإعدادها بناءً على المعايير التي يحددها المستخدم وتشغيل المشروع وتقييم نتائج استراتيجية الري المعدة على إنتاجية المحصول.

يتم إعداد جدول الري (Generation of irrigation schedule) في برنامج AquaCrop لأي محصول بإنشاء مشروع لمحاكاة دورة نمو المحصول يكون نمط جدول الري المختارفيه هو إعداد جدول ري (Generation of Irrigation schedules) كما في المثال أدناه باتباع الخطوات التالية:

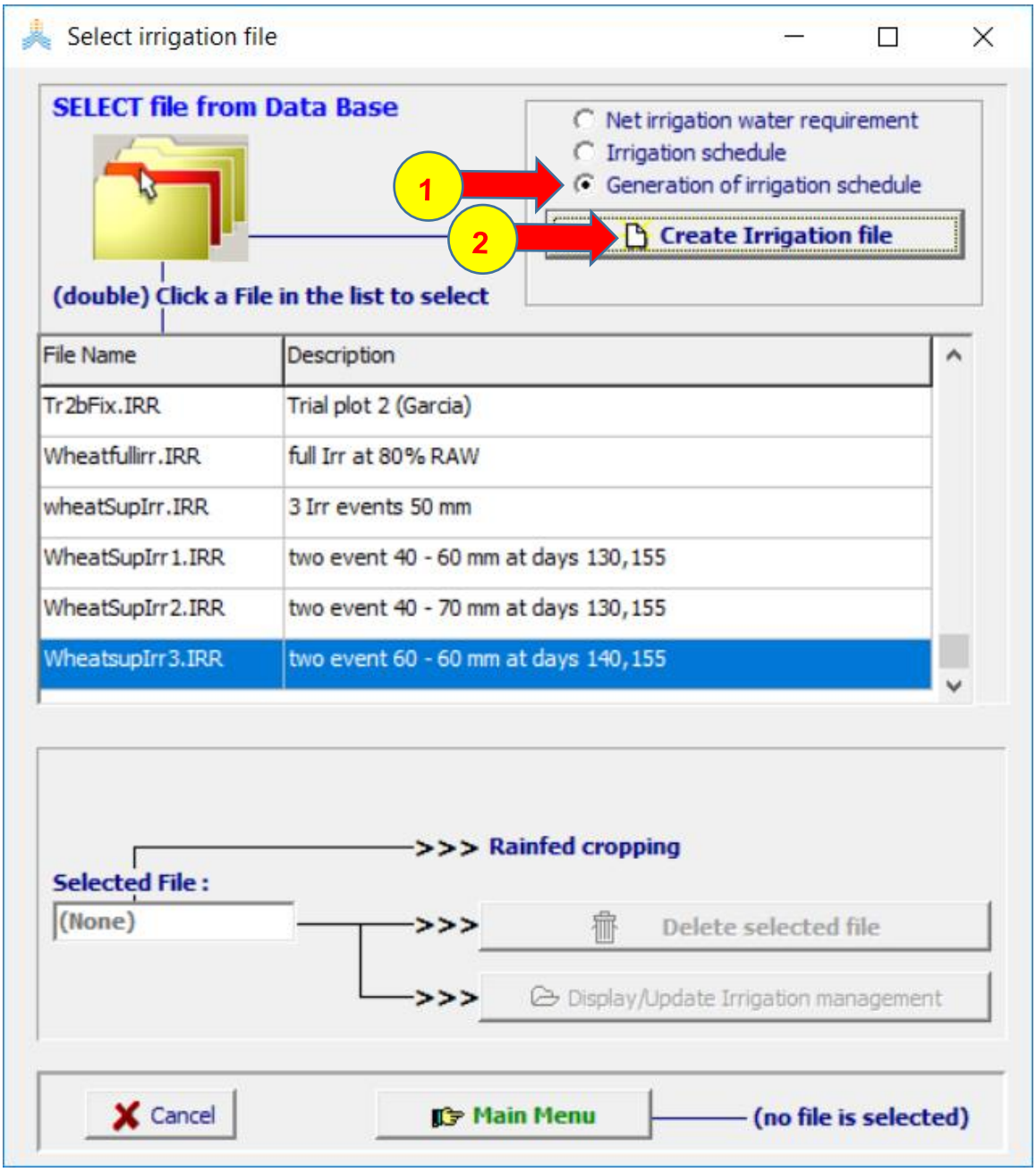
1- اختيار ملف المناخ للمحصول المراد محاكاة دورة نموه.
2- اختيار ملف المحصول.
3- في الواجهة Main menu اختيار الأمر Irrigation.
4- اختيار الأمر Select/Create Irrigation file.



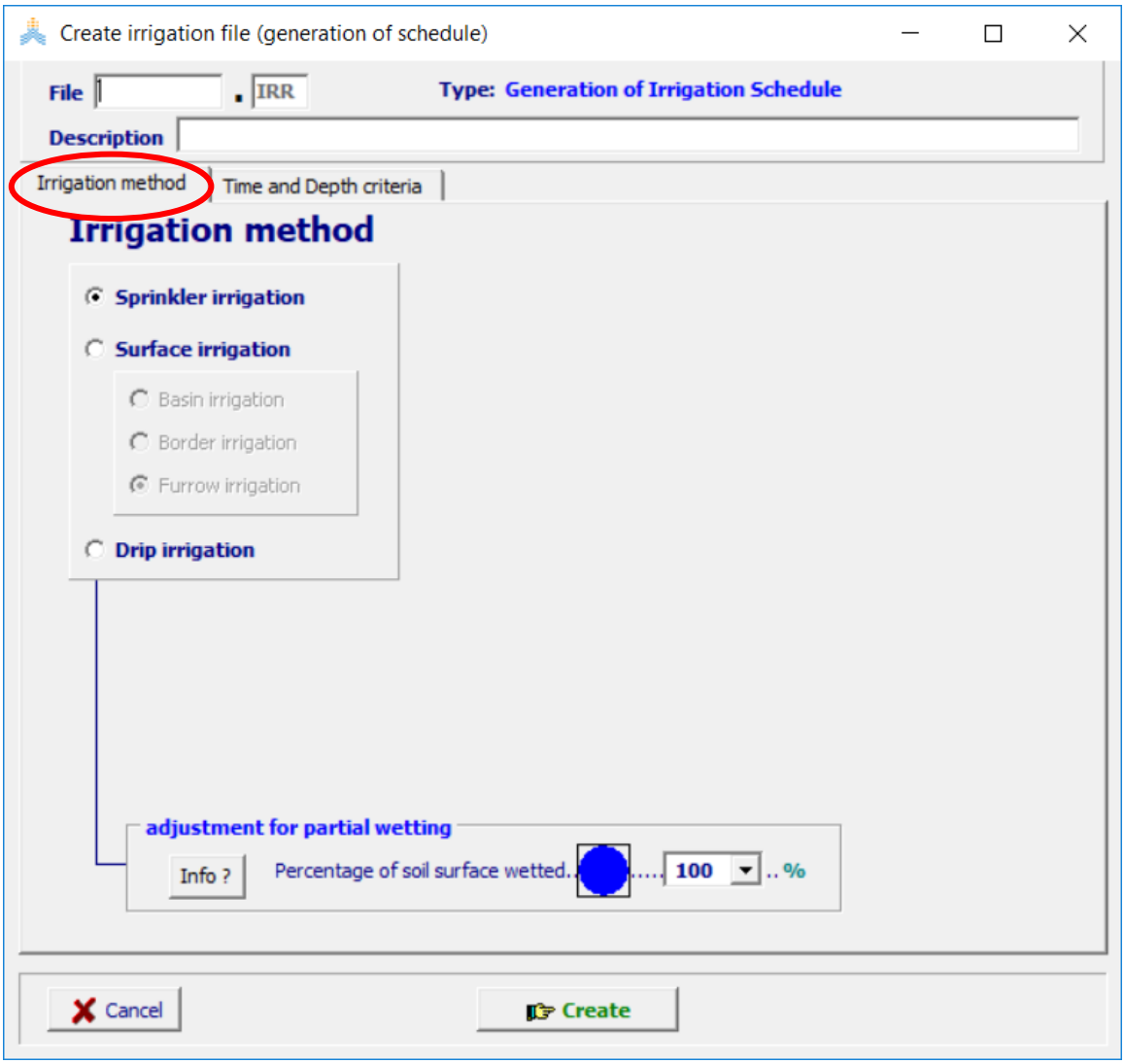
في الواجهة Select irrigation file:

1- اختيار الأمر Generation of irrigation schedule.

2- اختيار الأمر Create Irrigation file.

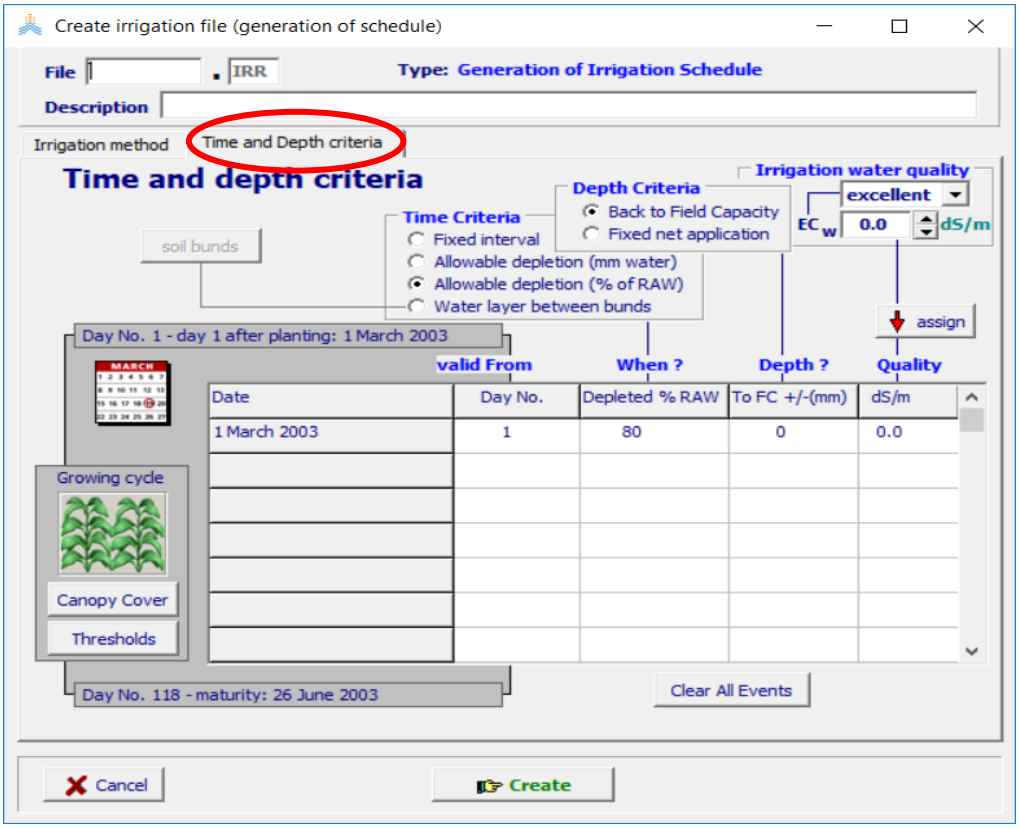


تظهر الواجهة Create irrigation file (generation of schedule) التي تحتوي اســـم الملف File وتوصـــيفه Description وواجهتي طريقة الري Irrigation method ومعايير عمق وتاريخ عمليات الري Time and Depth criteria.



يُحدد في الواجهة طريقة الري Irrigation method نمط الري المســتخدم ونســبة ســطح التربة المبلل حسب نمط الري كما مر في الفقرة السابقة (إدخال جدول ري).

في الواجهة Time and depth Criteria يتم تحديد معيار تحديد تاريخ عملية الري Time Criteria ومعيار تحديد عمق الري Depth Criteria كما يتم تحديد نوعية مياه الري Quality معبرا عنها بالناقلية الكهربائية لمياه الري مقدرة بواحدة القياس ديسي سيمنس بالمتر في العمود ds/m.



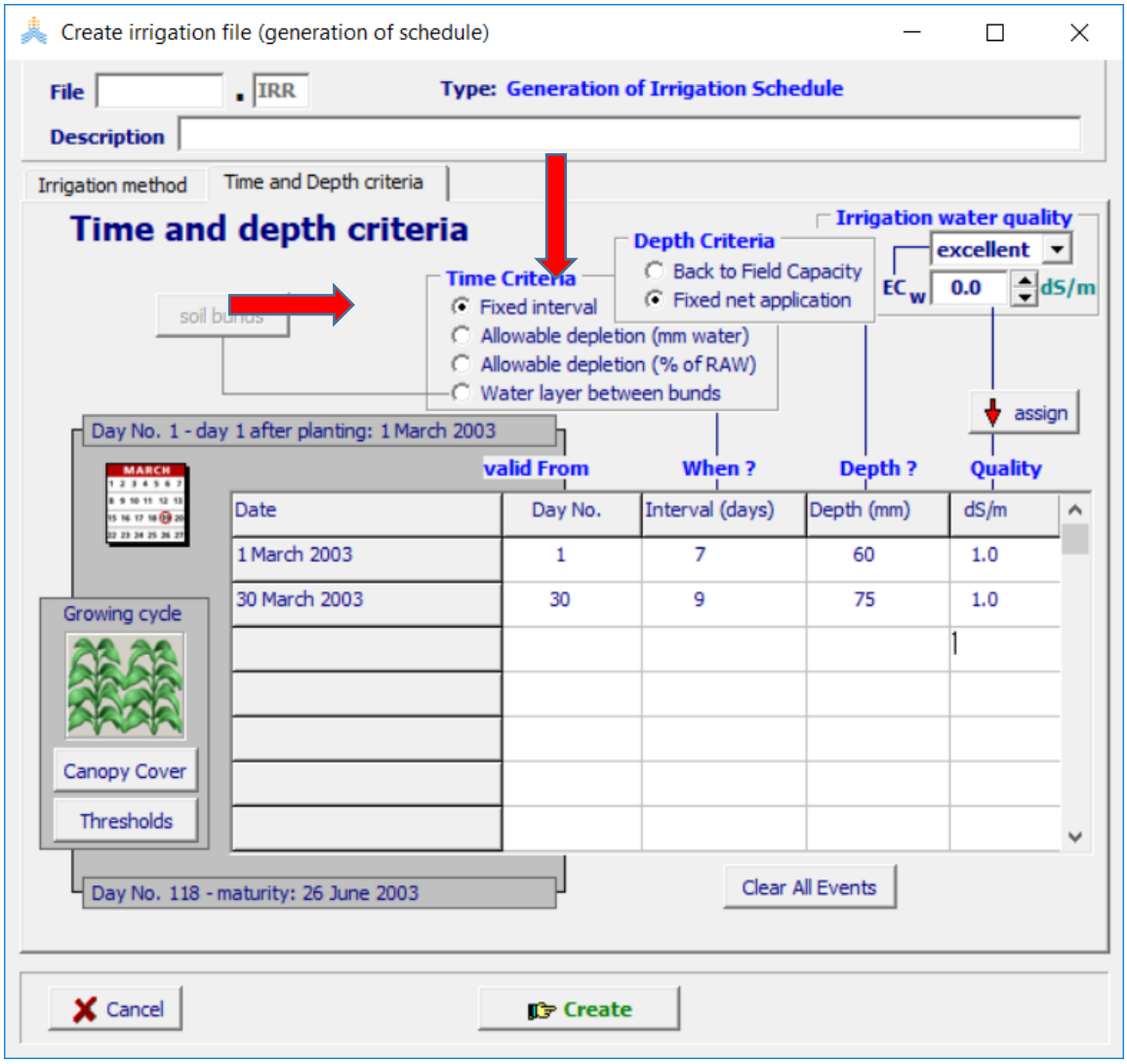
توجد أربعة معايير لتحديد تاريخ عملية الري Time Criteria:

- فاصل زمني ثابت Fixed interval.
- الاستهلاك المسموح (مم) Allowable depletion (mm water).
- الاستهلاك المسموح (%من الماءسهل الامتصاص) Allowable depletion (%RAW).
- قيمة معينة للرطوبة يعبر عنها كعمق (ماء بالمم) Water layer between bunds (وتستخدم في حالة الري بالأحواض لزراعة الرز مثلا).

ومعيارين لتحديد عمق الري Depth Criteria:

- الوصول إلى السعة الحقلية Back to Field Capacity.
- عمق ري ثابت Fixed net application.

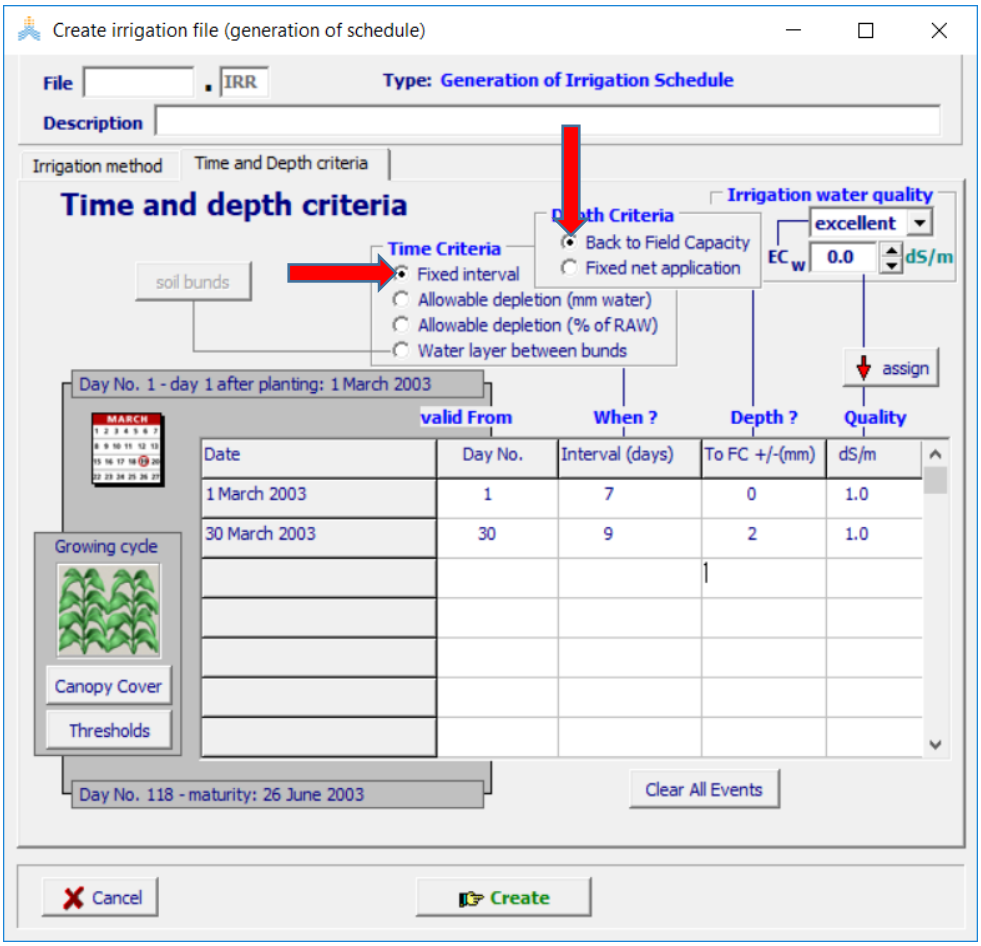
عند اختيار فاصـل زمني ثابت Fixed interval يحدد المسـتخدم الزمن الفاصـل بين عمليات الري ويحدد أحد معياري تحديد عمق الري (عمق ري ثابت Fixed net application):



بالخيارات الظاهرة في الشكل أعلاه سيقوم AquaCrop بتحديد عملية ري بفاصل زمني سبعة أيام بين كل عمليتين من اليوم الاول بعد الزراعة حتى اليوم 29، ويكون عمق الري ثابتاً 60 ملم لكل عملية ري. ثم سيحدد عملية ري كل تسعة أيام من اليوم 30 بعد الزراعة حتى نهاية دورة النمو وبعمق ري ثابت 75 ملم لكل عملية ري.

