اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

منظمة الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

دليل
تدريب
٢

ريكار

السويد
Sverige

استخدام النموذج الرياضي AquaCrop لتقييم أثر التغيرات المناخية على إنتاجية المحاصيل الزراعية

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

E/ESCWA/SDPD/2019/GUIDE.2

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

استخدام النموذج الرياضي ACQUACROP لتقييم أثر التغيرات المناخية على إنتاجية المحاصيل الزراعية

دليل تدريب

الأمم المتحدة
بيروت

© 2019 الأمم المتحدة
حقوق الطبع محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المادة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجّه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)،
البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org؛ الموقع الإلكتروني: www.escwa.un.org

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.
جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعة للأمم المتحدة صادرة عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح،
صندوق بريد: 8575-11، بيروت، لبنان.

19-00322

تقديم

تعد المنطقة العربية من أكثر مناطق العالم جفافا فهي إلى جانب كونها تقع في حزام المناطق الجافة وشبه الجافة فإنها تتعرض لتغيرات كبيرة في معدلات الأمطار من عام إلى آخر وهذا ما ينعكس بشكل واضح على ندرة الموارد المائية المتاحة فيها من جهة إضافة إلى تأثير ذلك على الانتاج الزراعي وبالتالي توفر الغذاء والأمن الغذائي من جهة ثانية ولا شك أن النمو السكاني المتسارع والذي يعد من أعلى معدلات النمو في العالم ساهم هو بدوره في تفاقم الأزمة المائية والغذائية في المنطقة العربية.

ومؤخرا بدأ الحديث عن التغيرات المناخية وتطورت الأبحاث العلمية في هذا المجال وخاصة في المنطقة العربية لتؤكد بدورها أن المنطقة العربية في مجملها ستتعرض إلى أشد التغيرات المناخية سواء من حيث انخفاض معدلات الأمطار أو من ناحية ارتفاع في درجات الحرارة ومع ازدياد واضح في تكرار دورات الجفاف. وهذه العوامل بمجملها تؤثر سلبا على الانتاجية الزراعية وخاصة بالنسبة للزراعات البعلية وإلى حد ما المروية منها.

ومن أجل تقييم تأثير التغيرات المناخية على الانتاجية الزراعية في المنطقة العربية فقد قامت اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لدول غرب آسيا (الاسكوا) وفي إطار تنفيذها للمشروع الاقليمي حول « تعزيز الأمن الغذائي والمائي من خلال التعاون وتنمية القدرات في المنطقة العربية» وبتمويل من الوكالة السويدية للتنمية بالاتفاق مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة الفاو –المكتب الاقليمي للدول العربية و المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) بتنفيذ المكون الأول . ومن ضمن أنشطة هذا المكون قام خبراء أكساد بإعداد دليل المستخدم والكتيب الخاص باستخدام برنامج AquaCrop باللغة العربية بالاعتماد على الكتيبات المعدة باللغة الإنكليزية بهذا الخصوص من قبل منظمة الفاو وإضافة عدد من التمارين التطبيقية لتوضيح كيفية استخدام البرنامج. ومن المعروف أن برنامج AquaCrop قد طور من قبل منظمة الفاو وأثبتت الدراسات أنه يعتبر من الوسائل الحديثة الناجعة في التنبؤ بالإنتاجية الزراعية .إضافة إلى ذلك فقد تم الاتفاق مع أكساد على تنفيذ عدد من الدورات التدريبية للدول العربية المشاركة في المشروع على كيفية استخدام هذا الدليل باللغة العربية واستخدام نتائج المشروع الاقليمي حول التغيرات المناخية في المنطقة العربية والمعروف باسم ريكار وذلك بهدف إجراء دراسات لاحقة على مستوى كل دولة من الدول المشاركة لتقييم الإنتاجية الزراعية لعدد معين من المحاصيل .

والأمل معقود أن تشكل هذه الوثائق باللغة العربية مرجعا للباحثين في الدول العربية المهتمين بالشأن الزراعي إضافة إلى إغناء المكتبة العربية بالمراجع العلمية المتخصصة.

والله من وراء القصد

فريق الإعداد

المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة - أكساد :

الدكتور ايهاب جناد
مدير إدارة الموارد المائية في المركز العربي

المهندس مازن نعمان
خبير موارد مائية ونمذجة رياضية

المحتويات

ص. 3 تقديم

ص. 5 فريق الإعداد

ص. 9 1. مقدمة إلىAqua Crop

ص. 9 برنامج AquaCrop

ص. 10 التطبيقات العملية للبرنامج AquaCrop

ص. 11 مخطط العمليات الحسابية في برنامج AquaCrop

ص. 12 المدخلات المطلوبة

ص. 12 محددات الاستخدام

ص. 14 2. إدارة الملفات

ص. 14 بيئة البرنامج The AquaCrop environment

ص. 15 القائمة الرئيسية

ص. 16 اختيار وإلغاء اختيار الملفات والإعدادات الافتراضية

ص. 18 استعراض وتعديل الخصائص

ص. 20 3. المناخ

ص. 20 البيانات المناخية المطلوبة في برنامج AquaCrop

ص. 21 إنشاء ملفات درجة الحرارة والتبخر-نتح المرجعي والهطول المطري

ص. 31 ملفات ثاني أكسيد الكربون CO2

ص. 32 إنشاء ملف مناخي

ص. 34 4. التربة

ص. 34 إنشاء ملفات مقطع التربة

ص. 35 خصائص مقطع التربة

ص. 37 إنشاء ملف سطح المياه الجوفية

ص. 37 خصائص سطح المياه الجوفية

ص. 40 5. المحصول

ص. 40 خصائص المحصول Crop Characteristics

ص. 41 تاريخ البذار/ الزراعة

ص. 43 ضبط معاملات المحصول

ص. 48 معايرة خصوبة التربة

ص. 51 حفظ معاملات المحصول المعدلة في ملف محصول جديد

ص. 52 6. الإدارة
ص. 52 إدارة الري
ص. 56 إدارة الحقل

ص. 69 7. تشغيل المحاكاة
ص. 69 بداية فترة المحاكاة
ص. 70 الشروط الابتدائية عند بدء فترة المحاكاة
ص. 75 المشاريع Projects
ص. 82 البيانات الحقلية Field data
ص. 84 تشغيل المحاكاة

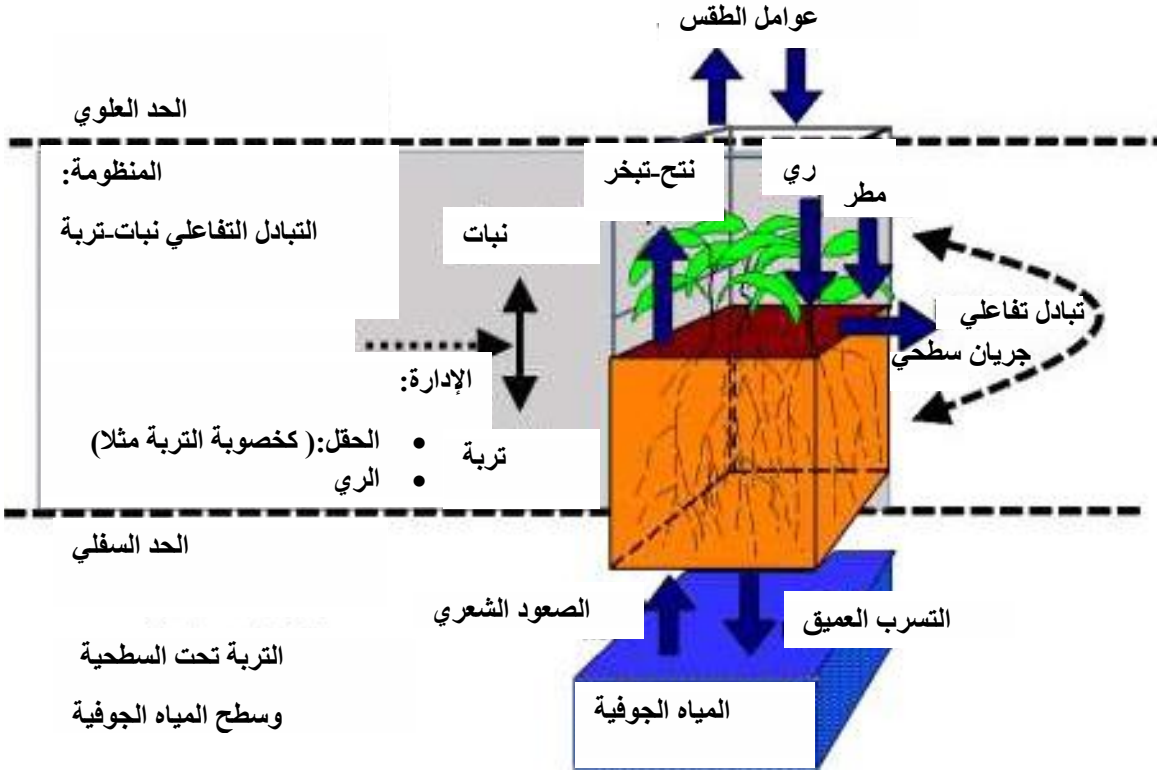
ص. 89 8. تمارين تطبيقية
ص. 89 التمرين الأول: اعداد ملف البيانات المناخية للنموذج AquaCrop
ص. 111 التمرين الثاني: تقييم انتاجية المحصول
ص. 163 التمرين الثالث: تحديد رطوبة التربة الابتدائية وتاريخ الزراعة
ص. 201 التمرين الرابع: إدارة الري
ص. 227 التمرين الخامس: معايرة المحصول لإجهاد خصوبة التربة
ص. 256 التمرين السادس: إنشاء ملف مناخ للنموذج AquaCropلمنطقة الكرك في الأردن
ص. 276 التمرين السابع: المعايرة
ص. 290 التمرين الثامن: حالة دراسية حول تأثير التغيرات المناخية على إنتاج القمح البعل في محافظة الكرك - الأردن

1. مقدمة إلى Aqua Crop

برنامج AquaCrop

Aqua Crop هو برنامج يحاكي العلاقة المتبادلة بين النبات والتربة (شكل 1-1) حيث يستخلص النبات الماء والعناصر الغذائية من منطقة الجذور في التربة. يأخذ البرنامج بعين الاعتبار عوامل إدارة الحقل (مثل خصوبة التربة) وإدارة الري حيث أن هذه العوامل تؤثر في العلاقة المتبادلة بين النبات والتربة كما يأخذ البرنامج العلاقة مع الغلاف الجوي من خلال الحدود العليا للكتلة المدروسة حيث يتم حساب التبخر-نتح (ETo) والإمداد بثاني أكسيد الكربون (CO_2) والطاقة اللازمة لنمو النبات. يتم تصريف الماء من الكتلة المدروسة عبر حدودها السفلية إلى التربة العميقة او الخزان المائي الجوفي. في حال كان منسوب المياه الجوفية مرتفعا يمكن للماء أن يصعد إلى الكتلة المدروسة بالخاصة الشعرية.

الشكل 1-1. الجزء الذي يقوم برنامج AquaCrop بمحاكاته من الواقع الحقيقي



طورت FAO برنامج AquaCrop لمواجهة مشكلة الأمن الغذائي وتقييم تأثيرات البيئة والإدارة على إنتاج المحاصيل. حرص المبرمجون أثناء تصميم البرنامج على تحقيق أفضل توازن بين البساطة والدقة والموثوقية. يحتاج تشغيل البرنامج إلى عدد صغير نسبيا من المدخلات والتي يمكن تحديدها بسهولة، تحقيقا لبساطة الاستخدام والانتشار بشكل واسع. من ناحية أخرى بنيت العمليات الحسابية للبرنامج على أسس وعمليات فيزيوحيوية (Biophysical) معقدة وذلك لضمان إجراء محاكاة دقيقة لاستجابة النبات ضمن منظومة النبات-التربة.

التطبيقات العملية للبرنامج AquaCrop

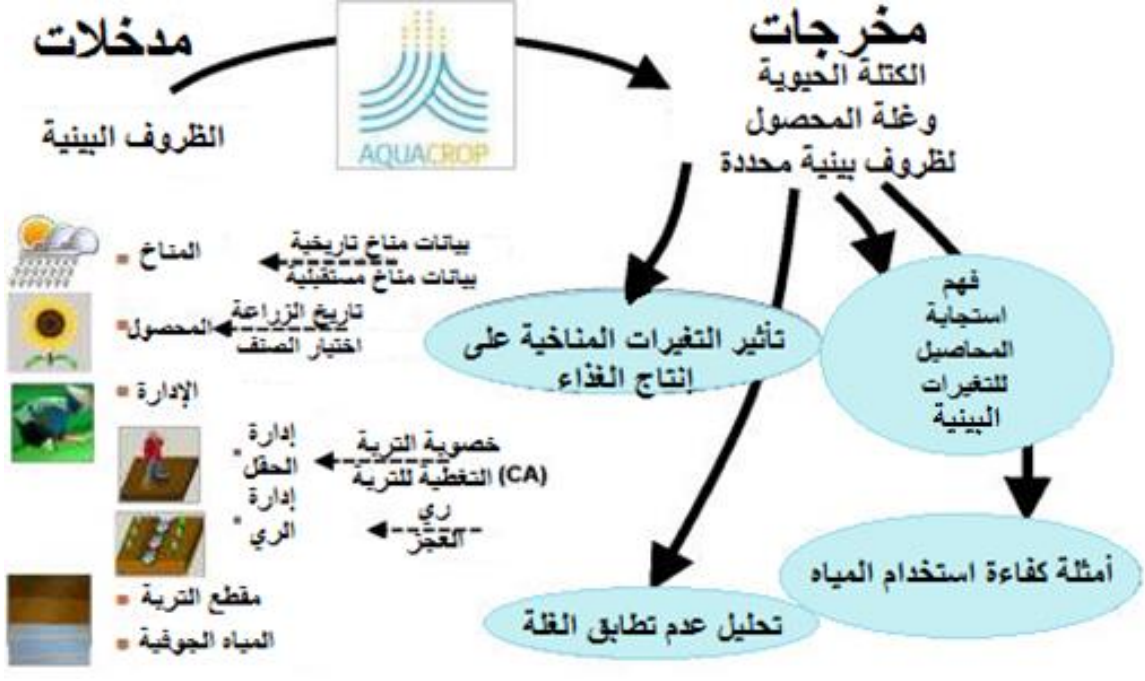
يمكن استخدام البرنامج AquaCrop كأداة لتخطيط وإدارة الزراعات البعلية والمروية على حد سواء. ويمكن تلخيص أهم تطبيقات البرنامج AquaCrop كما يلي (شكل 1-2):

- لفهم استجابة المحاصيل للتغيرات البيئية (أداة تعليمية).
- لمقارنة غلة المحاصيل الممكن الحصول عليها في الشروط المثالية مع الغلة الفعلية لهذا المحصول.
- لتحديد العوامل التي تحد من إنتاج المحاصيل وتؤثر على الانتاجية المائية (أداة تحديد).
- لتطوير استراتيجيات في ظروف العجز المائي لزيادة الإنتاجية المائية إلى الحد الأقصى من خلال:

-تغيير استراتيجيات الري (تطبيق الري الناقص على سبيل المثال).
-تطبيق إجراءات عملية للمحصول والإدارة: كتغيير تاريخ الزراعة أو تغيير الصنف أو تعديل كميات الأسمدة المضافة أو استخدام التغطية لسطح التربة أو تطبيق حصاد مياه الأمطار.

- لدراسة تأثير التغيرات المناخية على إنتاج المحاصيل بتشغيل برنامج AquaCrop باستخدام بيانات لظروف مناخية تاريخية وبيانات لظروف مناخية متوقعة مستقبلا

الشكل 1-2. التطبيقات العملية لبرنامج AquaCrop



- لأغراض التخطيط وذلك بتحليل سيناريوهات مفيدة للجهات العاملة في إدارة المياه والاقتصاد الزراعي ووضع السياسات المائية والزراعية وللباحثين العاملين في هذه المجالات.

مخطط العمليات الحسابية في برنامج AquaCrop

يحاكي AquaCrop غلة المحصول النهائية وفق الخطوات الأربعة التالية (والتي يجري تنفيذها بالتسلسل في كل خطوة زمنية):

تطور الغطاء النباتي (CC)

يعبر عن تطور الأوراق في برنامج AquaCrop باستخدام الغطاء النباتي (CC) بدلا من دليل مساحة الأوراق(LAI). الغطاء النباتي (CC) هو الجزء من سطح التربة المغطى بالنبات. ويتراوح بين قيمة 0 عند نثر البذار (0%من سطح التربة مغطى) وقيمة عظمى عند منتصف الموسم والتي يمكن أن تصل حتى قيمة 1 في حال الوصول إلى غطاء نباتي كامل (100% من سطح التربة مغطى). يقوم AquaCrop، من خلال الحساب اليومي لرطوبة التربة بتتبع الإجهادات التي يمكن أن تحدث في منطقة الجذور والتي يمكن أن تؤثر على نمو الأوراق وبالتالي على تطور الغطاء النباتي، وإذا كانت الإجهادات شديدة يمكن أن تسبب شيخوخة الغطاء النباتي.

حساب النتج من المحصول (Tr)

يتم حساب النتج (Tr) بضرب قيمة (التبخر – نتح) المرجعية (ETo) بقيمة معامل المحصول (KcTr). يتناسب معامل المحصول مع الغطاء النباتي CC، لذلك فهو يتغير خلال دورة حياة المحصول وفقا لتطور الغطاء النباتي المحسوب خلال المحاكاة.

ولا تؤثر الإجهادات المائية على تطور الغطاء النباتي فقط بل تسبب إغلاق المسامات مؤثرة بذلك بشكل مباشر على قيمة النتج من المحصول.

تقدير الكتلة الحيوية للنبات فوق الأرض (B)

تتناسب الكتلة الحيوية للنبات فوق الأرض مع مجموع كمية النتج من المحصول (ΣTr)، ومعامل التناسب بين هذين العاملين هو الانتاجية المائية (*WP). يتم تعديل (normalized) الإنتاجية المائية (*WP) في برنامج AquaCrop لتأثير ظروف مناخية مختلفة ويرمز له (*WP) ويكون معامل الإنتاجية المعدل (*WP) صالحا لمواقع مختلفة وفصول مختلفة وتراكيز مختلفة لثاني أكسيد الكربون (CO2).

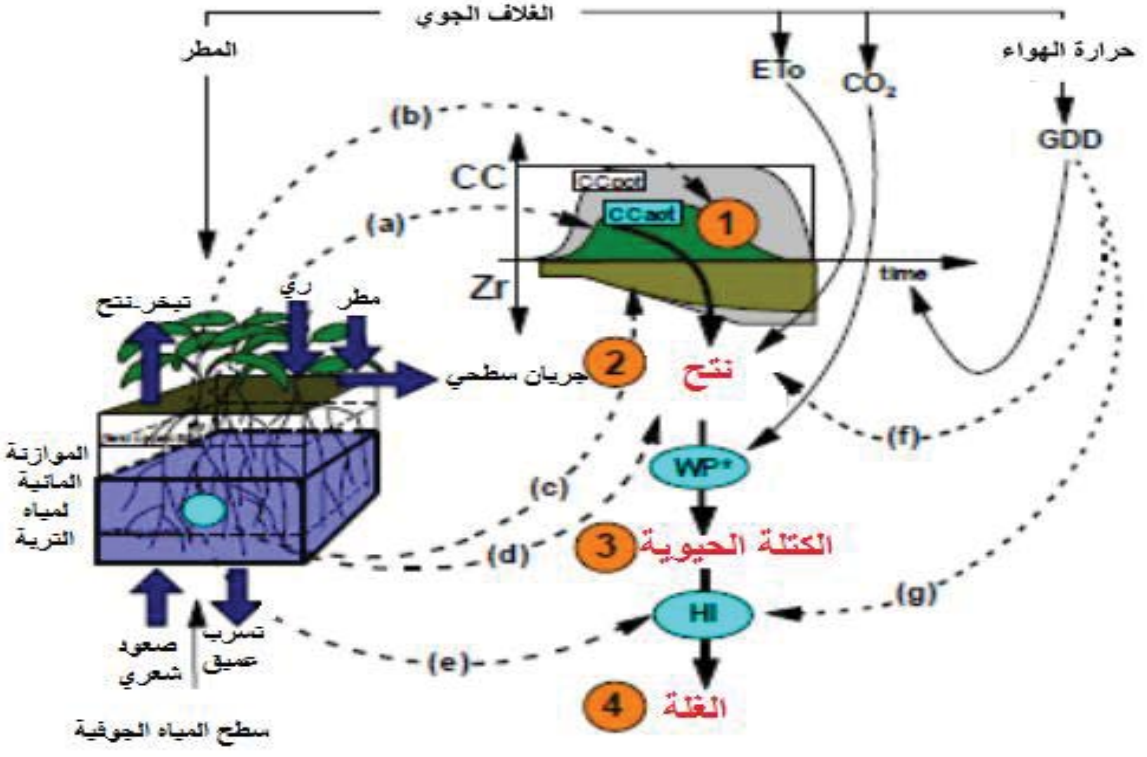
تقدير انتاجية المحصول

يتم الحصول على غلة المحاصيل (Y) من الكتلة الحيوية للنبات فوق الأرض (B)، باستخدام مؤشر الحصاد (HI)، وهو الجزء من (B) الذي يعتبر منتجا قابلا للحصاد. ويتم الحصول على (HI) الفعلي من خلال تعديل مؤشر الحصاد المرجعي (HIo) خلال عملية المحاكاة بعامل تعديل لتأثيرات إجهادات الحرارة والمياه (الشكل 1-3). كما يأخذ برنامج AquaCrop بعين الاعتبار تأثير الأعشاب الضارة، وإجهادات خصوبة التربة، وملوحة التربة على تطور الغطاء النباتي والنتج من المحصول وإنتاج الكتلة الحيوية.

تؤثر الإجهادات المائية كما يلي:

1. تبطئ نمو الغطاء النباتي.
2. تسرع شيخوخة الغطاء النباتي.
3. تقلل من عمق الجذور ولكن فقط في الحالات الشديدة.
4. تخفض فتحات المسام وبالتالي النتج.
5. تؤثر على مؤشر الحصاد.

الشكل 1-3. مخطط الحساب لبرنامج AquaCrop مع الإشارة إلى الخطوات الأربعة، وإلى العمليات التي تتأثر بالإجهادات الحرارية أو إجهادات الماء (الأسهم المنقطة). حيث :CC هو الغطاء النباتي، Zr هو عمق الجذور، ETo هو التبخر- نتح المرجعي، WP*هو الانتاجية المائية المعدلة، HI هي مؤشر الحصاد وGDD هي الحرارة التراكمية للمحصول



وتؤثر إجهادات انخفاض الحرارة كما يلي:

1. تقلل النتج من المحصول.
2. بينما تؤثر إجهادات ارتفاع أو انخفاض الحرارة على التلقيح وتقلل مؤشر الحصاد.

المدخلاتالمطلوبة

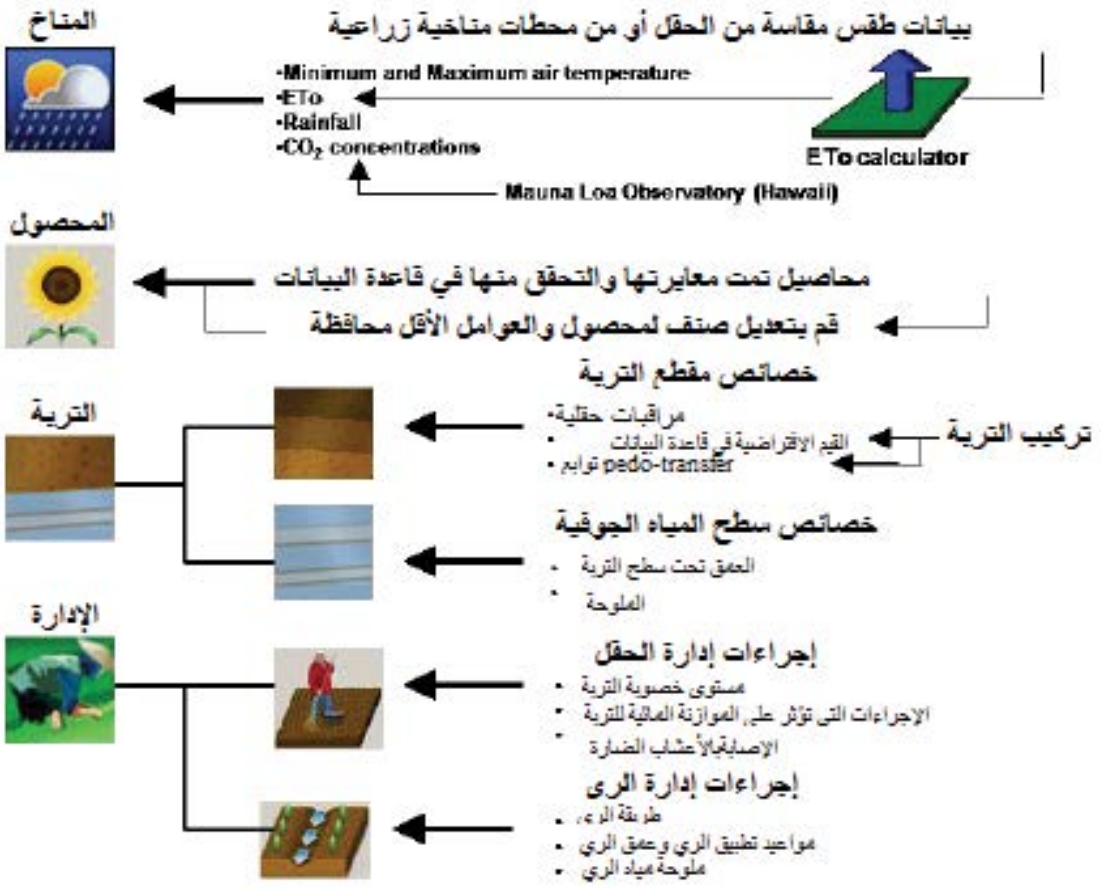
يحتاج تشغيل البرنامج إلى عدد قليل نسبيا من المتحولات والتي يمكن تحديدها ببساطة. تتكون المدخلات من البيانات المناخية وخصائص المحصول والتربة وإجراءات الإدارة التي تحدد البيئة التي ينمو فيها المحصول. تشمل خصائص التربة وصف مقطع التربة ومعلومات عن المياه الجوفية. تقسم إجراءات الإدارة في البرنامج إلى إجراءات إدارة الحقل وإجراءات إدارة الري.

محددات الاستخدام

تم تصميم AquaCrop للتنبؤ بغلة المحصول على مستوى حقل واحد (محاكاة نقطية) حيث تم افتراض أن الحقل متجانس بدون أي فروقات مكانية في تطور المحصول أو النتج أو خصائص التربة أو الإدارة.

تم إدخال التدفق العمودي الوارد (أمطار، ري وصعود شعري) والتدفق العمودي الخارج (تبخر، نتح وتسرب عميق) فقط في الحساب.

الشكل 1-4. البيانات التي يجب إدخالها لبرنامج AquaCrop



2. إدارة الملفات

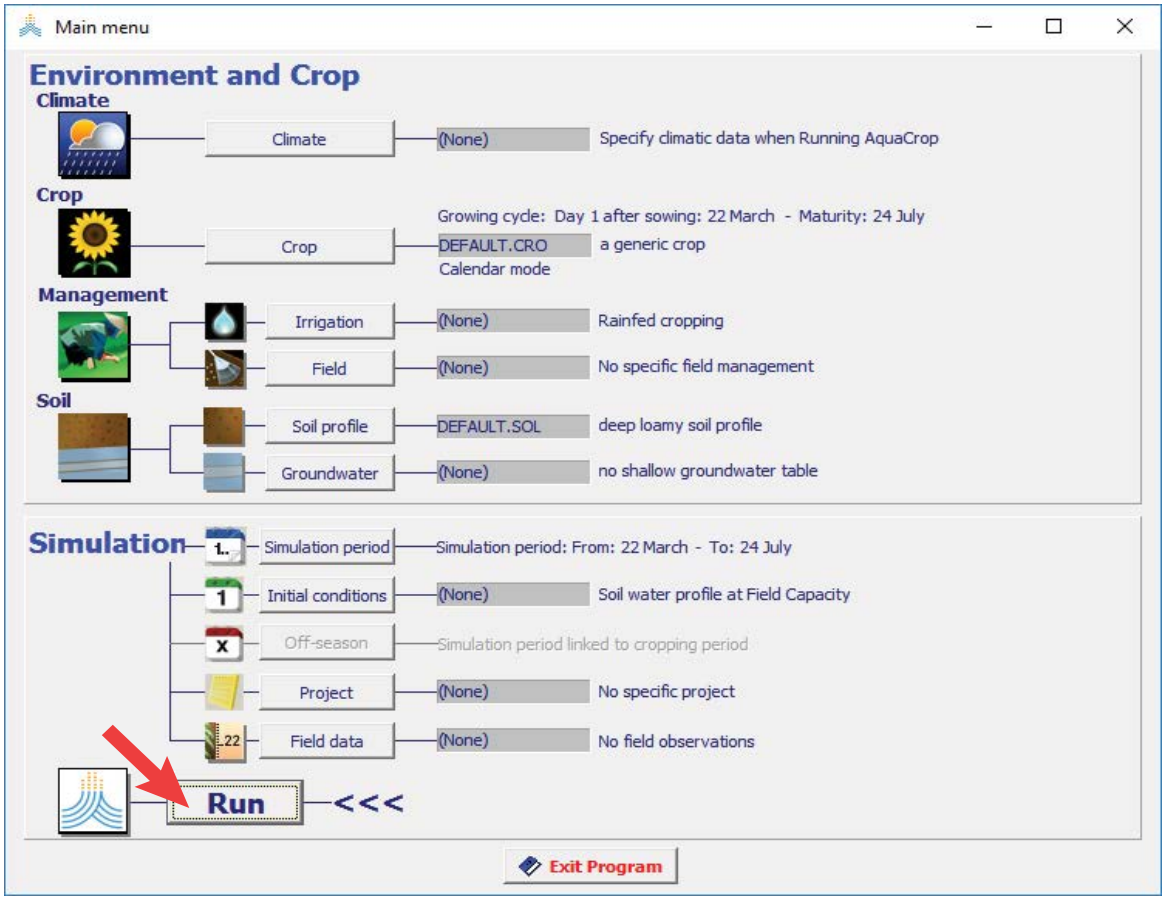
بيئة البرنامج
The AquaCrop environment

يتم تشغيل البرنامج باستخدام النوافذ أو ما يسمى بالقوائم (Menus) والتي تعتبر صلة الوصل بين المستخدم والبرنامج، حيث يستطيع المستخدم من خلال القائمة الرئيسية Main menu الوصول إلى مجموعة كاملة من القوائم المسؤولة عن عرض وتحديث البيانات المدخلة.

تتألف مدخلات البرنامج من بيانات المناخ والمحصول والري وإدارة الحقل والتربة والمياه الجوفية، حيث تحدد هذه البيانات البيئة التي سوف ينمو بها المحصول.

بالإضافة لهذه المدخلات، يتطلب البرنامج بيانات عن تاريخ غرس أو بذار المحصول بالإضافة إلى طول الفترة الزمنية للمحاكاة والشروط الابتدائية عند بداية المحاكاة.

الشكل 2-1. تشغيل برنامج AquaCrop بالإعدادات الافتراضية default settings



يقوم المستخدم قبل تشغيل البرنامج بتحديد تاريخ البذار، وفترة المحاكاة والشروط البيئية المناسبة، حيث يمكن الحصول على المدخلات الضرورية لعمل البرنامج من ملفات الإدخال Input files. أما في حال غياب ملفات الإدخال فإن البرنامج يستخدم ملفا التربة والمحصول الافتراضيين (default). أما بقية الملفات فلا يتم اختيارها (None) (شكل 2-1). أي يتم الاعتماد على الإعدادات الافتراضية default settings. يمكن للمستخدم أيضاً أن يختار ملف مشروع يحتوي على كل البيانات المطلوبة وملف بيانات حقلية يحتوي على قياسات من أجل تقييم نتائج المحاكاة.