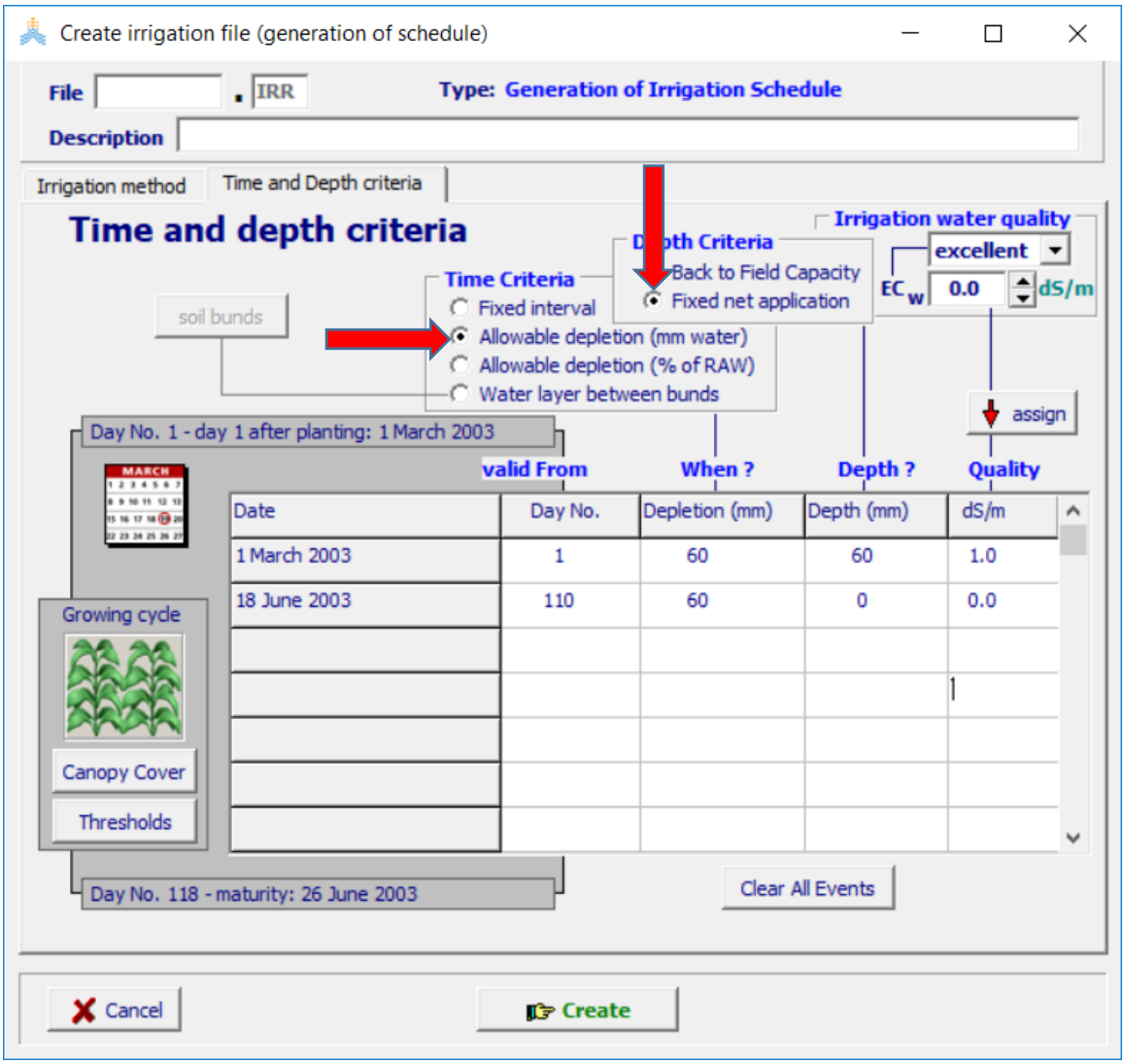
في حالة اختيار فاصل زمني ثابت Fixed interval وتحديد معيار تحديد عمق الري (الوصول إلى السعة الحقلية Back to Field Capacity)، يجب تحديد الكمية التي يجب أن تضـــاف إلى الكمية اللازمة من المياه للوصـــول إلى الســـعة الحقلية في العمود To Fc +/-(mm) ويمكن أن تكون صـــفرا أو موجبة أو سالبة:

- صـفر: الري المطبق سـيعيد رطوبة التربة في منطقة الجذور إلى قيمة السـعة الحقلية (يتم الوصـول إليها في نهاية اليوم).
- موجبة: عندما يتم التخطيط لري زائد من أجل غسل الأملاح من منطقة الجذور(+2 مم) .
- سالبة: عندما يتم التخطيط لري ناقص للاستفادة من هطول مطري متوقع (-10 مم مثلا).



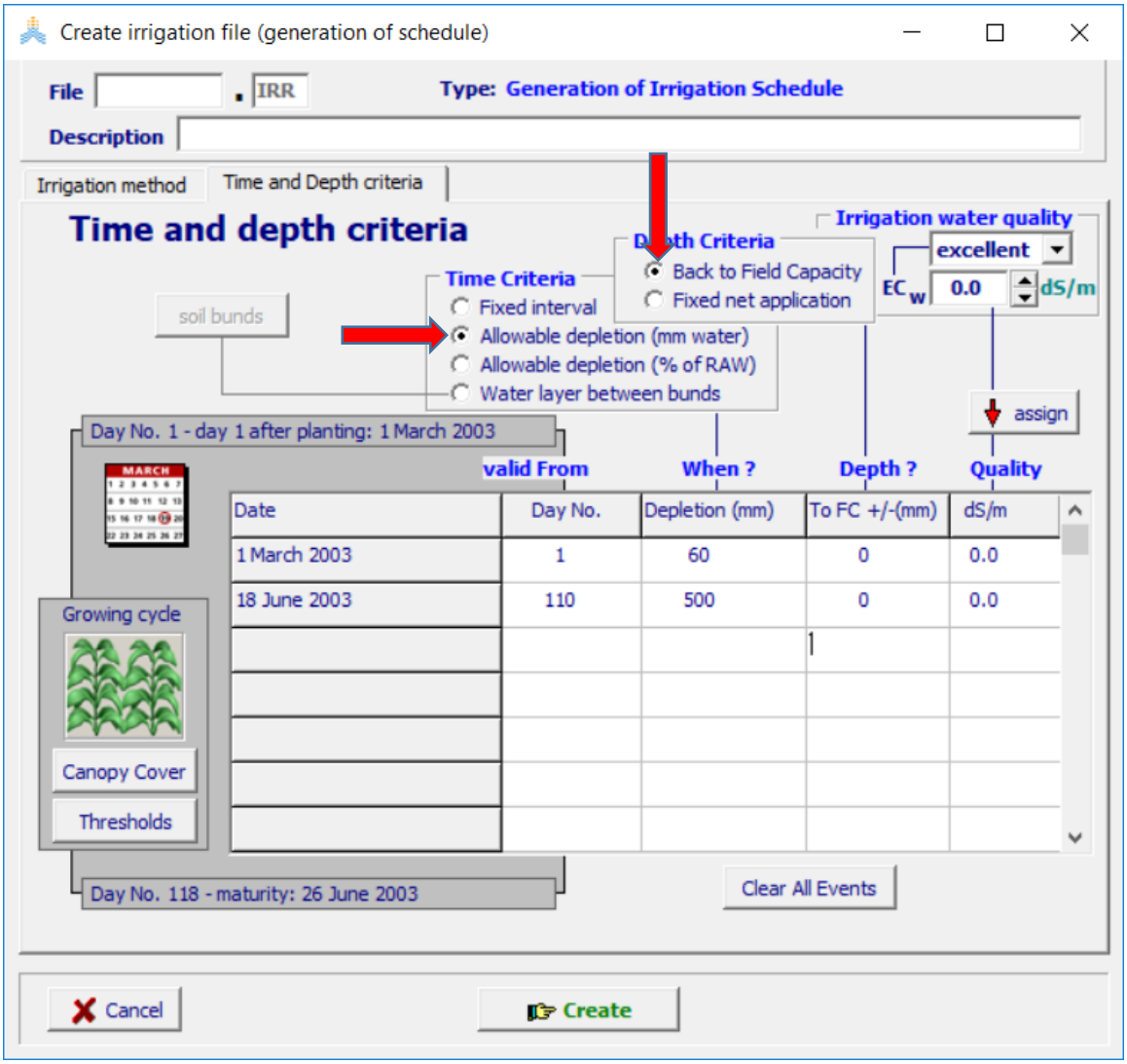
بالخيارات الظاهرة في الشكل أعلاه سيقوم AquaCrop بتحديد عملية ري بفاصل زمني سبعة أيام بين كل عمليتين من اليوم الاول بعد الزراعة حتى اليوم 29، ويكون عمق الري مســـاوياً لكمية المياه اللازمة (بالمم)لإعادة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية في تاريخ عملية الري. ثم سيحدد عملية ري كل تسعة أيام من اليوم 30 بعد الزراعة حتى نهاية دورة النمو ويكون عمق الري مســـاوياً لكمية المياه اللازمة (مم)لإعادة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية في تاريخ عملية الري مضافا إليها 2 مم.

عند اختيارمعيار الاســتهلاك المســموح (مم) Allowable depletion (mm water). لتاريخ الري، يحدد المســتخدم كمية المياه المســموح اســتهلاكها من منطقة الجذور بالمم ويحدد أحد معياري تحديد عمق الري (عمق ري ثابت Fixed net application):



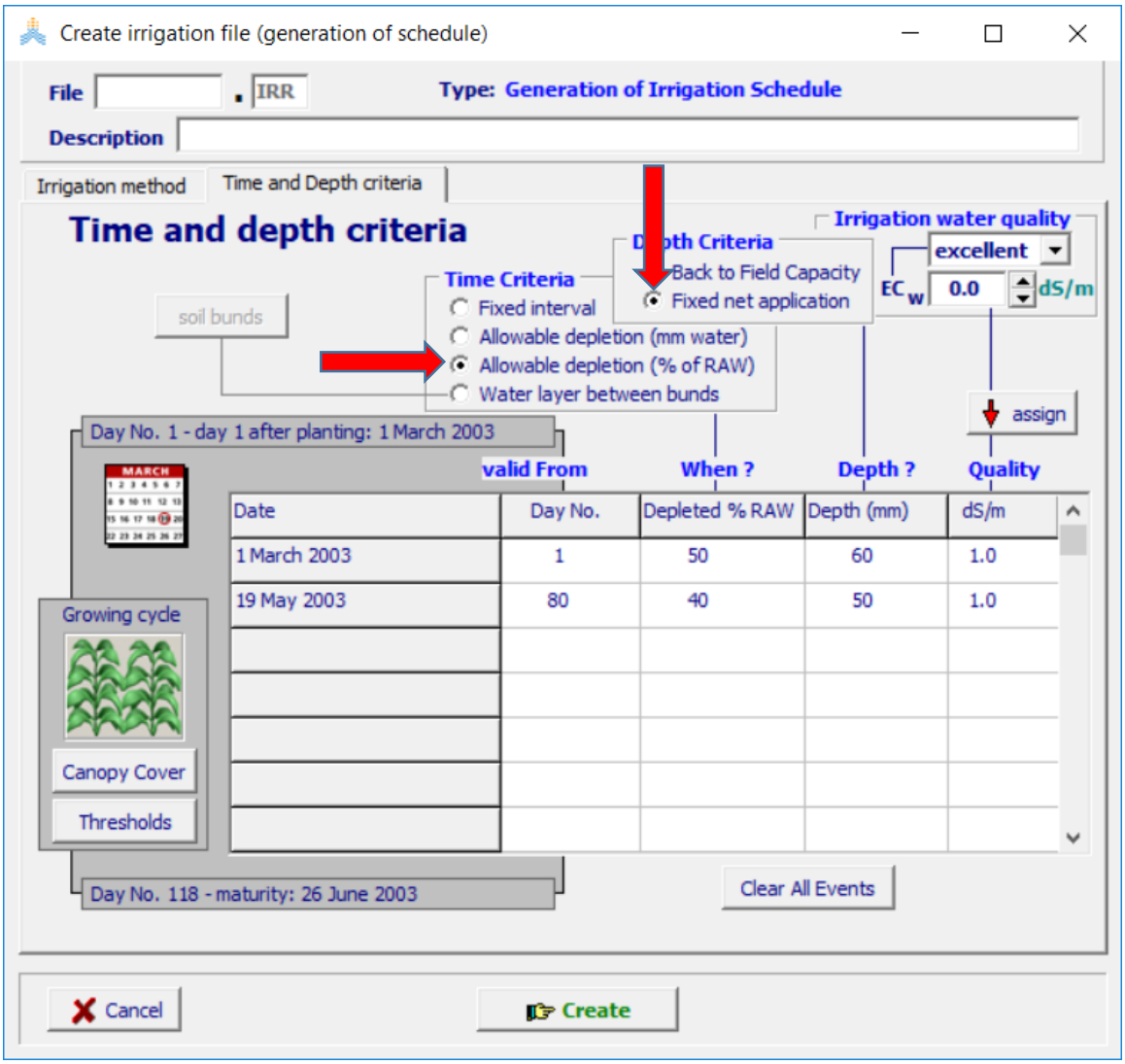
بالخيارات الظاهرة في الشــكل أعلاه ســيقوم AquaCrop بتحديد عملية ري في كل يوم تصــل فيه كمية المياه المســتهلكة من منطقة الجذور إلى 60 مم من اليوم الاول بعد الزراعة حتى اليوم 109، ويكون عمق الري ثابتا 60 ملم لكل عملية ري. ثم يتوقف الري من اليوم 110 لأن عمق الري قد تم تحديده يســاوي للصفر.

عند اختيار معيار الاستهلاك المسموح (مم) Allowable depletion (mm water)، وتحديد معيار تحديد عمق الري (الوصول إلى السعة الحقلية Back to Field Capacity) كما هو مبين في الشكل أدناه



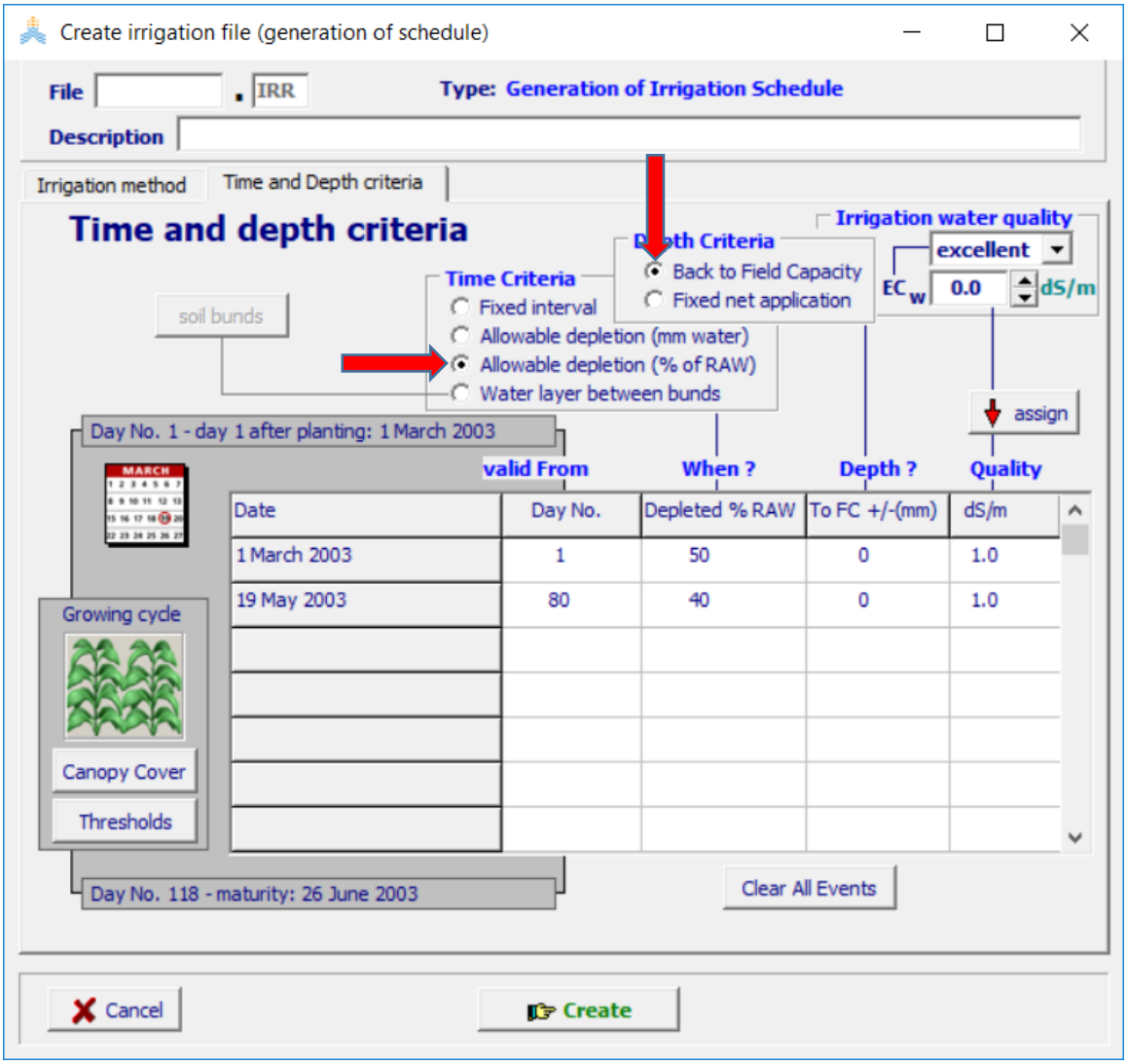
سيقوم AquaCrop بتحديد عملية ري في كل يوم تصل فيه كمية المياه المستهلكة من منطقة الجذور إلى 60 مم من اليوم الاول بعد الزراعة حتى اليوم 109، ويكون عمق الري مساويا للكمية اللازمة لإعادة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية بتاريخ كل عملية ري. ثم يتوقف الري من اليوم 110 لأن الاستهلاك المسموح قد تم تحديده مساويا 500 ملم وهو أكبر من الماء الكلي المتاح في منطقة الجذور.