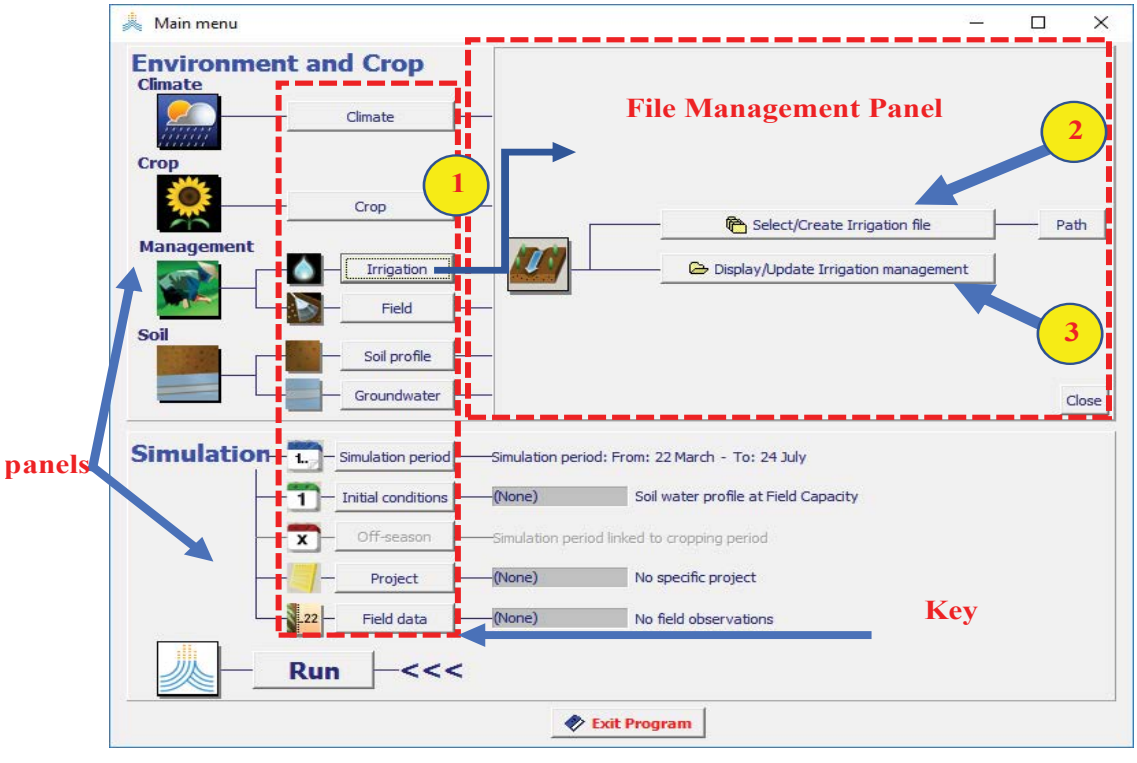
عند تشغيل المحاكاة، يمكن للمستخدم تتبع التغيرات التي تحدث في محتوى المياه والأملاح في التربة والتغيرات المقابلة لها في نمو المحصول وفي معدل التبخر من التربة وفي معدل النتج وفي إنتاج الكتلة الحيوية biomass production وفي تطور الغلة yield development وفي إنتاجية المياه للمحصول (غلة المحصول الناتجة عن كل متر مكعب من المياه المستهلكة) water productivity.

تسمح إعدادات البرنامج بتغيير الإعدادات الافتراضية للبرنامج، لكن يمكن استخدام الأمر <Reset> للعودة إلى الإعدادات الافتراضية للبرنامج.

القائمة الرئيسية

(1) باختيار أحد الأوامر المفتاحية (key commands)، يدخل المستخدم إلى لوحة إدارة الملفات (file management panel) حيث، (2) يمكن أن يختار أحد الملفات أو ينشئ ملفا أو (3) يمكن أن يستعرض ويعدل الخصائص المدخلة.

الشكل 2-2. القائمة الرئيسة لبرنامج AquaCrop



تتألف القائمة الرئيسية من لوحتين (Panels) يتم فيها عرض أسماء وتوصيف الملفات التي تم اختيارها (شكل 2-2):

- **لوحة البيئة والمحصول (Environment and Crop): حيث يمكن للمستخدم أن:**

1. يختار أو ينشئ أحد الملفات التالية: المناخ (Climate) أو المحصول (Crop) أو الري (Irrigation) أو الحقل (Field) أو مقطع التربة (Soil profile) أو منسوب المياه الجوفية (Groundwater table) وأن يقوم باستعراض أو تعديل الخصائص في الملف المختار.
2. يحدد تاريخ الزراعة.

- **لوحة المحاكاة (simulation panel): حيث يمكن للمستخدم أن:**

1. يحدد مدة المحاكاة.
2. يختار أو ينشئ أحد الملفات التالية: الشروط الابتدائية (Initial conditions) أو شروط إدارة الحقل خارج فترة النمو (Off-season) أو المشروع (Project) أو البيانات الحقلية (Field data) وأن يقوم باستعراض أو تعديل الخصائص في الملف المختار.
3. يقوم بإجراء محاكاة للبيئة والمحصول وإعدادات المحاكاة المحددة.

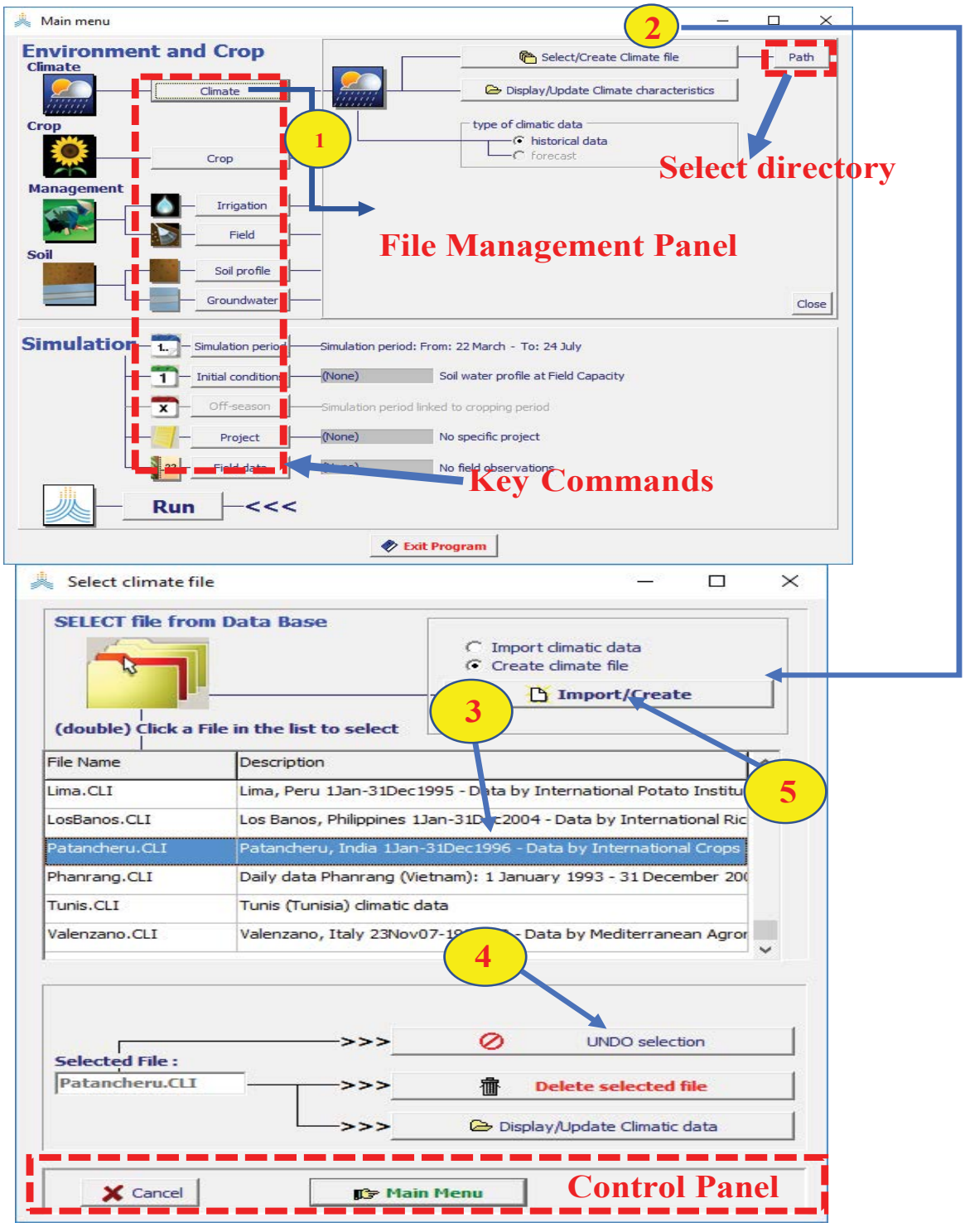
اختيار وإلغاء اختيار الملفات والإعدادات الافتراضية

تكون إعدادات البرنامج هي الإعدادات الافتراضية (جدول 2-1) عند بدء تشغيل برنامج AquaCrop، يمكن بواسطة الأوامر (اختر Select / أنشئ Create) الموجودة في لوحة إدارة الملفات في القائمة الرئيسية الوصول إلى قاعدة البيانات حيث يتم اختيار ملفات المدخلات (شكل 2-3). تخزن الملفات في قاعدة البيانات الافتراضية وهي المكتبة الفرعية المسماة DATA ضمن المجلد المسمى AquaCrop. يستطيع المستخدم اختيار مكتبة أخرى باستخدام الأمر مسار/Path.

الجدول 2-1. الإعدادات الافتراضية

الموضوع	اسم الملف	ملاحظات
المناخ	(None)	يتم اعتبار قيم افتراضية لدرجات الحرارة الدنيا والعظمى وللتبخر-نتح المرجعي وللمطر (لا هطول) ولتركيز ثاني أكسيد الكربون. يمكن تحديد قيم أخرى للتبخر-نتح المرجعي وللمطر عند بدء تشغيل المحاكاة.
المحصول	DEFAULT.CRO	يتم اعتبار محصول غير محدد بتاريخ زراعة في 22 آذار (March 22)
إدارة الري	(None)	يتم افتراض زراعة بعلية، ويمكن تحديد خصائص للري (كمية ونوعية المياه) عند بدء تشغيل المحاكاة.
إدارة الحقل	(None)	يتم افتراض ظروف مثالية لإدارة الحقل.
مقطع التربة	DEFAULT.SOL	يتم افتراض خصائص تربة لومية عميقة (loamy soil).
المياه الجوفية	(None)	يتم افتراض مياه جوفية عميقة.
فترة المحاكاة		يتم افتراض فترة محاكاة تغطي دورة نمو المحصول.
الشروط الابتدائية	(None)	يتم افتراض محتوى التربة من المياه مساو للسعة الحقلية (field capacity) وانعدام ملوحة التربة.
ظروف إدارة الحقل خارج فترة النمو	(None)	يتم افتراض ظروف مثالية لإدارة الحقل. خارج فترة النمو

الشكل 2-3. (1) اختيار أحد الأوامر المفتاحية يفتح لوحة إدارة الملفات (2) يصل المستخدم إلى لوحة اختيار الملفات باختيار أحد الأوامر (اختر Select / أنشئ Create) حيث يمكن أن (3) يختار أحد الملفات الموجودة أو (4) يلغي اختيار ملف (UNDO selection) أو (5) ينشئ أو يستورد ملفا جديدا (Import/Create).



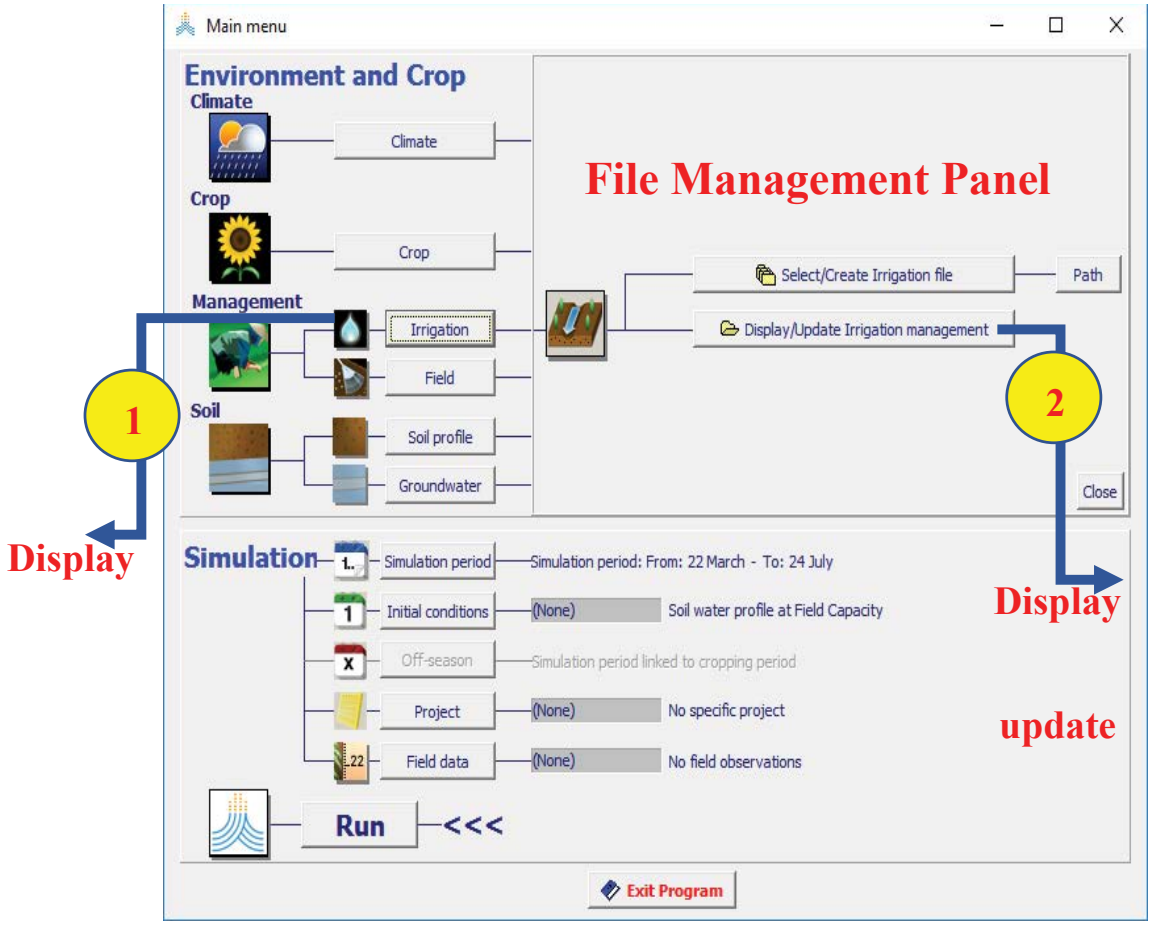
يتم اختيار الملف بالنقر المزدوج على اسم الملف في القائمة المعروضة في لوحة اختيار الملفات. يمكن إلغاء اختيار الملف باستخدام الأمر (ألغ الاختيار/UNDO selection) فيعود برنامج AquaCrop إلى الإعدادات الافتراضية لذلك الملف (جدول 2-1).

استعراض وتعديل الخصائص

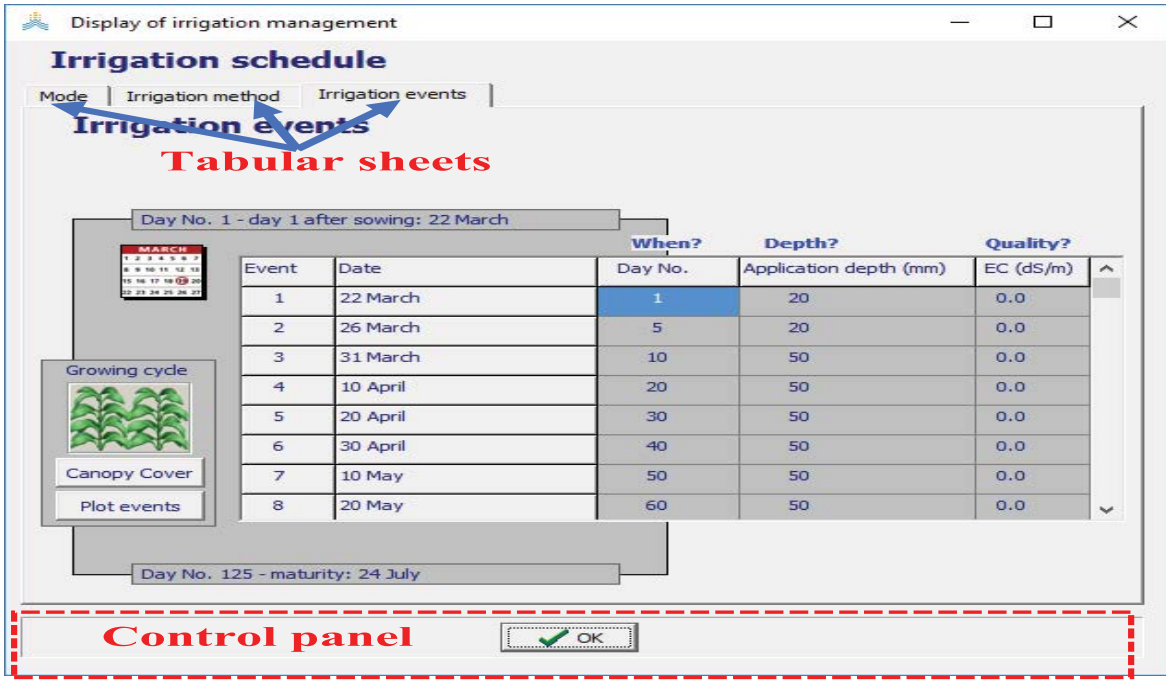
يستطيع المستخدم من خلال القائمة الرئيسية (شكل 2-4) أن يفتح مجموعة من القوائم التي تصنف فيها الخصائص في واجهات (Tabular Sheets). يتم التمييز بين:

1. قوائم يمكن استعراضها دون تعديل في بياناتها. يصل المستخدم إلى قائمة استعرض/display (شكل 2-5) بالنقر على اسم الملف أو على الأيقونة الموافقة في القائمة الرئيسية.
2. قوائم يمكن استعراضها وتعديل بياناتها. يصل المستخدم إلى قائمة استعرض وعدل/display Update (شكل 2-6) باختيار الأمر استعرض وعدل/Display/Update characteristics في لوحة إدارة الملفات في القائمة الرئيسية. يتم حفظ التعديلات عند العودة إلى القائمة الرئيسة.

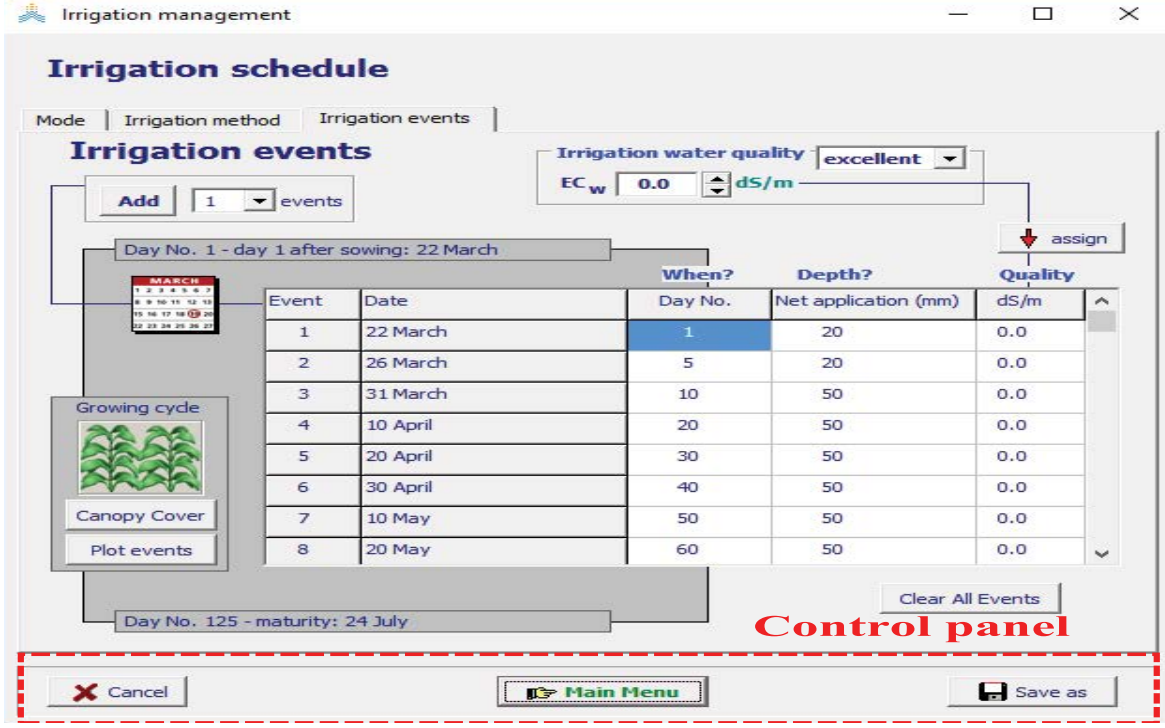
الشكل 2-4. يختار المستخدم من القائمة الرئيسة أن (1) يستعرض الخصائص فقط أو (2) يستعرض ويعدل الخصائص



الشكل 2-5. استعراض خصائص ملف



الشكل 2-6. استعراض وتعديل خصائص ملف



3. المناخ

البيانات المناخية المطلوبة في برنامج AquaCrop

يحتاج برنامج AquaCrop الى البيانات المناخية التالية:

1. درجة الحرارة الدنيا(Tn) ودرجة الحرارة العظمى (Tx).
2. التبخر – نتح المرجعي (ETo).
3. الهطولات المطرية.

يمكن ادخال بيانات مناخية يومية او عشرية او شهرية.

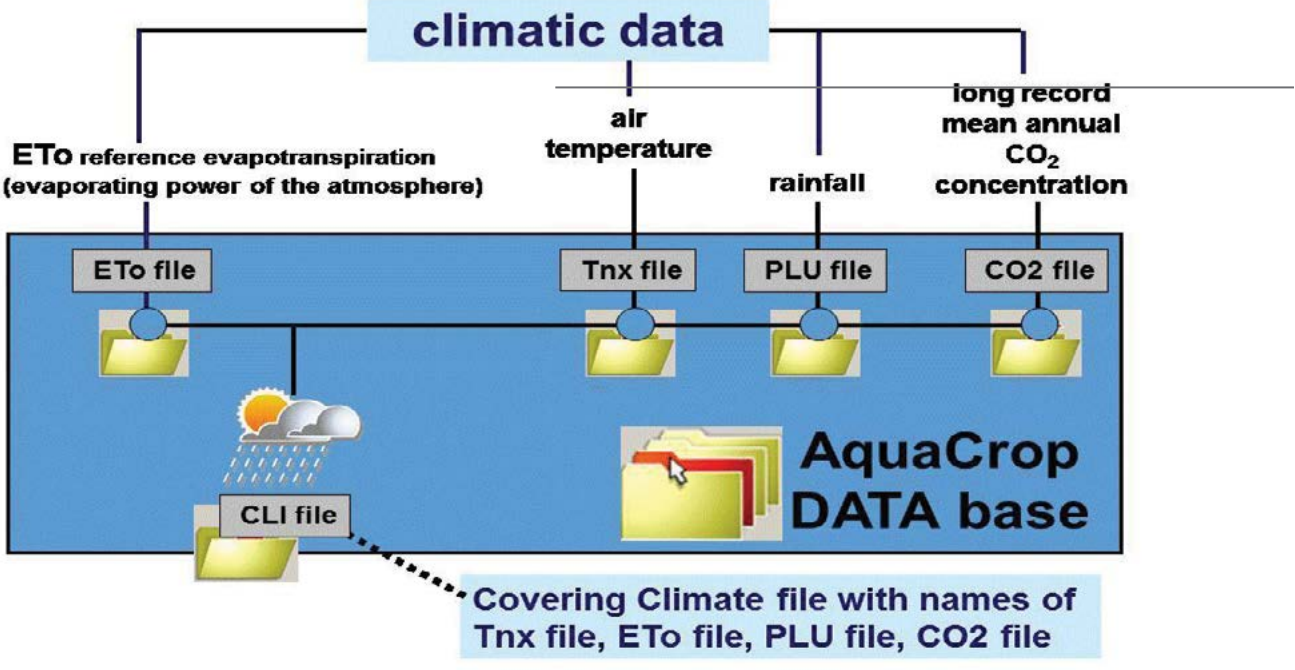
كما يحتاج البرنامج لقيمة المعدل السنوي لتركيز ثاني أكسيد الكربون CO2 في الغلاف الجوي.

تكون البيانات المناخية المطلوبة مخزنة على التوالي في:

- ملفات درجات حرارة (ملفات بلاحقة 'Tnx').
- ملفات ETo (ملفات بلاحقة'ETo').
- ملفات هطول مطري (ملفات بلاحقة 'PLU').
- ملفات CO2 (ملفات بلاحقة 'CO2').

يحتوي ملف المناخ (ملف بلاحقة 'CLI') على أسماء الملفات (Tnx, ETo, PLU and CO2). أما البيانات المناخية بحد ذاتها فتكون مخزنة في ملفات (Tnx, ETo, PLU, CO2).

الشكل 3-1. ملفات مناخ (*.CLI) والملفات التي تحتوي بيانات مناخية (*. ETo, *. Tnx, *.PLU, *.CO2) مخزنة في قاعدة بيانات برنامج AquaCrop



إنشاء ملفات درجة الحرارة والتبخر-نتح المرجعي والهطول المطري

الملفات النصية للبيانات المناخية:

يستطيع المستخدم أن يختار من قائمة اختيار ملف مناخ في القائمة الرئيسية استيراد بيانات مناخية من ملف نصي 'Import climatic data' (الشكل 2-3).

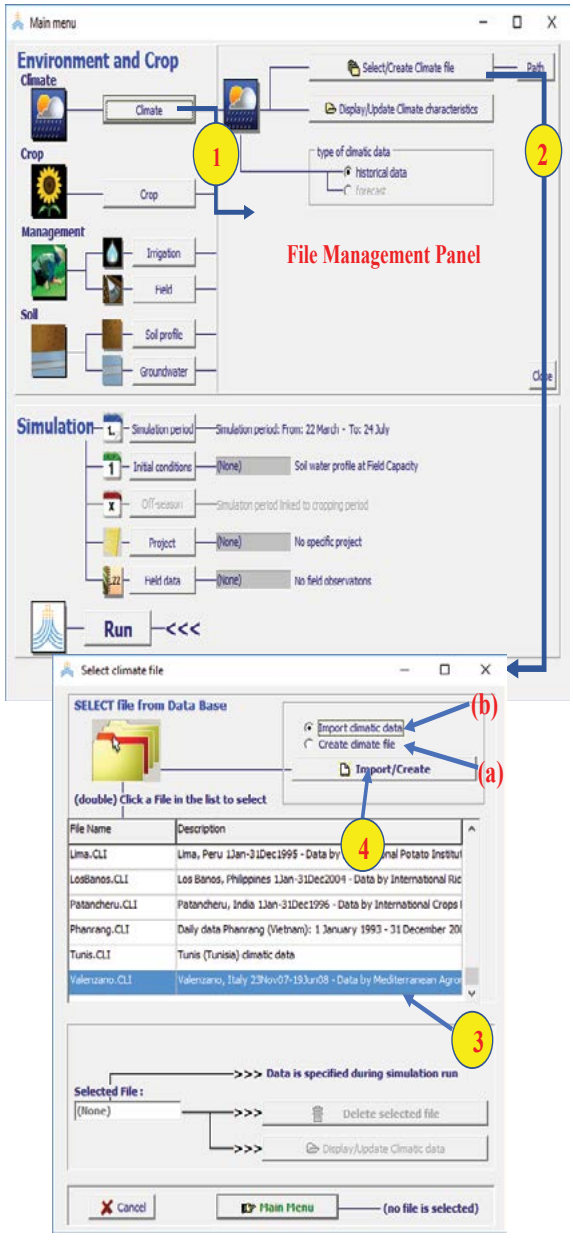
- **أنواع البيانات:**

تتألف البيانات الممكن استيرادها من بيانات حرارة أو تبخر-نتح مرجعي أو هطول مطري أو أي بيانات مناخية يمكن استخدامها لحساب التبخر-نتح المرجعي. يقوم برنامج AquaCrop عند استيراد البيانات بإنشاء الملفات الموافقة التي تحتوي البيانات المناخية (ملفات ذوات اللواحق '.PLU', '.ETo', 'Tnx'). يمكن استيراد البيانات المناخية المقاسة بإحدى الوحدات الموضحة في الجدول 3-1 إلى برنامج AquaCrop.

- **الملفات النصية للبيانات المناخية (ملفات بلاحقة '.cxt' , 'txt'):**

الملف النصي هو ملف بلاحقة 'txt.' (كالذي يتم إنشاؤه باستخدام برنامج Notepad) حيث تكون البيانات المناخية لفترة زمنية معينة مخزنة على شكل أعمدة (مثال في الجدول 3-2). تكون هذه البيانات عادة مأخوذة من بيانات ملفات Excel بدون أي كتابة نصية (بدون عناوين الأعمدة أو الوحدات أو أرقام أسطر أو تواريخ).

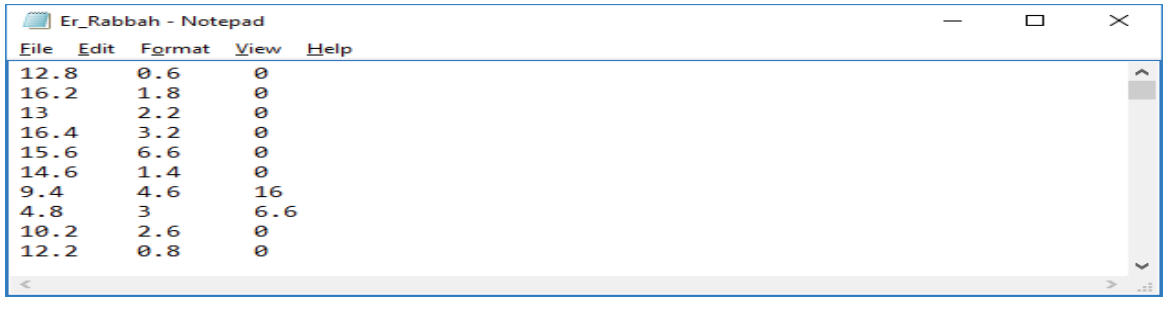
الشكل 3-2. (1) اختيار الأمر مناخ Climate / يفتح لوحة إدارة الملفات (2) يصل المستخدم من خلال الأمر اختر/أنشئ ملف مناخ <Select/Create Climate file> في لوحة إدارة الملفات إلى قائمة اختر ملف مناخي (3 Select climatic file) يختار أحد الملفات المناخية (CLI)الموجودة أو (4) يختار الأمر (a) أنشئ ملف مناخي <Create a climate file> لإنشاء ملف CLI جديد أو يختار الأمر (b) استيراد بيانات مناخية <Import climatic data> بإنشاء ملفات حرارة وتبخر-نتح مرجعي وهطول مطري من ملف نصي



الجدول 3-1. البيانات المناخية والوحدات التي يمكن استيرادها إلى برنامج AquaCrop

العوامل المناخية ورموزها	الوحدات الممكنة
بيانات حرارة الهواء	
درجة الحرارة العظمى (Tmax)	°C or °F
متوسط درجة الحرارة (Tmean)	°C or °F
درجة الحرارة الدنيا (Tmin)	°C or °F
بيانات رطوبة الهواء	
الرطوبة النسبية العظمى (RHmax)	%
متوسط الرطوبة النسبية (RHmean)	%
الرطوبة النسبية الصغرى (RHmean)	%
درجة حرارة نقطة الندى (Tdew)	°C or °F
ضغط بخار الماء الفعلي e(act)	kPa, mbar, psi, atm or mmHG
درجة الحرارة الجافة (Tdry)	°C or °F
درجة الحرارة الرطبة (Twet)	°C or °F
بيانات سرعة الرياح	
سرعة الرياح على ارتفاع X م من سطح التربة: u (x)	m/sec, km/day, knot or ft/sec
بيانات الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع	
عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلية خلال يوم (n)	Hour
نسبة عدد ساعات الشمسي الفعلية الى عدد ساعات السطوع الشمسي الاعظمية (n/N)	
الإشعاع الشمسي الوارد (Rs) الإشعاع الشمسي الصافي (Rn)	MJ/m2.day, W/m2, J/cm2.day, mm/day, cal/cm2.day MJ/m2.day, W/m2, J/cm2.day, mm/day, cal/cm2.day
ETo التبخر-نتح المرجعي للمحصول	
بيانات مستوردة مباشرة لقيم تبخر - نتح مرجعي لمحصول	mm/day
بيانات الهطول المطري	
هطول مطري	mm or inch

الجدول 3-2. مثال على ملف نصي يحتوي بيانات مناخية. البيانات هي بيانات يومية حيث يمثل (العمود الأول) درجة الحرارة العظمى بالدرجة المئوية، (العمود الثاني) درجة الحرارة الدنيا بالدرجة المئوية، (العمود الثالث) الهطول المطري بالمم

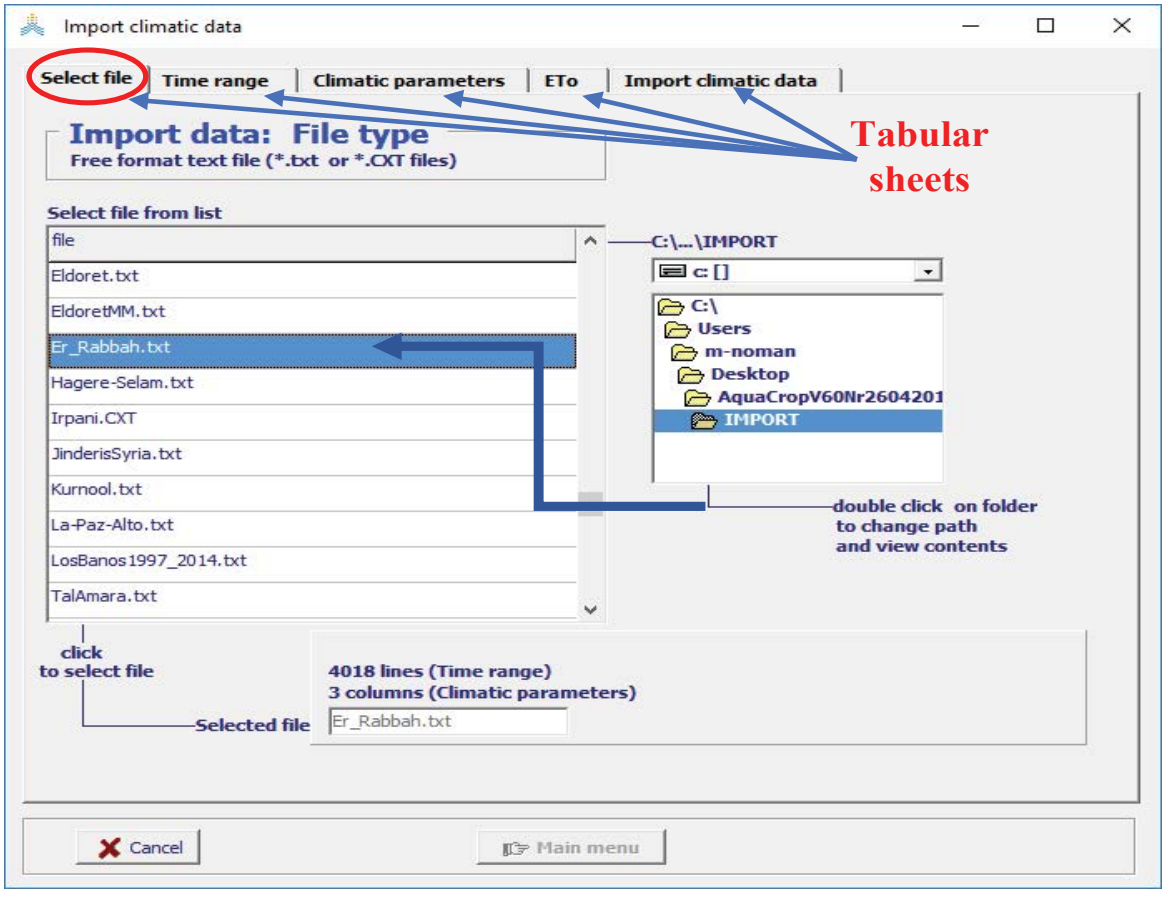


يمكن أن تكون البيانات المناخية يومية أو عشرية (كل عشرة أيام) أو شهرية. يحتوي الملف النصي على بيانات مناخية مسجلة خلال مجال زمني محدد (يتراوح بين أيام قليلة وعدة سنوات) أو متوسطات محسوبة لعدد من السنوات. يجب تعريف البيانات المفقودة بإسناد قيمة محددة لها. تكون هذه القيمة افتراضيا (-999.000) ويمكن تغييرها في الواجهة المسماة العوامل المناخية ('Climatic parameter') في قائمة استيراد بيانات مناخية (Import climatic data) (الشكل 5.3) يتألف الملف النصي من أسطر وأعمدة:

الأسطر: يكون عدد الأسطر (الصفوف) مساويا لعدد الأيام أو العشريات أو الأشهر ضمن المجال الزمني للبيانات التي تم استيرادها. يحتوي كل سطر قيم البيانات المناخية (أو المتوسط) ليوم واحد أو عشرية أو شهر من المجال الزمني وبترتيب زمني تصاعدي (من الأقدم إلى الأحدث).