عند اختيارمعيار الاستهلاك المسموح (%من الماء سهل الامتصاص) Allowable depletion (% of RAW).لتاريخ الري، يحدد المستخدم النسبة المئوية المسموح استهلاكها من الماء السهل الامتصاص من منطقة الجذور ويحدد أحد معياري تحديد عمق الري (عمق ري ثابت Fixed net application):



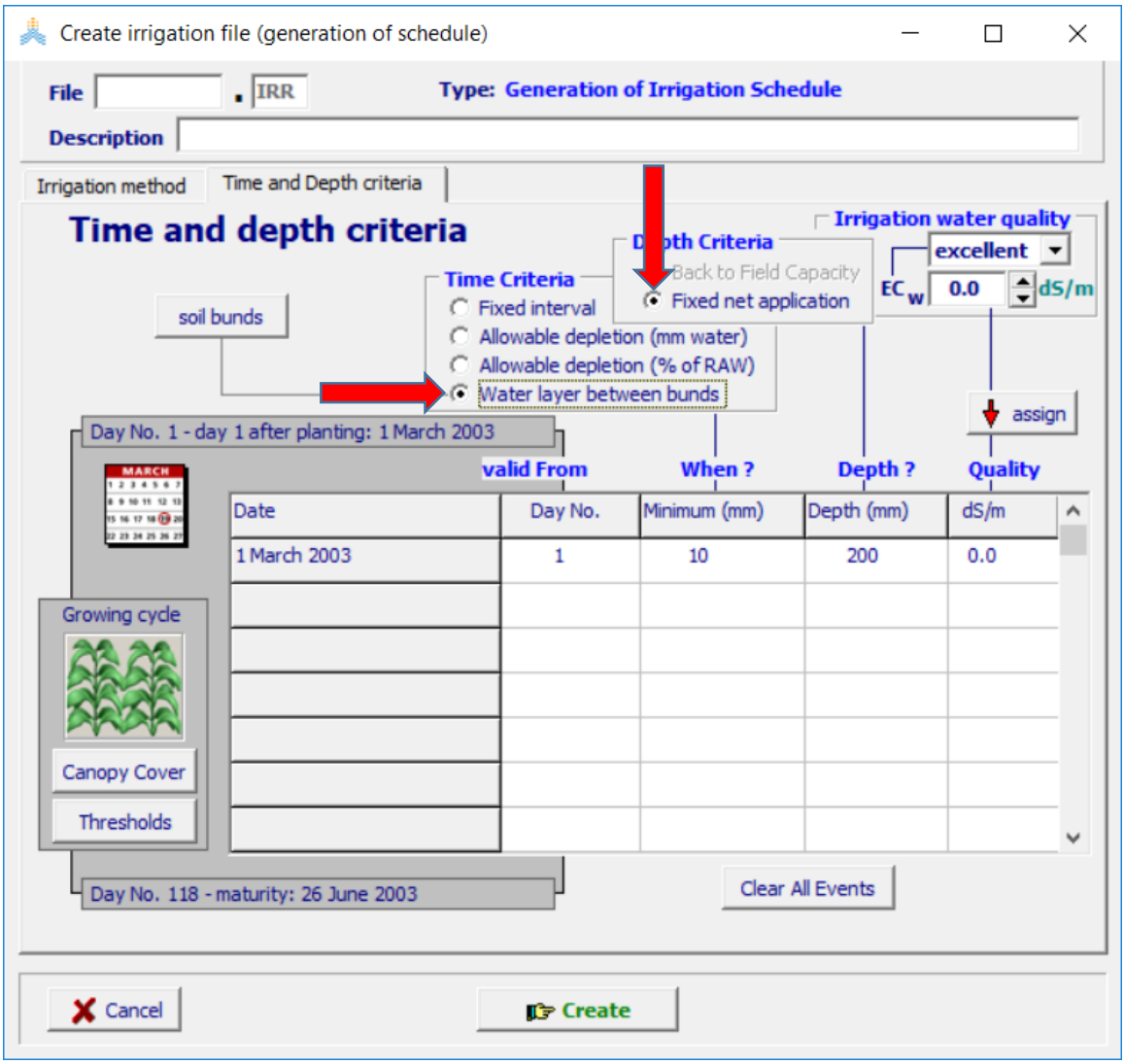
بالخيارات الظاهرة في الشكل أعلاه سيقوم AquaCrop بتحديد عملية ري في كل يوم تصل فيه نسبة المياه المستهلكة من منطقة الجذور إلى 50 % من الماء السهل الامتصاص من اليوم الاول بعد الزراعة حتى اليوم 79، ويكون عمق الري ثابتا 60 ملم لكل عملية ري. ثم سيحدد عملية ري في كل يوم تصل فيه نسبة المياه المستهلكة من منطقة الجذور إلى 40 % من الماء السهل الامتصاص من اليوم 80 بعد الزراعة حتى نهاية دورة النمو، ويكون عمق الري ثابتا 50 ملم لكل عملية ري.

عند اختيارمعيار الاستهلاك المسموح (%من الماءسهل الامتصاص) Allowable depletion (% of RAW).لتاريخ الري، وتحديد معيار تحديد عمق الري (الوصـــول إلى الســـعة الحقلية Back to Field Capacity) كما هو مبين في الشكل أدناه



سيقوم AquaCrop بتحديد عملية ري في كل يوم تصل فيه نسبة المياه المستهلكة من منطقة الجذور إلى 50 % من الماء السهل الامتصاص من اليوم الاول بعد الزراعة حتى اليوم 79، ويكون عمق الري مساويا للكمية اللازمة لإعادة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية بتاريخ كل عملية ري. ثم سيحدد عملية ري في كل يوم تصل فيه نسبة المياه المستهلكة من منطقة الجذور إلى 40 % من الماء السهل الامتصاص من اليوم 80 بعد الزراعة حتى نهاية دورة النمو، ويكون عمق الري مساويا للكمية اللازمة لإعادة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية بتاريخ كل عملية ري.

عند اختيارمعيار قيمة معينة للرطوبة في الأحواض Water layer between bunds.لتاريخ الري، يحدد المستخدم كمية المياه التي يجب المحافظة عليها في منطقة الجذوربالمم ويكون معيار تحديد عمق الري المتاح هو (عمق ري ثابت Fixed net application) فقط:



بالخيارات الظاهرة في الشـكل أعلاه سـيقوم AquaCrop بتحديد عملية ري في كل يوم تصـل فيه كمية المياه في منطقة الجذور إلى 10 ملم من اليوم الاول بعد الزراعة حتى نهاية دورة النمو، ويكون عمق الري ثابتا 200 ملم لكل عملية ري.

مثال توضيحي لإعداد جدول ري كامل لمحصول البطاطا في جنين - فلسطين

المعطيات:

البيانات المناخية:
موجودة في الملف العام للمناخ Jenin 03-15.CLI وفي الملفات التي تحتوي البيانات المناخية اليومية (Jenin 2003-2015.TNX) , (Jenin 2003-2015.ETO) ,(Jenin 2003-2015.PLU).

خصائص المحصول:
ملف محصول البطاطا JeninPotato.CRO الذي يعتمد تقويم حرارة النمو (GDD)، تاريخ الزراعة هو 1 مارس/Mar.

خصائص التربة:
ملف التربة JeninSoil.SOL لتربة جنين التي تتشكل من طبقتين:
الطبقة الأولى: silty clay loam بسماكة 0.5 م.
الطبقة الثانية: loam بسماكة 0.2 م.

شروط إدارة الحقل:
ملف إدارة الحقل JeninPotato.MAN حيث خصوبة التربة Near Optimal 85% والغطاء النسبي للأعشاب الضارة 5%.

الشروط الابتدائية:
الملف Jenin_FC.SW0 والذي تكون فيه رطوبة التربة مساوية للسعة الحقلية FC لتربة جنين.

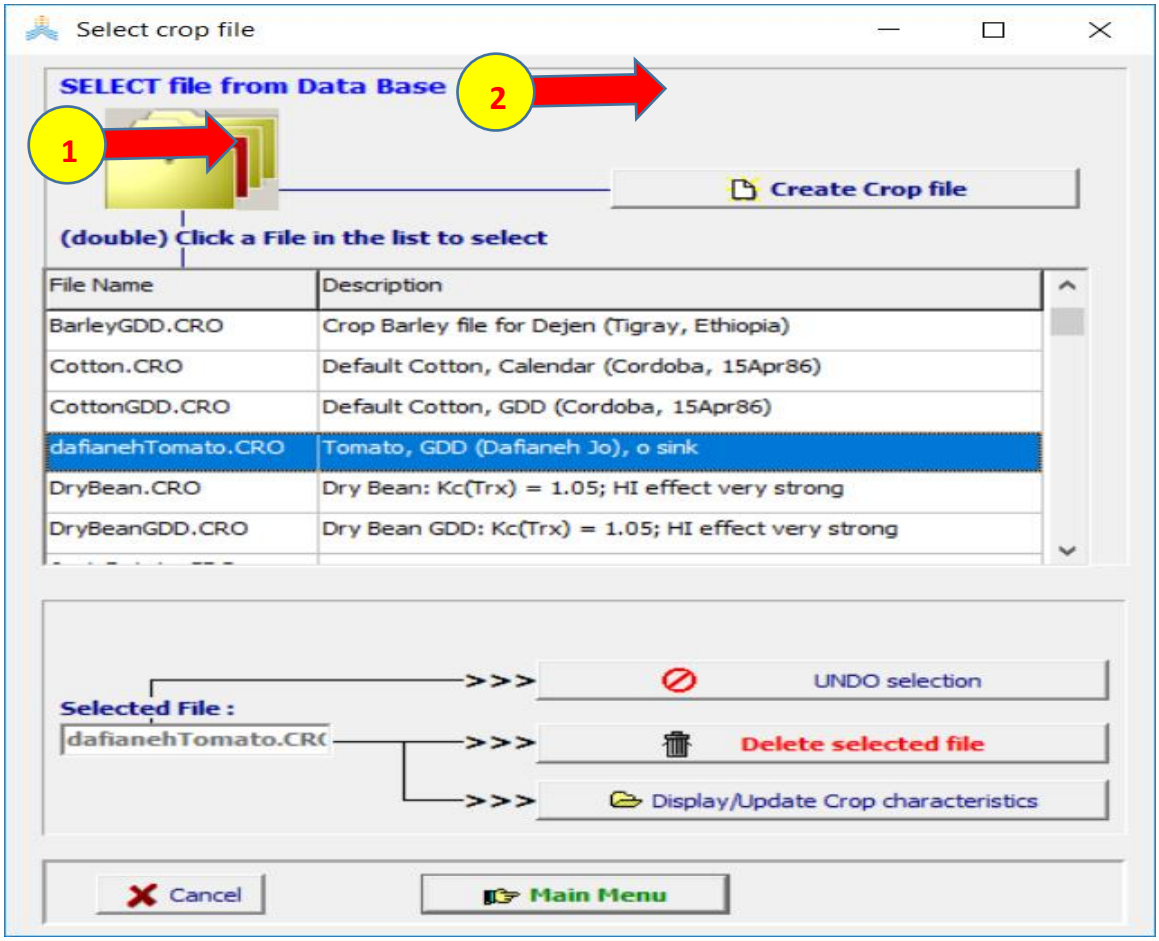
إنشاء مشروع محاكاة إنتاجية محصول البطاطا المروي ريا كاملاً

اختيار الملف المُناخي

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Climate.

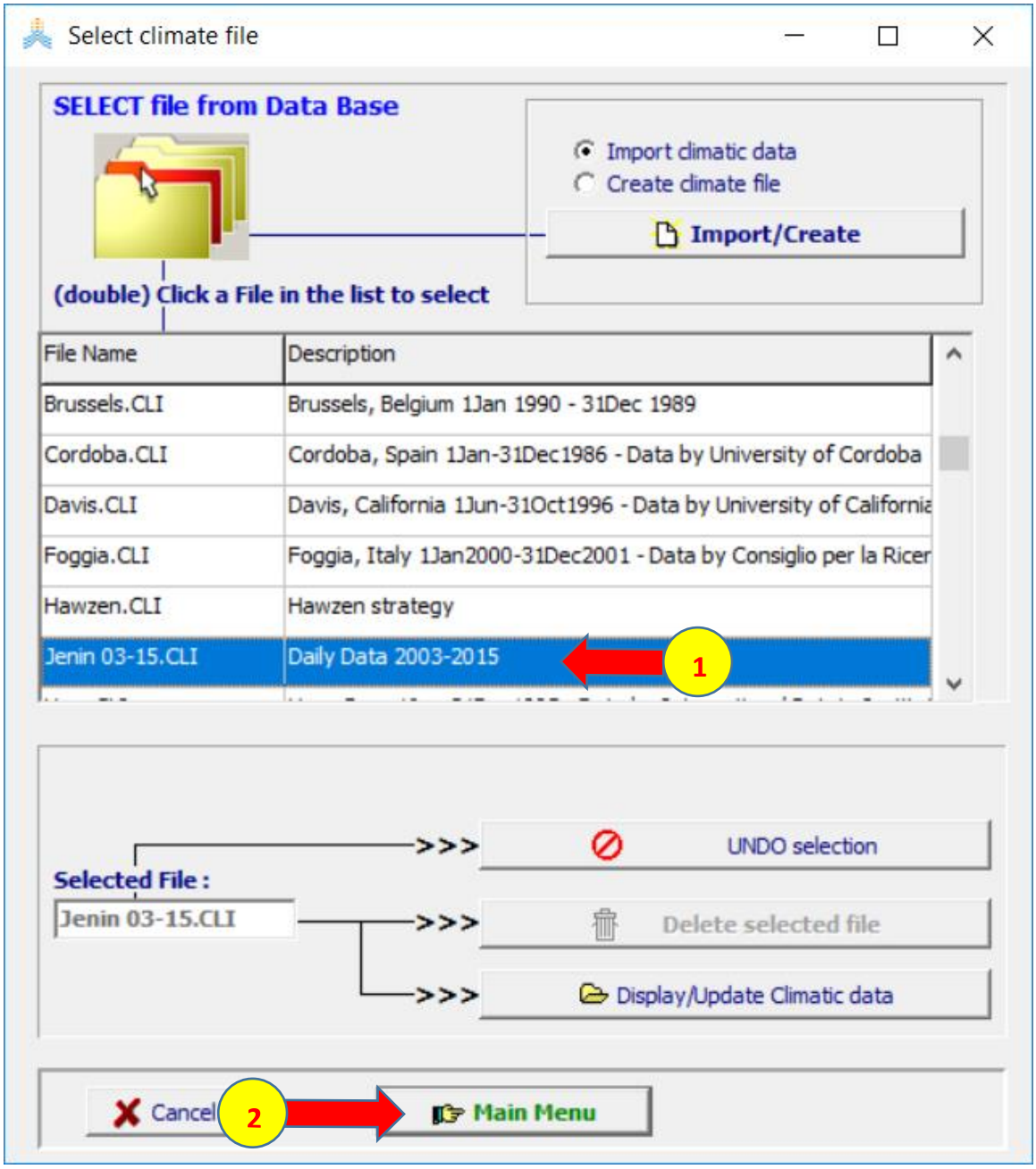
2- اختر الأمر Select/Create Climate file.



في الواجهة Select climate file:

1- اختر الملف Jenin 03-15.CLI.

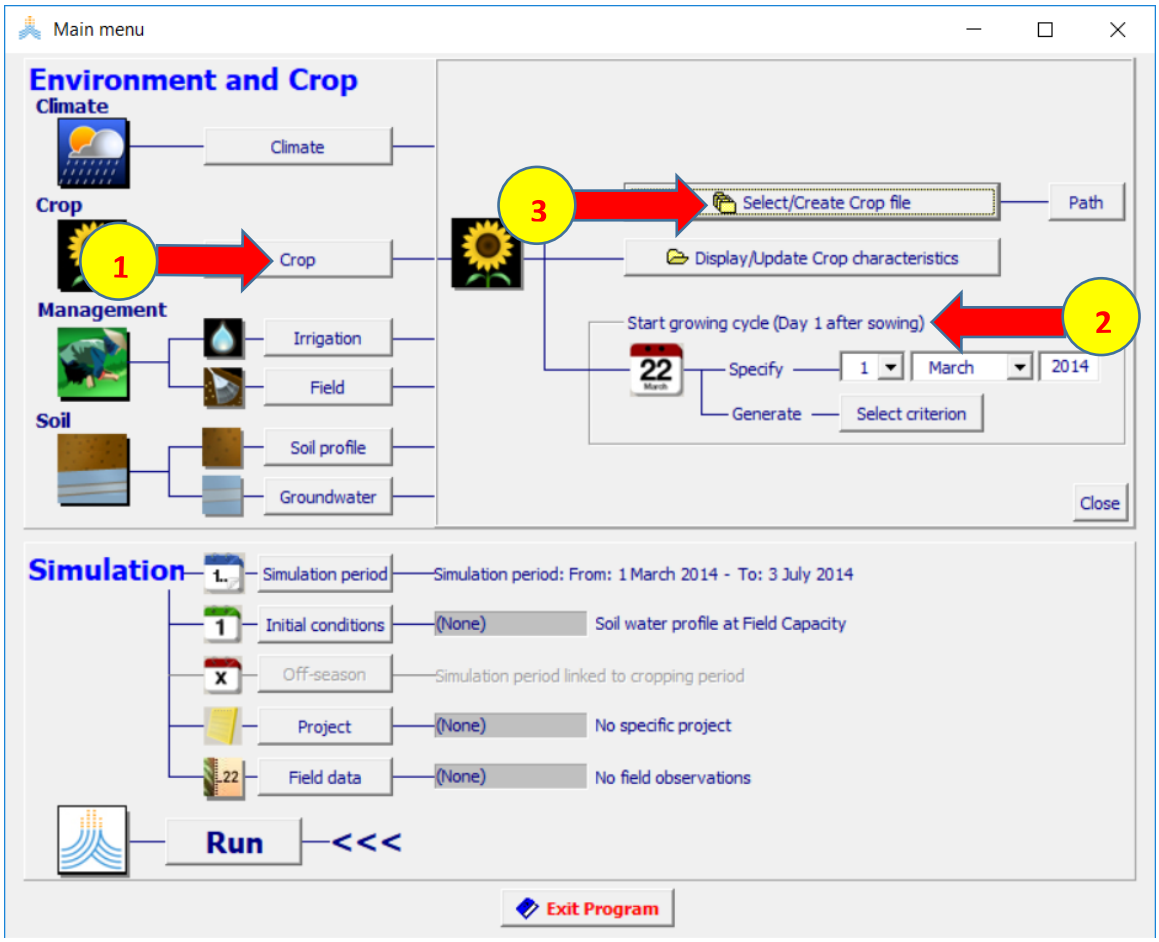
2- اختر الأمر Main Menu.



اختيار ملف المحصول

في الواجهة Main menu:

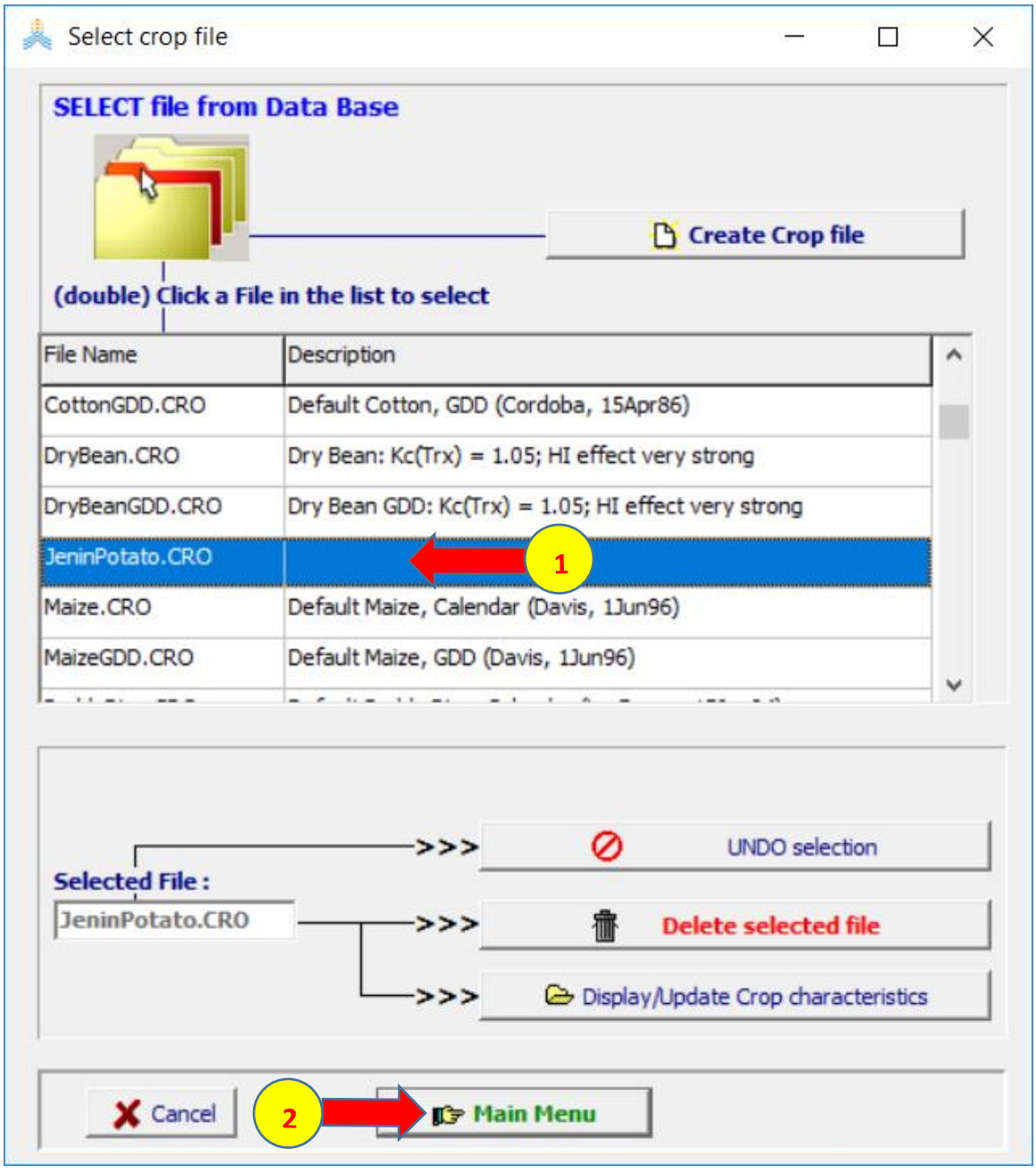
1- اختر الأمر Crop.
2- حدد Start growing cycle (Day 1 after sowing) بتاريخ 1 Mar 2014.
3- اختر الأمر Select/Create Crop file.