الأعمدة: يمكن أن يحتوي الملف النصي حتى عشرة أعمدة.يحتوي كل عمود بيانات أحد العوامل المناخية الواردة في الجدول 3-1.

الشكل 3-3. قائمة استيراد البيانات المناخية (Import climatic data) بواجهاتها الخمسة: اختر ملف 'Select file'، المجال الزمني 'Time range'، العوامل المناخية 'Climatic parameters'، التبخر-نتح المرجعي'ETo'، استيراد البيانات المناخية'Import climatic data'



استيراد البيانات المناخية:

تحتوي قائمة استيراد البيانات المناخية (Import climatic data) على خمس واجهات (الشكل 3-3) هي:

- اختر ملفا 'Select file': لاختيار الملف النصي الذي يحتوي البيانات المناخية التي سيتم استيرادها.
- المجال الزمني 'Time range': لتحديد المجال الزمني للبيانات المناخية المستوردة (الأسطر أو الصفوف في الملف النصي).
- العوامل المناخية 'Climatic parameters': لتحديد العوامل المناخية ووحداتها في البيانات المستوردة (الأعمدة في الملف النصي).
- التبخر-نتح المرجعي 'ETo': لتحديد المعاملات المطلوبة لحساب التبخر-نتح المرجعي (في حالة حسابه).
- استيراد البيانات المناخية 'Import climatic data' لإنشاء ملفات 'PLU.', 'ETo.', 'Tnx.' (التي تحتوي البيانات المناخية المستوردة) ولحفظ هذه الملفات في قاعدة بيانات برنامج AquaCrop.

واجهة اختر ملفا 'Select file':

يختار المستخدم في الواجهة اختر ملفا (الشكل 3-3) الملف النصي الذي يحتوي البيانات المناخية. تكون جميع الملفات النصية (الملفات ذوات اللاحقة '.txt' or '. cxt') المحفوظة في المكتبة الفرعية IMPORT لبرنامج AquaCrop معروضة. يمكن للمستخدم بتغيير المسار أن يستورد ملفا نصيا من مكتبة أخرى. يقوم البرنامج عند اختيار الملف بعرض عدد:

- أسطر البيانات (الصفوف) والتي يتوافق عددها مع عدد الأيام أو العشريات أو الأشهر في المجال الزمني الذي يغطي البيانات المناخية.
- الأعمدة والذي يتوافق مع عدد العوامل المناخية الموجودة في الملف النصي.

في الشكل (3-3) تم اختيار الملف النصي 'Er-Rabbah.txt' والذي يحتوي4018 سطرا وثلاثة أعمدة من البيانات المناخية (سجل طويل لبيانات يومية للحرارة العظمى والحرارة الدنيا والهطول المطري لعدة سنوات). يتم تحديد المجال الزمني والعوامل المناخية في الواجهتين المجال الزمني 'Time range' والعوامل المناخية 'Climatic parameters'.

الواجهة المجال الزمني 'Time range':

يحدد المستخدم في الواجهة المجال الزمني (الشكل 3-3) نوع البيانات (يومية أو عشرية أو شهرية) والمجال الزمني (من تاريخ .... إلى تاريخ). لا ترتبط البيانات المناخية بعام محدد إذا كانت عبارة عن متوسطات لعدة سنوات وفي هذه الحالة لا يتم تحديد عام معين ويتم اختيار الخيار (not linked to a specific year).

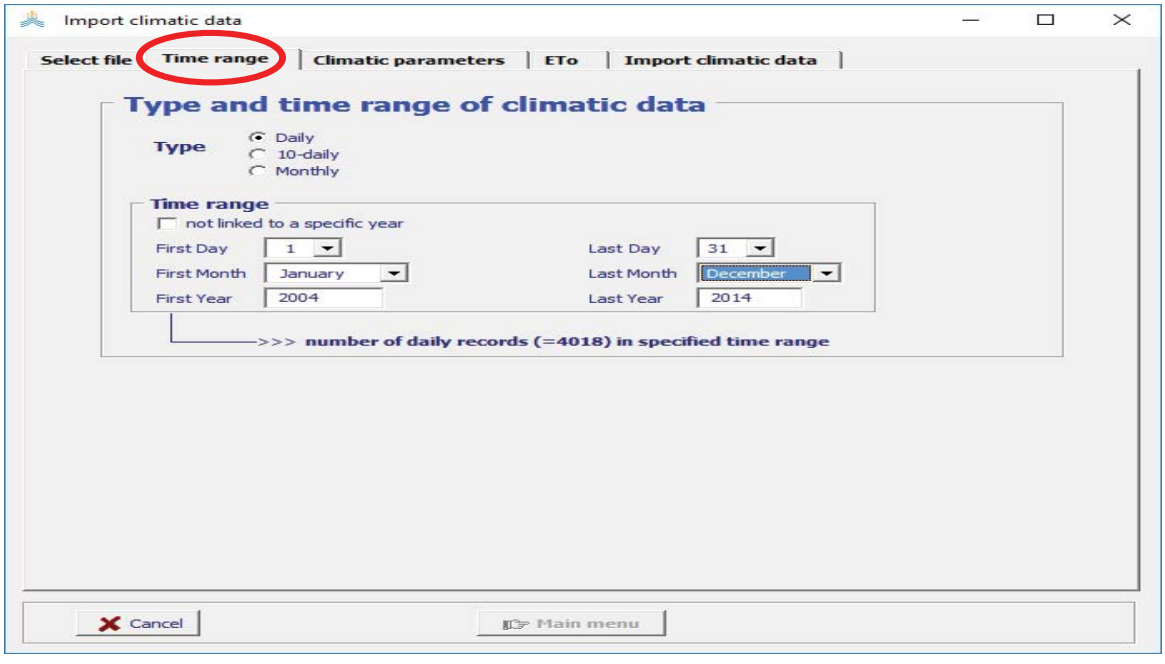
يعرض البرنامج عدد سجلات البيانات ضمن المجال عند قيام المستخدم بتعديل المجال الزمني في الواجهة. يجب أن يتطابق عدد السجلات مع عدد الأسطر في الملف النصي الذي يحتوي البيانات المناخية. بالنسبة للملف الذي تم اختياره في الشكل (4-3) 'Er_Rabbah.txt' بأسطره البالغة 4018 نجد أنه يوجد فعليا 4018 يوما بين تاريخ البداية (1 January 2004) وتاريخ النهاية (31 December 2014) المحددين لبداية ونهاية المجال الزمني. الشكل (4-3)

واجهة العوامل المناخية 'Climatic parameters':

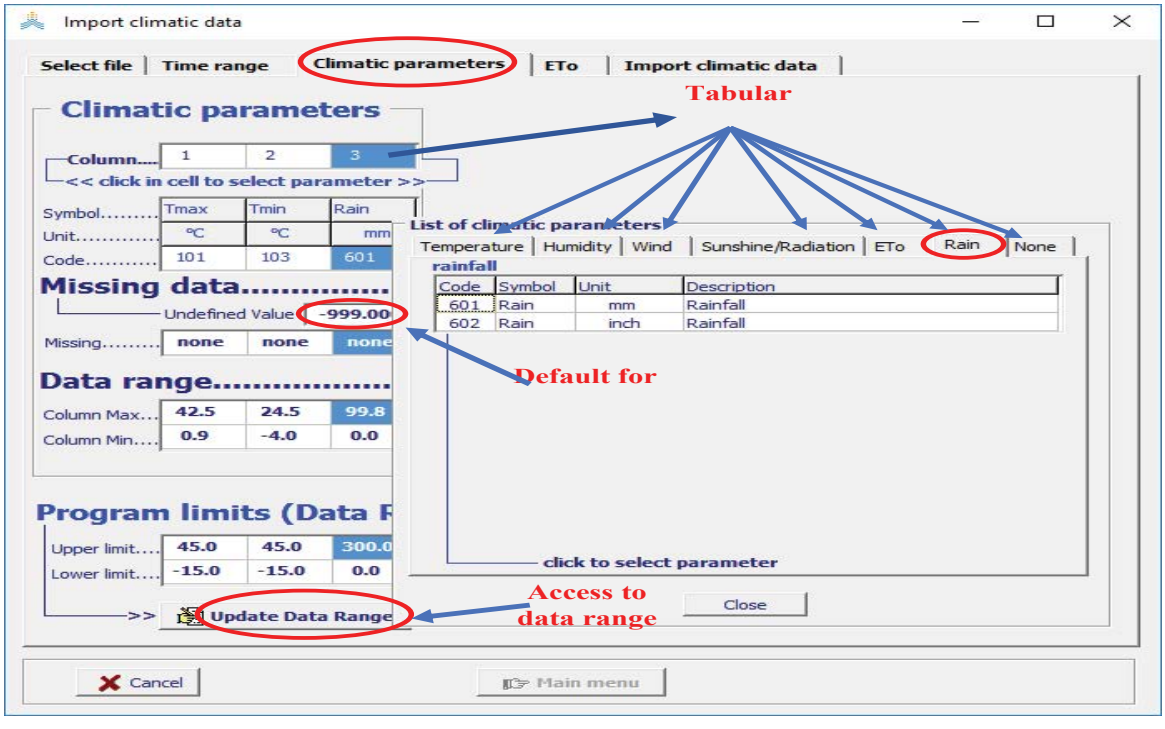
يقوم المستخدم في واجهة العوامل المناخية بتحديد العوامل المناخية ووحداتها (البيانات الموجودة في الأعمدة) (شكل 3-5).

باختيار أحد أرقام الأعمدة تظهر لائحة بالعوامل المناخية التي يمكن استيرادها في برنامج AquaCrop (الجدول 3-1). تظهر العوامل في ست واجهات تجمعهم بأسماء بيانات. (حرارة ورطوبة وسرعة رياح وإشعاع وسطوع شمسي وتبخر- نتح مرجعي وهطول مطري). توجد واجهة إضافية معنونه (لا شيء 'None') تستخدم لتحديد عمود معين يحتوي بيانات لا تنتمي للبيانات المناخية وفي هذه الحالة سيتم استبعاد هذه البيانات ولا يمكن استيرادها إلى برنامج AquaCrop.

الشكل 3-4. واجهة المجال الزمني 'Time range' من قائمة استيراد بينات مناخية Import climatic data للملف 'Er_Rabbah.txt' (يحوي سجل طويل من البيانات اليومية للحرارة والهطول المطري)



الشكل 3-5. واجهة العوامل المناخية 'Climatic parameters' من قائمة استيراد بينات مناخية Import climatic data للملف 'Er_Rabbah.txt' (يحوي سجل طويل من البيانات اليومية للحرارة الدنيا والعظمى والهطول المطري)



عند تحديد عامل مناخي لعمود معين يظهر البرنامج ما يلي:

- **الرمز Symbol والوحدة Unit والدليل Code** للعامل المناخي المختار.
- **عدد البيانات المفقودة Missing data** في كل عمود من الملف النصي. تستخدم القيمة الافتراضية (-999.0000) للإشارة إلى البيانات المفقودة وهذه القيمة يمكن تعديلها للإشارة إلى البيانات المفقودة في ملف نصي معين. يوجد في برنامج AquaCrop إجراءات لتقدير قيمة التبخر- نتح المرجعي في حال وجود بيانات مفقودة للرطوبة أو الإشعاع أو السطوع الشمسي أو سرعة الرياح. لا تتوافر مثل هذه الإجراءات لتقدير قيمة بيانات مفقودة من درجات الحرارة الدنيا والعظمى للهواء أو الهطول المطري أو بيانات تبخر-نتح مرجعي مستوردة مباشرة. لذلك لا يمكن استيراد سجلات (Tmax, Tmin, Rain, ETo) تحوي بيانات مفقودة.
- **مجال البيانات Data range** (الحدود الدنيا والعظمى) للعامل المناخي المختار كما وردت في الملف النصي. هذه القيم يجب أن تقع ضمن الحدود المحددة في البرنامج. ولا يمكن استيراد البيانات إذا كانت الحدود المحددة في البرنامج أصغر من مجال البيانات الموجودة في الملف.
- **الحدود المحددة في البرنامج Program limits** (أعلى وأدنى حد) هي الحدود التي يقوم البرنامج باستخدامها لكل عامل مناخي يتم اختياره. هذه الخاصية تتيح تفحص المجال للبيانات المستوردة. يستطيع المستخدم أن يعدل الحدود المستخدمة في البرنامج عن طريق حدود البيانات المناخية Limits of climatic data (شكل 3-8) إذا وجد أن حدود البرنامج صغيرة جدا أو كبيرة جدا. يتم تعديلها باختيار أمـــر عدل حدود البيانات <Update Data Range> عند أسفل واجهة العوامل المناخية 'Climatic parameters'.

واجهة التبخر-نتح المرجعي 'ETo':

في حال توفر بيانات كافية لحساب التبخر-نتح المرجعي ضمن البيانات المستوردة، يقوم المستخدم بتحديد المعلومات حول الحساب والبيانات المطلوبة للحساب في واجهة ETo (الشكل 3-7) والتي تتألف من:

- إحداثيات المحطة المناخية **Coordinates of Meteorological station** (خط العرض Latitude والارتفاع Altitude) وهذه المعلومات مطلوبة لحساب الثابت السيكرومتري (psychrometric constant (γ) والإشعاع عند الغلاف الجوي extra-terrestrial radiation (Ra) وعدد ساعات السطوع الشمسي الأعظمي أو طول اليوم (N). سيظهر تنبيه لتعديل الإحداثيات طالما بقيت قيم خط العرض والارتفاع مطابقة للإعدادات الافتراضية (222 '22°22 , m.a.s.l. N) ولا يمكن استيراد البيانات لحساب التبخر-نتح المرجعي حتى يتم تعديلها.

- **البيانات المناخية المعتمدة لحساب التبخر-نتح المرجعي:**

يتم حساب التبخر-نتح المرجعي باستخدام طريقة FAO Penman-Monteith المنشورة في كتيب FAO Irrigation and Drainage paper Nr. 56 (Allen et al. 1998). نحتاج لحساب ETo للبيانات التالية: 1- درجة حرارة الهواء 2-رطوبة الهواء 3- الإشعاع 4- سرعة الرياح.

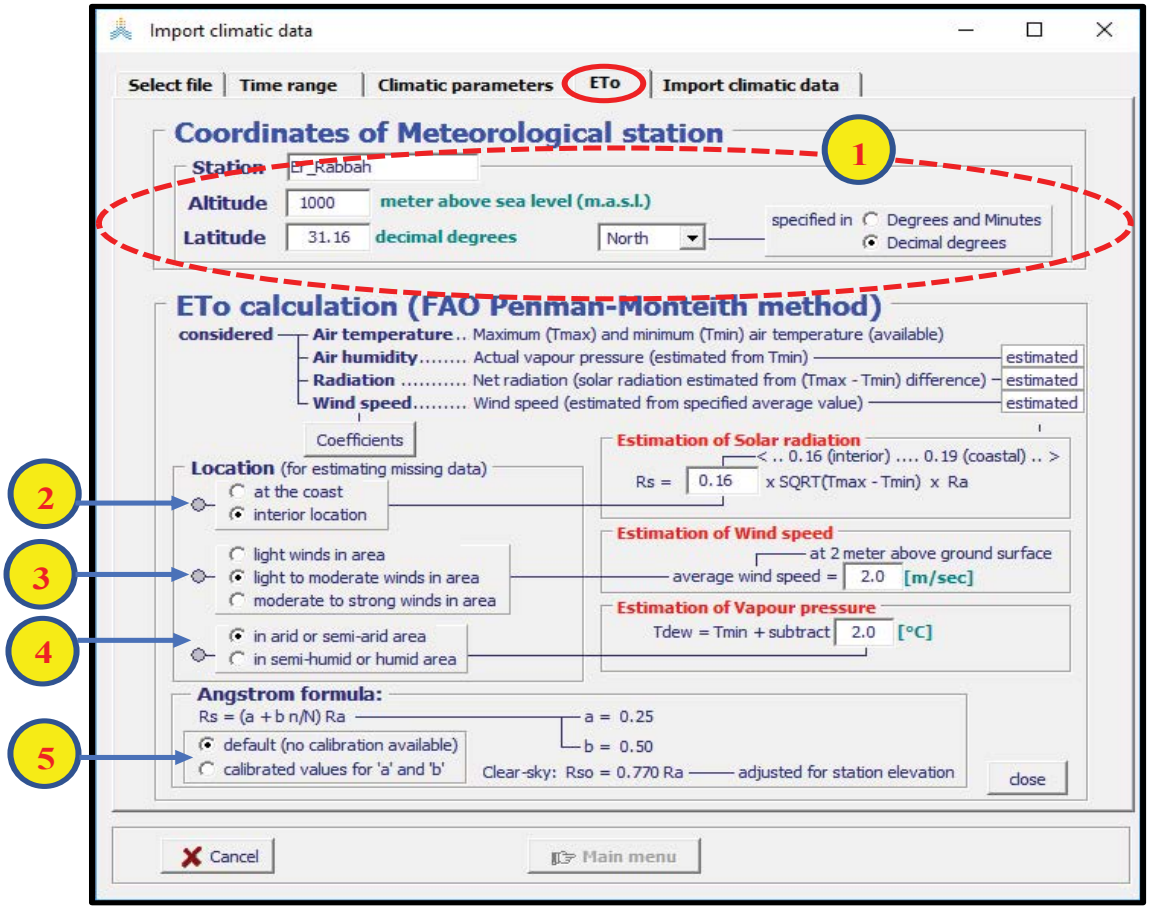
في المثال في الشكل (3-6) لملف 'Er_Rabbah.txt' النصي الذي يحتوي على سجل طويل لبيانات حرارة وهطول مطري يومية نجد أن بيانات الحرارة الدنيا والحرارة العظمى فقط متوفرة (العمودان 1 و2). سيتم تقدير قيمة ضغط بخار الماء المطلوب من الحرارة الدنيا وتقدير الإشعاع الشمسي المطلوب من الفرق بين القيمة العظمى والقيمة الدنيا لحرارة الهواء. وسيتم استخدام القيمة المحددة لمتوسط سرعة الرياح.

- **المعاملات المطلوبة لحساب التبخر-نتح المرجعي في حال عدم توفر بيانات الإشعاع وسرعة الرياح و/أو رطوبة الهواء:**

يتم استخدام الطريقة المنشورة في الكتيب FAO Irrigation and Drainage paper Nr. 56 لتقدير قيمة بيانات الإشعاع أو سرعة الرياح أو رطوبة الهواء المفقودة.

- **طريقة فرق درجات الحرارة :**
(استخدام الجذر التربيعي للفرق بين درجات الحرارة العظمى والدنيا) لتقدير قيمة الإشعاع الشمسي المفقودة (Rs). معامل التعديل (kRs) هو معامل تجريبي ويختلف ما بين المنطقة الساحلية والمنطقة الداخلية. يمكن استخدام القيمة الافتراضية في حال عدم وجود قيم معتمدة للمعامل (kRs) وذلك باختيار الخيار المناسب لموقع المحطة المناخية (جدول 3-3).
- **يمكن اختيار تصنيف عام لمتوسط سرعة الرياح**
من أجل بيانات الرياح المفقودة. كما يمكن إدخال قيمة عامة في الحقل (التحرير) أو 'Edit' أو اختيار الخيار المناسب لموقع المحطة المناخية (جدول 3-3).
- **تقدير ضغط بخار الماء الفعلي:** عندما تكون بيانات رطوبة الهواء غير متوفرة أو غير دقيقة، يتم تقدير ضغط بخار الماء الفعلي بافتراض أن درجة حرارة نقطة الندى (Tdew) قريبة من درجة حرارة الهواء الدنيا (Tmin). تصلح العلاقة Tmin Tdew للمواقع الرطبة وشبه الرطبة. أما في المناطق الجافة فيمكن أن يكون الهواء غير مشبع عند درجة الحرارة الدنيا وفي هذه الحالة يكون التقدير الأفضل لدرجة حرارة نقطة الندى بطرح درجتين إلى ثلاث درجات من درجة حرارة الهواء الدنيا. في حال غياب قيم معايرة يمكن استخدام القيم الافتراضية للمنطقة باختيار الخيار المناسب لموقع المحطة المناخية (جدول 3-3).

الشكل 3-6. واجهة التبخر-نتح المرجعي 'ETo'، من قائمة استيراد بيانات مناخية Import climatic data للملف 'Er_Rabbah.txt' (يحوي سجل طويل من البيانات اليومية للحرارة الدنيا والعظمى والهطول المطري). (1) تحديد الإحداثيات (2) اختيار تقدير قيمة الإشعاع الشمسي المفقود (3) سرعة الرياح (4) ضغط بخار الماء (5) قيم معاملات علاقة Angstrom.



- **معاملات علاقة Angstrom لحساب الإشعاع الشمسي إذا كان مختلفا عن القيمة الافتراضية:** يستخدم برنامج AquaCrop علاقة Angstrom لتقدير الإشعاع الشمسي الوارد (Rs) عندما يكون الإشعاع الصافي (Rn) غير متوفر. ينصح باستخدام القيم الافتراضية للثابتين (a= 0.25 , b=0.5) في حال غياب قيم معايرة لهذين الثابتين. نحتاج لقيمة النسبة بين الإشعاع الشمسي الوارد (Rs) وقيمة الإشعاع الشمسي في سماء صافية (Rso) لتقدير إشعاع الأمواج الطويلة الخارج. ينصح بتعديل قيمة ارتفاع المحطة عند حساب (Rso) في حال غياب قيم معايرة للثابتين a وb وفي حال وجودها فيمكن إدخالها (شكل 3-6).

واجهة استيراد بيانات مناخية 'Import climatic data':

يقوم المستخدم في واجهة استيراد بيانات مناخية 'Import climatic data' (شكل 3-7) بتعديل: المجلد الذي سيتم حفظ ملفات البيانات المناخية فيه. حيث يمكن تغيير مسار المكتبة الافتراضية (المكتبة الفرعية 'DATA' ضمن مجلد AquaCrop) باستخدام الأمر مسار <Path>.

الأسماء والتوصيفات الافتراضية لملفات الحرارة والتبخر-نتح المرجعي والهطول المطري. يمكن إنشاء هذه الملفات فقط إذا كان: 1- المجال الزمني محددا بشكل صحيح 2- تتوفر بيانات مناخية كافية 3- إذا كانت البيانات المناخية ضمن الحدود المحددة في البرنامج -4 إحداثيات المحطة المناخية قد تم تعديلها (مطلوب فقط في حالة حساب التبخر-نتح المرجعي).

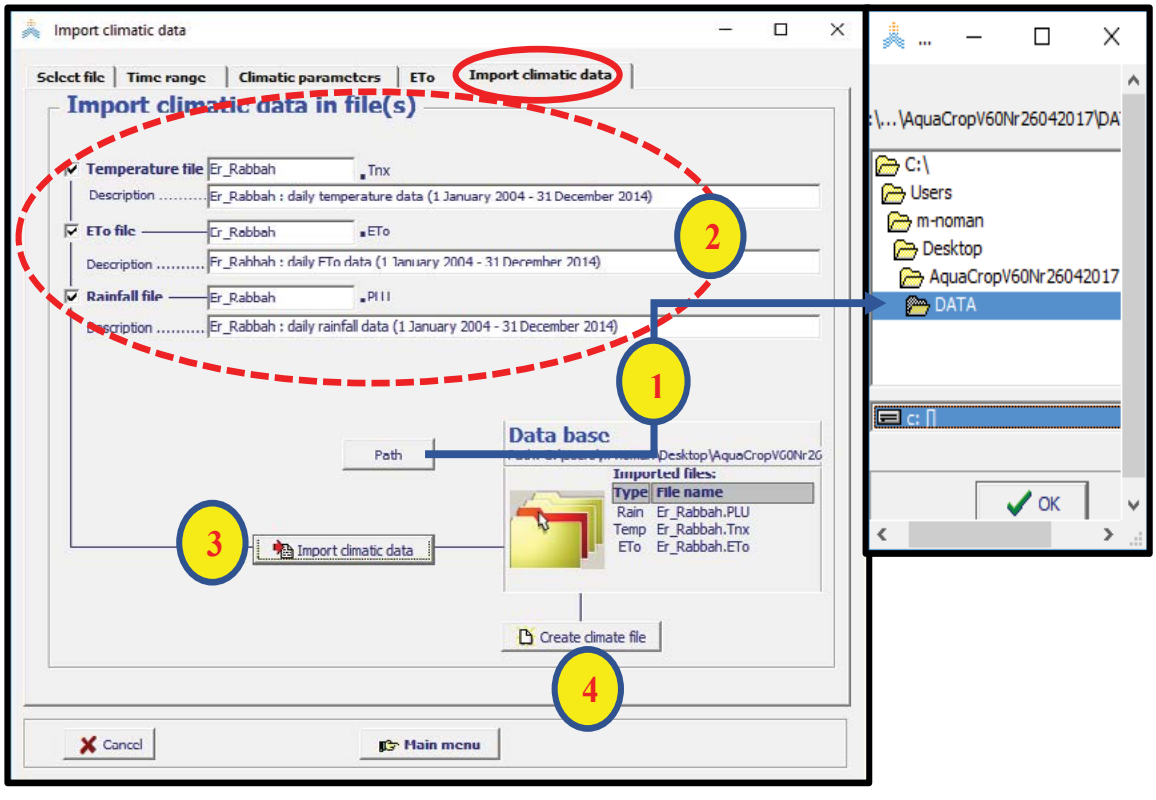
يتم إنشاء الملفات (بالبيانات المناخية المستوردة) باستخدام الأمر استيراد البيانات المناخية <Import climatic data> وتحفظ في المجلد المحدد من قبل المستخدم.

في الشكل 3-7 للملف النصي 'Er_Rabbah.txt' (ملف نصي يحتوي سجل طويل من البيانات اليومية للحرارة والهطول المطري): تم إنشاء ملف حرارة 'Er_Rabbah.Tnx' يحتوي البيانات اليومية المستوردة للحرارة الدنيا والعظمى وملف تبخر-نتح مرجعي 'Er_Rabbah.ETo' يحتوي القيم المحسوبة للقيم اليومية للتبخر-نتح المرجعي وملف هطول مطري 'Er-Rabbah.PLU' يحتوي البيانات اليومية المستوردة للهطول المطري. يمكن إنشاء ملف مناخي 'Er_Rabbah.CLI' من الملفات السابقة.

الجدول 3-3. القيم الافتراضية لتقدير البيانات المناخية المفقودة

العامل المفقود	موقع المحطة المناخية	القيمة الافتراضية	
الإشعاع الشمسي (Rs)	• عند الشاطئ • موقع داخلي	kRs = 0.19	طريقة فرق الحرارة
		kRs = 0.16	
سرعة الرياح على ارتفاع 2 متر عن سطح التربة (u2)	• رياح خفيفة • رياح خفيفة إلى معتدلة • رياح معتدلة إلى قوية	• u2 = 0.5 m/sec • u2 = 2.0 m/sec • u2 = 4.0 m/sec	
ضغط بخار الماء درجة حرارة نقطة الندى	• في منطقة جافة أو شبه جافة • في منطقة رطبة أو شبه رطبة	• Tdew ≈ Tmin - 2°C • Tdew ≈ Tmin	

الشكل 3-7. واجهة استيراد البيانات المناخية 'Import climatic data'. من قائمة استيراد بيانات مناخية Import climatic data للملف 'Er_Rabbah.txt' (يحوي سجل طويل من البيانات اليومية للحرارة الدنيا والعظمى والهطول المطري). (1) تحديد المجلد (2) أسماء وتوصيفات ملفات البيانات المناخية (3) باختيار الأمر <Import climatic data> يتم استيراد البيانات المناخية بالتنسيق المطلوب (4) يمكن إنشاء ملف مناخي

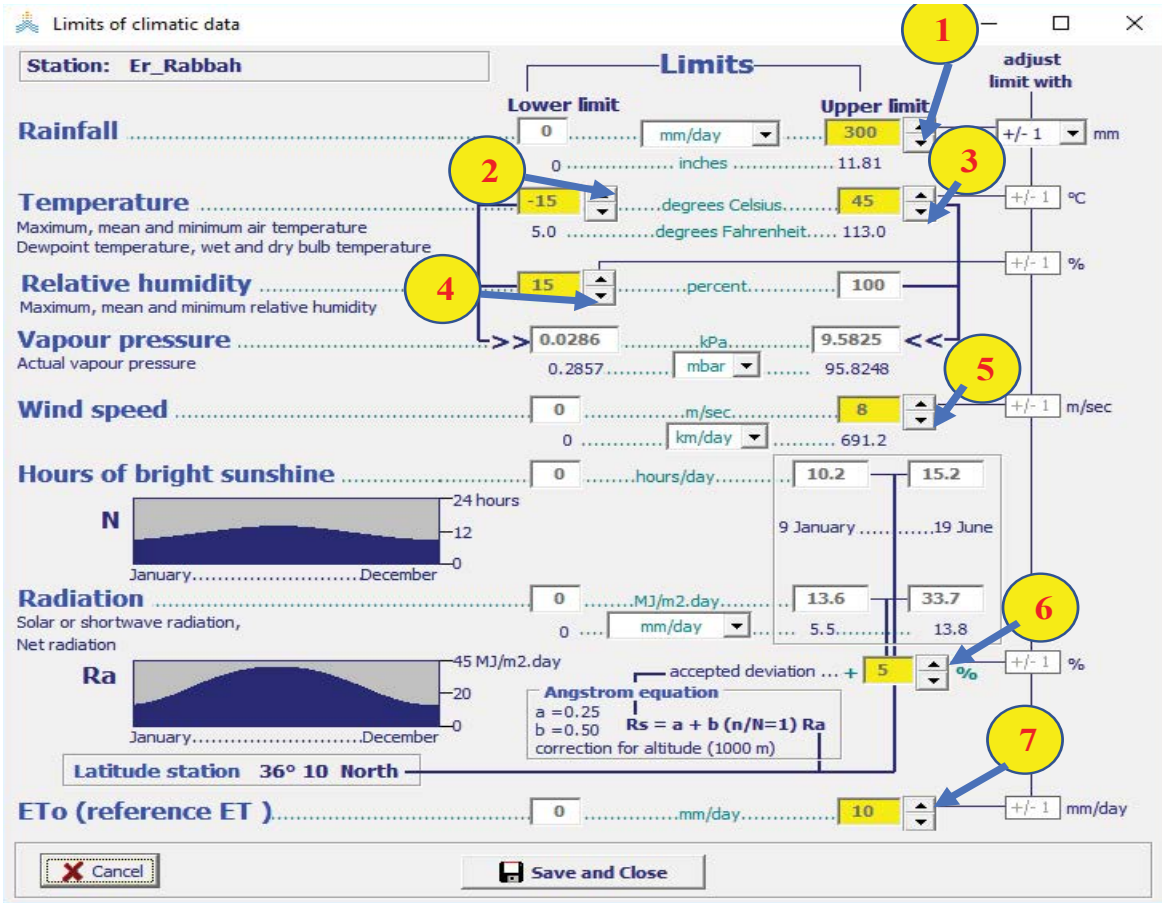


مجال البيانات:

يمكن تعديل الحدود التالية للحصول على تفحص أكثر تحديدا أو أكثر مرونة للبيانات المستوردة:

- **الحد الأعلى لبيانات الهطول المطري:** يختلف الحد الأعلى لبيانات الهطول المطري حسب نوع البيانات (يومية أو عشرية أو شهرية).
- حدود درجة الحرارة والرطوبة النسبية وضغط بخار الماء: تغيير الحدود لأي عامل من العوامل الثلاث سيؤدي إلى تغيير الحدود لباقي العوامل لأن هذه العوامل مرتبطة.
- **الحدود العليا لسرعة الرياح:** يتم التعبير عن سرعة الرياح للبيانات اليومية والعشرية والشهرية كمتوسط يومي.
- **الحدود العليا لبيانات الإشعاع والسطوع الشمسي:** يتحدد الحد الأعلى بخط العرض الذي تقع عليه المحطة والوقت من العام. ويسمح بمقدار من التجاوز في التقدير إذا وجد المستخدم ذلك مقبولا. يتم تحديد خط العرض والارتفاع في واجهة 'ETo' من قائمة استيراد البيانات المناخية (شكل 3-8).
- **الحدود العليا لقيم التبخر-نتح المرجعي المستوردة مباشرة:** يتم التعبير في برنامج AquaCrop عن قيم التبخر-نتح المرجعي اليومي والعشري والشهري كقيمة متوسط يومي.