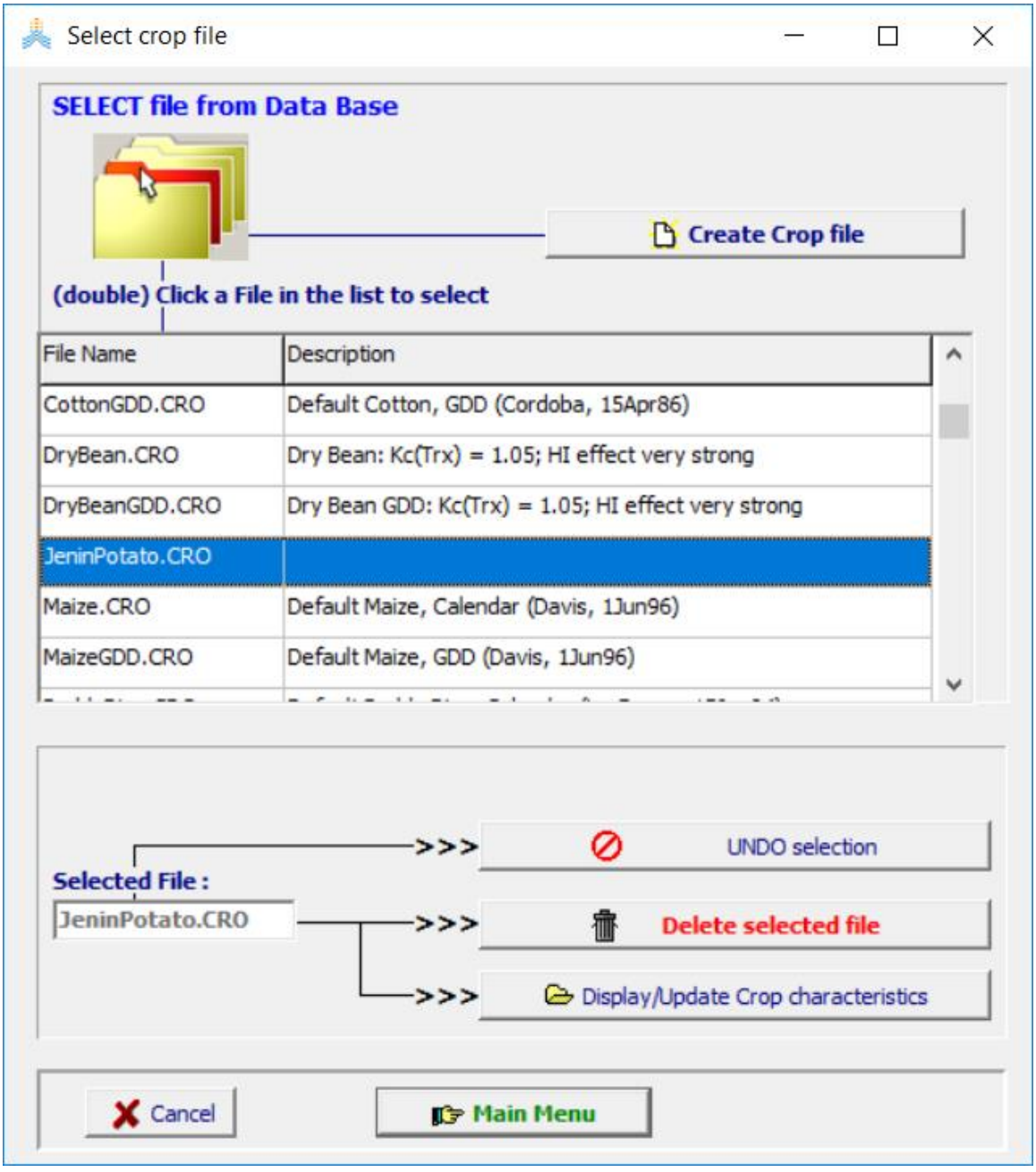
في الواجهة Select crop file:

1- اختر ملف المحصول JeninPotato.CRO.

2- اختر الأمر Main Menu.



عند اختيار الأمر Main Menu تظهر نافذة Planting date اختر OK لتأكيد تاريخ الزراعة.

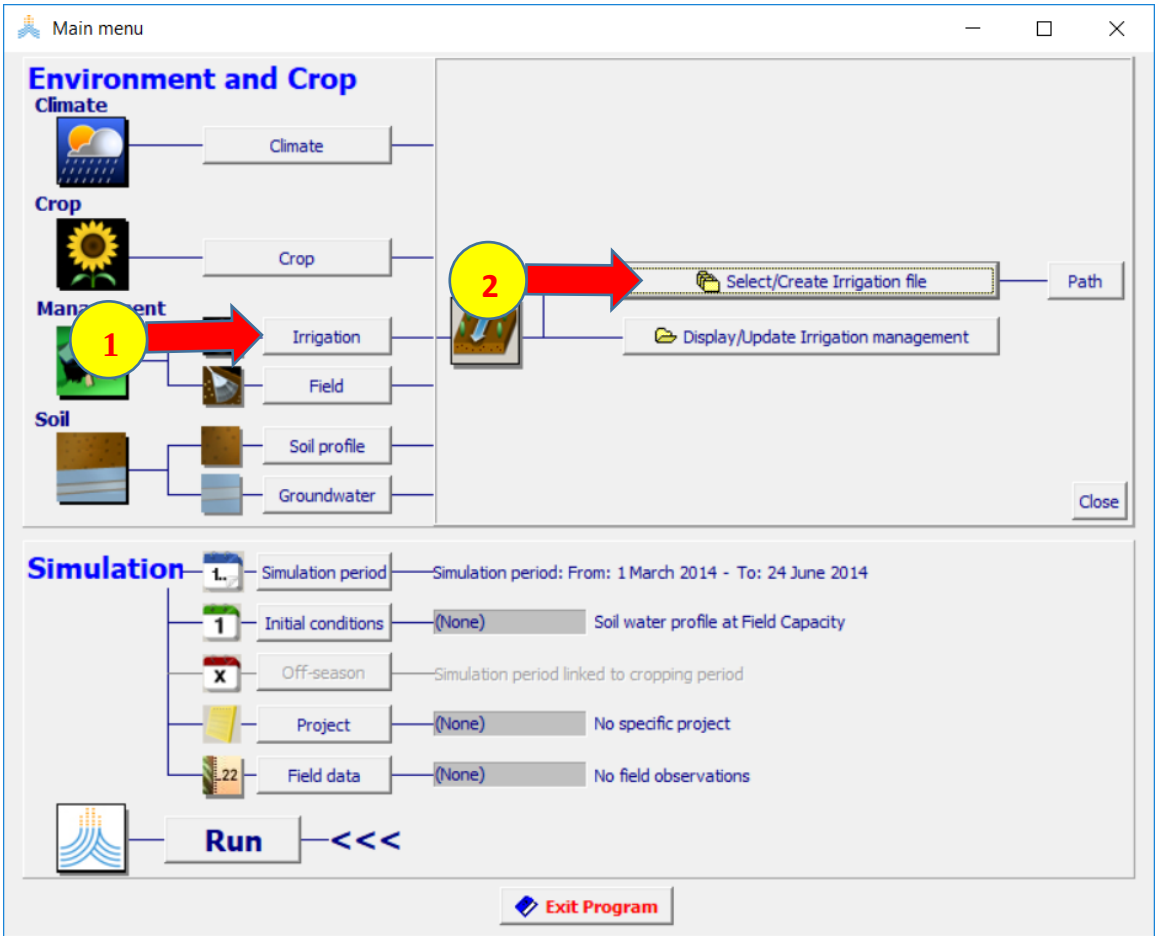


إنشاء ملف الري الكامل:

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Irrigation.

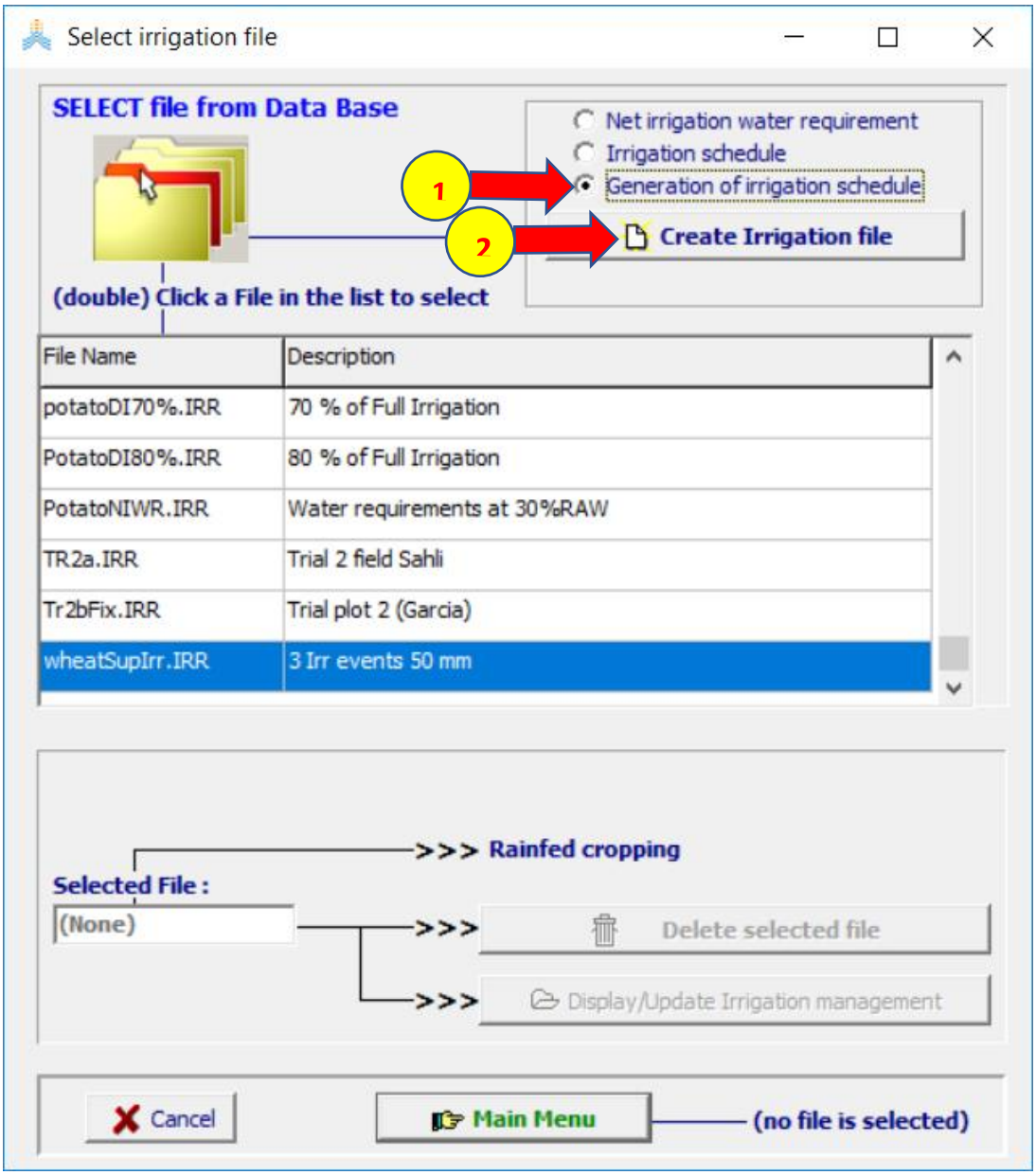
2- اختر الأمر Select/Create Irrigation file.



في الواجهة Select irrigation file:

1- اختر Generation of irrigation schedule.

2- اختر الأمر Create Irrigation file.



في الواجهة (Create irrigation file (Generation of schedule:

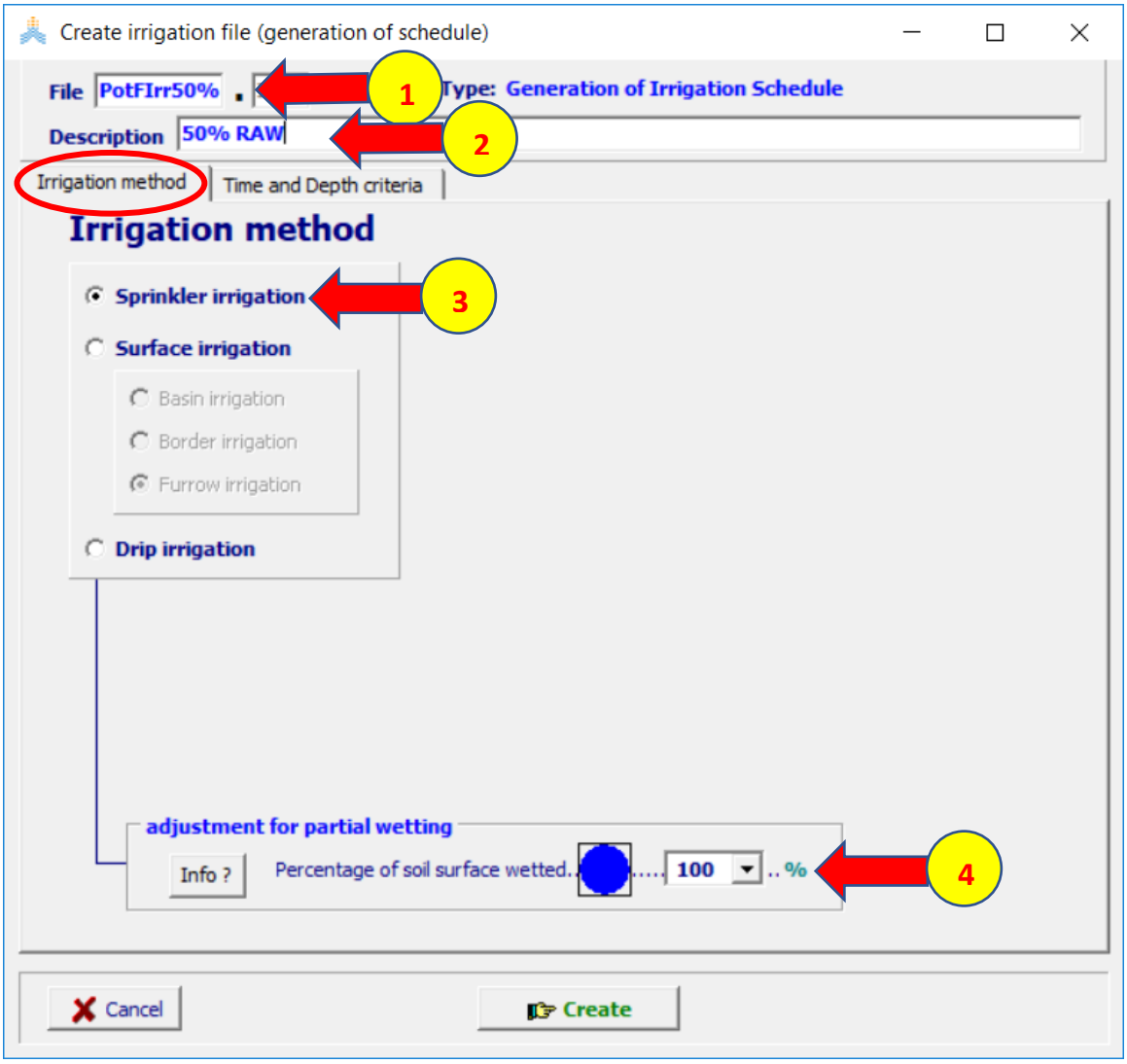
1- حدد اسم الملف JeninPotFIrr50%.

2- حدد Description (50% RAW).

في الواجهة Irrigation method:

3- حدد طريقة الري بالرش Sprinkler Irrigation.

4- حدد قيمة Percentage of soil surface wetted (100) أي كامل سطح التربة سيتبلل بالماء نتيجة الري.



في الواجهة Time and Depth criteria:

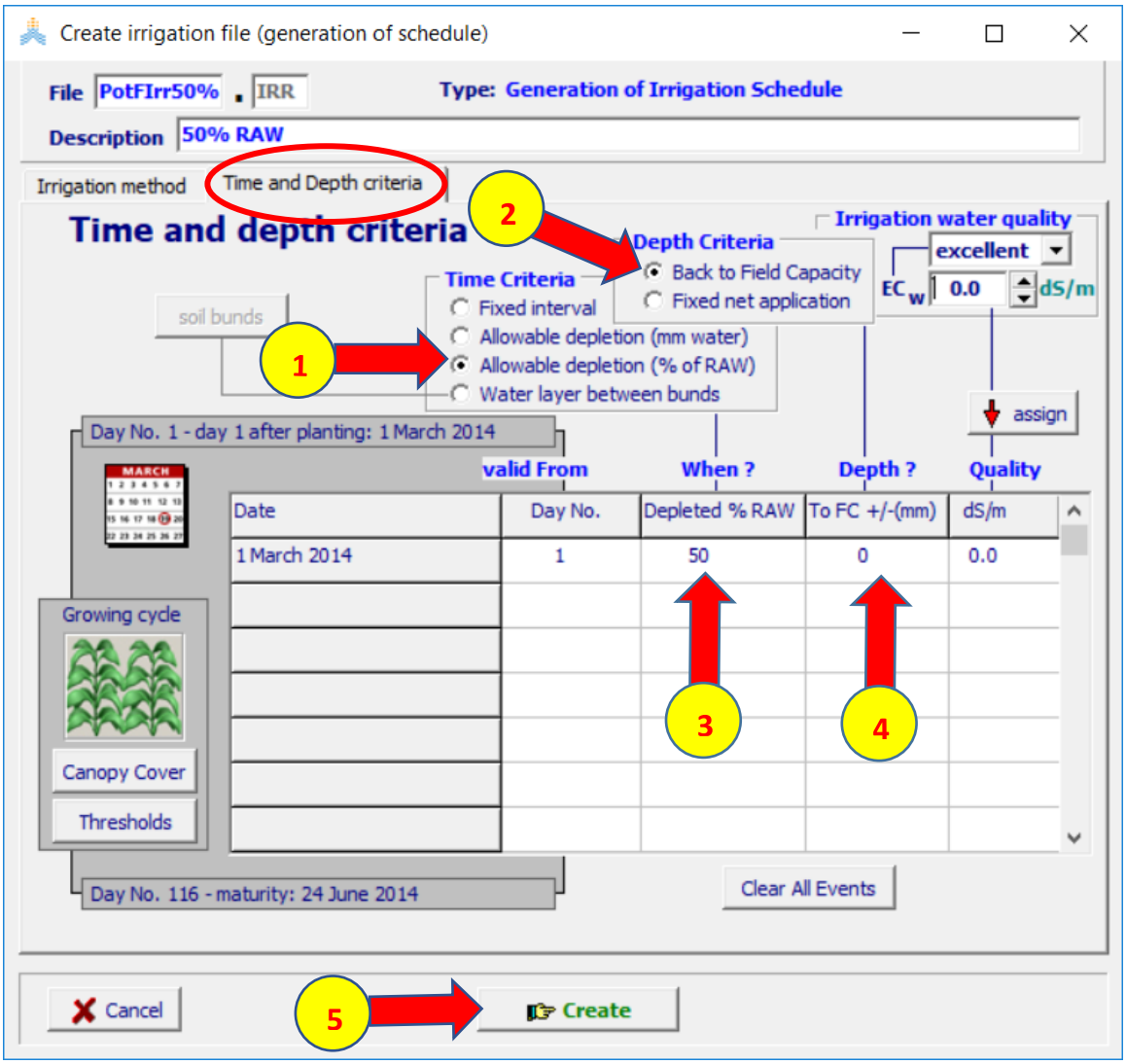
1- حدد Time Criteria بالخيار Allowable depletion (% of RAW).