الشكل 3-8. قائمة حدود البيانات المناخية Limits of climatic data حيث يمكن تعديل الحدود الدنيا والعليا ل: (1) مجموع الهطول المطري (2) و (3) درجة الحرارة (4) الرطوبة النسبية (5) سرعة الرياح اليومية (6) الانحراف عن الإشعاع اليومي الأعظمي الممكن (يعطى ب (a) خط العرض (b) الوقت من العام) و(7) التبخر-نتح المرجعي اليومي



الجدول 3-4. القيم الافتراضية لتفحص مجال البيانات

العوامل المناخية	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مجموع الهطول المطري	0 mm	300 mm/day 1,000 mm/10-day 2,000 mm/month
درجة الحرارة	-15 °C	+ 45 °C
الرطوبة السبية	15 %	100%
متوسط سرعة الرياح اليومية	0 m/sec	8 m/sec
الانحراف عن الإشعاع اليومي الأعظمي الممكن (معطى بخط العرض والوقت من العام)	0 %	5 %
متوسط التبخر-نتح اليومي	0 mm/day	10 mm/day

ملفات ثاني أكسيد الكربون CO2

يتم حفظ المتوسطات السنوية لتركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في ملفات CO2. يعتمد نوع ملفات CO2 التي يجب إنشاؤها أو استخدامها على نوع التطبيق المطلوب.

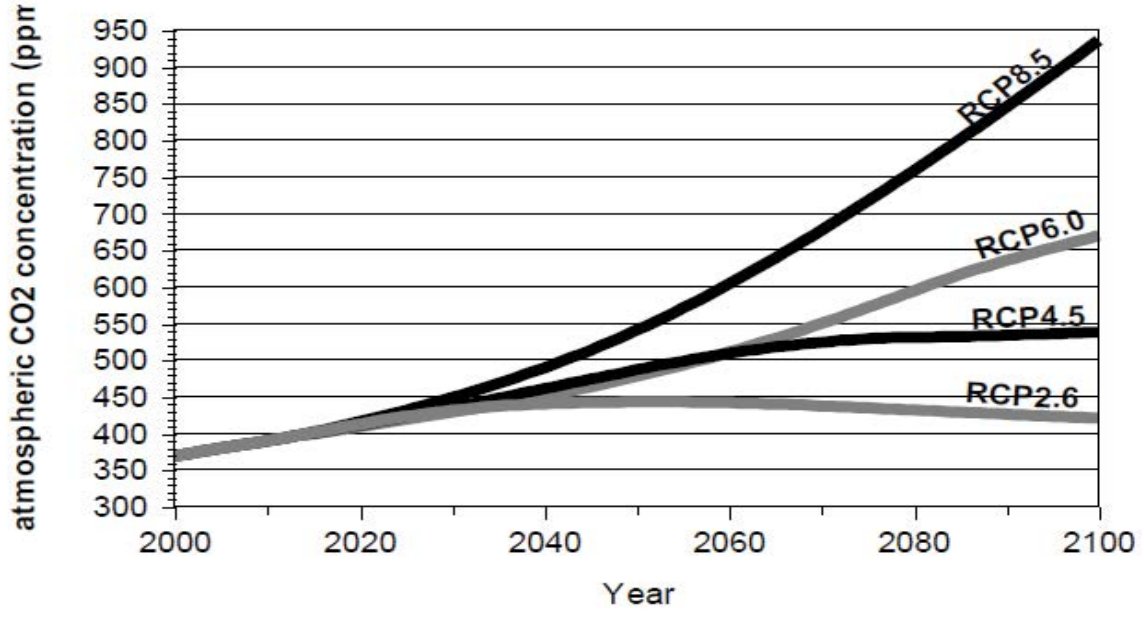
تشغيل محاكاة ببيانات مناخية تاريخية أو لأجل المستقبل القريب:

لا يحتاج المستخدم لإنشاء ملف CO2 عند تشغيل محاكاة ببيانات مناخية تاريخية أو للمستقبل القريب (السنوات العشرة القادمة) حيث يمكن استخدام الملف الافتراضي المعتبر 'MaunaLoa.CO2' (يكون عادة محفوظا في المكتبة الفرعية SIMUL ضمن AquaCrop). يحتوي هذا الملف المتوسطات السنوية لتركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي المسجلة في مرصد Mauna Loa منذ عام 1958. تستخدم البيانات التي تم الحصول عليها من عينات الجليد والسرخس من أجل السنوات الأقدم من عام 1958 أما من أجل التقديرات المستقبلية فيمكن اعتبار زيادة مقدارها جزءان في المليون (2.0 ppm) والتي يمكن اعتبارها مقبولة للسنوات العشرة القادمة.

تشغيل محاكاة لسنوات مستقبلية:

- يمكن استخدام ملفات CO2 من SRES (Special Report on Emissions Scenarios) لتقدير غلة المحاصيل في السنوات المستقبلية. تحتوي هذه الملفات البيانات المشتقة من سيناريوهات انبعاث مختلفة وهي موجودة في المكتبة الفرعية DATA ضمن AquaCrop وهذه الملفات هي 'A1B.CO2'، 'A2.CO2'، 'B1.CO2' and 'B2.CO2". تفترض توقعات تراكيز ثاني أكسيد الكربون في هذه الملفات سيناريوهات اقتصادية-اجتماعية مختلفة.
- توجد بالإضافة للملفات الأربعة السابقة أربعة ملفات مختلفة من RCP's (Representative Concentration Pathways) موجودة في قاعدة بيانات AquaCrop (شكل 3-9) وهذه الملفات هي 'RCP2-6.CO2' ، 'RCP4-5.CO2' ، 'RCP6-0.CO2' 'RCP8-5.CO2'. تمثل RCP's مجالا واسعا من المخرجات المناخية. كل ملف RCP ينتج من تركيبة مختلفة من السياسات الاقتصادية والتكنولوجية والسكانية والمؤسساتية المستقبلية.

الشكل 3-9. مخططات تركيز CO2 حسب أربعة سيناريوهات مختلفة (RCP)



الجدول 3-5. بنية ملف CO2 يحتوي قيم تراكيز سنوية لثاني أكسيد الكربون [CO2]

Explanation	File content		Line
description	First line is a description		1
title	CO2 (ppm by volume)	Year	2
title	==========		3
year (1) and corresponding [CO2]	310.5	1940	4
year (2) and corresponding [CO2]	316.91	1960	5
year (3) and corresponding [CO2]	317.65	1961	6
.....	.....	...	...
year(n-1) and corresponding [CO2]	383.72	2007	1-n
year(n) and corresponding [CO2]	409.72	2020	n

الجدول 3-6. مثال عن بنية ملف CO2 يحتوي قيمة محددة لتركيز سنوي لثاني أكسيد الكربون [CO2] في الغلاف الجوي لاختبار تأثيره على إنتاجية المحاصيل في أي سنة من فترة المحاكاة

Explanation	File content	Line
Constant CO2 concentration of 550 ppm Year CO2 (ppm by volume) ========== 2050 550		

يستطيع المستخدم أيضا أن ينشئ:

- ملفات CO2 تحتوي بيانات مسجلة أو متوقعة لتراكيز ثاني أكسيد الكربون السنوية في الغلاف الجوي لعدة سنوات.
- ملفات CO2 تحتوي قيمة محددة لتركيز ثاني أكسيد الكربون السنوي في الغلاف الجوي (مثلا550 ppm) لاختبار تأثيرها على إنتاجية المحاصيل (جدول 3-5).

بنية ملفات CO2 والقواعد المطبقة عند تشغيل محاكاة:

يحتوي ملف CO2 على بيانات التراكيز السنوية لثاني أكسيد الكربون مقاسة بالجزء من مليون (in ppm) لسلسلة من السنوات مرتبة بترتيب زمني (جدول 3-5 وجدول 3-6). يتم تطبيق القواعد التالية:

- يقوم AquaCrop بإجراء استقراء خطي (linear interpolation) لقيم تراكيز CO2 لسنة سابقة وسنة لاحقة لاشتقاق التركيز لسنة غير محددة التركيز في الملف.
- إذا وقعت السنة غير محددة التركيز خارج مجال البيانات، يعتبر البرنامج قيمة التركيز للسنة الأولى في المجال إذا كانت السنة قبل بداية المجال ويعتبر قيمة التركيز للسنة الأخيرة إذا كانت السنة بعد نهاية المجال.

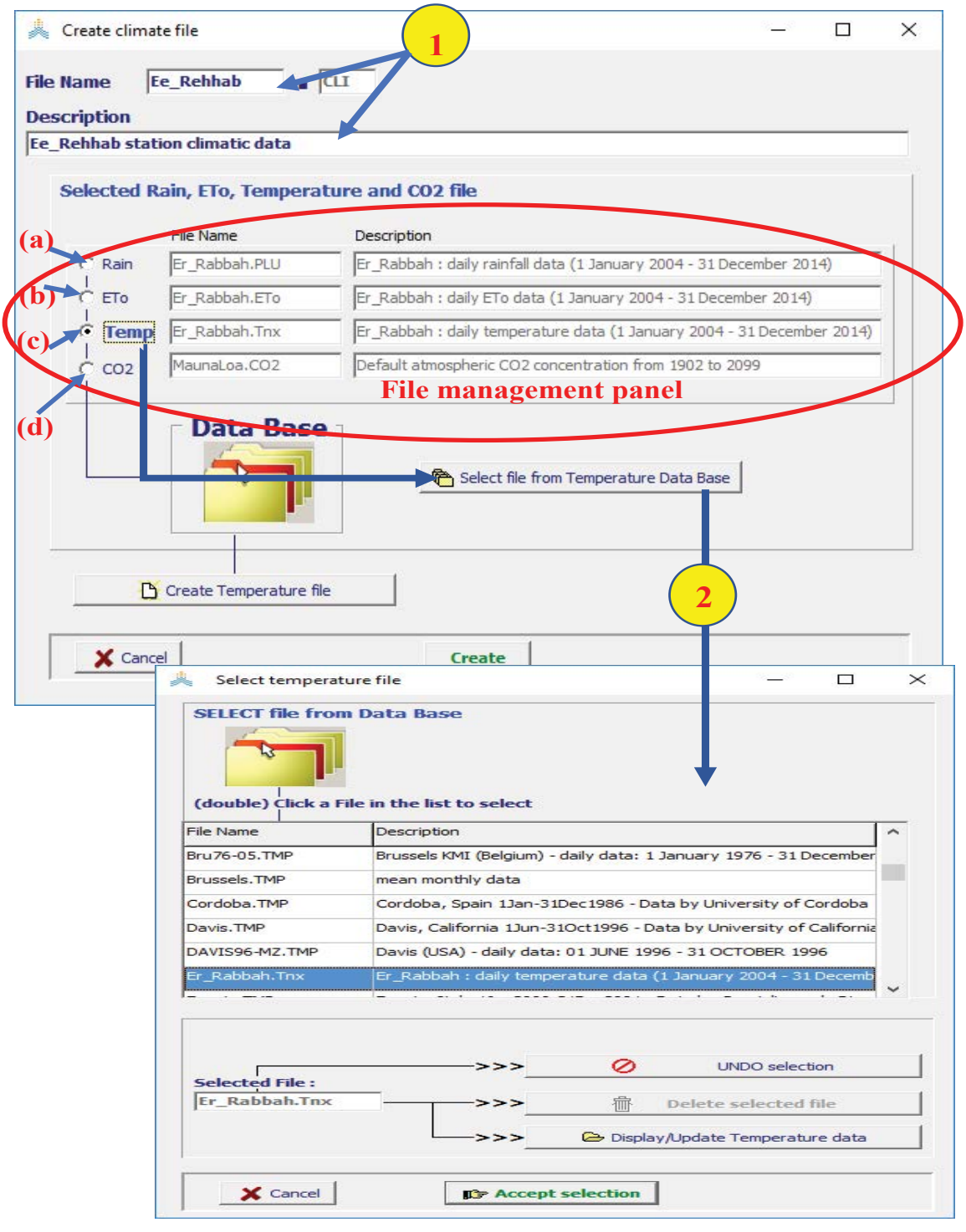
إنشاء ملف مناخي

يمكن إنشاء ملف مناخي (بلاحقة CLI) من البيانات المناخية المحفوظة في الملفات ذات اللواحق Tnx, ETo, CO2 ، PLU:

- باختيار الخيار إنشاء ملف مناخي 'Create climate file' في قائمة اختر ملف مناخي Select climatic file menu (شكل 3-2 - 4a). باختيار الأمر إنشاء ملف مناخي <Create climate file> في واجهة استيراد بيانات مناخية 'Import climatic data' في قائمة استيراد بيانات مناخية Import climatic data menu (شكل 3-4 الى7).

يمكن تشكيل ملف CLI في قائمة أنشاء ملف مناخي Create climate file باختيار ملفات (a) هطول مطري (b) تبخر-نتح مرجعي (c) درجة حرارة الهواء (d) ملف CO2 من قاعدة البيانات (الشكل 3-10).

الشكل 3-10. قائمة إنشاء ملف مناخي Create climate file حيث يقوم المستخدم بتشكيل الملف المناخي ب (1) تحديد اسمه وتوصيفه (2) باختيار ملفات (a) مجموع الهطول المطري و (b) التبخر-نتح المرجعي اليومي. (c) درجة حرارة الهواء (d) CO2 من قاعدة البيانات



4. التربة

إنشاء ملفات مقطع التربة

يتم إنشاء ملفات مقطع الربة في قائمة إنشاء ملف مقطع التربة Create soil profile file حيث يحدد المســتخدم ما يلي (الشكل 4-1):

أ. اسم الملف.

ب. توصيف الملف.

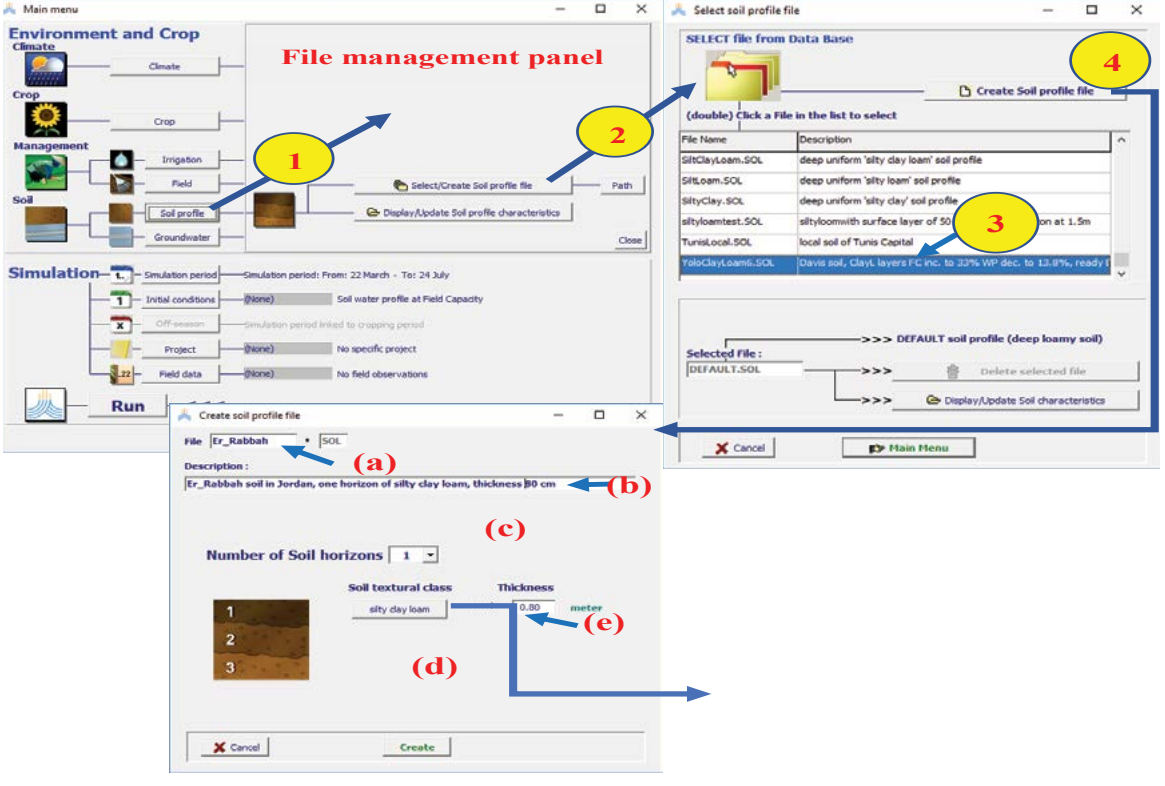
ج. عدد طبقات التربة Number of Soil horizons (من 1 - 5)

د. تصنيف قوام التربة Soil textural class.

ه. سماكة كل طبقة Thickness.يتم اختيار الأصناف من قائمة تحتوي بيانات لمجموعة من تصنيفات قوام التربة. يمكن استنتاج الخصائص الفيزيائية للتربة لكل طبقة وسطح التربة من تلك البيانات.

بعد إنشاء الملف يتم عرض قائمة خصائص مقطع التربة (الشكل 4-2) حيث يمكن للمستخدم أن يقوم بتعديل الخصائص الفيزيائية للتربة.

الشكل 4-1. باختيار المستخدم (1) الأمر مقطع التربة <Soil profile> (2) الأمر اختر/أنشئ ملف مقطع تربة <Select/Create soil profile file > في لوحة إدارة الملفات في القائمة الرئيسية يدخل المستخدم إلى اختر ملف مقطع التربة Select soil pro-file file حيث (3) يختار أحد ملفات مقطع التربة الموجودة أو (4) يختار الأمر أنشئ ملف مقطع تربة <Create a soil profile file>

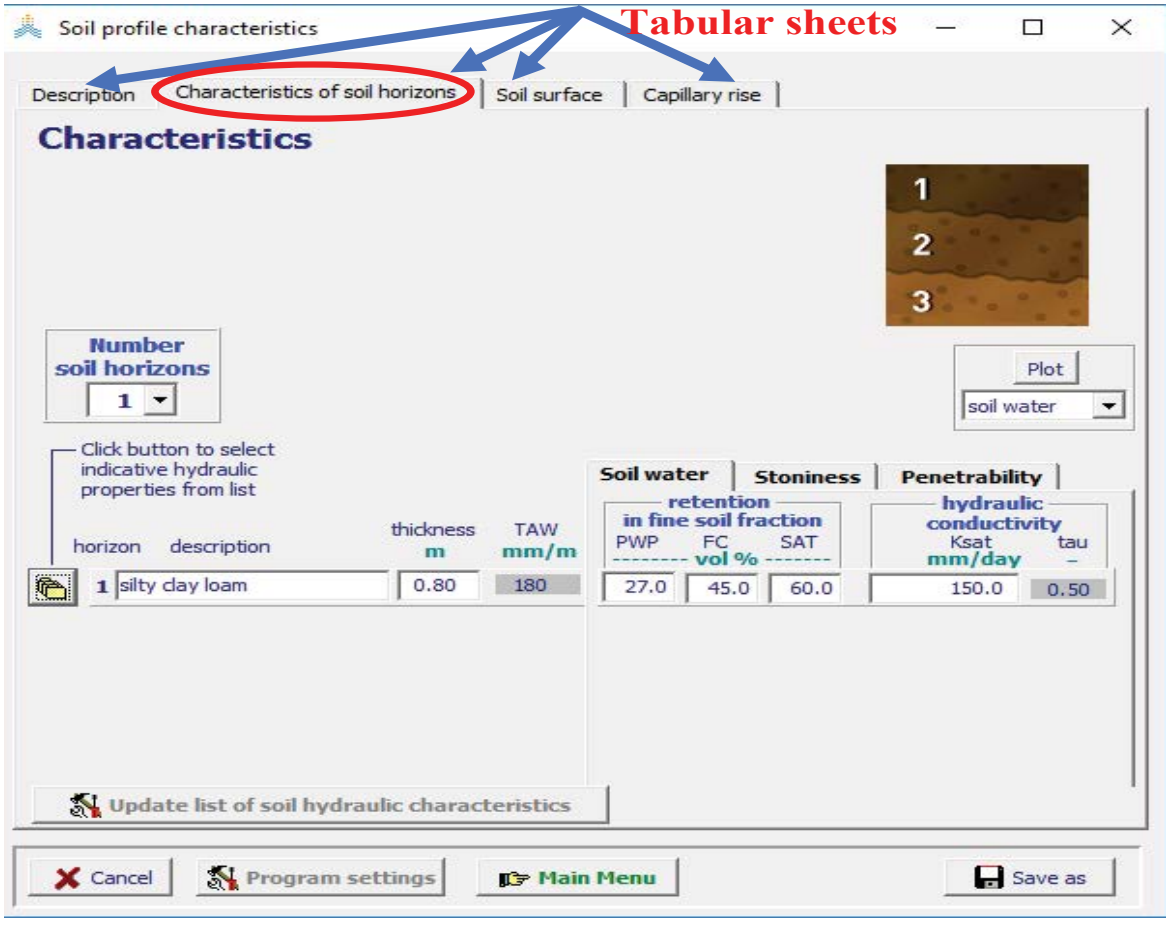


خصائص مقطع التربة

يتم عرض خصائص التربة الفيزيائية لمختلف طبقات التربة وطبقة سطح التربة (جدول 4-1) حيث يمكن أن يتم تعديلها في مختلف الواجهات لقائمة خصائص مقطع التربة Soil profile characteristics (الشكل 4-2):

- التوصيف Description: تستخدم لتعديل الوصف لملف مقطع التربة.
- خصائص طبقات التربة Characteristics of soil horizons: تستخدم لتغيير عدد الطبقات وتعديل سماكتها والمحتوى المائي للتربة عند حد الذبول (PWP) وعند السعة الحقلية (FC) وعند الإشباع (SAT) والناقلية الهيدروليكية المشبعة (Ksat). يتم تحديد كتلة الحصويات في لوحة نسبة الحجارة stoniness كنسبة مئوية من كتلة التربة مما يؤثر على الماء المتاح TAW. ويتم تحديد معدل توسع منطقة الجذور في لوحة قابلية الاختراق penetrability تبعا لارتصاص التربة.
- سطح التربة Soil surface: تستخدم لتعديل رقم المنحني (CN) والماء السهل التبخر(REW).
- الصعود الشعري Capillary rise: تستخدم لمعايرة كمية المياه الأعظمية التي يمكن أن تنتقل نحو الأعلى بواسطة الخاصة الشعرية.

الشكل 4-2. قائمة خصائص التربة Soil profile characteristics. وواجهاتها التوصيف 'Description' وخصائص طبقات التربة 'Characteristics of soil horizons' وسطح التربة 'Soil surface' والصعود الشعري 'Capillary rise'



الجدول 4-1. ملاحظات عند تحديد خصائص مقطع التربة

عدد الطبقات: يتم اعتبار طبقات متعددة من التربة فقط في حالة وجود فروقات محسوسة في قيمة الماء المتاح TAW (فروقات أكبر من 10mm/m).أو في قيمة Ksat بين الطبقات.

المحتوى المائي للتربة عند حد الذبول (θPWP) والسعة الحقلية (θFC) وعند الإشباع (θSAT):
يحدد كل من الفرق بين (θFC) و(θPWP) وعمق منطقة الجذور (والذي يعتبر من خصائص المحصول) حجم تخزين الماء في منطقة الجذور (يعبر عنه ب TAW). كلما ارتفعت قيمة TAW كلما ازدادت كمية الماء المحتجز في منطقة الجذور وقل ظهور إجهاد الجفاف في فترات الشح.
يمكن استخدام قيم TAW المتوفرة في قاعدة بيانات برنامج AquaCrop لمختلف أنواع قوام التربة أو استنتاج قيم TAW من قوام التربة بمساعدة تابع تحويل (pedo-transfer functions) pedo وذلك عند عدم توفر قيم محددة محليا لكل من θPWP, θFC, θSAT.

الناقلية الهيدروليكية المشبعة(Ksat):
يمكن استخدام قيم ksat المتوفرة في قاعدة بيانات برنامج AquaCrop لمختلف أنواع قوام التربة.
لا تكون محاكاة التسرب والتصريف الداخلي حساسة جدا لقيمة Ksat ما لم تكن هذه القيمة صغيرة (أصغر من150 mm/day)

رقم منحني الجريان (CN): وهو معامل تجريبي يستخدم في الهيدرولوجيا للتنبؤ بالجريان السطحي المباشر أو الرشح إلى المياه الجوفية من فائض الهطول المطري.

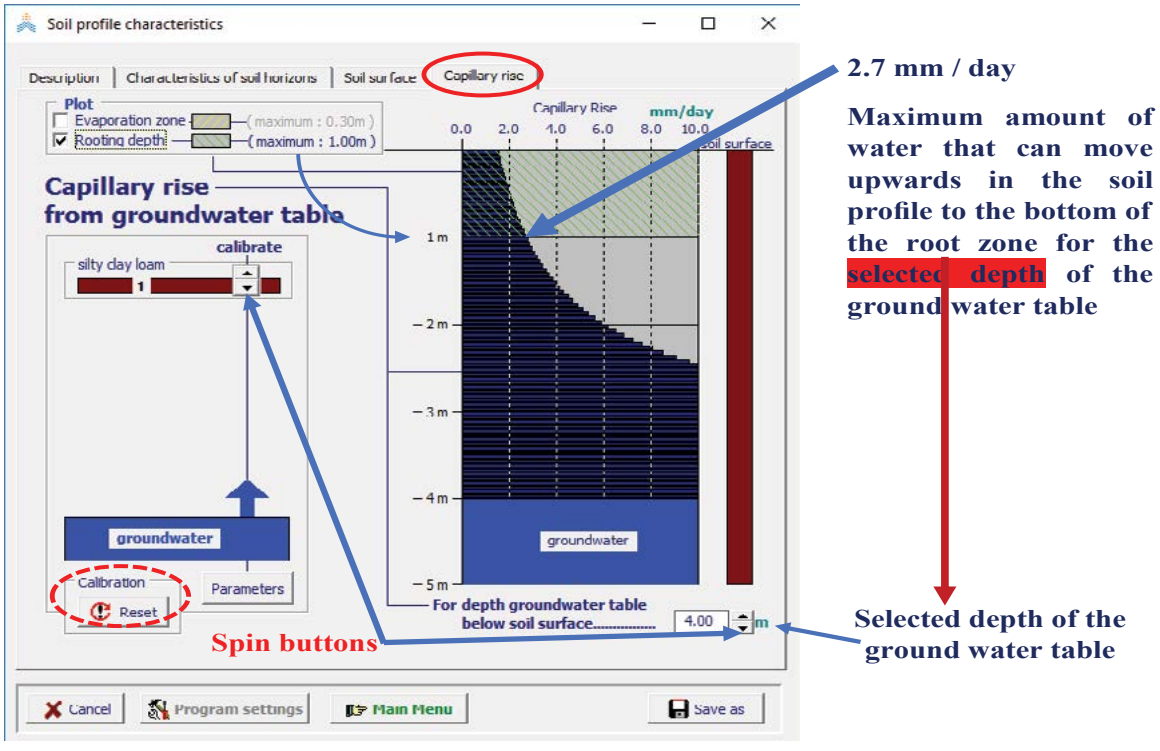
- يستخدم رقم المنحني لمحاكاة الجريان السطحي. كلما كبر CN كلما ازدادت أهمية الجريان السطحي. تستنتج القيمة الافتراضية من قيمة Ksat للطبقة السطحية من التربة.
- يجب معرفة طريقة تشكيل الحقول واستعمالات الأراضي التي تؤثر على الجريان السطحي وعلى رقم المنحني CN لتحديدها كخصائص لإدارة الحقل (انظر الفصل السادس).

الماء السهل التبخر (REW): ويعبر عن كمية المياه التي يمكن أن تتبخر من التربة في ظروف محدودية الطاقة.
ويحسب من المعادلة التالية: $REW = 1000\ (\theta_{FC} - \theta_{air\ dry}) Z_{e,surf}$
حيث: $\theta_{air\ dry} = 0.5\ \theta_{PWP}$
و $Z_{e,surf} = 40$ mm **هي سماكة طبقة التربة السطحية (بالمتر) التي يحصل التبخر منها (thickness (m) of the evaporating surface layer)**

الصعود الشعري (ارتفاع الماء بالخاصة الشعرية):

- يتم الحصول على القيم الافتراضية المستخدمة لمحاكاة الصعود الشعري لكل طبقة تربة بالأخذ بعين الاعتبار قيم كلا من θPWP, θFC, Ksat، θSAT.
- يستطيع المستخدم معايرة كمية المياه الأعظمية التي يمكن أن تصعد من سطح المياه الجوفية عند عمق محدد باتجاه منطقة الجذور. في المثال في الشكل 4-3: يكون الصعود الشعري الأعظمي باتجاه منطقة الجذور (سماكتها متر واحد وهي من خصائص المحصول) معروفا من أجل خصائص التربة لطبقات التربة وهو بحدود 1 mm/day (بدلا من 2.7 mm/day المعروضة) لعمق سطح مياه جوفية 4 أمتار لذلك قم (1) بتحديد عمق المياه الجوفية عند 2 متر (2) استخدم spin button للطبقات لتقليل كمية الصعود الشعري إلى أسفل منطقة الجذور حتى 1.0 mm/day.
- يمكن إعادة المعاملات المستخدمة لمحاكاة الصعود الشعري إلى قيمها الافتراضية بواسطة الأمر <Reset> (الشكل 4-3).
- يمكن أن تختلف قيمة الصعود الشعري عند تشغيل المحاكاة عن القيمة الأعظمية المعايرة:
  - ستكون قيمة الصعود الشعري أصغر إذا كان المحتوى المائي في منطقة الجذور يساوي أو أكبر من قيمة السعة الحقلية (لا توجد قوة دافعة) أو إذا كان قريبا من حد الذبول (الناقلية الهيدروليكية أصغر بكثير من أن تحرك المياه نحو الأعلى).
  - ستختلف قيمة الصعود الشعري إذ اختلف عمق سطح المياه الجوفية عن العمق المحدد في قائمة خصائص مقطع التربة من أجل المعايرة. يتم تحديد عمق المياه الجوفية (ونوعية المياه) من أجل المحاكاة في قائمة خصائص المياه الجوفية Groundwater characteristics

الشكل 4-3. واجهة الصعود الشعري 'Capillary rise' من قائمة خصائص التربة Soil profile characteristics. حيث يمكن معايرة كمية المياه الأعظمية التي يمكن أن تنتقل صعودا باتجاه منطقة الجذور (من أجل محصول معين) بواسطة spin buttons وذلك لعمق محدد للمياه الجوفية



إنشاء ملف سطح المياه الجوفية

يجب تحديد نوع ملف سطح المياه الجوفية عند إنشائه في قائمة اختر ملف مياه جوفية Select groundwater file (الشكل 4-4) باختيار أحد الخيارين: (a) عمق ونوعية مياه ثابتين أو (b) عمق أو نوعية مياه متغيرين. بعد ذلك يقوم المستخدم بتحديد خصائص سطح المياه الجوفية (عمق ونوعية المياه الجوفية)، والتي يمكن عرضها وتعديلها في قائمة خصائص المياه الجوفية Groundwater characteristic (الشكل 4-5).

لا حاجة لتحديد سطح المياه الجوفية إذا كان سطح المياه الجوفية عميقا (أكثر من أربعة أمتار تحت منطقة الجذور) حيث يمكن استبعاد الصعود الشعري.

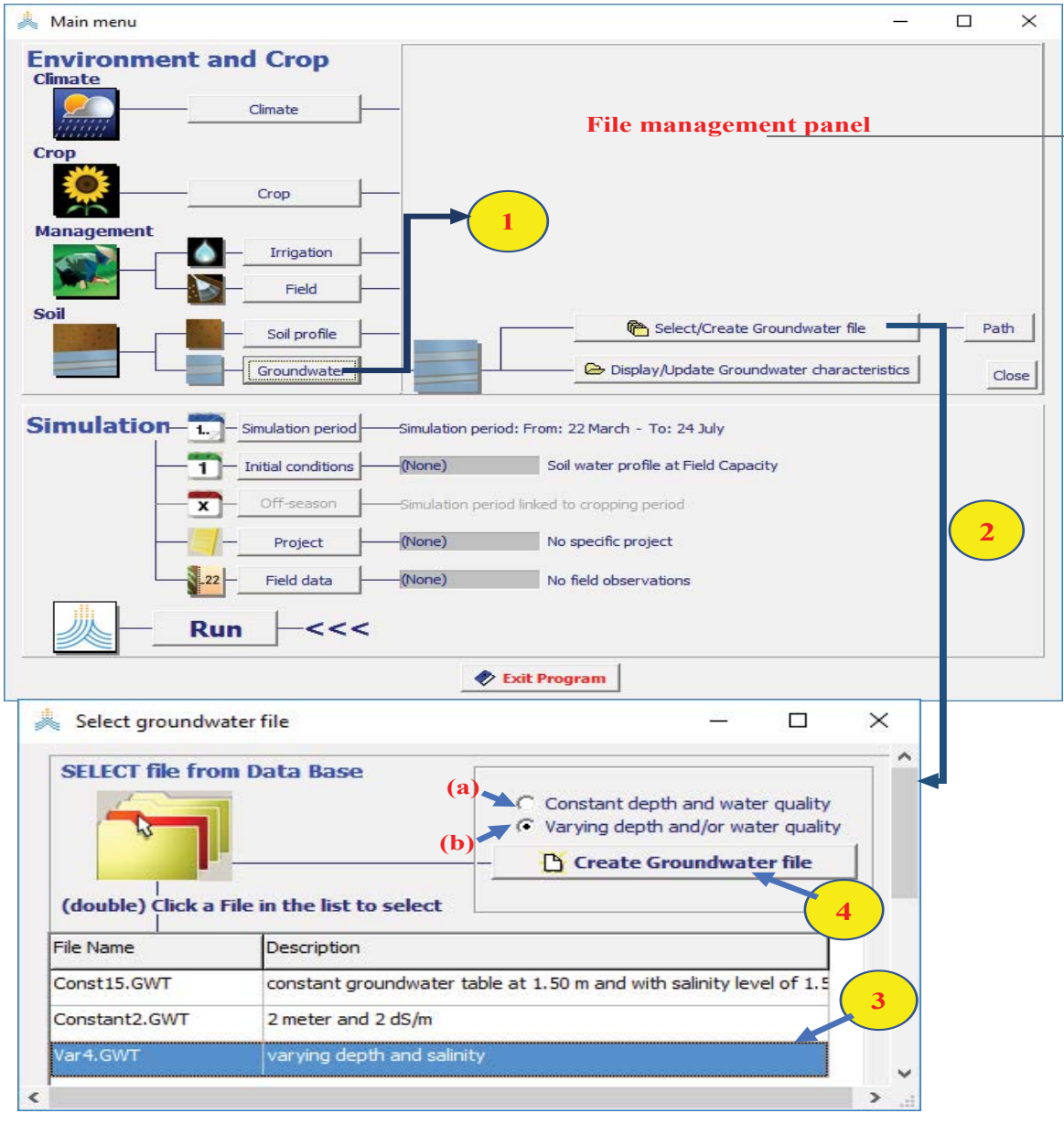
خصائص سطح المياه الجوفية

يتم عرض خصائص سطح المياه الجوفية (العمق ونوعية المياه) حيث يمكن تعديلها في قائمة خصائص المياه الجوفية Groundwater characteristic:

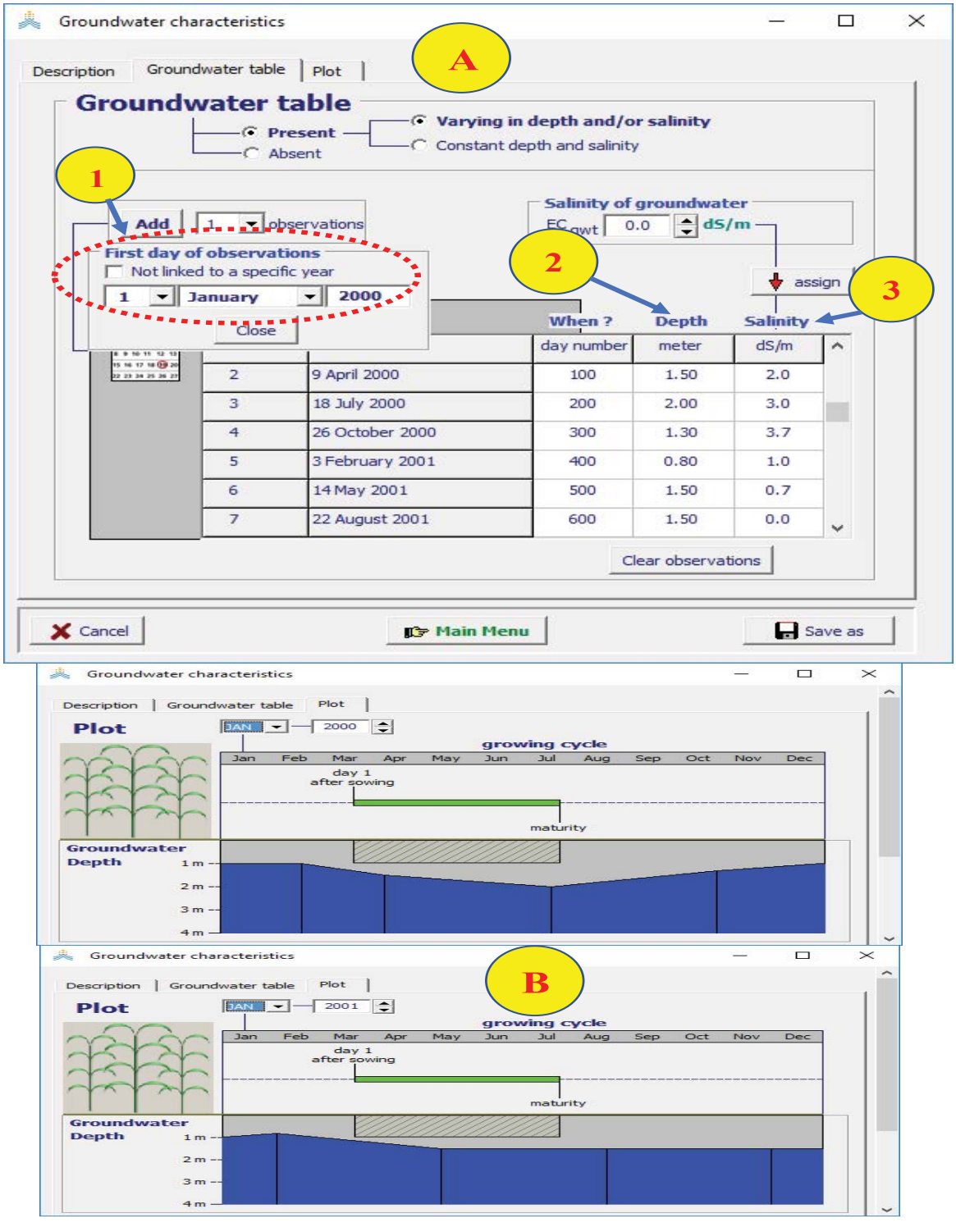
- يتم تحديد الخصائص للأوقات المختلفة خلال الفصول المتعاقبة منسوبة إلى اليوم الأول للمراقبات، إذا كانت الخصائص متغيرة مع الزمن (الشكل 4-5 - A).
- لا داعي لتحديد اليوم الأول للمراقبات إذا كانت الخصائص ثابتة مع الزمن.

أثناء التشغيل، يقوم برنامج AquaCrop باستنتاج عمق سطح المياه الجوفية ونوعيتها لكل يوم باستقراء خطي بين القيم المحددة (الشكل 4-5 -B). أما بالنسبة للأيام الواقعة خارج فترة البيانات فيعتبر برنامج AquaCrop أن عمق ونوعية المياه الجوفية مساويان لقيمتيهما في اليوم الأول إذا كان اليوم سابقا لليوم الأول أو مساويان لقيمتيهما في اليوم الأخير إذا كان اليوم لاحقا لليوم الأخير.

الشكل 4-4. اختيار الأمر مياه جوفية <Groundwater>.يفتح لوحة إدارة الملفات file management panel (2) يختار المستخدم الأمر اختر/أنشئ ملف مياه جوفية <Select/Create Groundwater file> فيصل إلى قائمة اختر ملف مياه جوفية Select groundwater file حيث (3) يمكنه اختيار أحد ملفات المياه الجوفية الموجودة أو (4) يختار الأمر أنشئ ملف مياه جوفية <Create Groundwater file> (بتحديد نوع الملف a أو b)



الشكل 4-5. (A) يقوم المستخدم بتحديد (1) اليوم الأول للمراقبات (2) عمق سطح المياه الجوفية (3) الملوحة وذلك لأيام محددة في قائمة خصائص المياه الجوفية Groundwater characteristics. (B) مخطط عمق سطح المياه الجوفية تحت سطح التربة في عامي 2000 و2001 تبعا للمواصفات المحددة في A



5. المحصول

خصائص المحصول Crop Characteristics

بارامترات المحصول Crop Parameters

- **نوع المحصول Crop Type**

يختلف عدد ونوع بارامترات المحصول قليلاً مع اختلاف نوع المحصول المختار عند إنشاء محصول جديد في برنامج AquaCrop يتم التمييز بين:

-المحاصيل المنتجة للفواكه أو الحبوب fruit/grain producing crops (مع فترة تشكيل الغلة، ابتداءً من الإزهار flowering التي من خلالها يتم بناء مؤشر الحصاد Harvest Index).
-محاصيل الخضار الورقية leafy vegetable crops حيث لا تؤخذ معلومات الإزهار بعين الاعتبار، ويبنى مؤشر الحصاد بدءاً من الإنبات).
-المحاصيل الجذرية والدرنية root and tuber crops (مع فترة تشكيل الغلة، بدءاً من تكوين الدرنات أو تضخم الجذر، التي يبنى خلالها مؤشر الحصاد).

- **المحاصيل المعايرة Calibrated Crops**

تحتوي قاعدة بيانات AquaCrop على بارامترات تمت معايرتها والتحقق منها للمحاصيل التالية: الشعير، القطن، الذرة، البطاطا، كينوا، الأرز، السرغوم (الذرة الرفيعة)، فول الصويا، الشوندر السكري، قصب السكر، عباد الشمس، التيف، البندورة، والقمح. يوجد في المنشورات ملفات محاصيل أخرى. قد تكون هذه الملفات صالحة للبيئات التي تصفها فقط، وقد تحتاج إلى المزيد من المعايرة عند تغير الشروط البيئية عن تلك المذكورة في المنشورات. يمكن الوصول إلى مكتبة رقمية لمراجع لجميع منشورات AquaCrop في:
https://www.zotero.org/groups/aquacrop_publication

- **بارامترات المحاصيل المحافظة والمتعلقة بالصنف وغير المحافظة**
Conservative, cultivar specific and non-conservative crop parameters

بارامترات المحاصيل المحافظة: لا تتغير بشكل جوهري مع مرور الزمن أو الممارسات الإدارية أو الموقع الجغرافي أو المناخ. ومن المفترض أيضاً أن هذه البارامترات لا تتغير مع الأصناف ما لم يظهر خلاف ذلك. مثل عتبات الإجهادات وإنتاجية المياه المعدلة للكتلة الحيوية (WP*).

بارامترات المحاصيل المتعلقة بالصنف وغير المحافظة: قد تحتاج هذه البارامترات إلى تعديل عند اختيار صنف مختلف عن الصنف المأخوذ لمعايرة المحصول، أو عندما تختلف الشروط البيئية عن الظروف المفروضة عند المعايرة (إدارة الحقل أو الشروط في مقطع التربة) أو عند تبديل طريقة الغرس.

ضبط بارامترات المحصول
Tuning of crop parameters

لا تحتاج البارامترات المحافظة إلى تعديل عند إجراء محاكاة لصنف محدد وبيئة محددة (كما هي محددة بملفات المناخ وإدارة الحقل.....الخ). أما بارامترات المحاصيل المحافظة أو البارامترات المتعلقة بالصنف فقد تحتاج إلى تعديل، حيث أنها تتغير بتغير الصنف المختار وقد تتأثر بإدارة الحقل أو الشروط في مقطع التربة أو المناخ.

وتتألف عملية الضبط من:

1. تحديد البيئة التي يزرع فيها المحصول في القائمة الرئيسية:

-تحميل ملف المناخ للموقع الذي يزرع فيه المحصول؛
-تحميل ملف المحصول (في وضع التقويم اليومي) الذي يحتاج إلى ضبط.
-تحديد تاريخ الزراعة للموسم الذي تتوفر فيه بيانات دقيقة للضبط.

لا تحتاج ملفات الري وإدارة الحقل ومقطع التربة وسطح المياه الجوفية إلى تحميل، حيث يعتبر نمو المحصول في ملف المحصول بدون إجهاد المياه والخصوبة والملوحة،

2. معايرة بارامترات المحاصيل في قائمة خصائص المحاصيل

-ضبط (في وضع التقويم اليومي) بارامترات المحصول المتعلقة بالصنف (الفينولوجيا)، وبارامترات المحصول التي تتأثر بالزراعة والإدارة وبحسب الشروط في التربة.
-التحويل من التقويم اليومي إلى وضع درجة حرارة نمو المحصول للتأكد من أن طول ومدة مراحل تطور المحصول سيتم تعديلها لنظام درجة الحرارة عند تشغيل المحاكاة لسنوات أخرى؛
-معايرة المحصول لخصوبة التربة وحفظ بارامترات المحصول المضبوط بدقة في ملف جديد.

تاريخ البذار/ الزراعة

تحديد تاريخ البذار/ الزراعة

يمكن تحديد تاريخ البذار/ الزراعة عند اختيار المحصول (الشكل 5-1) بإحدى الطريقتين التاليتين:

- عند اختيار المحصول في قائمة اختر ملف محصول Select crop file تفتح تلقائيا نافذة تاريخ الزراعة Planting date حيث يتم تحديد تاريخ البذار أو الزراعة (الشكل 5-1 A).
- يمكن تعديل تاريخ الزراعة بعد اختيار المحصول في القائمة الرئيسية Main menu (الشكل 5-1 B).

يجب تحديد ملف مناخي قبل تحديد أو تغيير العام الذي يتم فيه الزراعة أو البذار، في المثال المعروض في الشكل تاريخ الزراعة هو 1st of December.

توليد تاريخ البذار / الزراعة

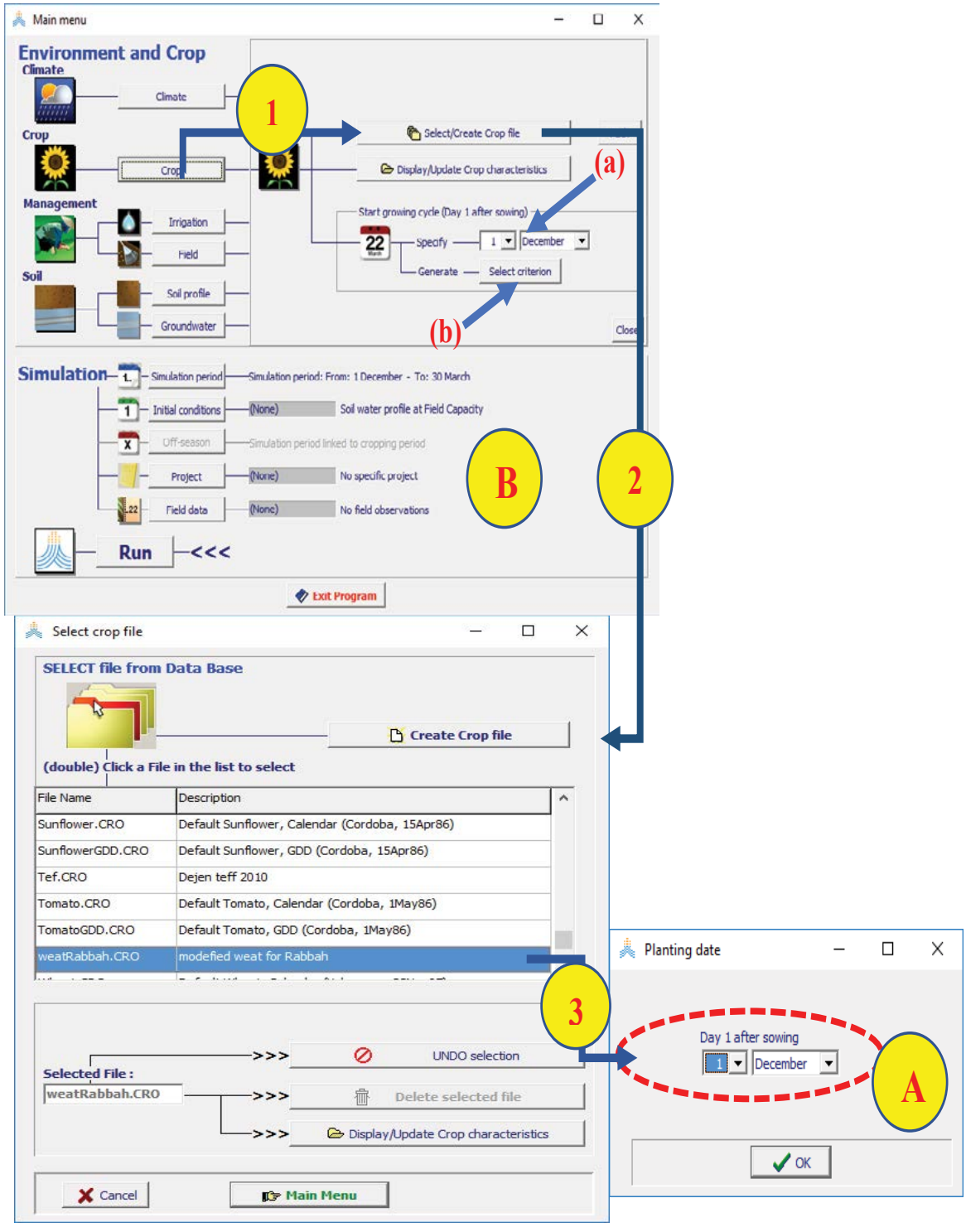
يقدم برنامج AquaCrop الإمكانية لتحديد تاريخ البذار / الزراعة اعتمادا على البيانات المناخية إذا لم يكن هذا التاريخ محددا (الشكل 5-1 B، b). يحدد المستخدم معيارا في قائمة اليوم الأول استنادا إلى الهطول المطري أو درجة الحرارة Onset based on rainfall or temperature كما يحدد المجال الزمني لوقوع اليوم الأول. يقوم برنامج AquaCrop بإجراء تقييم أوتوماتيكي للهطول المطري أو درجات الحرارة قبل تاريخ البذار / الزراعة في المجال الزمني الواقع بين اليوم الأول واليوم الأخير المحددين في نافذة البحث ويحدد مواعيد اليوم الأول التي تحقق المعيار (الشكل 5-2).

تحديد تاريخ الزراعة بناء على الهطول المطري: يكون هذا الخيار مناسبا للزراعة البعلية حيث يتحدد تاريخ البذار أو الزراعة وفقا لكمية الهطول المطري (كزراعة القمح الشتوي في مناخ البحر الأبيض المتوسط).

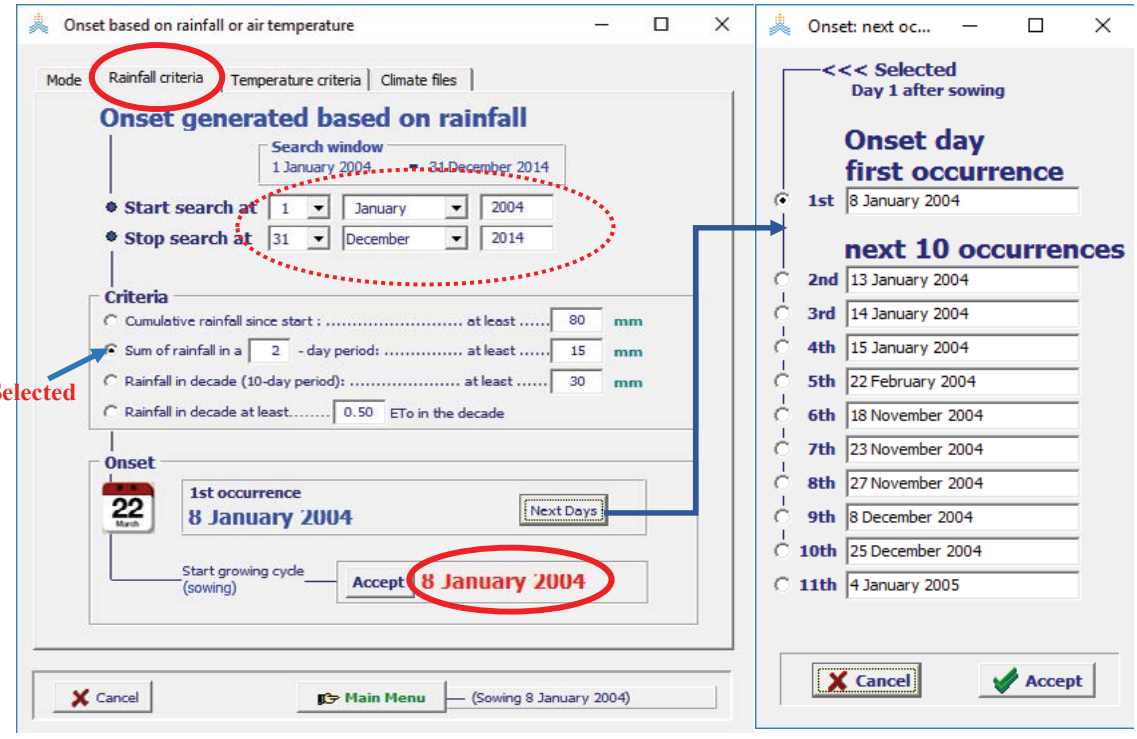
تحديد تاريخ الزراعة بناء على درجة الحرارة: يكون هذا الخيار مناسبا لتحديد تاريخ الزراعة للزراعة الربيعية في المناخات الباردة (كزراعة البندورة في المناخات المعتدلة).

اليوم التالي (المقترح الثاني لتاريخ الزراعة): المقترح الأول لتاريخ الزراعة هو أول تاريخ يحقق المعيار الذي تم اختياره. كما يمكن اختيار تواريخ أخرى تالية للتاريخ الأول وتحقق المعيار المحدد باختيار أمر الحدوث التالي <Next Days> (الشكل 5-2).

الشكل 5-1. (A) عندما يقوم المستخدم بتحديد ملف محصول (الخطوات من 1 حتى 3) يجب أن يحدد تاريخ البذار/الزراعة. (B) يمكن تغيير تاريخ البذار/الزراعة بعد اختيار ملف محصول عن طريق (a) تحديد تاريخ آخر (b) توليد تاريخ اعتمادا على البيانات المناخية



الشكل 5-2. توليد تاريخ البذار أو الزراعة بالاعتماد على الحدوث المطري الأول وفق معيار محدد للمطر. يتم أيضا عرض تواريخ الأحداث المطرية الأخرى التي من الممكن أن تشكل تاريخ بداية البذار أو الزراعة في قائمة الأحداث المطرية التالية Onset: next occurrences

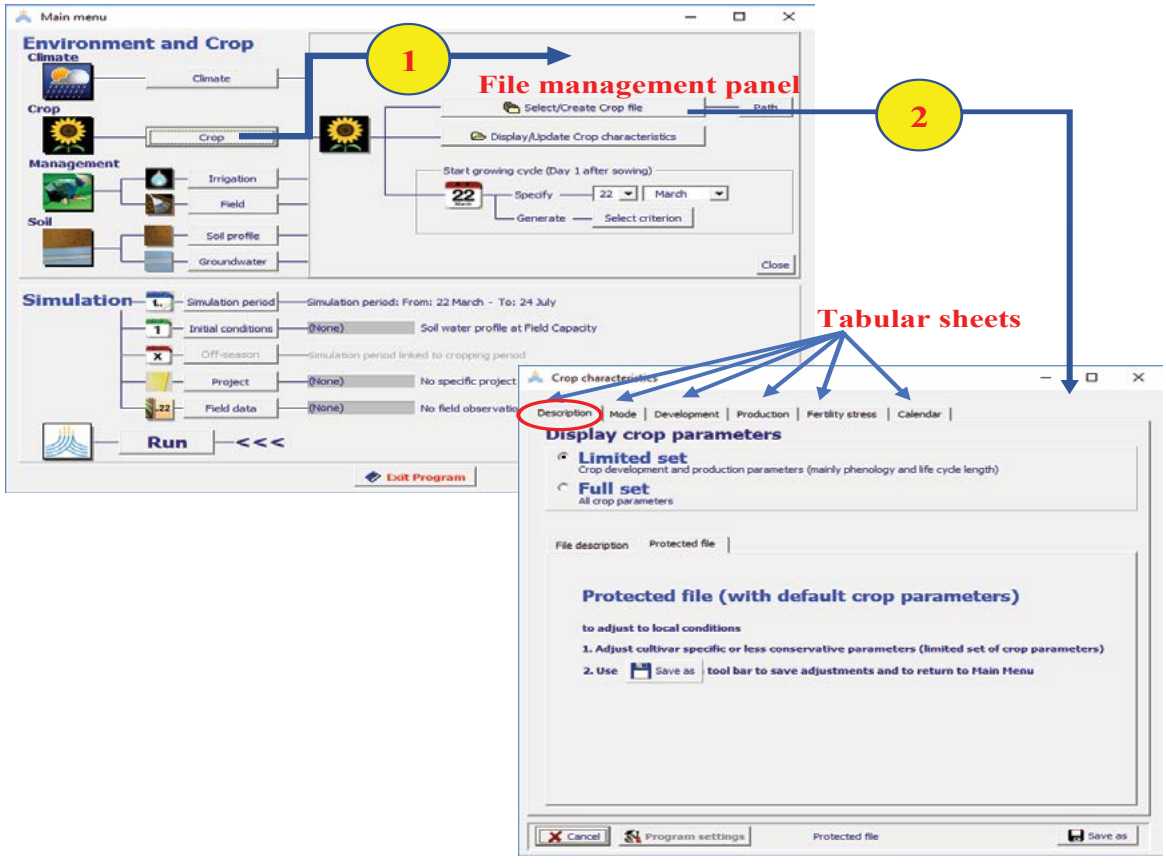


ضبط معاملات المحصول

تقسم معاملات المحصول (parameters) إلى معاملات المحصول المحافظة Conservative crop parameters، وهي معاملات لا تتغير بشكل كبير بتغير الزمن وإجراءات الإدارة والموقع الجغرافي والمناخ والصنف لذلك لا تحتاج إلى معايرة، ومعاملات متعلقة بالصنف ومعاملات غير محافظة. تحوي قاعدة بيانات برنامج AquaCrop ملفات لمحاصيل تمت معايرة معاملاتها والتحقق من صحتها من قبل FAO. عند فتح قائمة خصائص المحصول Crop characteristics لأي من هذه الملفات بالوضع الافتراضي المسمى مجموعة محدودة ('Limited set') (الشكل 5-3)، يتم عرض المعاملات التي تتعلق بالصنف ومعاملات المحصول غير المحافظة فقط، والتي قد تحتاج إلى تعديل عند اختيار صنف مختلف عن الصنف الذي تم اختياره عند المعايرة من قبل FAO أو إذا اختلفت الشروط البيئية عن تلك التي تم افتراضها عند إجراء المعايرة. تعرض هذه المعاملات في مجموعة من الواجهات:

- **التوصيف Description:** وتستخدم لتعديل وصف ملف المحصول.
- **الوضع Mode:** للاختيار بين وضع عدد الأيام العادية اعتبارا من تاريخ الزراعة أو وضع مجموع درجات حرارة النمو التراكمية Growing degree-days اعتبارا من تاريخ الزراعة.
- **التطور Development:** لتعديل المعاملات المتعلقة بالصنف والمعاملات التي تتأثر بالزراعة والإدارة وخواص مقطع التربة.

الشكل 5-3. باختيار (1) أمر محصول <Crop> ثم (2) أمر عرض/تعديل خصائص المحصول <Display/Update Crop characteristics> في لوحة التحكم بالملفات في القائمة الرئيسية يدخل المستخدم إلى قائمة خصائص المحصول Crop characteristics حيث يتم الضبط الدقيق لمعاملات المحصول للتوافق مع البيئة



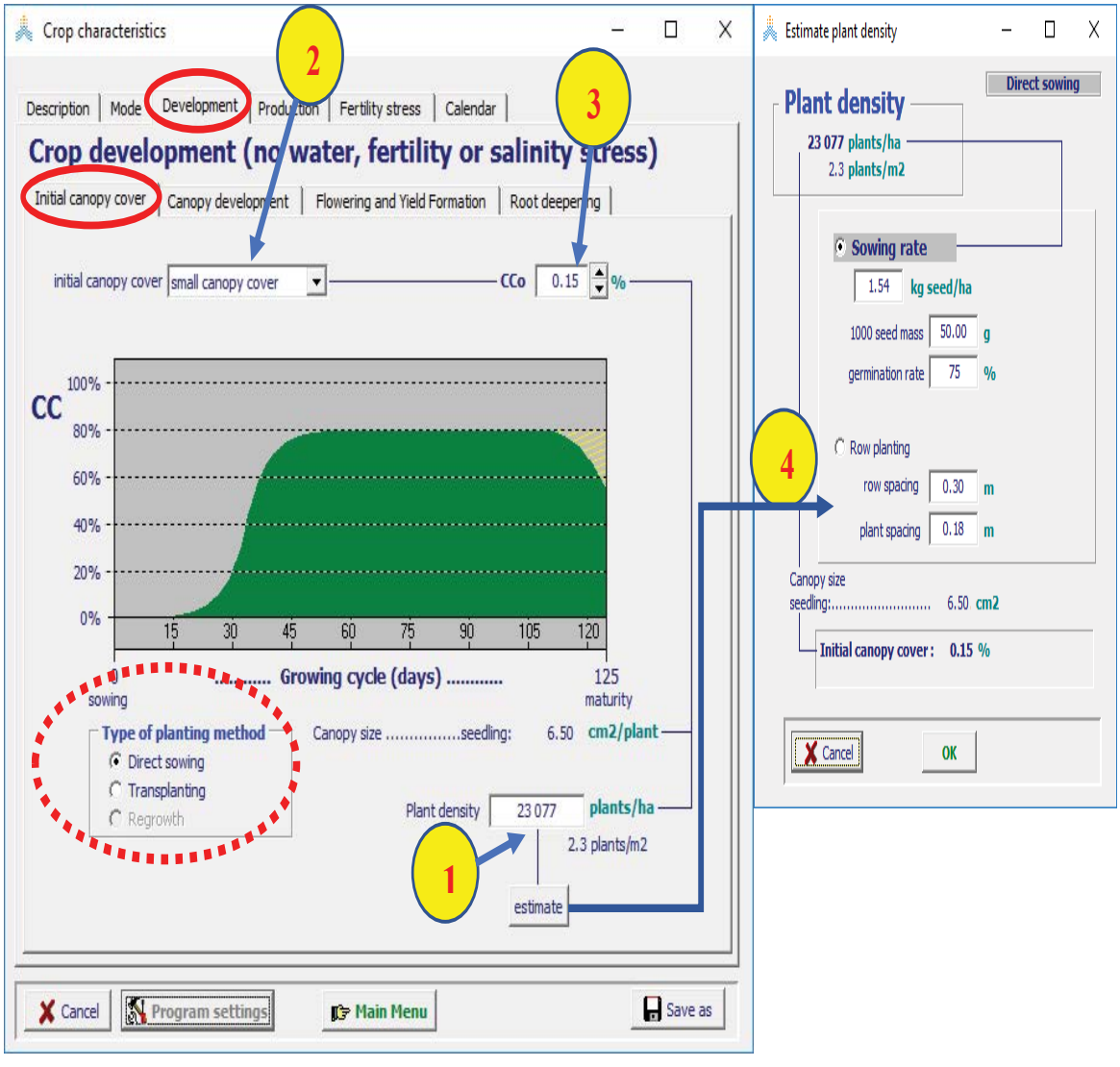
- **الإنتاجية Production:** لتعديل دليل الحصاد.
- **إجهادات الخصوبة Fertility-stress:** لمعايرة استجابة الكتلة الحيوية للمحصول لخصوبة التربة أو لإجهادات ملوحة التربة.
- **التقويم Calendar:** لتعديل المراحل الفينولوجية للنبات.

المعاملات التي تتأثر بالزراعة والإدارة

- **طريقة الزراعة** (بذار أو غراس) الشكل 5-4 : يميز برنامج AquaCrop بين البذار المباشر والغراس. في حالة البذار المباشر تكون قيمة حجم الغطاء النباتي للشتلة معطاة (وهي من معاملات المحصول المحافظة التي لا تتطلب معايره). من ناحية أخرى يعتمد حجم الغراس المنقولة على عمرها عند الزراعة ويجب على المستخدم تحديد هذا الحجم.
- **كثافة الزراعة:** والذي يحدد الغطاء النباتي الابتدائي (CCo) . تحدد كثافة الزراعة مباشرة (الشكل 5-4) أو بواسطة:

- اختيار أحد تصنيفات (CCo) (تتدرج من قيمة صغيرة جدا إلى قيمة عالية جدا للغطاء).
- تحديد النسبة المئوية ل (CCo) مباشرة (والتي يمكن أن تكون مفيدة في حالة الشتول المنقولة). تستنتج كثافة الزراعة المتوافقة من قيمتي (CCo) وحجم الغطاء النباتي للشتلة.