2- حدد Depth Criteria بالخيار Back to Field Capacity.

3- حدد قيمة Depleted % of RAW (50).

4- حدد قيمة To FC +/-(mm) (0).

5- اختر الأمر Create لإنشاء الملف.



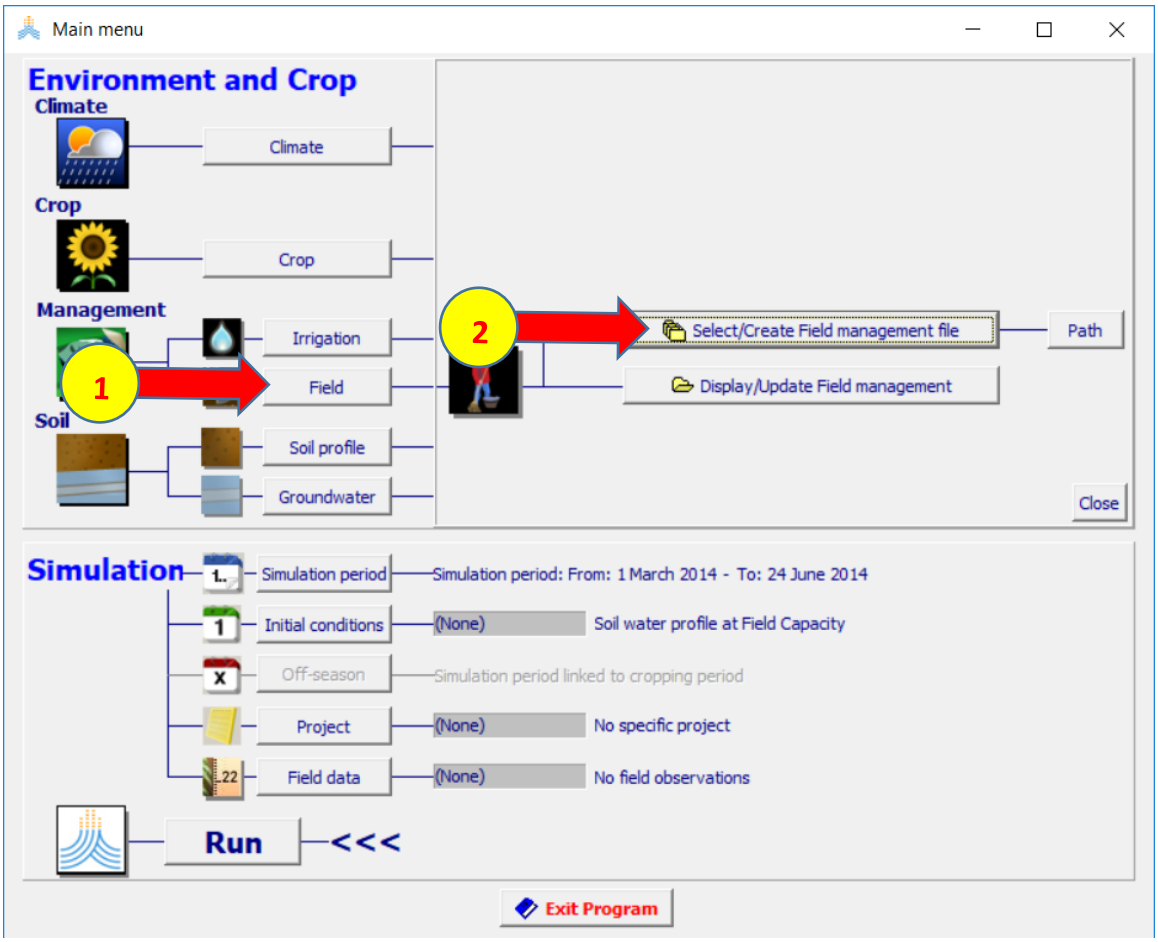
بالخيارات السابقة سيقوم AquaCrop بتحديد عملية ري في كل يوم تصل فيه الكمية المستهلكة من رطوبة التربة في منطقة الجذور بالتبخر والنتح إلى 50% من الماء المتاح بسهولة RAW وتكون كمية المياه المضافة بعملية الري مساوية للكمية اللازمة لإعادة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية FC.

اختيار ملف إدارة الحقل

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Field.

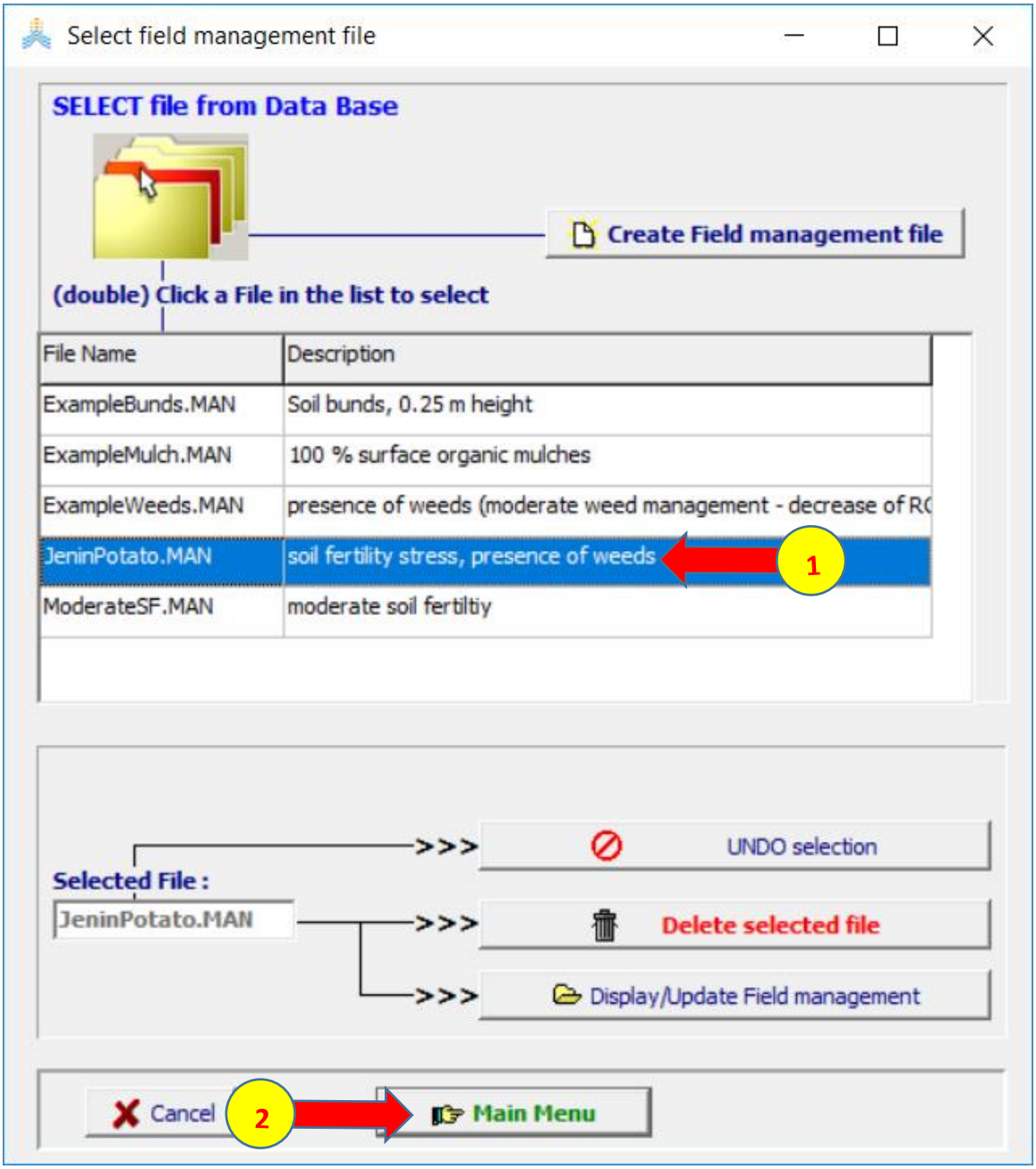
2- اختر الأمر Select/Create Field management file.



في الواجهة Select Field management file:

1- اختر ملف إدارة الحقل JeninPotato.MAN.

2- اختر الأمر Main Menu.

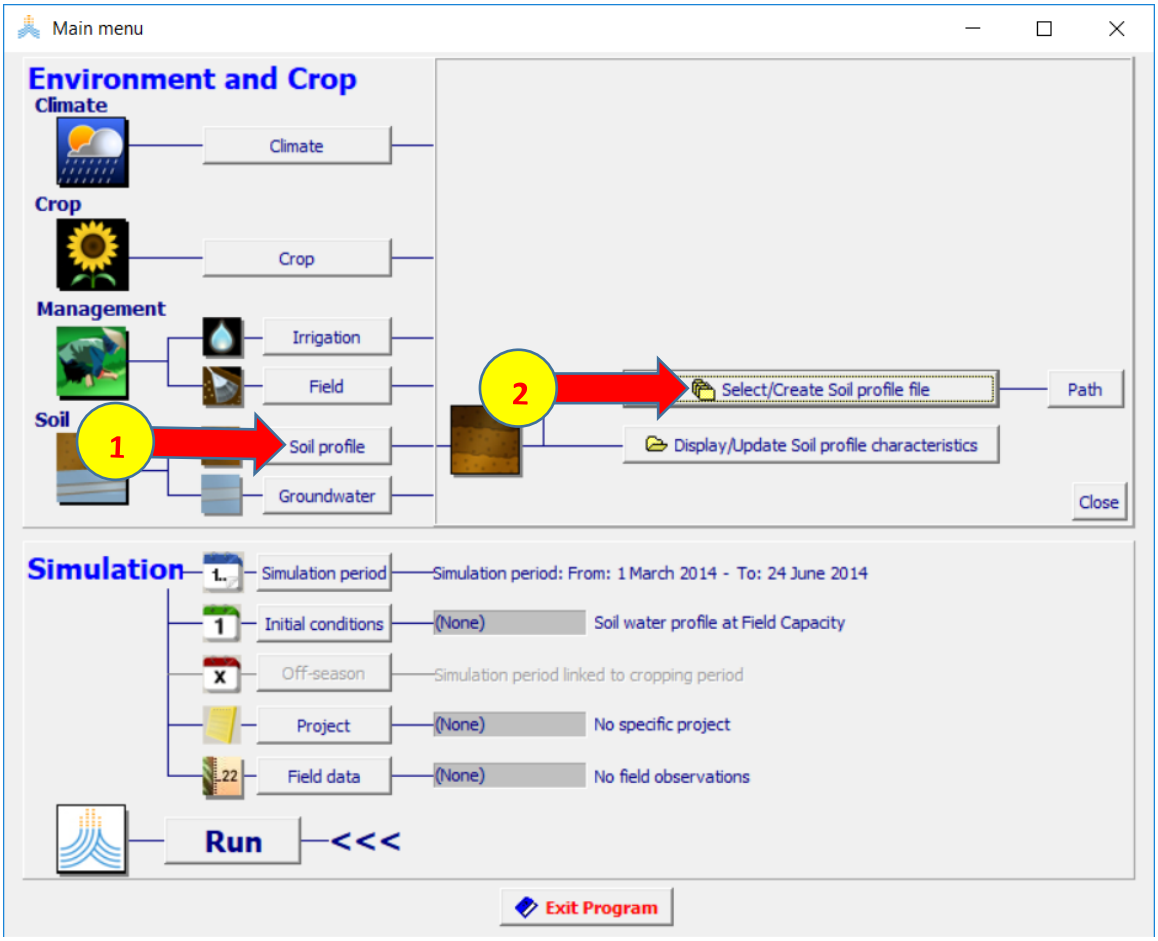


اختيار ملف مقطع التربة

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Soil profile.

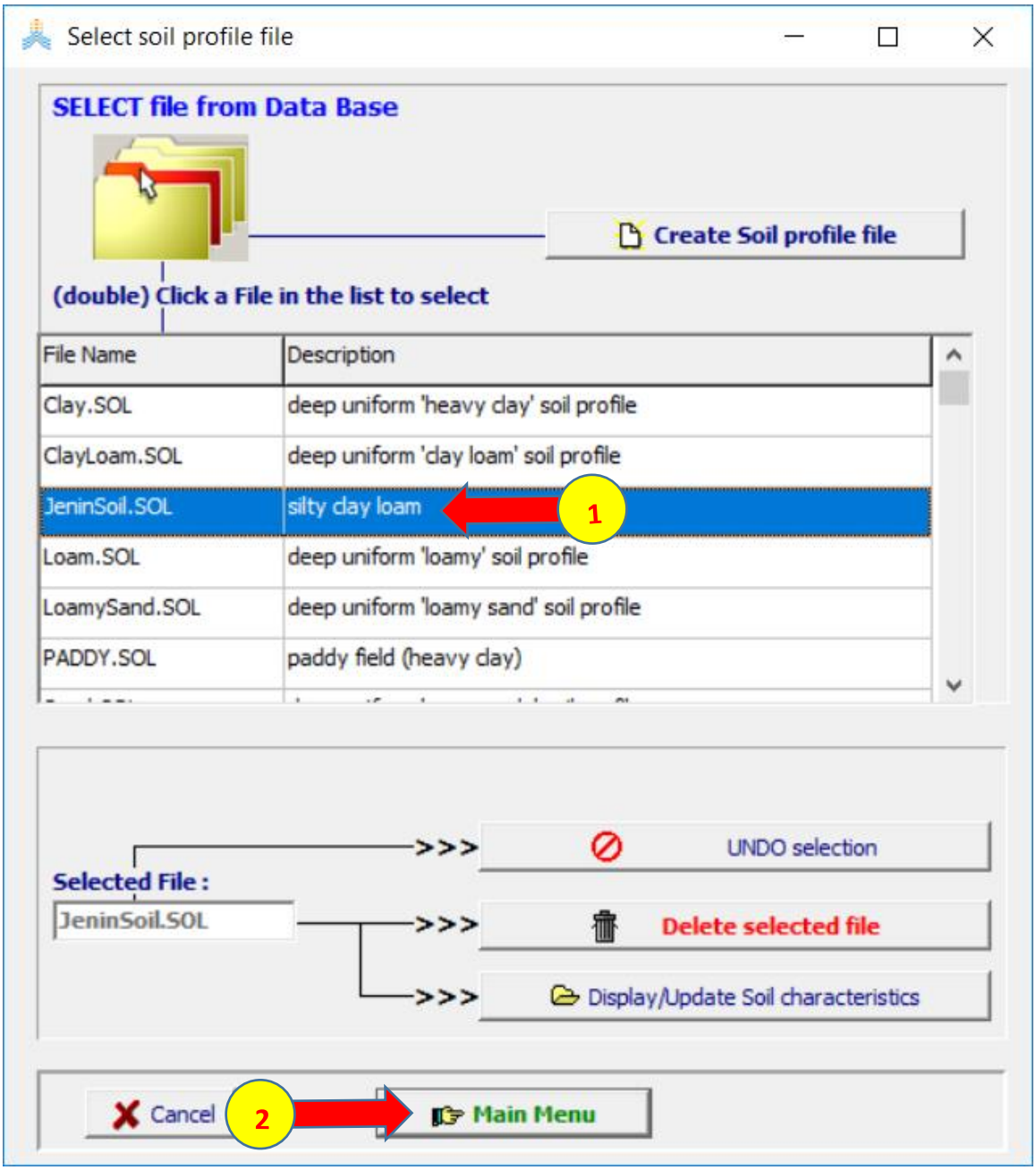
2- اختر الأمر Select/Create Soil profile file.

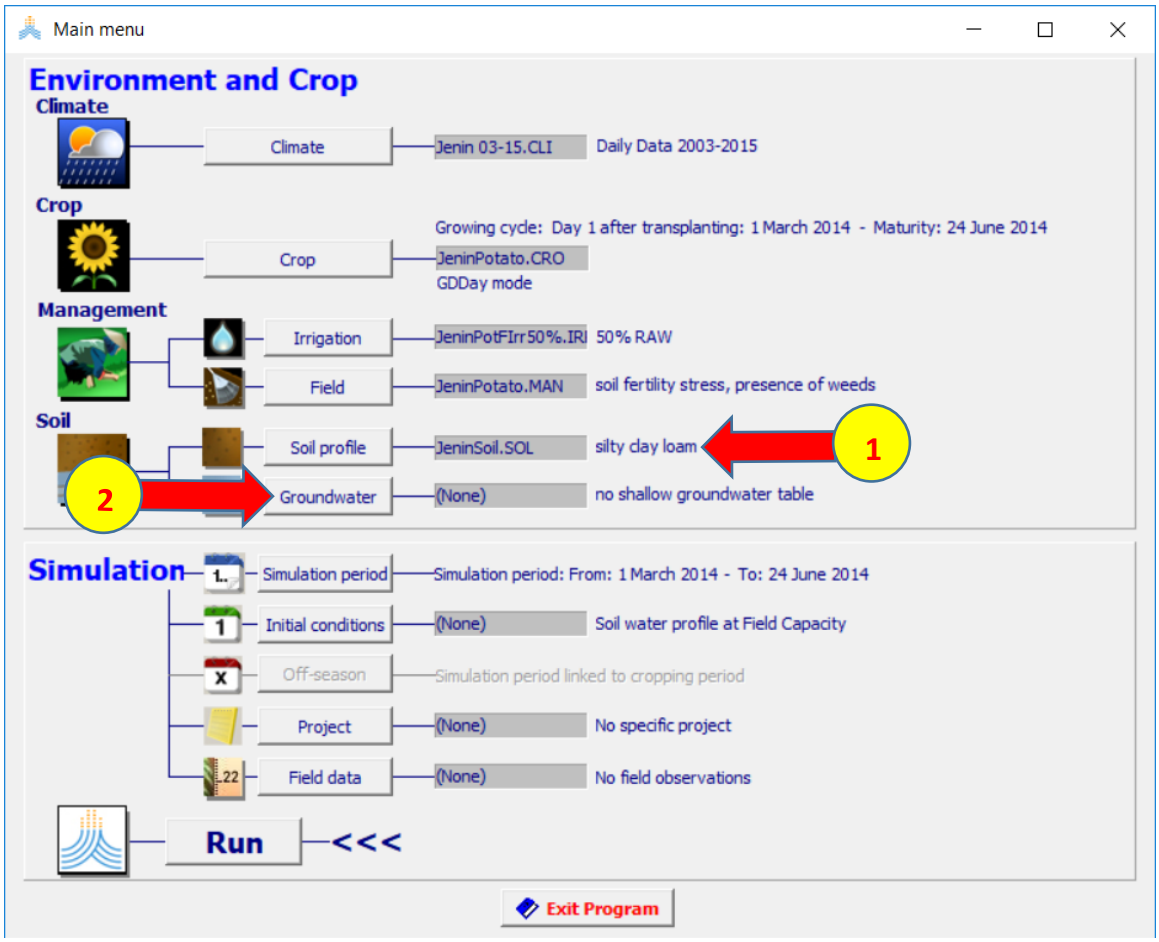


في الواجهةِ Select soil profile file:

1- اختر ملف مقطع التربة JeninSoil.SOL.