الشكل 5-4. واجهة الغطاء النباتي الابتدائي 'Initial canopy cover' من واجهة التطور 'Development' من قائمة خصائص المحصول Crop characteristics حيث يتم تحديد طريقة الزراعة والغطاء النباتي الابتدائي ((CCo 1)) بتحديد كثافة الزراعة (2) باختيار أحد تصنيفات (CCo) المعرفة مسبقا (3) بتحديد النسبة المئوية (4) من معدل البذار أو تباعد الغراس

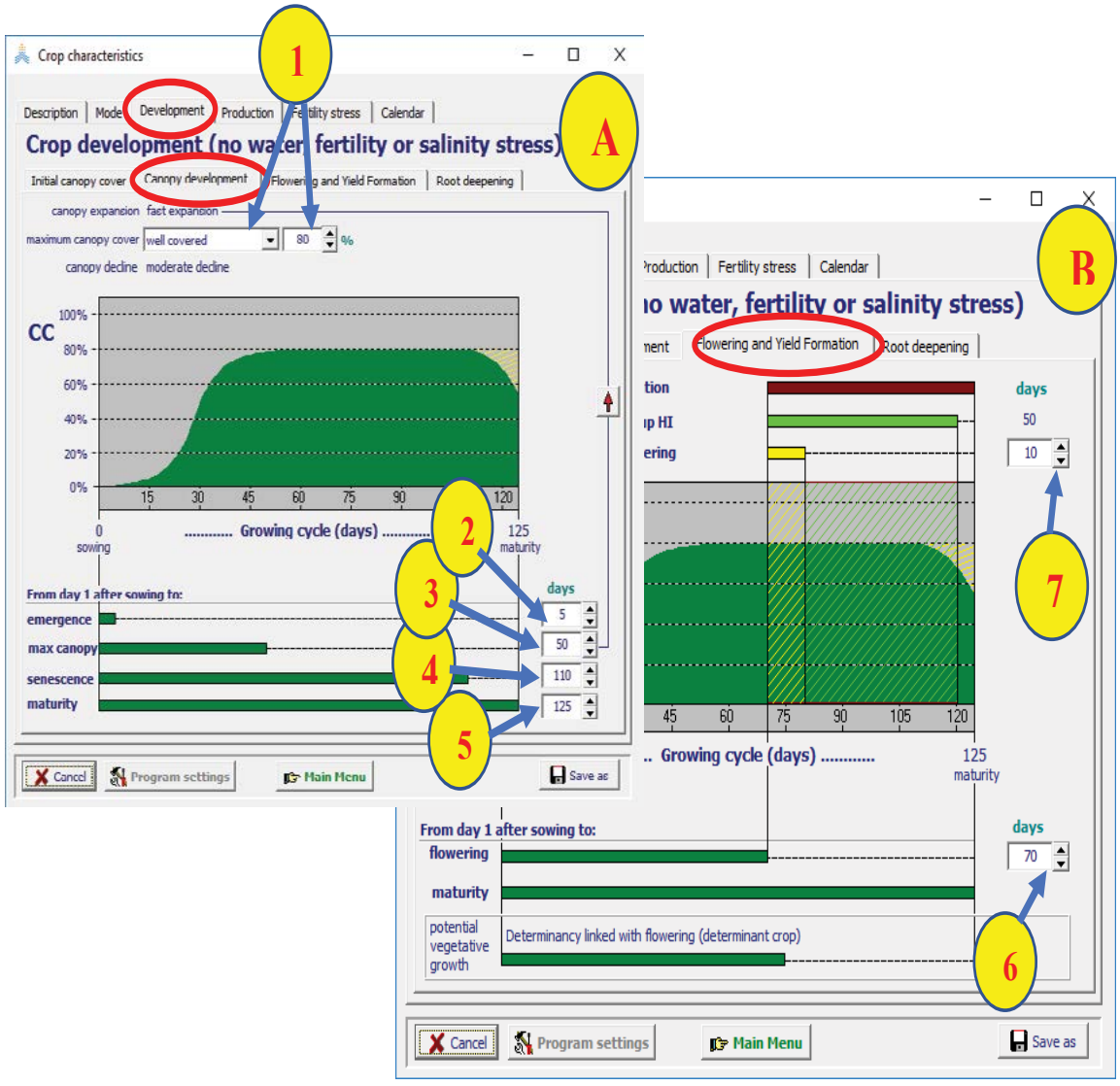


- اختيار الأمر تقدير <estimate> لتقدير كثافة الزراعة إما من معدل البذار أو من تباعد الغراس.
- **الغطاء النباتي الأعظمي (CCx)** والذي يتم الوصول إليه في منتصف الموسم ويكون عادة بحدود 75% إلى 100%. يختلف (CCx) حسب نوع المحصول ولكنه يتحدد أيضا حسب كثافة الزراعة. يُحدَد (CCx) باختيار أحد التصنيفات المعرفة مسبقا أو بالإدخال المباشر (الشكل 5-5).
- **زمن الوصول إلى 90% من الإنبات** (يعتمد على تحضيرات الحقل ودرجة حرارة التربة)

معاملات المحصول التي تختلف حسب الصنف

يوجد عدة فروقات بين أصناف المحاصيل وتعود إلى توقيت مراحل التطور timing of developmental stages يحدد الوقت اللازم للوصول إلى مرحلة معينة أو مدة هذه المرحلة في واجهة التطور 'Development' في قائمة خصائص المحصول Crop characteristics (الشكل 5-5):

الشكل 5-5. (A) واجهة تطور الغطاء النباتي 'Canopy development' و (B) واجهة الإزهار وتشكل الغلة 'Flowering and yield formation' من واجهة التطور 'Development' من قائمة خصائص المحصول Crop characteristics وتتضمن (1) الغطاء النباتي ال أعظمي the maximum canopy cover (CCx) وذلك باختيار صنف أو تحديد نسبة مئوية والزمن اللازم للوصول إلى (2) 90% من الإنبات seedling emergence 90% (3) الغطاء النباتي الأعظمي (4) بدء شيخوخة الغطاء النباتي (5) النضج الفيزيولوجي (6). بدء الإزهار أو تشكل الغلة (7) مدة الإزهار



- **الزمن اللازم للوصول إلى الغطاء النباتي الأعظمي Time to reach maximum canopy cover (CCx):** يؤدي تعديل الزمن اللازم للوصول إلى (CCx) إلى ضبط أوتوماتيكي لمعامل نمو الغطاء النباتـــي (Canopy Growth Coefficient) CGC ليتوافق مع الشروط المحلية.
- **الزمن اللازم لشيخوخة الغطاء النباتي Time to start of canopy senescence:** هو الوقت الذي تبدأ فيه المساحة الخضراء بالتناقص نتيجة لاصفرار أوراق النبات بوجود ظروف مثالية وانعدام أي إجهادات مائية.
- **الزمن اللازم للنضج الفيزيولوجي Time to physiological maturity (طول دورة المحصول):** تتوقف محاكاة تشكل الكتلة الحيوية وتشكل الغلة عند توقيت النضج الفيزيولوجي. وليس بالضرورة أن يتطابق الحصاد مع نضج المحصول
- **توقيت بدء الإزهار Time to start flowering** (أو توقيت بدء تشكل الغلة).
- **مدة الإزهار Duration of flowering.**
- **دليل الحصاد المرجعي Reference Harvest Index (HIo) :** HIo هو معامل محافظ إلى حد معتدل ولكن يمكن أن يتغير حسب الصنف. وتكون القيمة الممثلة لدليل الحصاد HI، والتي وردت في المنشورات لأنواع محاصيل مختارة في ظروف انعدام الإجهادات، محددة في واجهة دليل الحصاد 'Harvest Index' من واجهة الإنتاجية 'Production' في قائمة خصائص المحصول.

المعاملات التي تتأثر بخصائص مقطع التربة

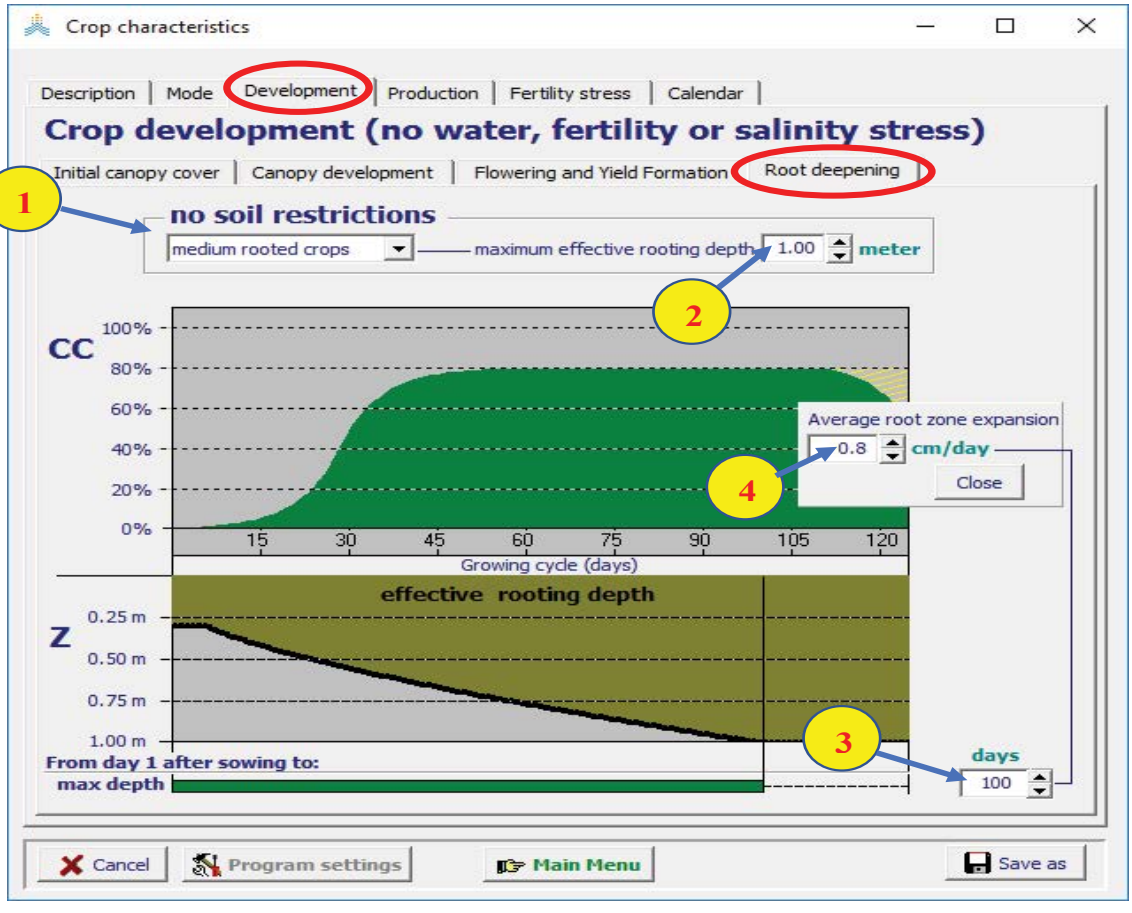
يتأثر عمق الجذور الفعال الأعظمي (Zx) ومعدل زيادة هذا العمق (أو الزمن اللازم للوصول إلىZx) بالخصائص الفيزيائية للتربة (الحرارة, الممانعة الميكانيكية, التهوية) وبالخصائص الكيميائية (درجة الحموضة, الملوحة, مستويات الألمنيوم والمغنيزيوم المرتفعة). يتم تحديد عمق الجذور ومعدل تزايده في التبويب الفرعي 'Root deepening' من واجهة 'Development' من قائمة خصائص المحصول Crop characteristics (الشكل 5-6).

- عمق الجذور الفعال الأعظمي Maximum effective rooting depth (Zx) : يمكن تحديده باختيار أحد التصنيفات المعرفة مسبقا أو بإدخال قيمته العددية مباشرة بالمتر.
- زمن الوصول إلى (Zx): بعد تحديد عمق الجذور الفعال الأعظمي، يمكن للمستخدم أن يحدد الزمن اللازم للوصول إلى عمق الجذور الأعظمي بالأيام، فيقوم البرنامج AquaCrop بتحديد معدل تزايد عمق منطقة الجذور الوسطي بالتوافق مع تعديل المدة بين البذار والوصول إلى (Zx). أو يمكن للمستخدم تحديد قيمة معدل زيادة منطقة الجذور الوسطي لتقدير زمن الوصول إلى عمق الجذور الفعال الأعظمي. يبلغ معدل تزايد منطقة الجذور غالبا حوالي 1 cm/day ويمكن أن يصل حتى 2 cm/dayإذا كانت بيئة النمو مثالية (التربة ليست باردة وطبقات التربة لاتحد النمو).

تقويم دورة النمو

يتم عرض نظرة عامة لتقويم دورة النمو في واجهة التقويم'Calendar' من قائمة خصائص المحصول (الشكل 5-7 A). يمكن تعديل تاريخ الزراعة وطول مدة كل مرحلة من مراحل النمو المختلفة. يمكن أيضا عرض طول مراحل FAO56 الموافقة وقد تم تحديد هذه المراحل في منشورات FAO والتي تتضمن أرقاما تأشيريه لأطوال مراحل تطور المحصول لمدد زراعة ومناطق مناخية مختلفة للمحاصيل الزراعية الشائعة. أرقام منشورات FAO المشار إليها هي (Irrigation and Drainage Papers Nr. 24, 33 and 56).

الشكل 5-6. واجهة تعمق الجذور 'Root deepening' من واجهة التطور 'Development' من قائمة خصائص المحصول Crop Characteristics وتتضمن عمق الجذور الفعال الأعظمي (Zx) the maximum effective rooting depth والذي يتحدد ب (1) اختيار صنف معرف مسبقا أو (2) بإدخال القيمة بالمتر وزمن الوصول الى عمق الجذور الأعظمي الذي يتحدد (3) بزمن الوصول الى عمق الجذور الأعظمي (4) أوبمعدل توسع منطقة الجذور الوسطي



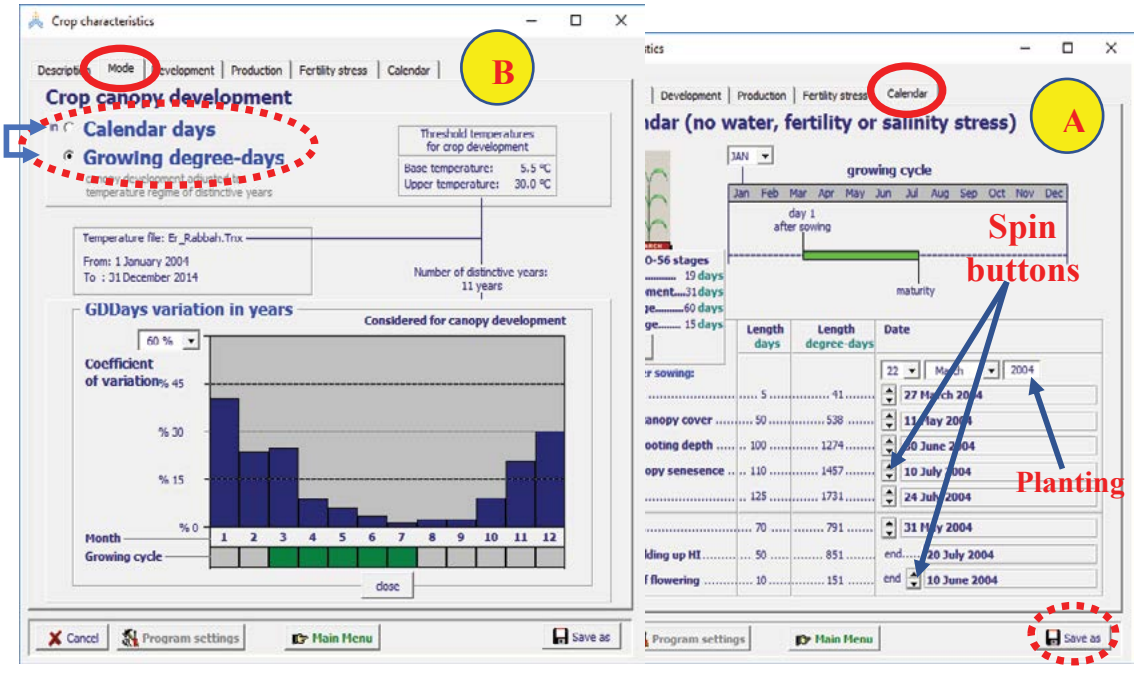
تحويل التقويم اليومي إلى تقويم الحرارة التراكمية

ينصح بتحويل التقويم اليومي إلى تقويم الحرارة التراكمية في نهاية عملية الضبط الدقيق. وهكذا سيتم تعديل أطوال مراحل تطور المحصول إلى نظام الحرارة التراكمية للسنوات التي يتم تشغيل المحاكاة ضمنها. يجري هذا التحويل في واجهة الوضع 'Mode' من قائمة خصائص المحصول (الشكل B 7-5). يجب التأكد من اختيار ملف مناخي ممثل وتاريخ زراعة لإجراء التحويل.

معايرة خصوبة التربة

ينخفض انتاج الكتلة الحيوية فوق سطح الأرض (B) عندما يتعرض الحقل المزروع لإجهاد الخصوبة. وينتج هذا الانخفاض من صغر الغطاء النباتي (CC) ومن انخفاض إنتاجية المياه للكتلة الحيوية (WP*) في الحقل المجهد. يعتبر مستوى خصوبة التربة المختار من أجل المحاكاة من خصائص إدارة الحقل بينما تعد استجابة المحصول لإجهاد خصوبة التربة من خصائص المحصول.

الشكل 5-7. (A) واجهة التقويم 'Calendar' لتفحص أو تعديل تقويم دورة النمو(B) واجهة الوضع 'Mode' من قائمة خصائص المحصول للتبديل من التقويم اليومي إلى تقويم الحرارة التراكمية. باستخدام الأمر حفظ باسم <Save as> يمكن حفظ خصائص المحصول المعدلة في ملف محصول جديد



يجب إجراء معايرة لاستجابة المحصول لإجهاد خصوبة التربة حيث أن تأثير إجهاد خصوبة التربة يتأثر بنوع المغذيات التي تحد من الخصوبة وبالظروف البيئية كالمناخ ونوع التربة، وفي الغالب نحتاج لتكرار المعايرة لكل نوع من أنواع البيئة.

تتم معايرة استجابة المحصول لإجهاد الخصوبة في قائمة خصائص المحصول (الشكل 5-8). في واجهة المراقبات الحقلية "Field Observation" في قائمة معايرة إجهاد خصوبة التربة Calibration soil fertility stress حيث يقوم المستخدم بتحديد:

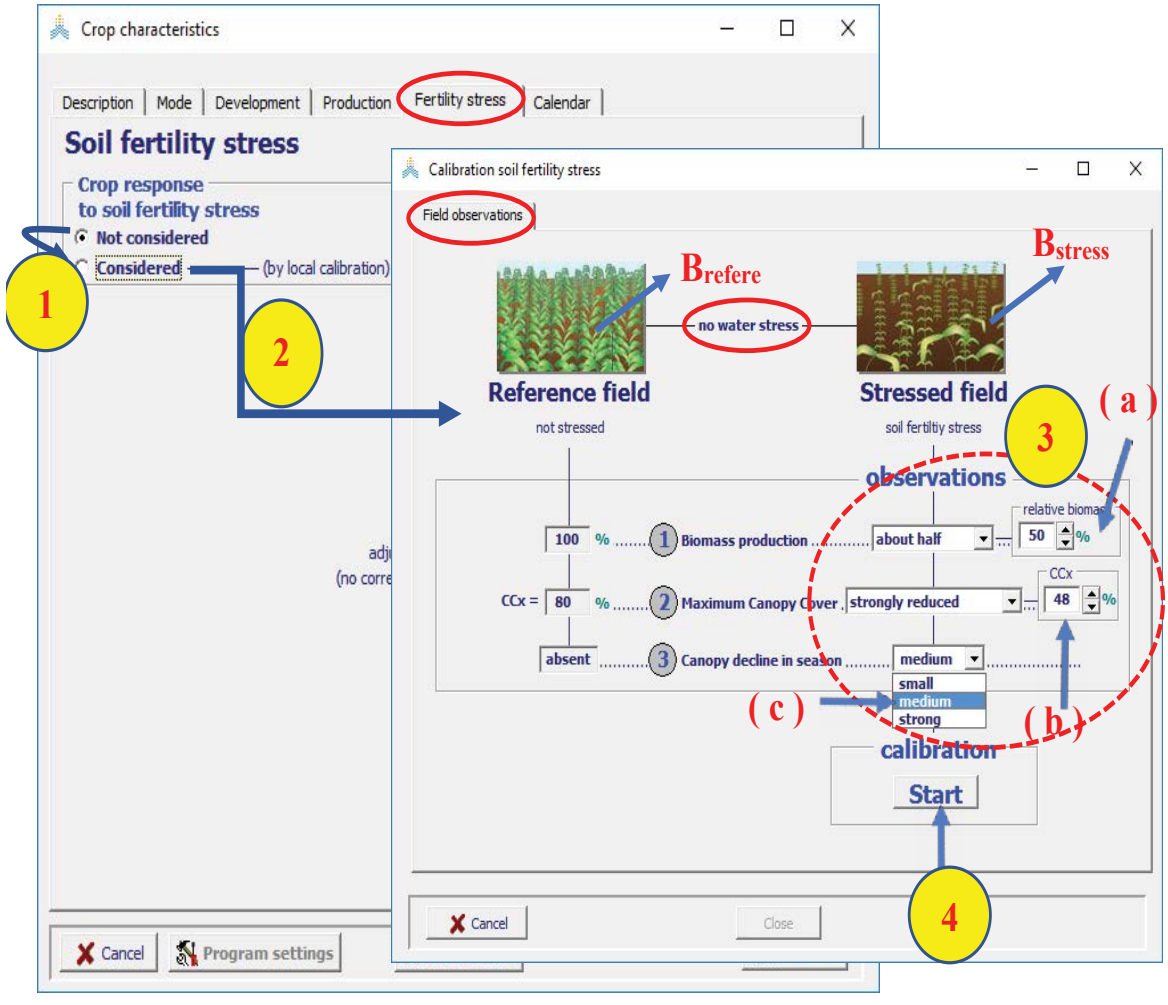
أ. الكتلة الحيوية الإجمالية المنتجة في حقل مجهد، ويعبر عنها كقيمة نسبية. Brel (= 100 x Bstress/Breference) ، حيث Brel هي القيمة النسبية الأعظمية للكتلة الحيوية فوق الأرض الجافة التي يمكن قوقعها في ذلك الحقل المحدود خصوبة التربة عند مقارنةها بتلك المنتجة في ظروف خالية من الإجهاد.

ب. الغطاء النباتي الأعظمي الذي يمكن الوصول إلية في حقل مجهد (CCXstress).

ج. درجة تناقص الغطاء النباتي خلال الموسم (صغيرة أو متوسطة أو قوية).

بعد بدء عملية المعايرة، يقوم برنامج AquaCrop بالبحث عن إعدادات لأربعة معاملات إجهاد بحيث يؤدي استخدام قيمة WP* وCC المخفضتان إلى إنتاج Brel مساو لقيمة Brel التي تمت معايرة استجابة المحصول استنادا إليها. (الشكل 5-8 a). لذلك تعتبر قيمتي CCx وانخفاض الغطاء النباتي المحددتين كمدخلات للمعايرة في واجهة المراقبات الحقلية (الشكل 5-8 b وc). يتم عرض قيم CC وقيمة WP* المخفضة خلال الموسم والتي تحقق المتطلبات (تنتج Brel المحددة) في واجهة استجابة المحصول لإجهاد خصوبة التربة في قائمة معايرة إجهاد خصوبة التربة (الشكل 5-9).

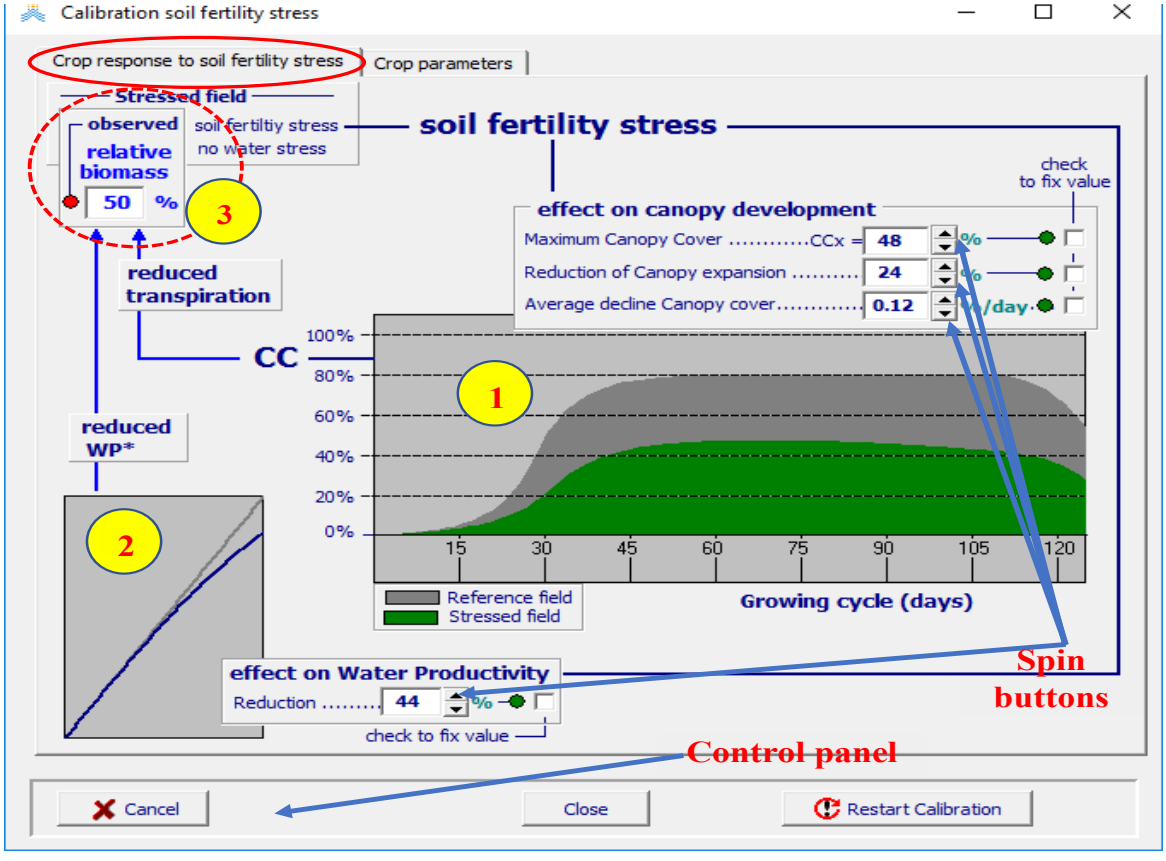
الشكل 5-8. (1) باختيار الخيار 'Considered' في واجهة 'Fertility-stress' (2) تصبح واجهة المراقبات الحقلية 'Field observations' من قائمة معايرة إجهاد خصوبة التربة. Calibration soil fertility stress متاحة للمستخدم حيث (3) يحدد المقاس أو المتوقع (a) الإنتاج النسبي للكتلة الحيوية (b) الغطاء النباتي الأعظمي (c) تناقص الغطاء النباتي خلال الموسم في حقل مجهد (4) يبدأ المعايرة لإجهاد خصوبة التربة



يستطيع المستخدم تغيير منحني تطور الغطاء النباتي بزيادة أو إنقاص واحد من تأثيرات إجهاد خصوبة التربة، حتى يصبح نمط تطور الغطاء النباتي أكثر تلاؤما مع البيانات الحقلية. يبحث برنامج AquaCrop في كل حالة أوتوماتيكيا عن إعدادات لمعاملات الإجهاد الأربع بحيث تؤدي إلى إنتاج نسبي مساو للقيمة المحددة Brel.

يتم إنهاء عملية المعايرة باستخدام أمر إغلاق <Close> في لوحة التحكم في أسفل شاشة قائمة معايرة إجهاد خصوبة التربة، الأمر الذي يتضمن حفظ إعدادات معاملات الإجهاد الأربع والعودة إلى قائمة خصائص المحصول.

الشكل 5-9. واجهة استجابة المحصول لإجهاد خصوبة التربة'Crop response to soil fertility stress' من قائمة معايرة إجهاد خصوبة التربة Calibration soil fertility stress حيث يتم رسم تأثير إجهاد خصوبة التربة على (1) الغطاء النباتي (2) انخفاض قيمة WP* خلال الموسم ويجري الضبط الدقيق لهما بواسطة spin buttons وبواسطة (3) أخذ قيمة الكتلة الحيوية النسبية المحددة بعين الاعتبار.



حفظ معاملات المحصول المعدلة في ملف محصول جديد

تحتوي ملفات المحصول التي تأتي مع برنامج AquaCrop المعاملات التي تمت معايرتها والتحقق من صحتها من قبل FAO وتكون هذه الملفات محمية. لا يمكن حفظ التعديلات في الملف المحمي بعد تعديل معاملات المحصول و/أو معايرة المحصول لإجهاد خصوبة التربة في قائمة خصائص المحصول، اختر الأمر حفظ باسم <Save as> لحفظ معاملات المحصول المعدل في ملف محصول جديد (الشكل A 7-5).

6. الإدارة

إدارة الري

إنشاء ملف إدارة الري

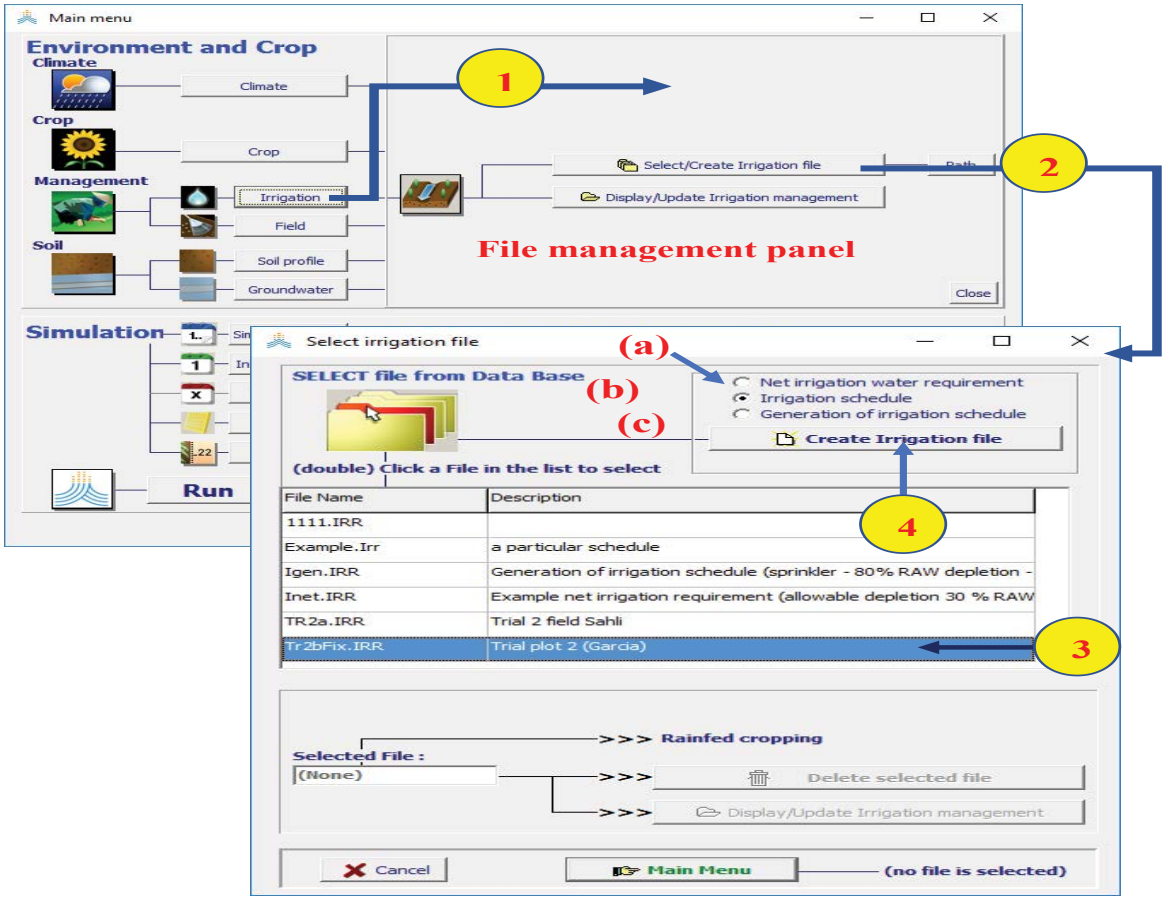
تتوفر الخيارات التالية في قائمة اختر ملف الري Select irrigation file عند إنشاء ملف إدارة الري (الشكل 6-1):

أ. تحديد احتياج الري الصافي Net irrigation water requirement: لتحديد الاحتياج في بيئة معينة.

ب. جدول الري Irrigation schedule: لتقييم جدول ري محدد مسبقا.

ج. إعداد جدول ري Generation of irrigation schedule: لإعداد جدول ري وفقا لمعايير معينة.