2- اختر الأمر Main Menu.





1- يعود البرنامج AquaCrop إلى الواجهة Main menu ويظهر اسم ملف مقطع التربة (JeninSoil.SOL) الذي تم اختياره.

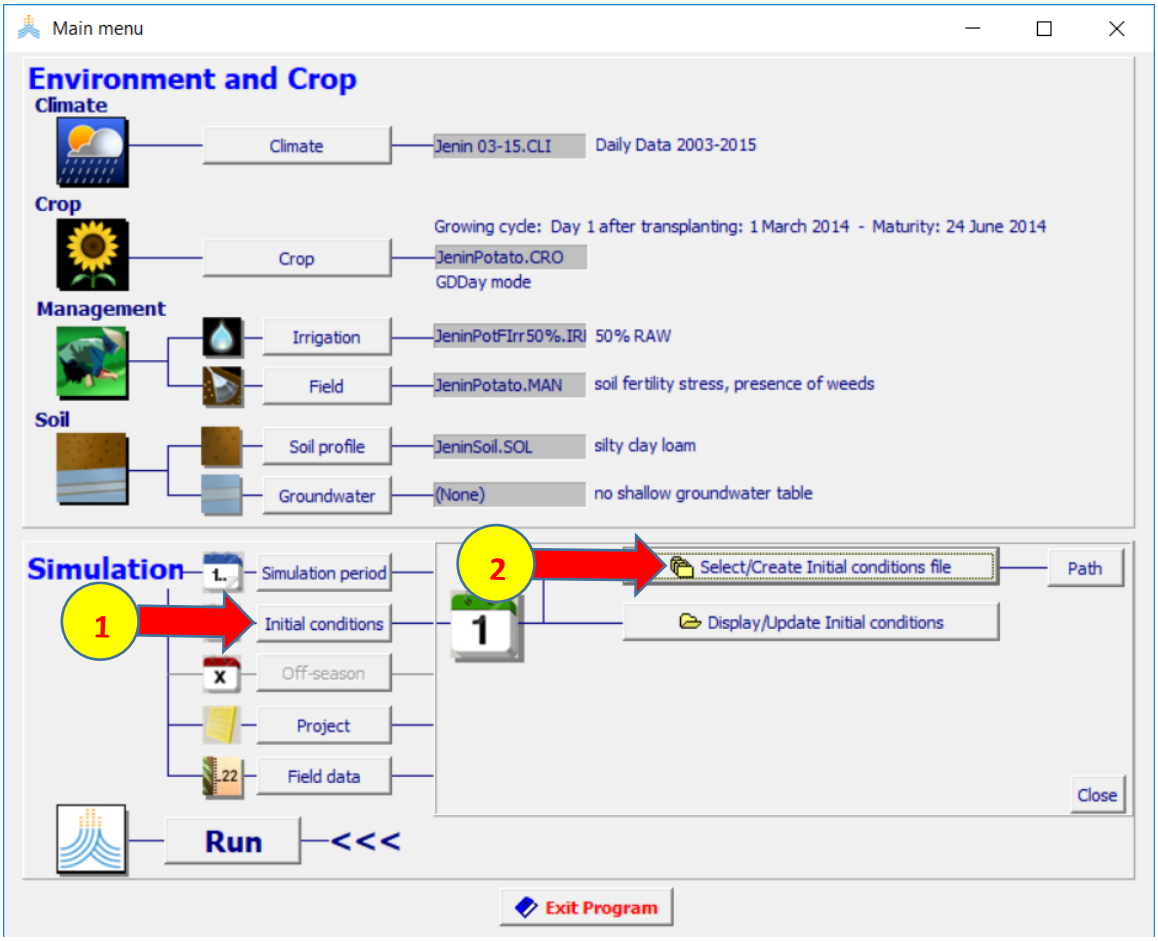
2- بما أن سطح المياه الجوفية في جنين أعمق من 4 أمتار عن سطح الأرض لا يوجد مياه تصعد إلى منطقة الجذور بالصعود الشعري capillary rise ونبقي الملف الافتراضي None الذي يفترض أن سطح المياه الجوفية عميق ولا يؤثر على رطوبة التربة في منطقة الجذور.

اختيار ملف الشروط الابتدائية

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Initial conditions. .

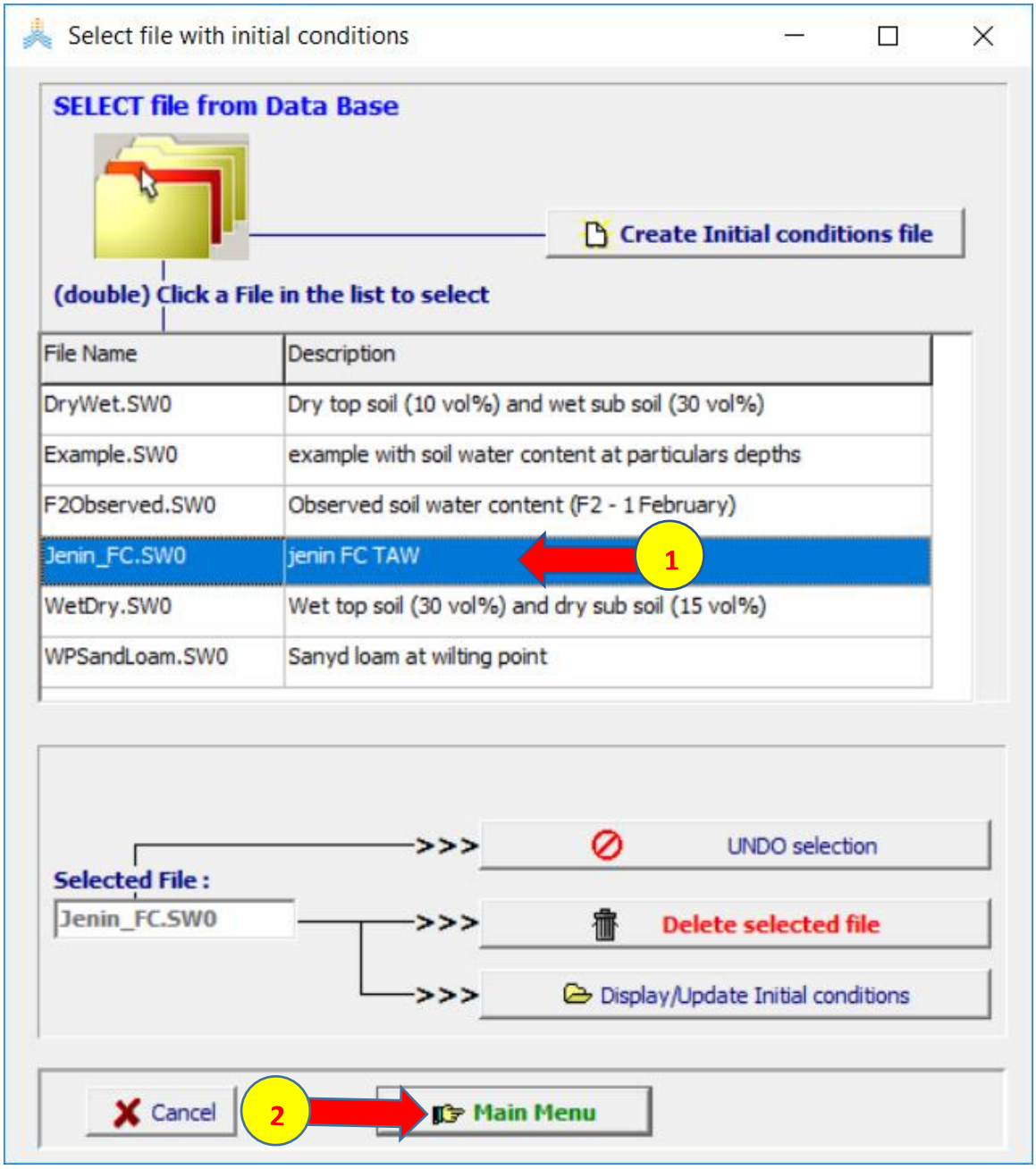
2- اختر الأمر Select/Create Initial conditions file.



في الواجهة Select file with initial conditions:

1- اختر الملف Jenin_FC.SW0-

2- اختر الأمر Main Menu

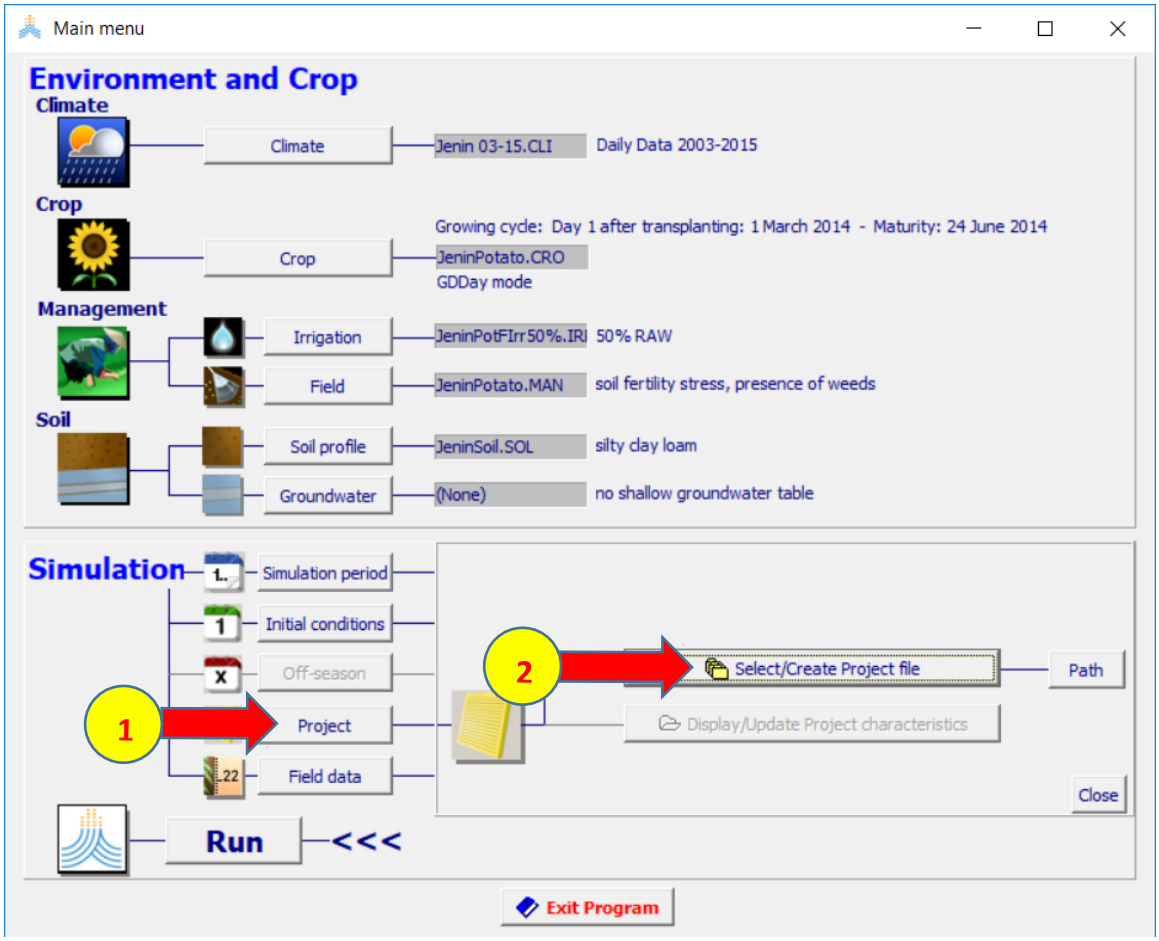


إنشاء مشروع لمحاكاة إنتاجية البطاطا في حالة الري الكامل:

في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمرProject .

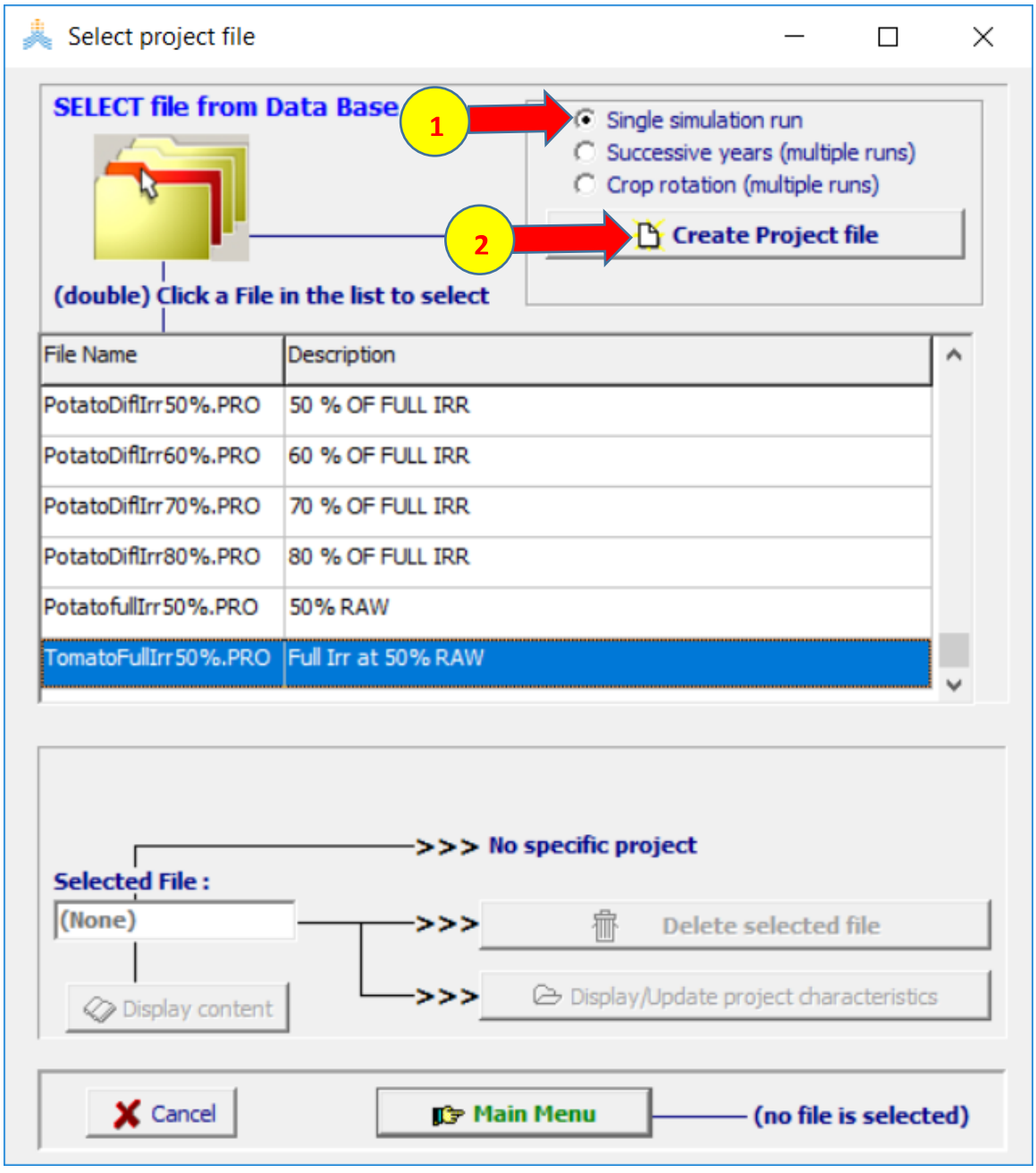
2- اختر الأمر Select/Create Project file.



في الواجهة Select project file:

1- اختر الخيار Single simulation run.

2- اختر الأمر Create Project file.

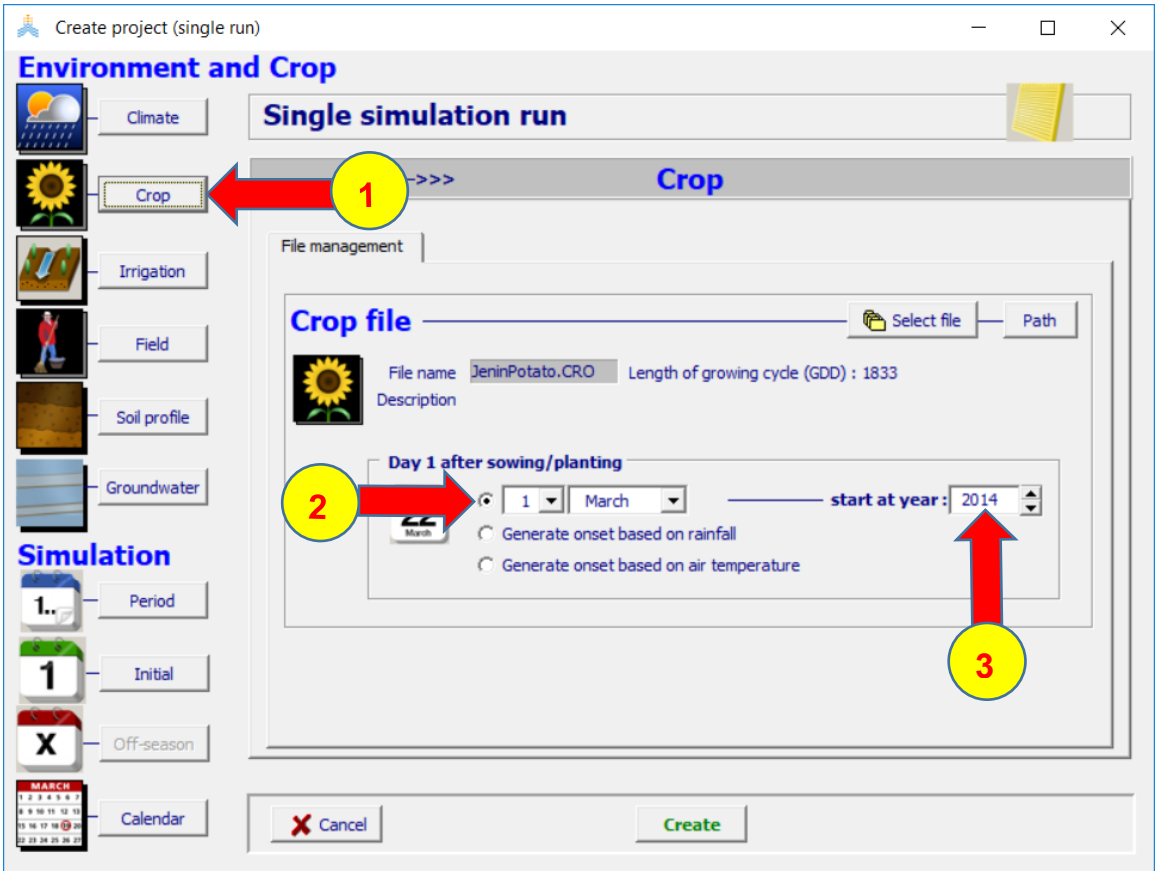


في الواجهة Create project (single run):
تكون ملفات climate وcrop وIrrigation وField وSoil profile التي تم إنشاؤها سابقا مختارة سلفاً.

1- اختر الأمر Crop.

2- حدد Day 1 after sowing/planting في 1 آذار/March.

3- حدد start at year في عام 2014.



في الواجهة Create project (single run):

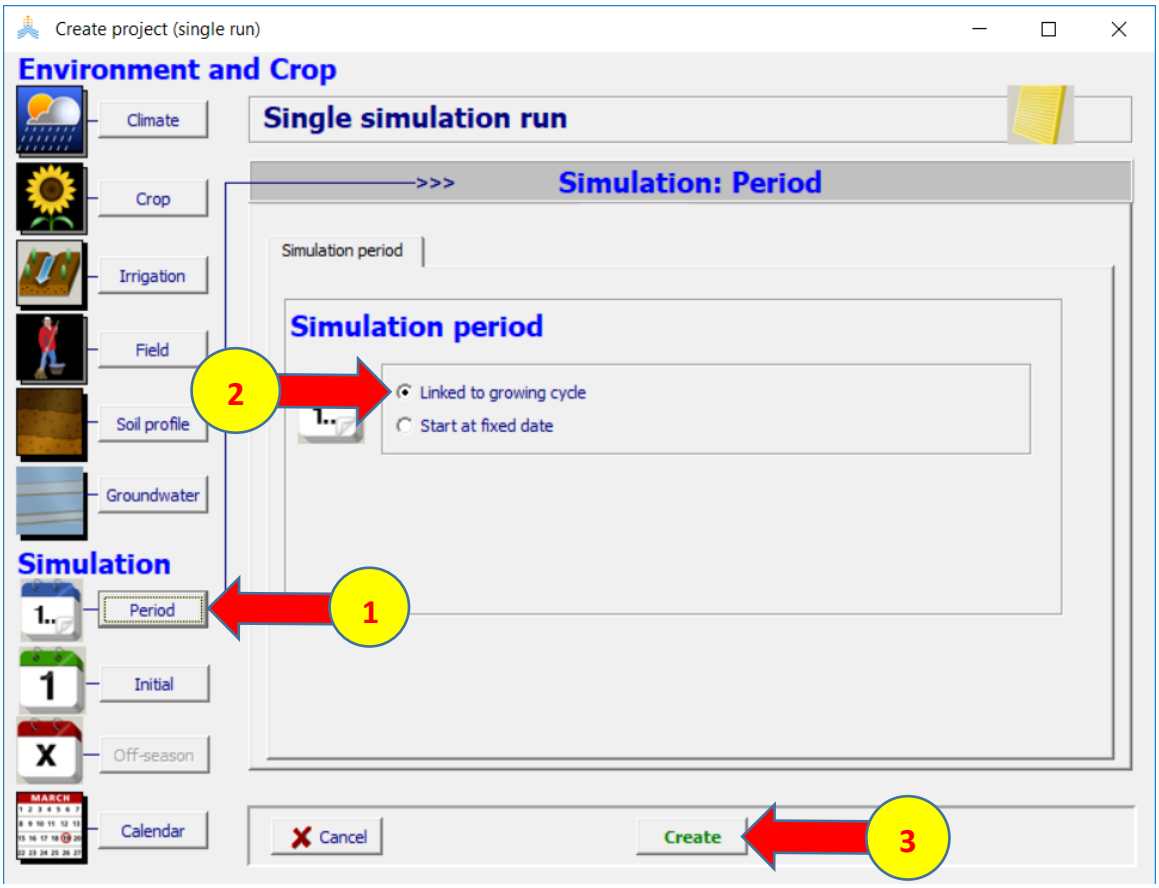
1- اختر الأمر Period.

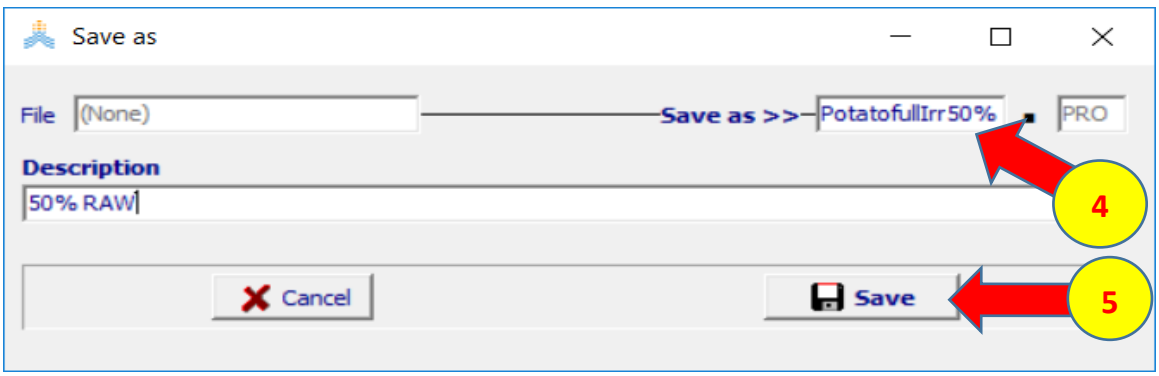
2- في لوحة Simulation period اختر الخيار Linked to growing cycle.

3- اختر الأمر Create فتظهر نافذة Save as.

4- احفظ المشروع باسم PotatofullIrr50%.

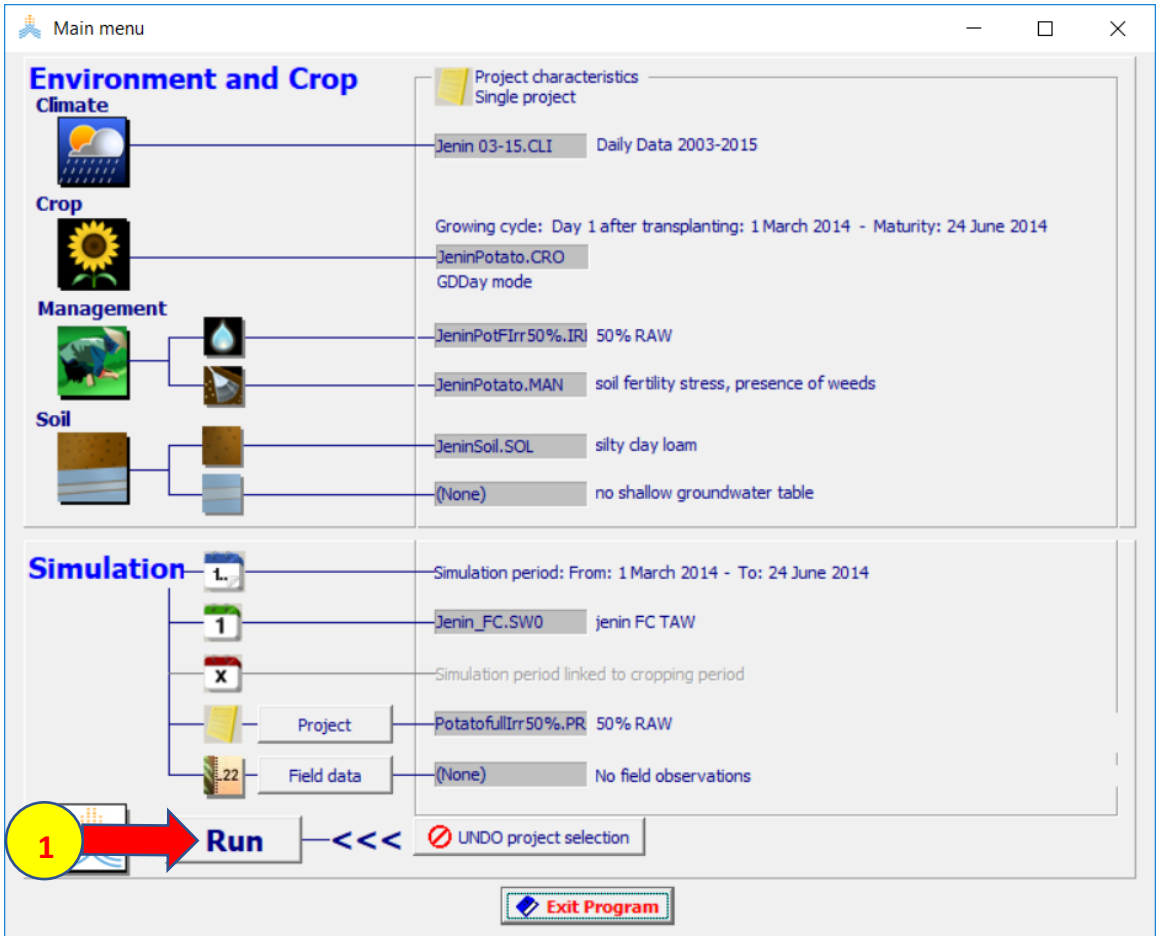
5- اختر الأمر Save.





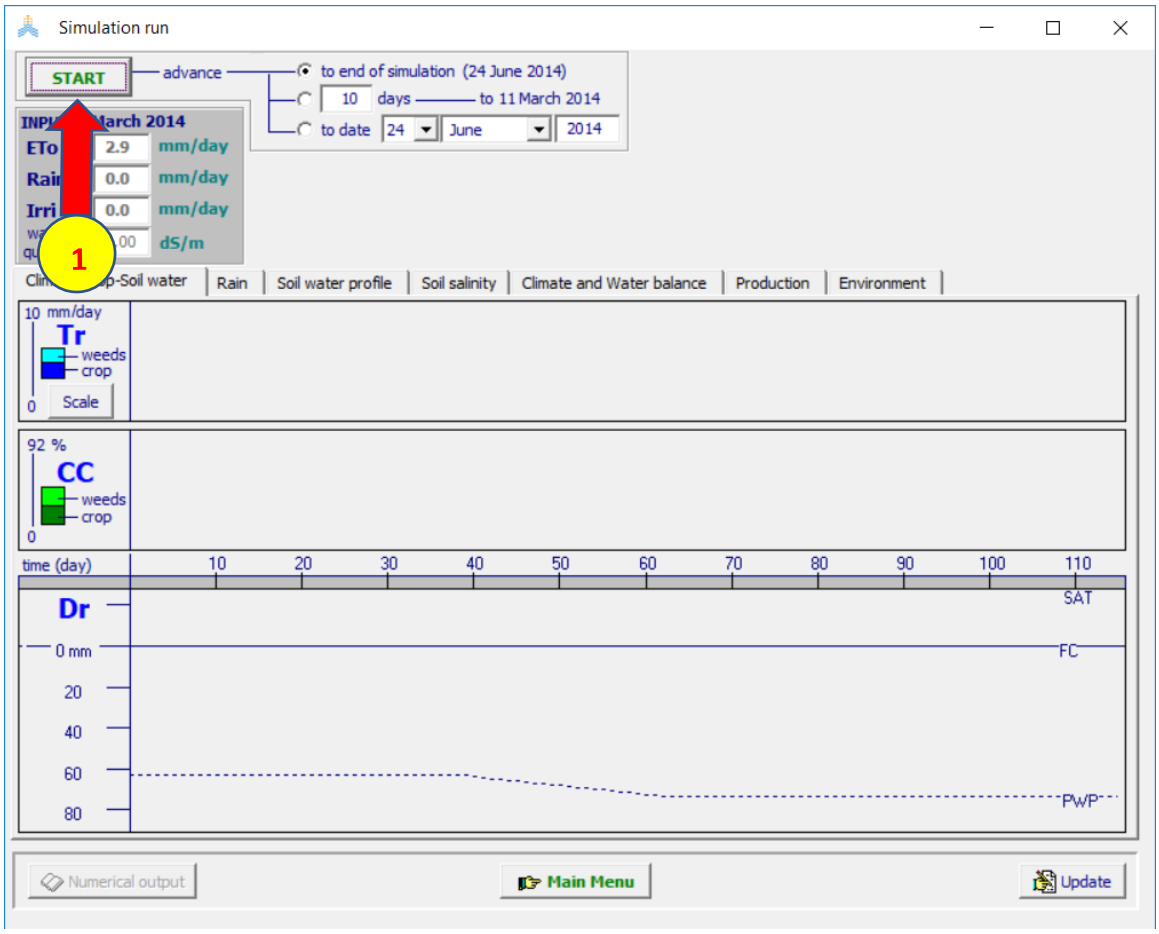
في الواجهة Main menu:

1- اختر الأمر Run في أسفل القائمة لبدء تشغيل المحاكاة.



في الواجهة Simulation run:

1- اختر الأمر Start.

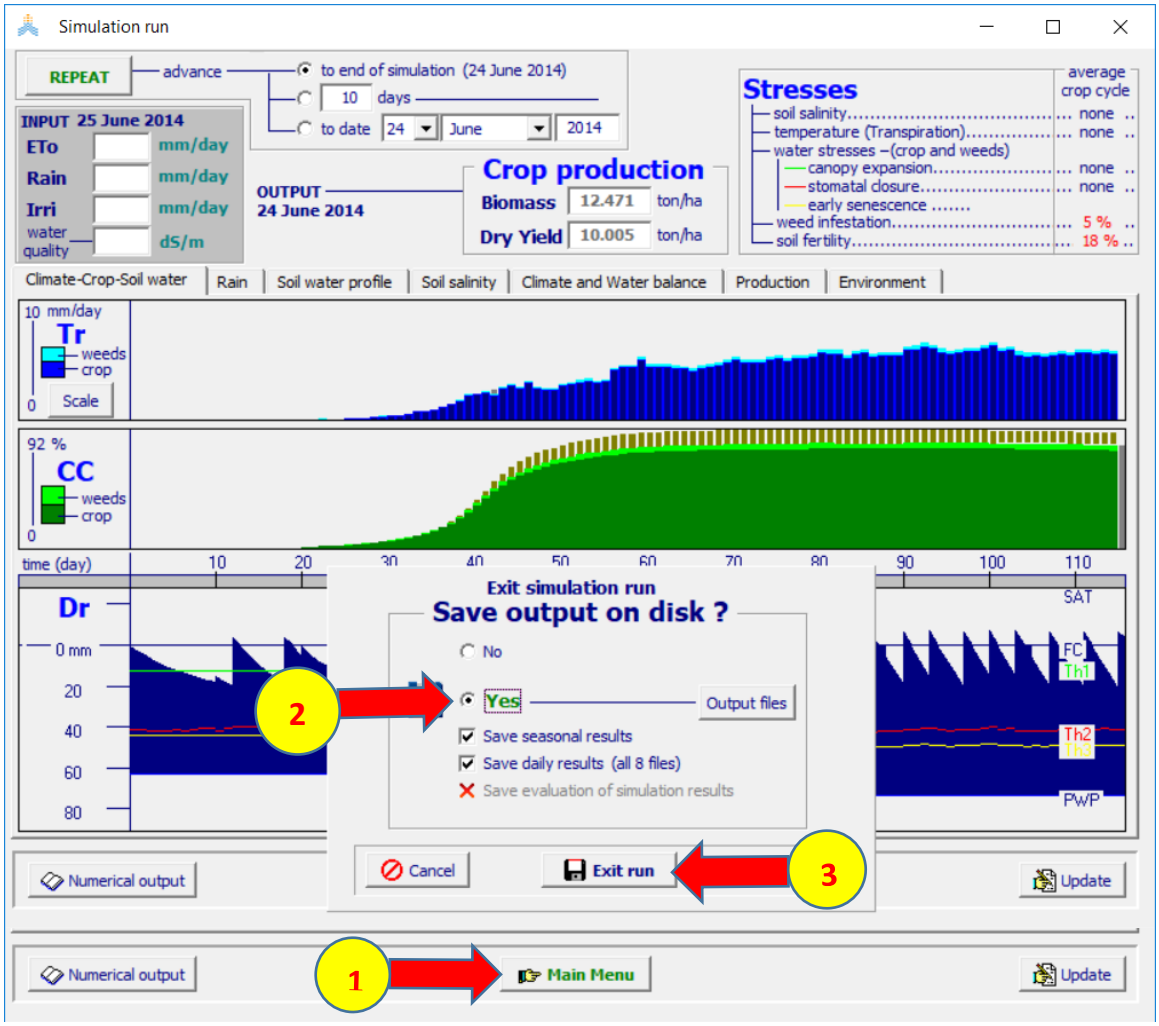


عند انتهاء المحاكاة:

1- اختر الأمر Main Menu في أسفل الواجهة Simulation run.

2- تظهر نافذةExit simulation run، اختر Yes وتأكد من تفعيل الخيارين Save seasonal resultsو Save daily results (all 8 files).

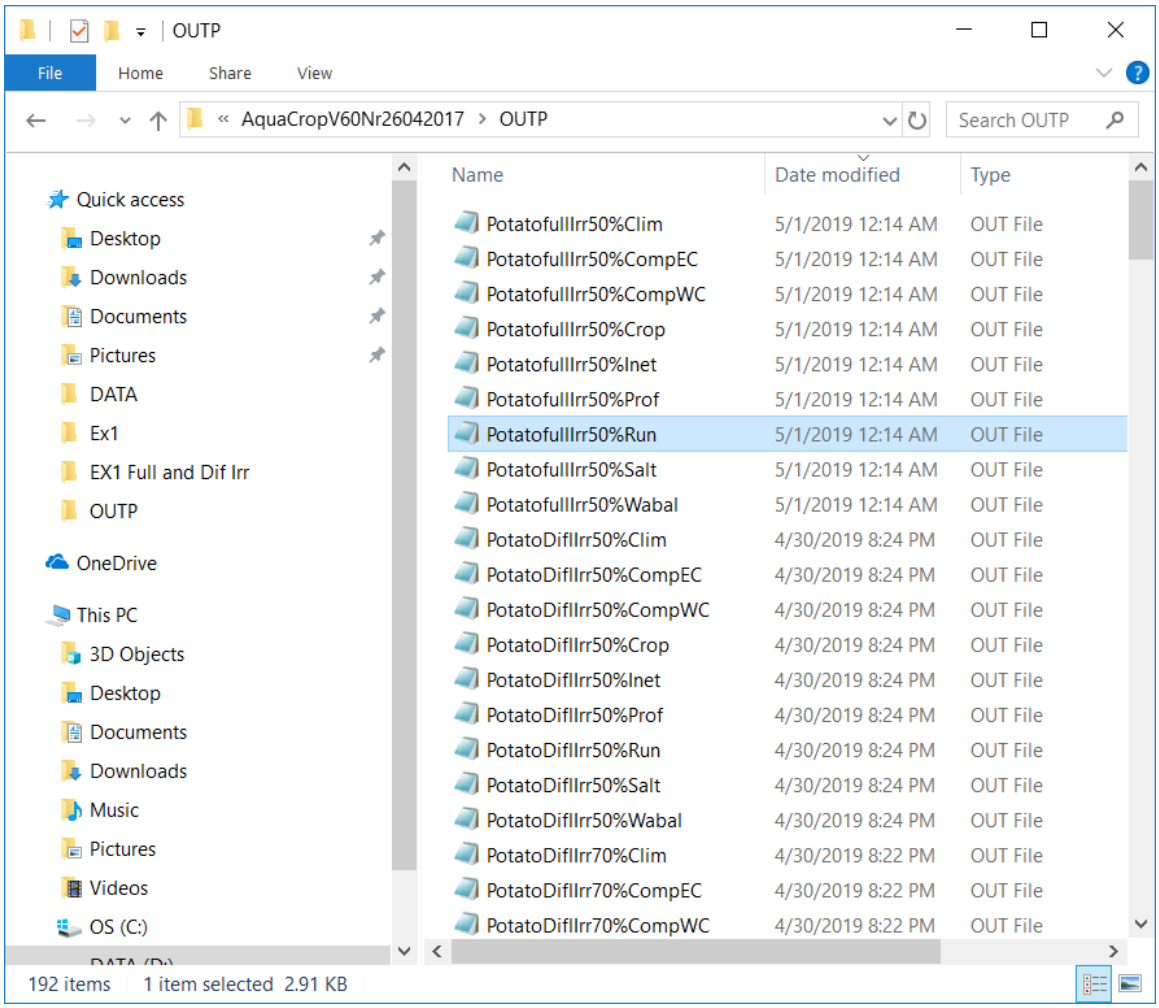
3- اختر الأمر Exit run لحفظ نتائج المحاكاة.