الشكل 6-1. باختيار (1) أمر الري <Irrigation> ثم (2) أمر اختر/أنشئ ملف ري <Select/Create Irrigation file> في لوحة إدارة الملفات في القائمة الرئيسية يصل المستخدم إلى قائمة اختر ملف ري Select irrigation file menu حيث (3) يمكن اختيار أحد ملفات الري الموجودة أو (4) الخيار إنشاء ملف ري <Create irrigation file> (وذلك بتحديد نوعه a أو b أو c)

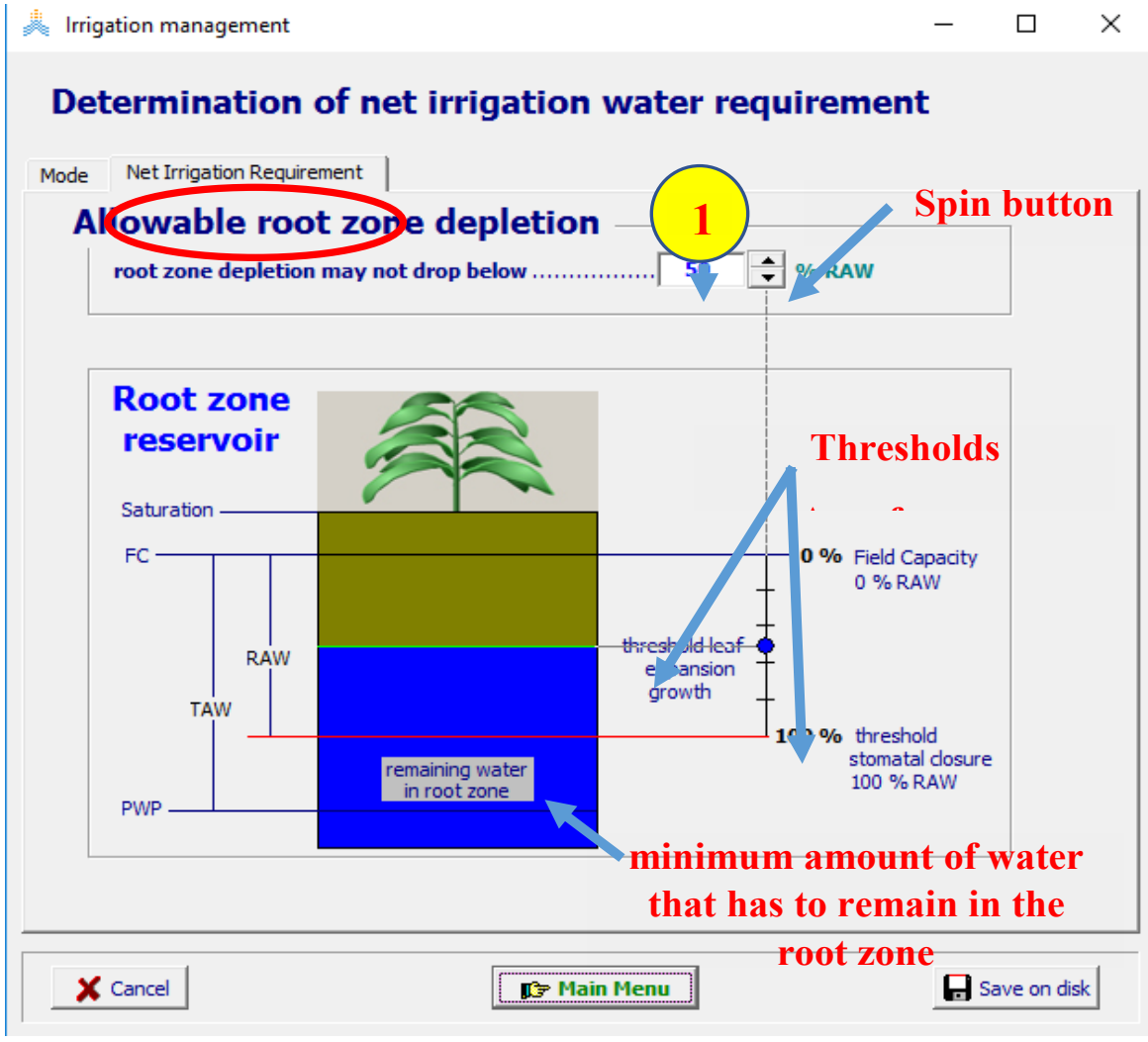


بعد تحديد أحد هذه الخيارات يحدد المستخدم المعاملات اللازمة في قائمة أنشئ ملف ري Create irrigation file. يمكن عرض وتعديل المعاملات في قائمة إدارة الري Irrigation management (الأشكال 6-2 حتى 6-4).

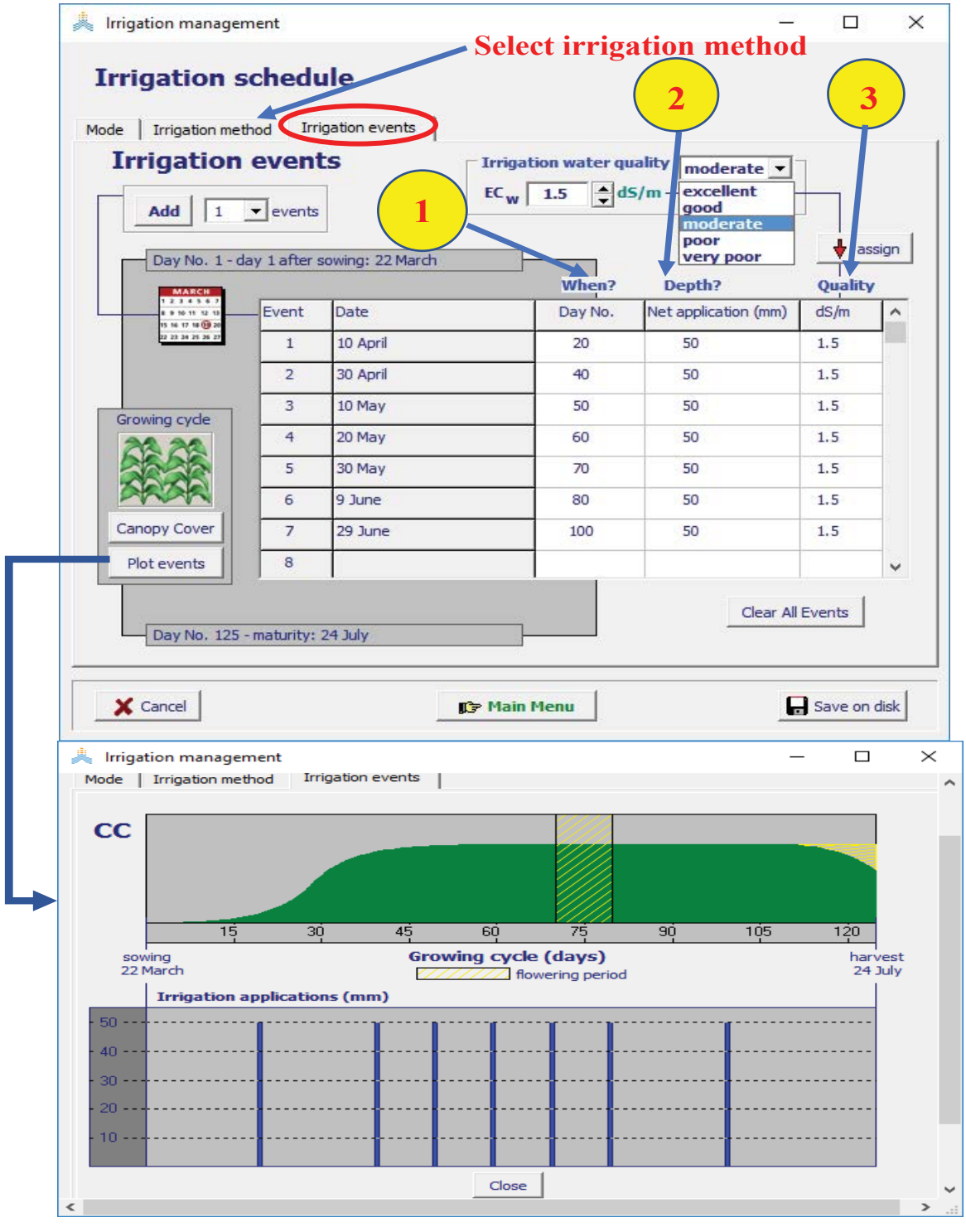
تحديد احتياج الري الصافي net irrigation water requirement

يمكن تعديل الاستهلاك المسموح به من منطقة الجذور في واجهة احتياج الري الصافي 'Net Irrigation Requirement' في قائمة إدارة الري Irrigation management (الشكل 6-2). في هذه الواجهة يتم تحديد النسبة التي يسمح باستهلاكها من الماء سهل الامتصاص RAW في التربة.

الشكل 6-2. الاستهلاك المائي المسموح به في منطقة الجذور allowable root zone depletion لتحديد احتياج الري الصافي في واجهة احتياج الري الصافي 'Net Irrigation Requirement' في قائمة إدارة الري Irrigation management



الشكل 6-3. تحديد (1) تاريخ الري (2) المقنن المائي (3) نوعية المياه لتقييم جدول الري في واجهة عمليات الري 'Irrigation events' في قائمة إدارة الري Irrigation management.. وذلك بعد تحديد طريقة الري في واجهة طريقة الري 'Irrigation method'



تقييم جدول ري Assessing an irrigation schedule

يجب تحديد طريقة الري (التي تحدد الجزء من سطح التربة الذي سيتبلل بالري) وعمليات الري، من أجل تقييم جدول ري محدد مسبقا. يحدد المستخدم لكل عملية ري في واجهة عمليات الري 'Irrigation events' في قائمة إدارة الري. (الشكل 6-3) ما يلي:

1. زمن إضافة مياه الري Time of application: يتم إدخال الزمن بالأيام اعتبارا من تاريخ البذار.
2. المقنن المائي Application depth: يقصد بالمقنن المائي كمية مياه الري المضافة إلى منطقة الجذور. ولا تتضمن هذه الكمية المياه الإضافية المطبقة في الحقل لتعويض فواقد النقل أو التوزيع غير المنتظم لمياه الري في الحقل.
3. نوعية المياه Water quality: يمكن إسناد قيمة ثابتة لنوعية المياه إذا بقيت نوعية المياه ثابتة عبر الموسم (سواء كانت هذه القيمة مطابقة أو غير مطابقة لأحد تصنيفات نوعية مياه الري).

يمكن رسم منحني تطور الغطاء النباتي للمحصول المختار وعمليات الري كمرجع.

إعداد جدول ري

لإعداد برنامج ري جديد، يجب تحديد طريقة الري (التي تحدد الجزء من سطح التربة الذي سيتبلل بالمياه) وتحديد معايير تاريخ الري وكمية مياه الري المضافة. يظهر الجدول (6-1) معايير تاريخ الري وكمية المياه المضافة لإعداد جداول ري. يعطي الجدول (6-2) قيما تأشيريه للفترة بين الريات وكمية مياه الري المضافة لطرق الري مختلفة.

يحدد المستخدم في واجهة معايير الزمن (تاريخ الري) والعمق (كمية مياه الري) 'Time and Depth criteria' في قائمة إدارة الري Irrigation management (الشكل 6-4) ما يلي:

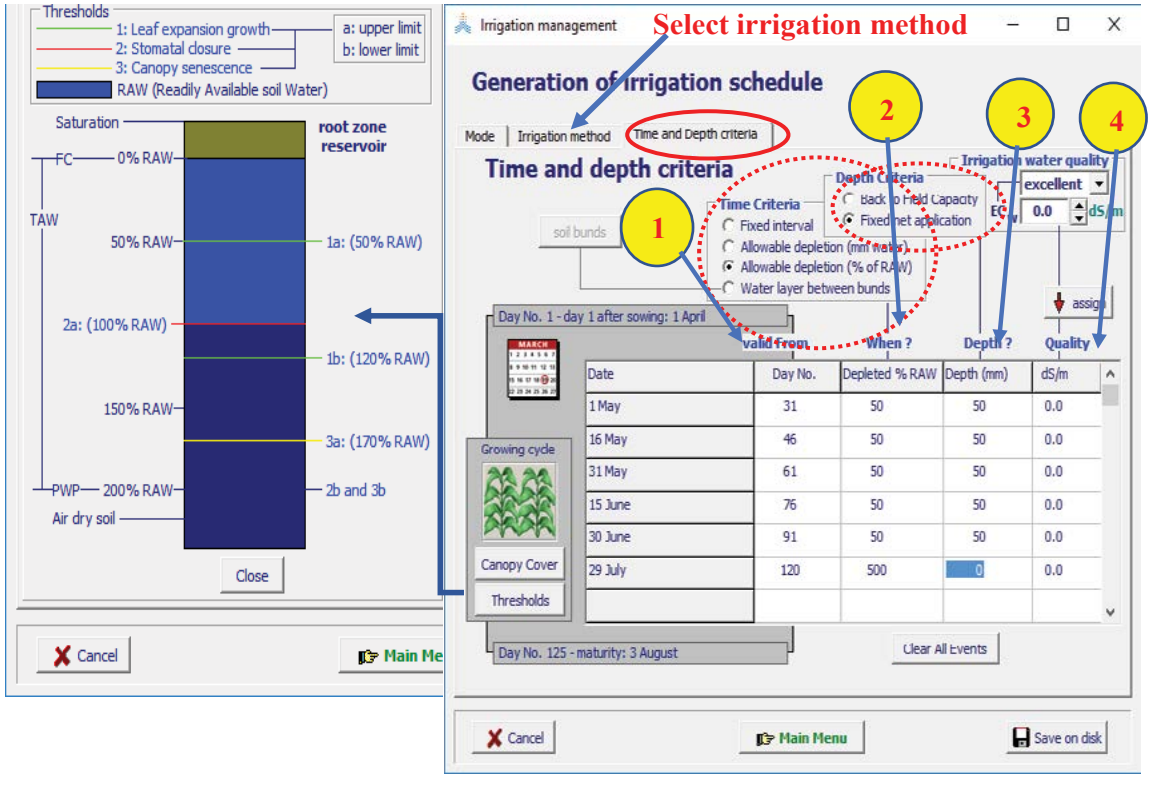
1. تاريخ الري (بالأيام): يتم إدخال الوقت كعدد أيام بعد تاريخ البذار(DAS) ويحوله البرنامج إلى اليوم المقابل وفق التقويم الميلادي. تبقى القيم المحددة صالحة حتى التاريخ الذي يتم فيه تحديد تاريخ ري آخر أو حتى نهاية فترة النمو إذا لم يتم تحديد تاريخ ري لاحق. في المثال في الشكل (6-4) فإن استهلاك مقدار 500% من الماء سهل الامتصاص RAW هو أخفض بكثير من حد الذبول (ولذلك لا يمكن أن يحدث أبدا) وكذلك تطبيق مقنن مائي مقداره 0 mm لن يولد ريا. لذلك يطبق الري ضمن الفترة 1 May حتى 30 June.
2. قيمة المعيار الذي تم اختياره من أجل تاريخ الري التالي.
3. قيمة كمية مياه الري المضافة.
4. نوعية المياه: يمكن إسناد قيمة ثابتة لنوعية المياه إذا بقيت نوعية المياه ثابتة عبر الموسم (سواء كانت هذه القيمة مطابقة أو غير مطابقة لأحد تصنيفات نوعية مياه الري المعرفة مسبقا).

يمكن رسم الغطاء النباتي والعتبات المختلفة للإجهادات المائية للمحصول المختار كمرجع.

الجدول 6-1. أنواع معايير الزمن والعمق المستخدمة من أجل توليد جداول ري

معيار الزمن	المعامل
فاصل زمني ثابت بين الريات Fixed interval	الفاصل الزمني بين الريات (10 أيام مثلا) انظر الجدول 6-2.
الاستهلاك المائي المسموح به (بالمم) allowable depletion	كمية المياه المسموح استهلاكها من منطقة الجذور قبل الري مرة أخرى.
النسبة المسموح استهلاكها من الماء سهل الامتصاص (allowable depletion (% of RAW	النسبة المئوية من RAW المسموح استهلاكها قبل تطبيق الري
قيمة معينة للرطوبة يعبر عنها كعمق (ماء بالمم) Water layer between bunds	رطوبة التربة التي يجب أن يتم المحافظة عليها في التربة (مثلا 5 مم). يتم توليد الري عندما تصل رطوبة التربة إلى هذه القيمة المحددة، ينطبق هذا المعيار الزمني فقط عندما يكون معيار العمق هو (Fixed net application).
معيار كمية مياه الري	**المعامل**
الوصول إلى السعة الحقلية (+/- كمية إضافية من الماء بالمم) Back to field capacity	الكمية التي يجب أن تضاف إلى الكمية اللازمة من المياه للوصول إلى السعة الحقلية. يمكن أن تكون صفرا أو موجبة أو سالبة. صفر: الري المطبق سوف يعيد رطوبة منطقة الجذور إلى السعة الحقلية (يتم الوصول إليها عند نهاية اليوم). موجب: عندما يتم التخطيط لري زائد من أجل غسل الأملاح من منطقة الجذور (20+ مم مثلا). سالب: عندما يتم التخطيط لري ناقص للاستفادة من هطول مطري متوقع (-10 مم مثلا)
مقنن مائي ثابت (مم) fixed net application	كمية مياه الري التي ستضاف إلى الحقل. يعطي الجدول 6-2 قيما تأشيريه لهذه الكمية.

الشكل 6-4. تحديد (1) اليوم الذي يكون المعيار صالحا عنده (2) معيار الزمن (3) معيار العمق (4) نوعية المياه. لإعداد جدول ري في واجهة معيار الزمن والعمق 'Time and Depth criteria' في قائمة إدارة الري Irrigation management. وذلك بعد تحديد طريقة الري في واجهة طريقة الري 'Irrigation method"



إدارة الحقل

إنشاء ملف إدارة الحقل

يحدد المستخدم في قائمة إنشاء ملف إدارة الحقل (الشكل 6-5) مايلي:

1. اسم الملف.
2. توصيف الملف.
3. درجة خصوبة التربة Soil fertility: باختيار تصنيف معرف مسبقا أو بتحديد القيمة المتوقعة لإنتاج الكتلة الحيوية مباشرة.
4. وجود التغطية mulches: باختيار تصنيف معرف مسبقا أو بتحديد النسبة المئوية لتغطية السطح مباشرة. كذلك يجب تحديد نوع التغطية في حال وجودها.
5. إجراءات تشكيل الحقل Field surface practices والإجراءات التي تمنع الجريان السطحي practices preventing runoff ووجود حواف للأحواض الترابية soil bunds التي تحفظ الماء غير الراشح بين الأحواض.
6. إدارة الأعشاب الضارة Weed management: باختيار تصنيف إدارة معرف مسبقا أو بتحديد الغطاء النسبي للأعشاب الضارة.

بعد إنشاء الملف تظهر قائمة إدارة الحقل Field management حيث يمكن للمستخدم أن يجري المزيد من الضبط الدقيق لتعديل خصائص إدارة الحقل (الأشكال 6-6 حتى 6-9).

خصائص إدارة الحقل

تظهر خصائص إدارة الحقل في واجهات قائمة إدارة الحقل حيث يمكن للمستخدم أن يعدلها (الأشكال 6-6 حتى 6-9):

- التوصيف: تستخدم لتعديل توصيف ملف إدارة الحقل.
- خصوبة التربة Soil fertility: لتحديد النسبة الأعظمية للكتلة الحيوية الجافة فوق سطح الأرض المتوقعة في حال محدودية خصوبة التربة.
- التغطية Mulches: لتحديد نوع التغطية ونسبة تغطية التربة.
- إجراءات تشكيل الحقل Field surface practices: يحدد المستخدم مدى تأثر الجريان السطحي بإجراءات تشكيل الحقل، وجود حواف سيؤدي إلى تجميع المياه فوق سطح التربة.
- إدارة غزو الأعشاب الضارة Weed management: لتحديد درجة إدارة الأعشاب الضارة ونسبة تغطية الأعشاب الضارة لسطح التربة.

• خصوبة التربة Soil fertility:

لا يمكن تحديد خصوبة التربة في واجهة خصوبة التربة في قائمة إدارة الحقل (الشكل 6-7) ألا إذا تمت معايرة المحصول من أجل خصوبة التربة. يجب أن يحدد المستخدم النسبة الأعظمية المتوقعة للكتلة الحيوية الجافة فوق الأرض في الحقل الذي لا يعاني أية إجهادات عدا إجهاد خصوبة التربة. يمكن استعراض التأثير على الغطاء النباتي وإنتاجية المياه وإنتاج الكتلة الحيوية في واجهات مختلفة.

• التغطية Mulches:

يتم تحديد وجود التغطية التي تؤثر على التبخر من التربة في واجهة 'Mulches' في القائمة الرئيسة إدارة الحقل (الشكل 6-8). يجب أن يحدد المستخدم نسبة الجزء المغطى من سطح التربة ونوع التغطية. يتم عرض تأثير التغطية على التبخر من التربة خلال دورة النمو.

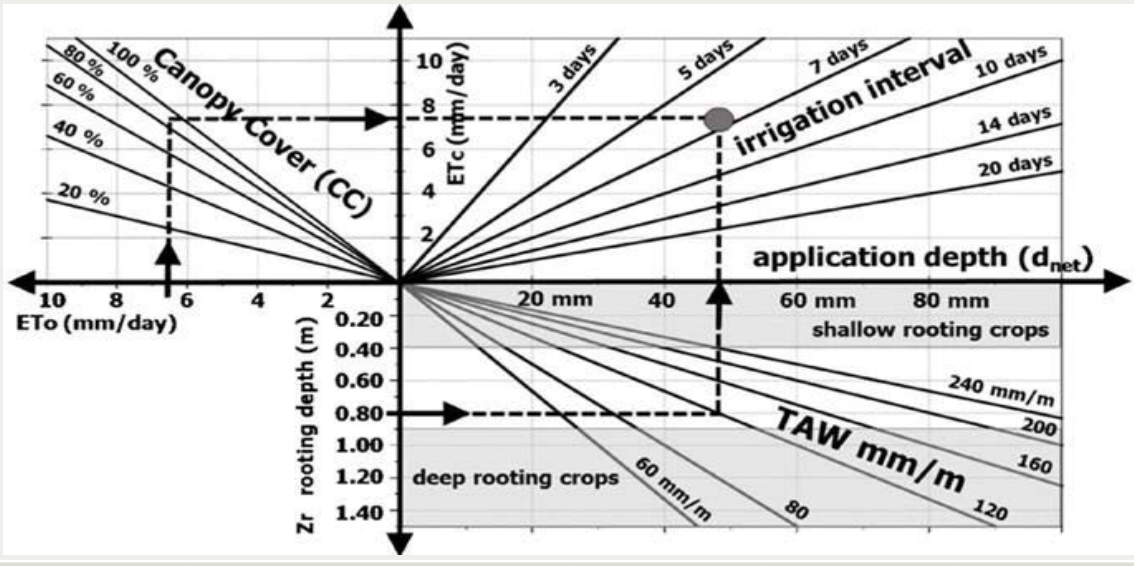
• إجراءات تشكيل الحقل Field surface practices:

يتم تحديد الإجراءات التي تؤثر على الجريان السطحي في واجهة إجراءات تشكيل الحقل في قائمة إدارة الحقل (الشكل 6-9). يحدد المستخدم تأثير هذه الإجراءات كما يلي:

- لا تؤثر على الجريان السطحي: الجريان السطحي في هذه الحالة يعتمد على خواص التربة فقط (CNsoil).
- تؤثر على الجريان السطحي: يمكن تعديل قيمة CNsoil التي تستند إلى خصائص التربة بالأخذ بعين الاعتبار نوع المحصول والظروف الهيدرولوجية (الشكل 6-8). باختيار الأمر <guide to adjustments> يتم عرض قيم تأشيريه للنسبة المئوية للزيادة أو النقصان في قائمة تعديل قيمة CN.
- تمنع الجريان السطحي: بعض الإجراءات مثل الخطوط المغلقة النهايات سوف تمنع الجريان السطحي.
- الأحواض الترابية. لا تمنع الأحواض الترابية الجريان السطحي فقط بل تقوم بتخزين الماء الزائد الذي قد لا يرشح خلال اليوم في الأحواض. يجب تحديد ارتفاع الأحواض الترابية بالمتر.

الجدول 6-2. قيم تأشيريه للفواصل الزمنية بين الريات وقيمة المقنن المائي المطبق

يمكن الحصول على قيم تأشيريه للمقنن المائي الصافي الأعظمي والفترة بين الريات في غياب الهطول المطري من المخطط المدرج أدناه وذلك بالأخذ بعين الاعتبار: ظروف الطقس (ETo)، المجموع الخضري للمحصول، عمق الجذور والخصائص الفيزيائية للتربة (TAW). يجب تعديل المقنن المائي الصافي والفترة بين الريات بحسب طريقة الري المطبقة.



مثال: إذا كان عمق الجذور الفعال لمحصول (Zr)هو0.8 مترا، والمحصول مزروع في تربة لومية رملية sandy loam والماء المتاح هو (TAW = 120 mm/m) وعمق تطبيق الري الصافي الأعظمي (dnet) هو 48 مم. عندما يكون (ETo) مساويا 6.5 مم/يوم والغطاء النباتي CC مساويا 90% يكون التبخر-نتح للمحصول (ETc) مساويا 7.5 مم/يوم. فيكون الفاصل الزمني بين الريات هو 6.5 يوما.

افتراض: [dnet = (0.5) TAW Zr [meter . القيمة 0.5 هي عتبة ممثلة لاستهلاك مياه منطقة الجذور الذي تبدأ عنده المسامات بالإغلاق (50 % TAW).

[ETc = (1.2) CC* ETo [mm/day , حيث CC* هو CC المعدل من أجل تأثيرات الحمل الصغروية advective-micro . القيمة 1.2 هي قيمة تمثيلية للعامل KcTr,x , ولكن تمت زيادتها لأخذ تبخر التربة بعين الاعتبار.

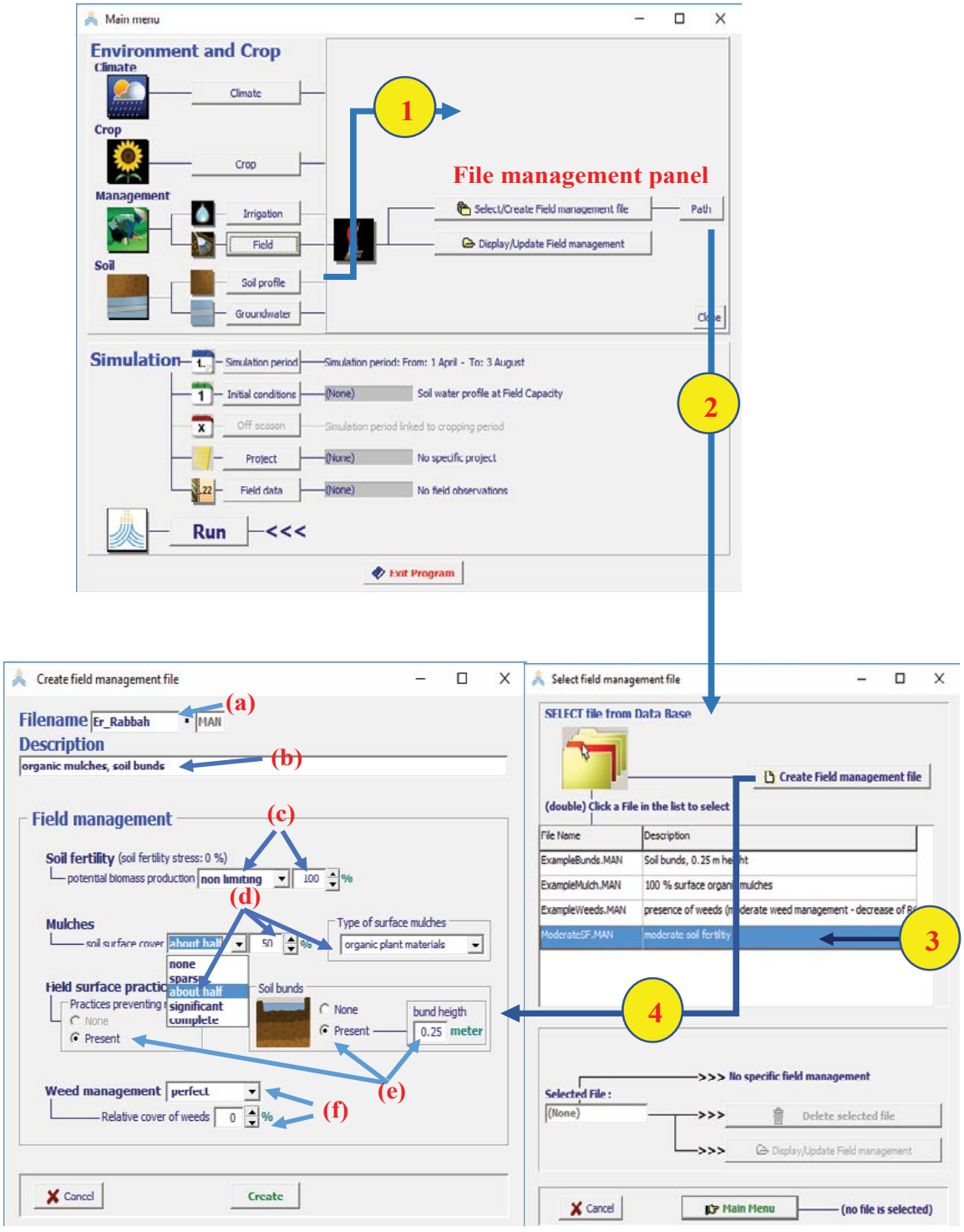
خصائص طرق الري

طريقة الري	كمية مياه الري
ري سطحي irrigation Surface	الري بالأحواض (Basin): 50 - 150 مم، الري بالشرائح (Border): 40 - 80 مم، الري بالخطوط (Furrow): 30 - 60 مم.
ري بالرذاذ Sprinkler irrigation	مجموعة ثابتة Solid set: 30-80 مم، الري بالرذاذ ذو الحركة الخطية linear move والمحوري المركزي Center pivot والري المدفعي (التيفون) travelling gun:15-35 مم (يمكن أن يصل إلى 80 مم إذا سمحت نفاذية التربة)
ر ي موضعي Localized irrigation	5 - 25 مم

قيم تأشيريه للماء المتاح في التربة (TAW (Total Available Soil Water حسب قوام التربة

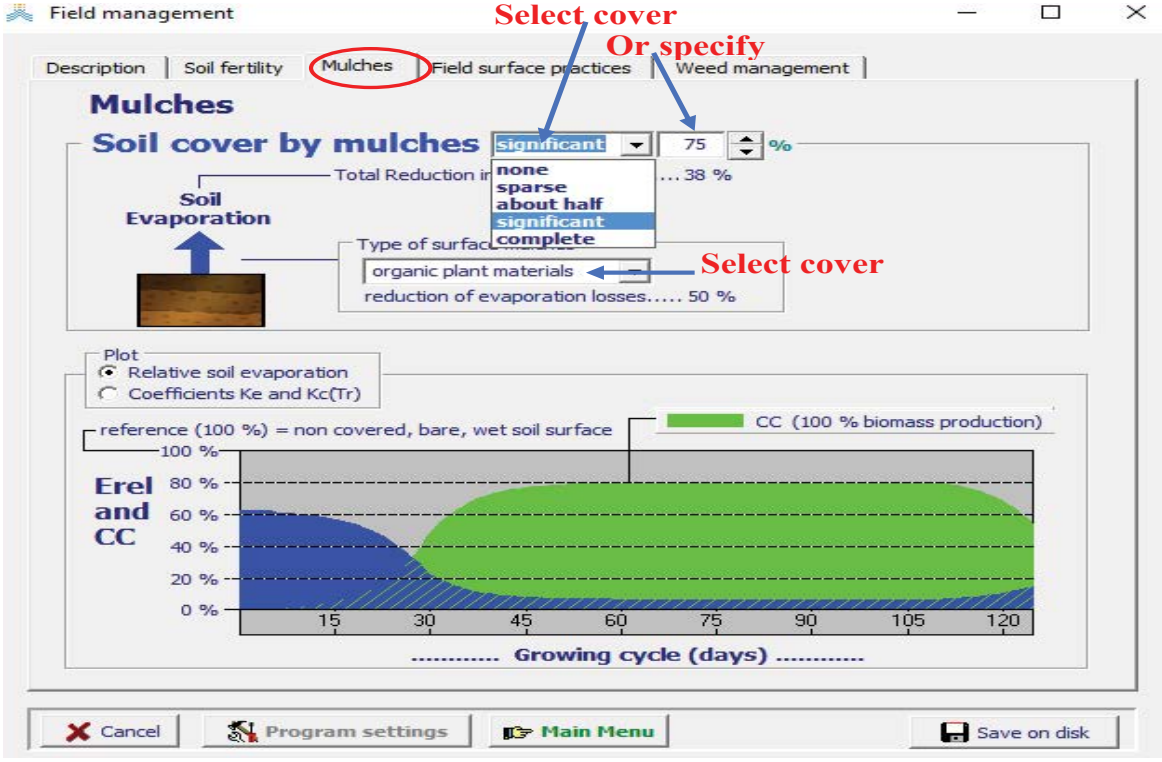
قوام التربة	TAW (mm/m)		قوام التربة	TAW (mm/m)	
	المجال	المتوسط		المجال	المتوسط
Sandy clay loam	90-135	120	Sand	55 - 75	70
Clay loam	145-175	160	Loamy sand	65 – 85	80
Silty clay loam	195-215	210	Sandy loam	110 – 130	120
Sandy clay	100-125	120	Loam	155 -185	160
Silty clay	175-190	180	Silt loam	170 – 225	200
Clay	135-160	150	Silt	225 - 250	240

الشكل 6-5. باختيار (1) أمر الحقل < Field> ثم (2) أمر اختر/أنشئ ملف إدارة حقل <Select/Create field man-agement file> في لوحة إدارة الملفات في القائمة الرئيسية يصل المستخدم إلى قائمة اختر ملف إدارة حقل Select field management file menu حيث (3) يمكن اختيار أحد ملفات إدارة الحقل الموجودة أو (4) الخيار إنشاء ملف إدارة حقل <Create field management file>