يمكن الحصول على نتائج المحاكاة للمشروع لكامل الموسم من الملف

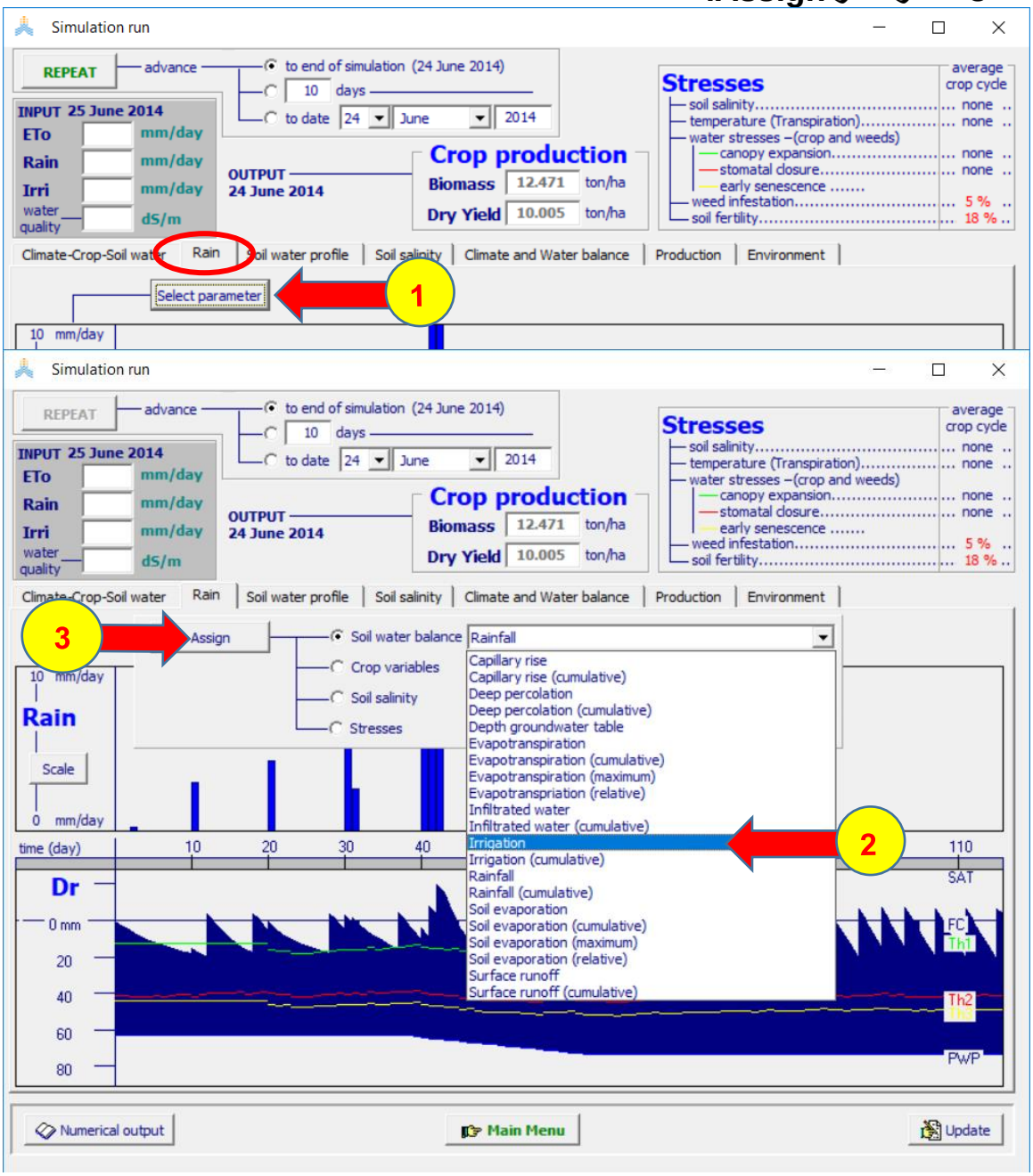
PotatofullIrr50%Run.OUT المحفوظ في المكتبة الفرعية OUTP

في مجلد AquaCropV60Nr26042017



يمكن استعراض عمليات الري ومقدار المياه المطلوبة في كل عملية ري خلال الموسم تخطيطياً باتباع الخطوات التالية في الواجهة Simulation run:

1- اختر الواجهة Rain ثم اختر الأمرSelect parameter.
2- اختر من القائمة المنسدلة Irrigation.
3- اختر الأمر Assign.

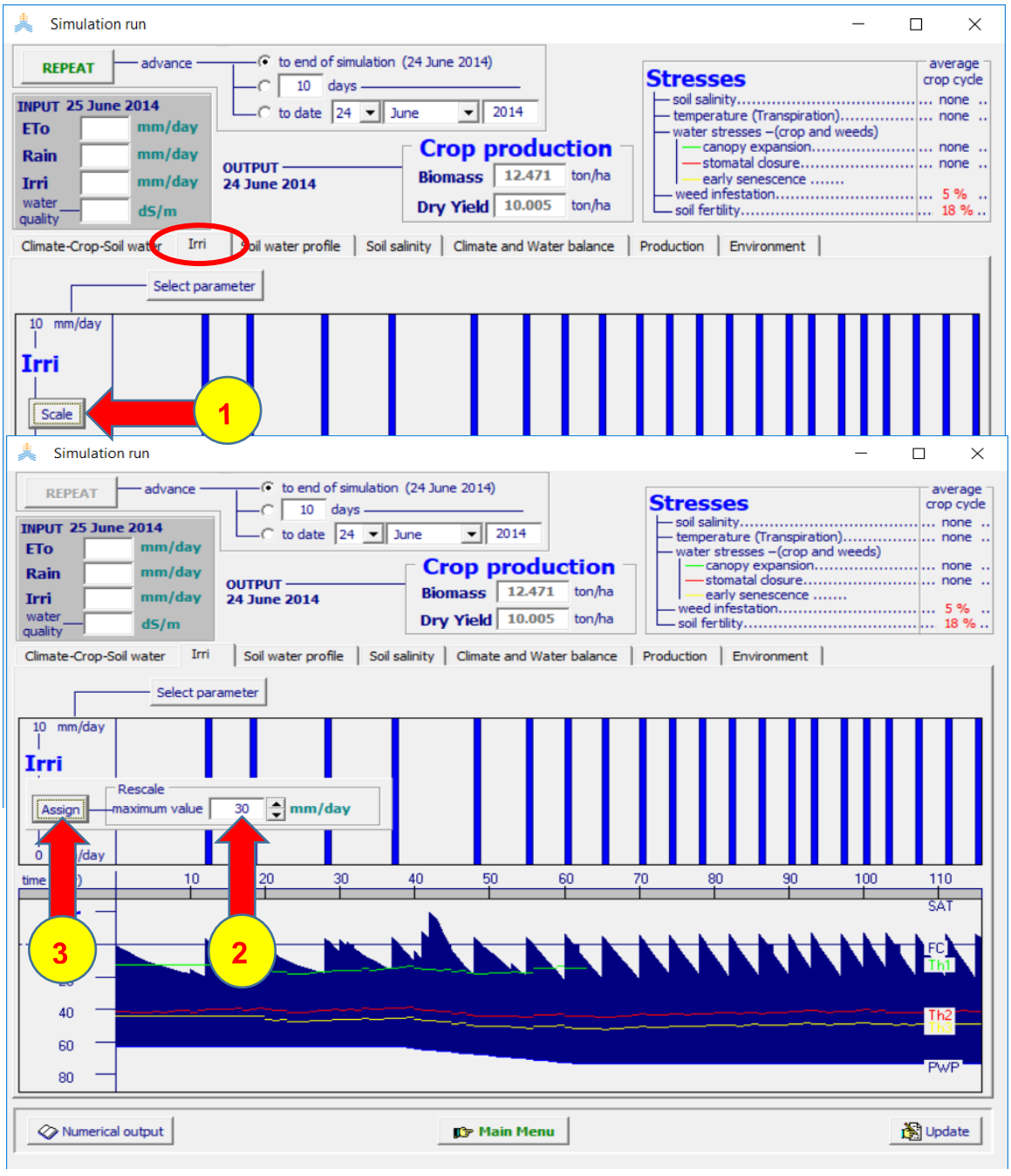


في الواجهة Irri:

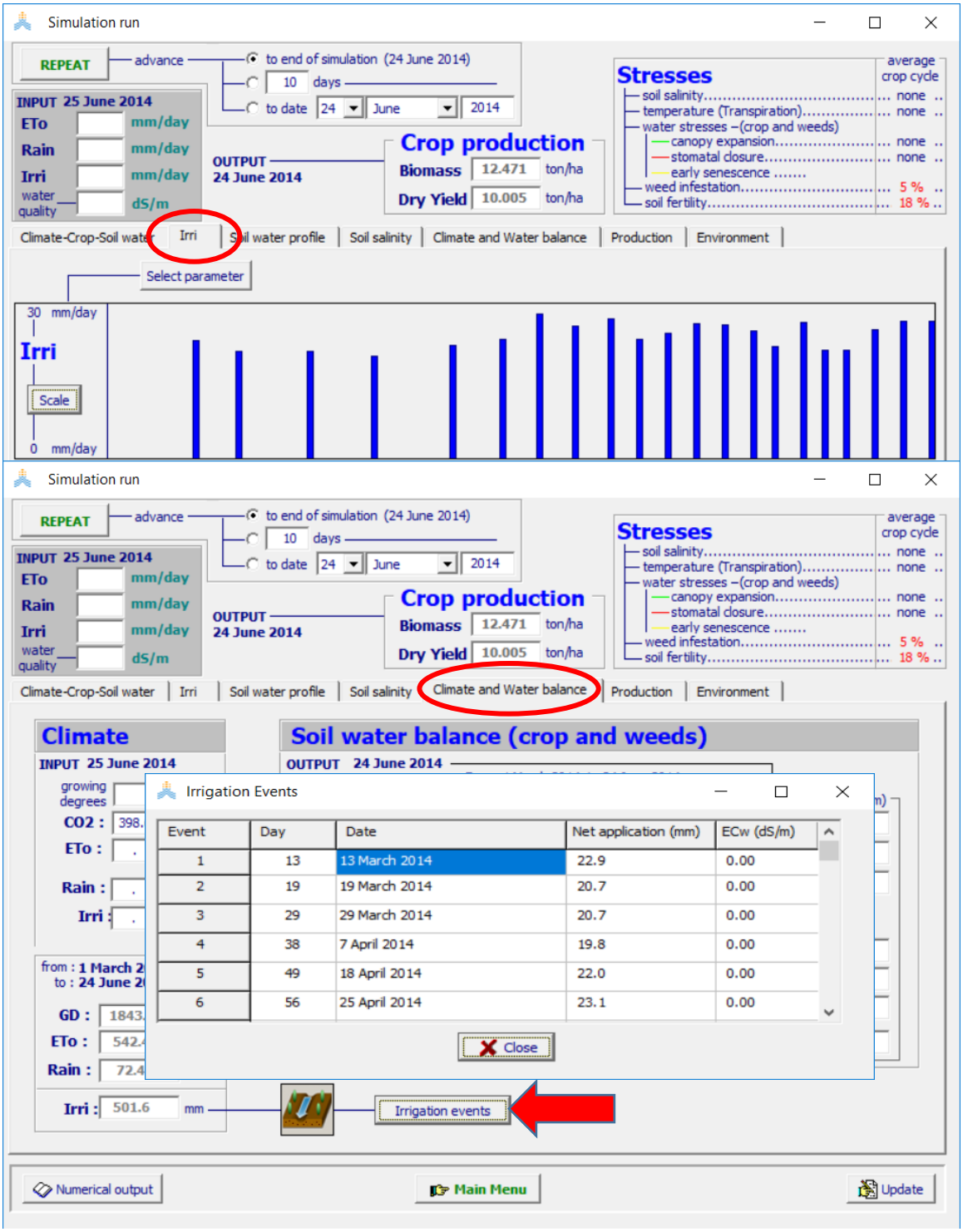
1- اختر Scale.

2- عدل قيمة maximum value إلى 30.

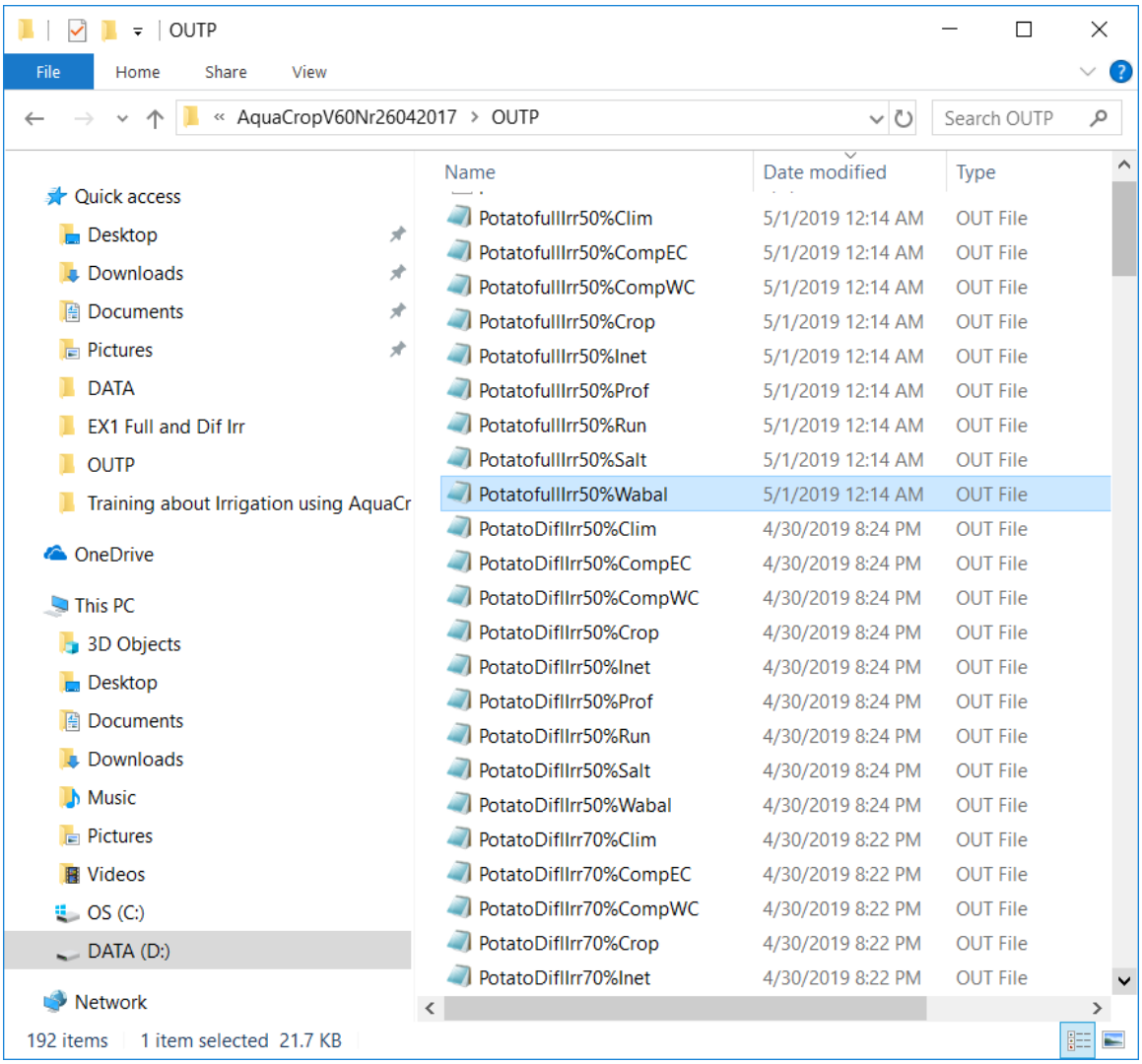
3- اختر الأمر Assign.



تظهر عمليات الري ومقاديرها تخطيطيا في الواجهة Irri. كما يعطي AquaCrop جدول الري الكامل الذي قام بإعداده ويمكن استعراضه في الواجهة Climate and Water balance باختيار الأمر Irrigation events.



الجدول السابق في الواجهة Climate and Water balance يمكن استعراضه ولكن لا يمكن تصديره، يمكن الحصول على تواريخ ومقدار عمليات الري خلال موسم 2014 من ملف النتائج اليومية لمحاكاة الموازنة المائية PotatofullIrr50%Wabal.OUT المحفوظ في المكتبة الفرعية OUTP في مجلد AquaCropV60Nr26042017



نفتح الملف PotatofullIrr50%Wabal.OUT ببرنامج Excel لاستعراض برنامج الري الكامل الذي قام AquaCrop بإعداده، يكون ترتيب اليوم (بعد تاريخ الزراعة) الذي حدد فيه برنامج AquaCrop عملية ري بسبب استهلاك 50% من الماء السهل الامتصاص (50%RAW)وهو المعيار الذي تم اختياره لتحديد تاريخ عملية الري مبينا في العمود DAP (day after planting) بينما تكون كمية مياه الري اللازمة لإعادة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية FC (Back to Field Capacity) وهو المعيار الذي تم اختياره لتحديد كمية المياه الواجب تطبيقها في كل عملية ري مبينا في العمود Irri حيث بلغ إجمالي كمية الري في الموسم 501.7 ملم.

potatofullairr50% - Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	Soil	Water	balance								
3											
4	**	Run	number:	1							
5		Day	Month	Year	DAP	Stage	WCTot	Rain	Irri	Surf	Infilt
6							mm	mm	mm	mm	mm
7		1	3	2014	1	1	277.2	0	0	0	0
8		2	3	2014	2	1	274.8	0	0	0	0
9		3	3	2014	3	1	272.5	0.3	0	0	0.3
10		4	3	2014	4	1	270.5	0	0	0	0
11		5	3	2014	5	1	268.8	0	0	0	0
12		6	3	2014	6	1	267.1	0	0	0	0
13		7	3	2014	7	1	265.8	0	0	0	0
14		8	3	2014	8	1	264.5	0	0	0	0
15		9	3	2014	9	1	263.3	0	0	0	0
16		10	3	2014	10	1	262.2	0	0	0	0
17		11	3	2014	11	1	262.4	3	0	0	3
18		12	3	2014	12	1	260.5	0	0	0	0
19		13	3	2014	13	1	279.6	0	22.9	0	22.9
20		14	3	2014	14	1	275.4	0	0	0	0
21		15	3	2014	15	1	271.2	0	0	0	0
22		16	3	2014	16	1	267.6	0	0	0	0
23		17	3	2014	17	1	264.8	0	0	0	0
24		18	3	2014	18	1	263	0	0	0	0
25		19	3	2014	19	1	279.8	0	20.7	0	20.7
26		20	3	2014	20	1	275.4	0	0	0	0
27		21	3	2014	21	1	275.7	4.3	0	0	4.3
28		22	3	2014	22	2	272.6	0	0	0	0
29		23	3	2014	23	2	270	0	0	0	0
30		24	3	2014	24	2	268.4	0	0	0	0
31		25	3	2014	25	2	266.9	0	0	0	0
32		26	3	2014	26	2	265.6	0	0	0	0
33		27	3	2014	27	2	264.1	0	0	0	0
34		28	3	2014	28	2	262.8	0	0	0	0
35		29	3	2014	29	2	280.1	0	20.7	0	20.7

PotatofullIrr50%Wabal | Sheet1 | Sheet2

Average: 31.4125 Count: 258 Sum: 7287.7 100%