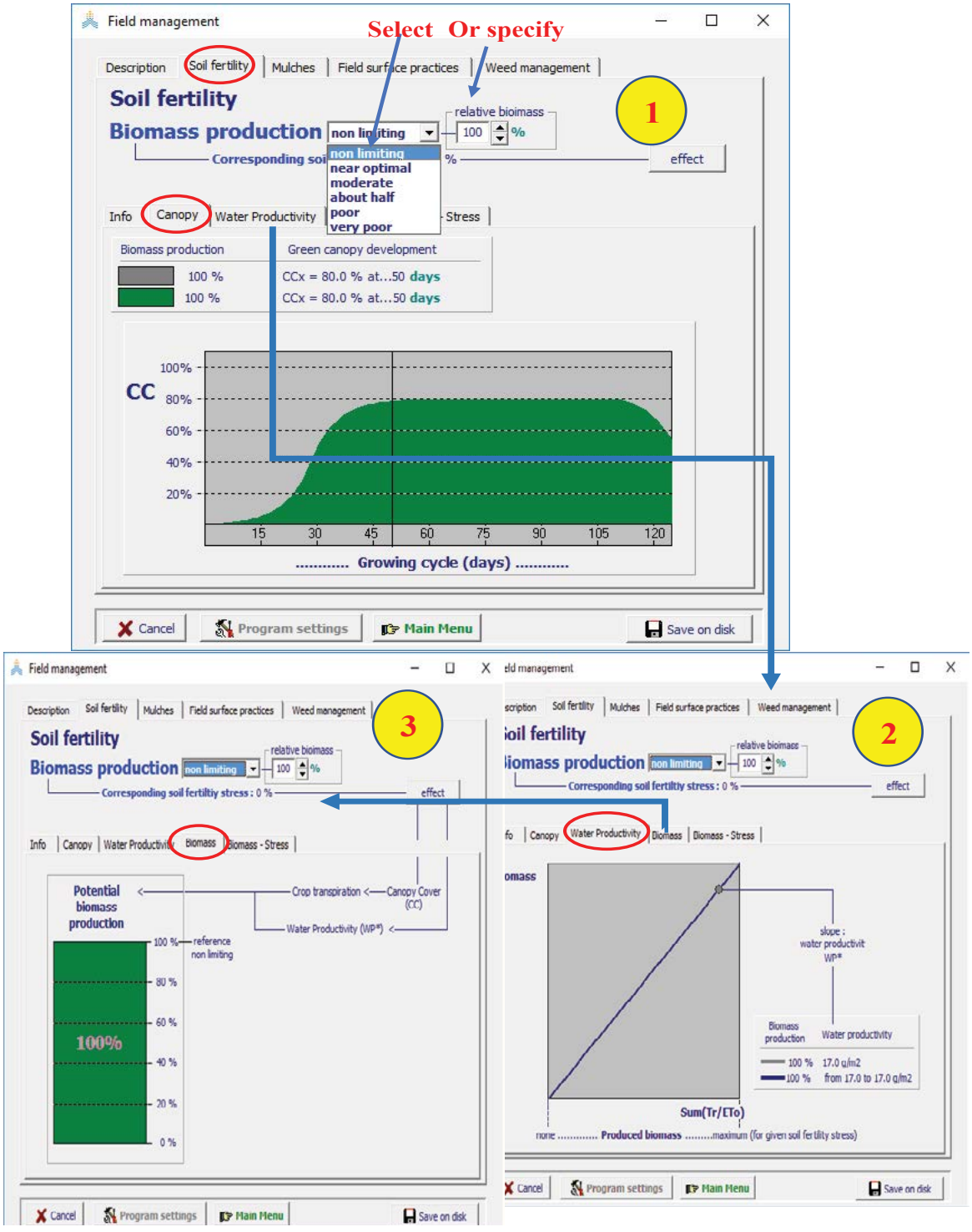


الشكل 6-6. قائمة إدارة حقل Field management بواجهاتها التوصيف 'Description' خصوبة التربة 'Soil fertility' التغطية 'Mulches' إجراءات تشكيل الحقل 'Field surface practices' وإدارة الأعشاب الضارة 'Weed management'

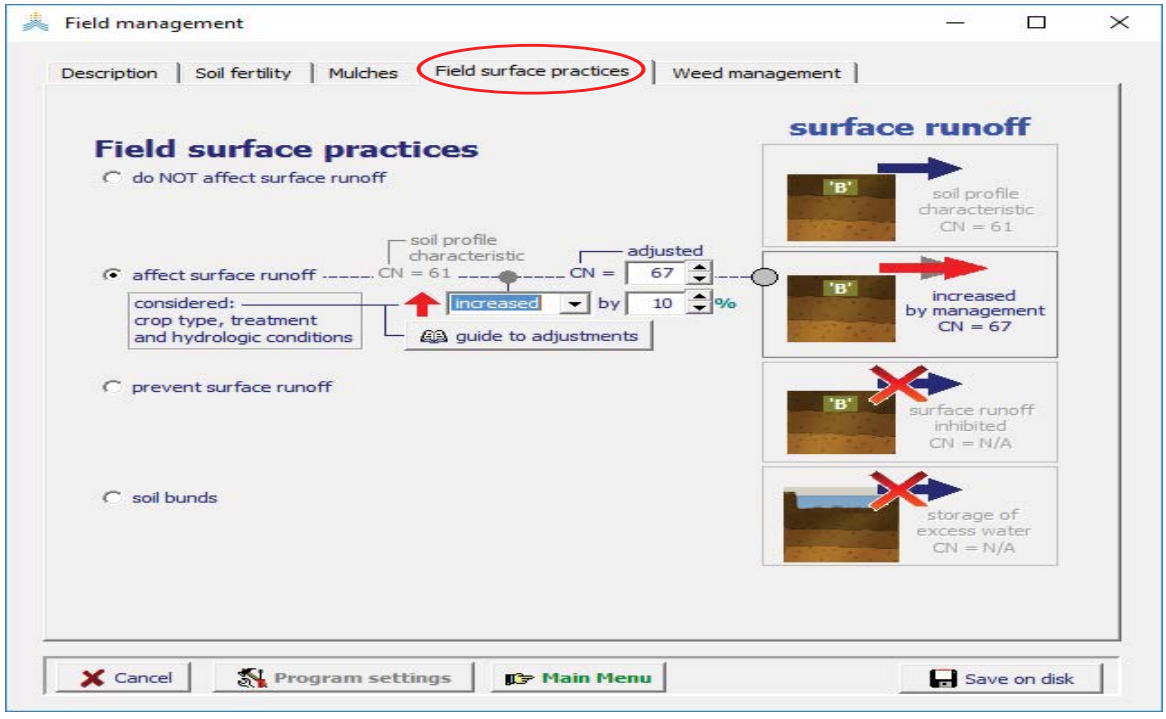
الشكل 6-7. واجهة التغطية 'Mulches' في قائمة إدارة الحقل Field management حيث يتم تحديد تغطية التربة ونوع التغطية ويعرض تأثيره الموافق على التبخر من التربة



الشكل 6-8. واجهة خصوبة التربة 'Soil fertility' في قائمة إدارة الحقل Field management حيث يتم تحديد النسبة الأعظمية المتوقعة للكتلة الحيوية الجافة فوق سطح الأرض في حقل معرض لإجهاد خصوبة التربة والتأثير على (1) الغطاء النباتي canopy cover (2) إنتاجية المياه water productivity (3) إنتاج الكتلة الحيوية المحتمل potential bio-mass production والتي تعرض في واجهات مختلفة.



الشكل 6-9. واجهة إجراءات تشكيل الحقل 'Field surface practices' في قائمة إدارة الحقل Field management حيث يتم تحديد تأثير هذه الإجراءات على الجريان السطحي



الجدول 6-3. تصنيفات إدارة الأعشاب الضارة والقيم والمجالات الافتراضية لغطاء الأعشاب الضارة النسبي(RC) عند اكتمال الغطاء النباتي

Class weed management فئة إدارة الأعشاب الضارة	Relative weed cover (RC) at canopy closure التغطية النسبية للأعشاب الضارة عند اكتمال الغطاء النباتي	
	Default value القيمة الافتراضية	Range المجال
Perfect ممتاز	0 %	-
Very good جيد جدا	5 %	1 – 9%
Good جيد	15 %	10 – 19%
Moderate معتدل	25 %	20 – 29%
Fairly poor سيء نوعا ما	35 %	30 – 39%
Poor سيء	45 %	40 – 49%
Very poor سيء جدا	75 %	≥ 50 %

- **إدارة غزو الأعشاب الضارة**

Weed management:

نسبة تغطية الأعشاب الضارة
Relative cover of weeds (RC)

يتم التعبير عن غزو الأعشاب الضارة في برنامج AquaCrop بنسبة تغطية الأعشاب الضارة (RC)، وهي النسبة بين مساحة الأرض المغطاة بأوراق الأعشاب الضارة والغطاء النباتي الكلي للأعشاب الضارة والمحصول.

$$RC = \frac{WC}{WC + CC_W} = \frac{WC}{CC_{TOT}}$$

حيث WC (m2/m2) هي المساحة المغطاة بالأعشاب الضارة في واحدة المساحة، CCW (m2/m2) هي المساحة المغطاة بالغطاء النباتي للمحصول في واحدة المساحة في حقل مغزو بالأعشاب الضارة، CCTOT (m2/m2) هي الغطاء النباتي الكلي للمحصول والأعشاب الضارة في واحدة مساحة الأرض. يمكن تحديد قيمة RC بسهولة بتقدير الجزء من الغطاء النباتي الكلي الذي تشكله الأعشاب الضارة. يمكن تقييمه بالتقدير بالنظر في الحقل أو بتحليل الصور المأخوذة للحقل من الأعلى.

يقوم المستخدم بتحديد ما يلي في قائمة إدارة الحقل Field management لمحاكاة تأثير الأعشاب الضارة على نمو وإنتاجية المحصول (الشكل 6-10):

نسبة تغطية الأعشاب الضارة للتربة خلال الموسم (RC) والذي يعبر عن مستوى الإصابة بالأعشاب الضارة الملاحظ في الحقل. يتم تحديد قيم افتراضية لقيمة RC باختيار أحد تصنيفات إدارة الأعشاب الضارة (جدول 6-3).

تأثر الغطاء النباتي CC بنمو الأعشاب الضارة: والذي يعبر عن استجابة الغطاء النباتي الإجمالي لغزو الأعشاب الضارة في ظروف الخصوبة غير المحدودة.

من المتوقع أن تكون مساحة الغطاء الخضري الإجمالي أكبر في الحقول المعرضة لغزو الأعشاب الضارة.

لا تكتفي الأعشاب الضارة باحتلال الحيز الذي لا يكون مشغولا بالمحصول بل يمكن أن تكبح تطور الغطاء النباتي للمحصول. ولهذا فإن الغطاء النباتي للمحصول في الحقل الذي تغزوه الأعشاب الضارة (المساحة الخضراء القاتمة في الشكل (6-10) ستكون أصغر منها في الحقل الخالي من الأعشاب الضارة (الخط الأسود المرجعي في الشكل (6-10).

الغطاء النسبي (RC) للأعشاب الضارة خلال الموسم

يجري التمييز بين قيمتين للغطاء النسبي للأعشاب الضارة خلال موسم النمو للمحصول هما (شكل 6-10):

- الغطاء النسبي (RC) للأعشاب الضارة عند مرحلة التغطية الكاملة للنبات (Canopy closure):
والذي يعتبر مقياس للتنافس بين الأعشاب الضارة والنبات بعد فوات الأوان على السيطرة عليها، أثبت هذا المؤشر على أنه وسيلة تنبؤ جيدة لانخفاض الإنتاجية كنتيجة لنمو الأعشاب الضارة. يتم افتراض قيمة ثابتة للمساحة المغطاة بالأعشاب الضارة RC منذ تاريخ الزراعة وحتى مرحلة التغطية الكاملة للنبات.
يعتبر هذا الافتراض مقبولا حيث أن قيمة متغيرة للغطاء النسبي RC خلال مراحل تطور المحصول (عندما يكون الغطاء النباتي CC صغيرا نسبيا) ستؤثر بشكل بسيط على إنتاج المحصول في حقل تغزوه الأعشاب الضارة.
- الغطاء النسبي للأعشاب الضارة RC عند نهاية الموسم (عند بدء شيخوخة الغطاء النباتي): نظرا للتنافس بين المحصول والأعشاب الضارة (أحدهما ينمو على حساب الآخر)، يمكن ألا يبقى الغطاء النسبي للأعشاب الضارة ثابتا بل يمكن أن يزداد أو ينقص إلى حد كبير خلال مرحلة منتصف الموسم. إن هذا التغير في الغطاء النسبي RC عند منتصف الموسم (عندما يكون الغطاء النباتي CC كبيرا نسبيا) يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار لأن تأثيره على إنتاج المحصول يمكن أن يكون مهما.

تطور الغطاء النباتي CC بسبب غزو الأعشاب الضارة.
Expansion of CC due to weed infestation

يمكن أن يكون الغطاء النباتي الإجمالي للمحصول والأعشاب الضارة معا (CCTOT) أكبر من الغطاء النباتي للمحصول في حقل خال من الإصابة، بسبب غزو الأعشاب الضارة وعدم محدودية الخصوبة. يتم توصيف تطور الغطاء النباتي CC كميا (شكل 6-11) باختيار أحد الخيارات التالية:

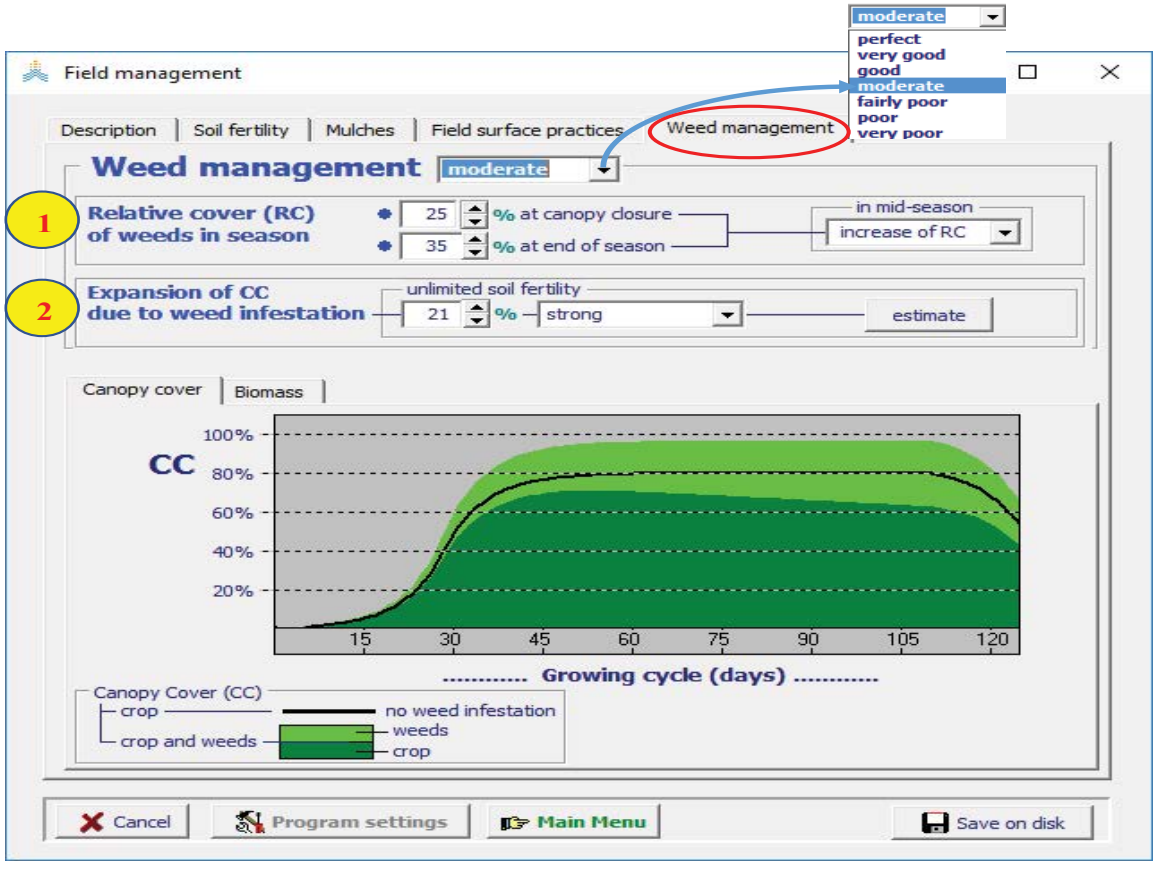
-بتحديد التطور مباشرة كنسبة مئوية لزيادة الغطاء النباتي للمحصول في حقل خال من الإصابة (الخيار رقم 1 في الشكل 6-11).

-بتحديد الغطاء النباتي الإجمالي للمحصول والأعشاب الضارة عند منتصف الموسم (الخيار رقم 2 في الشكل 6-11).

-باختيار تصنيف لتطور الغطاء النباتي (جدول 6-4) (الخيار رقم 3 في الشكل 6-11).

يتم حساب قيمة عامل الشكل (fshape) للعلاقة CCTOT – RC، بعد التحديد الكمي لتطور الغطاء النباتي مع الأخذ بعين الاعتبار الغطاء النسبي RC المختار عند اكتمال الغطاء النباتي. يمكن كذلك أن يتم حساب الطرق المختلفة الموافقة للتعبير عن تطور الغطاء النباتي CC باختيار قيمة fshape مباشرة (الخيار رقم 4 في الشكل 6-11).

الشكل 6-10. تحديد (1) الغطاء النسبي للأعشاب الضارة (2) the Relative cover of weeds. (RC) توسع الغطاء النباتي CC في واجهة إدارة الأعشاب الضارة 'Weed management' في قائمة إدارة الحقل Field management. يظهر المخطط الغطاء النباتي للمحصول (الأخضر القاتم) والأعشاب الضارة (الأخضر الفاتح) في حقل غزته الأعشاب الضارة. يظهر أيضا الغطاء النباتي لحقل خال من الأعشاب الضارة (الخط الأسود) معطى كمرجع



يعتمد عامل الشكل (fshape) للعلاقة CCTOT – RC (الشكل 6-12) على نوع الأعشاب الضارة لذلك يمكن أن يختلف باختلاف الأعشاب الضارة التي تغزو الحقل:

- تعطي القيمة السالبة لعامل الشكل fshape علاقة مقعرة بين CCTOT- RCمشيرة إلى أن المحصول أكثر تنافسية من الأعشاب الضارة للضوء وأن الأعشاب سوف تحتل أولا الحيز الذي لا يكون مشغولا بالمحصول في حقل لا تغزوه الأعشاب الضارة.
- تعطي القيمة الموجبة لعامل الشكل fshape علاقة محدبة بين CCTOT- RCمشيرة إلى أن الأعشاب الضارة أكثر تنافسية من المحصول للضوء وأن الأعشاب سوف تحتل أولا الحيز الذي يكون مشغولا بالمحصول في حقل لا تغزوه الأعشاب الضارة. وسيؤدي هذا إلى إعاقة أقوى للغطاء الخضري للمحصول من حالة القيمة السالبة.
- تعطي القيمة المعدومة (0) لعامل الشكل علاقة خطية غالبا ين CCTOT- RC يرجح الحصول على قيمة موجبة لعامل الشكل

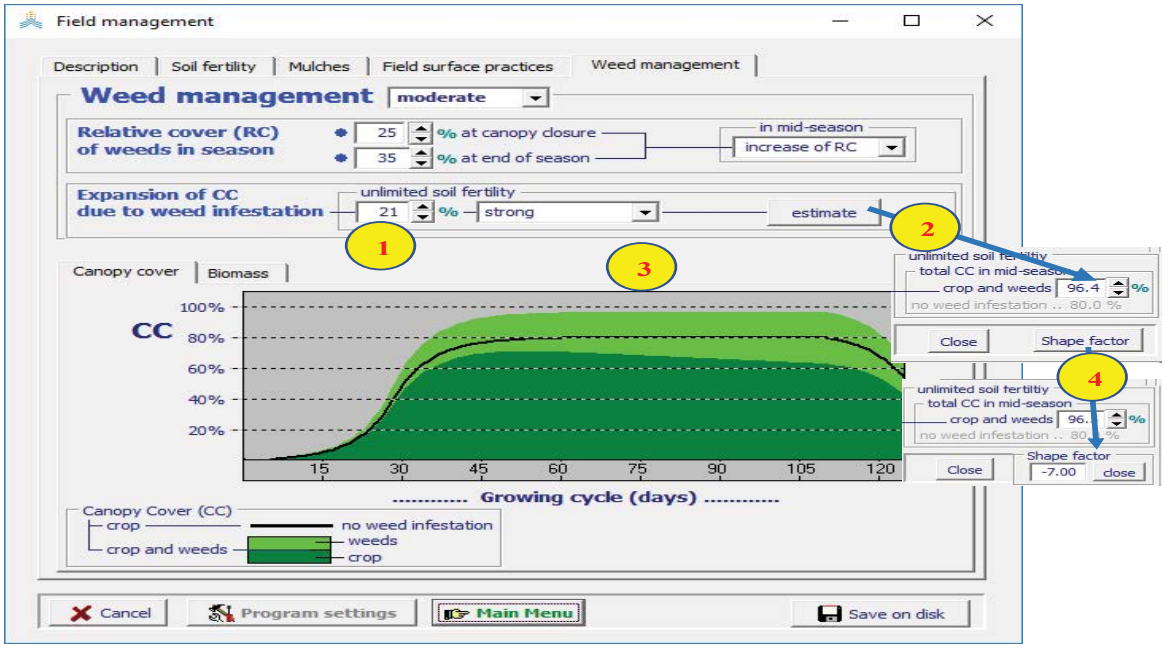
عندما يبذر المحصول بكثافة مثالية بينما تكون القيمة السالبة مرجحة عند بذار المحصول بكثافة دون المستوى الأمثل.

عندما تحد خصوبة التربة من إنتاج الكتلة الحيوية فإن اختيار إنتاج الكتلة الحيوية النسبي في واجهة خصوبة التربة قائمة إدارة الحقل يحدد الغطاء النباتي للمحصول الذي يمكن الوصول إليه في حقل لا تغزوه الأعشاب الضارة (الشكل 6-13). وبما أن تطور الغطاء النباتي CC محدود بخصوبة التربة فإن الغطاء النباتي الكلي للمحصول والأعشاب الضارة الذي يمكن الوصول إليه في حقل تغزوه الأعشاب الضارة سوف يتطابق مع الغطاء النباتي للمحصول الذي يمكن الوصول إليه في حقل لا تغزوه الأعشاب الضارة (الشكل 6-14).

انخفاض إنتاج الكتلة الحيوية

يُعرَض تقدير للإنتاج الأعظمي للكتلة الحيوية للمحصول الذي يمكن الحصول عليه في حقل تغزوه الأعشاب الضارة في واجهة الكتلة الحيوية 'biomass' من واجهة إدارة الأعشاب الضارة weed-management في قائمة إدارة الحقل (الشكل 6-15).

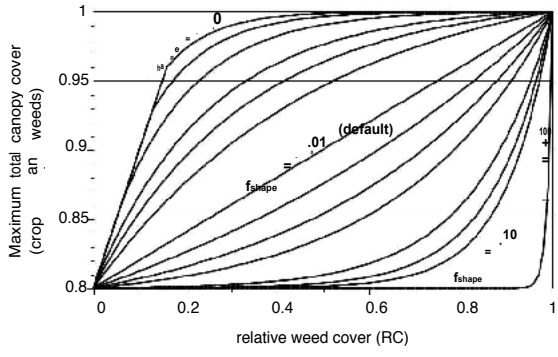
الشكل 6-11. الطرق المختلفة لتحديد تطور الغطاء النباتي CC بسبب غزو الأعشاب الضارة (1) بتحديد نسبة ازدياد مئوية. (2) بتحديد الغطاء النباتي الكلي total CC عند منتصف الموسم في حقل تغزوه الأعشاب الضارة (3) باختيار أحد تصنيفات تطور الغطاء النباتي (4) بتحديد قيمة لعامل الشكل



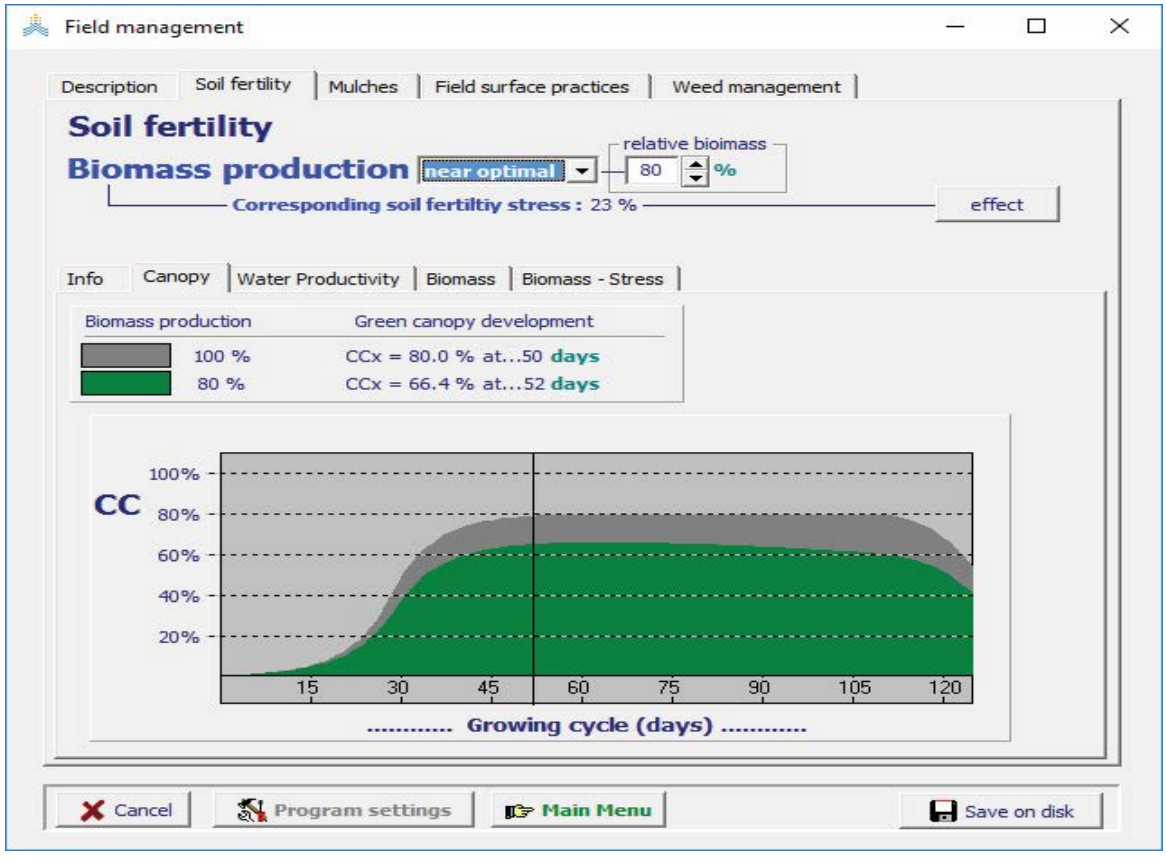
الجدول 6-4. تصنيفات تطور الغطاء النباتي CC بسبب غزو الأعشاب الضارة والقيم والمجالات الافتراضية الموافقة لعامل الشكل

تصنيف تطور الغطاء النباتي CC بسبب غزو الأعشاب الضارة	fshape	
	القيمة الافتراضية	المجال
شديد جدا	- 10	≤ -7.50
شديد	- 4	-7.49 … -1.00
معتدل	- 0.01	-0.99 … +0.99
ضعيف	+ 2	1.00 … 2.99
معدوم-ضعيف جدا	+ 100	≥ 3.00

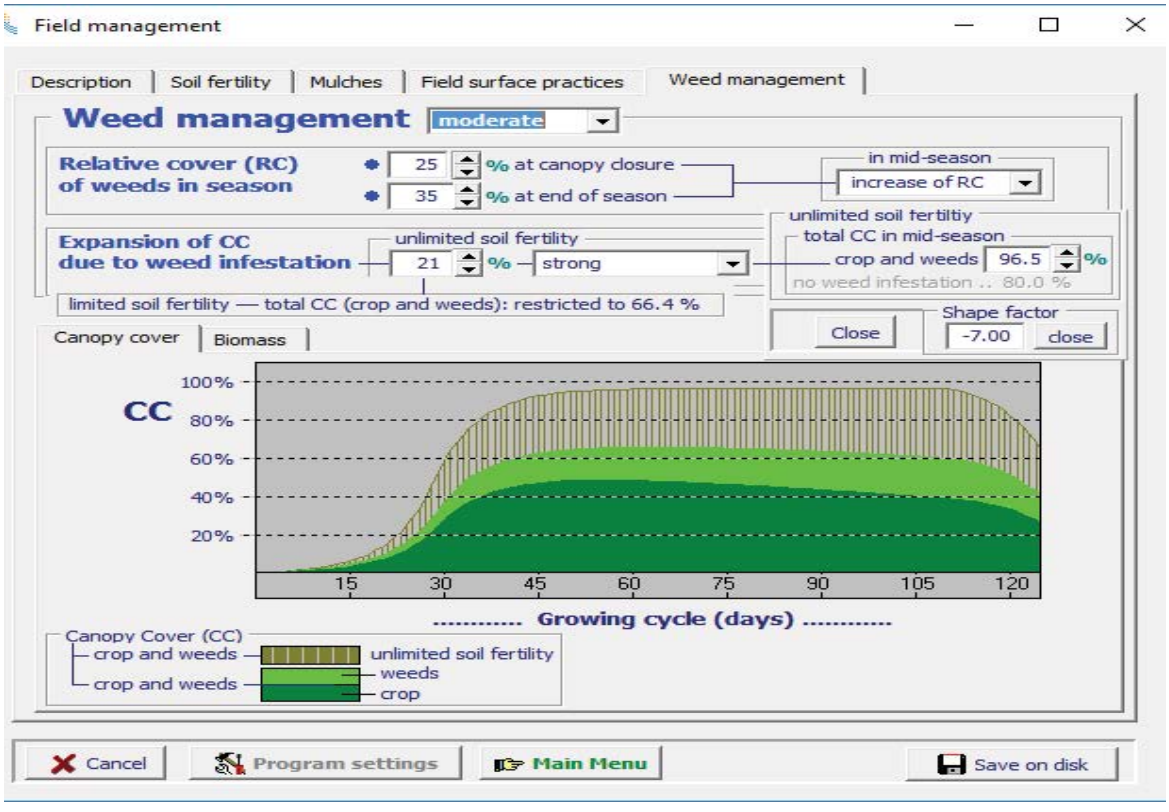
الشكل 6-12. الغطاء النباتي الكلي للمحصول والأعشاب الضارة عند منتصف الموسم (CCx,TOT) لقيم مختلفة لغطاء الأعشاب النسبي (RC) وعامل الشكل (fshape) لحقل كان الغطاء النباتي الأعظمي CCx فيه سيبلغ 0.8 في ظروف الخلو من غزو الأعشاب الضارة



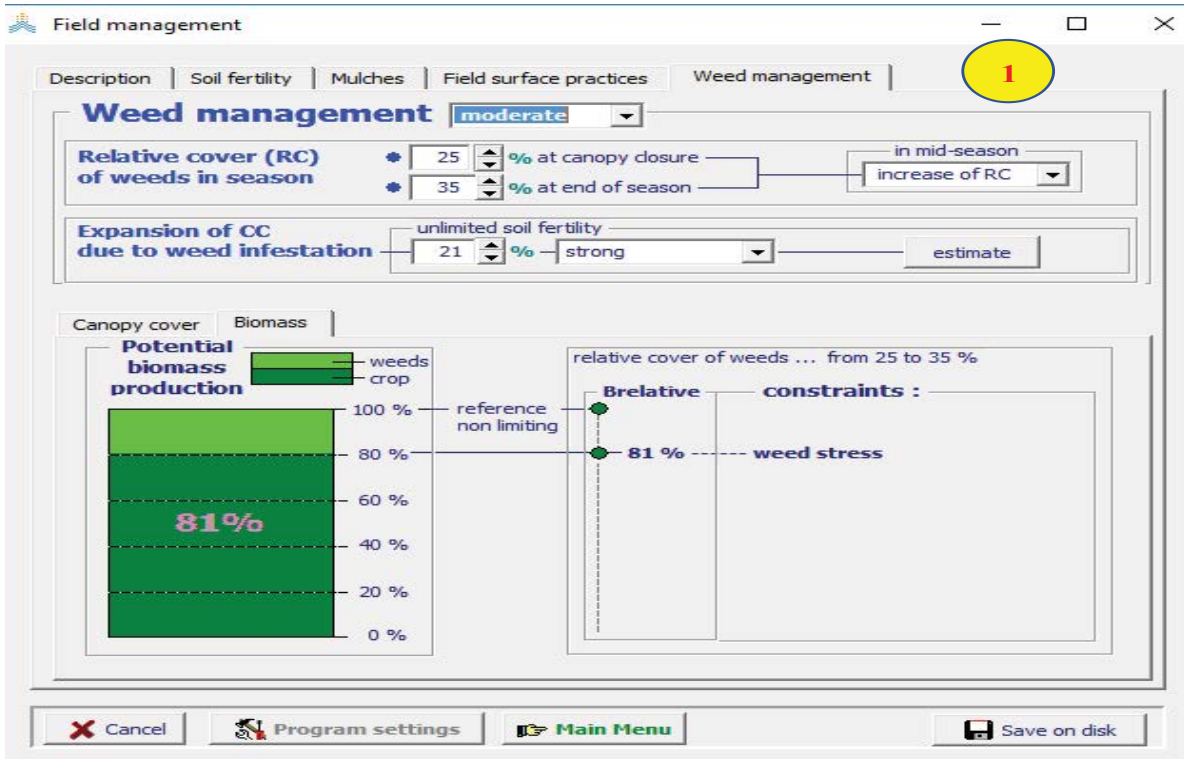
الشكل 6-13. الغطاء الخضري للمحصول الذي يمكن الوصول إليه في ظروف محدودية خصوبة التربة وعدم غزو الأعشاب الضارة كما تظهر في قائمة إدارة الحقل Field management

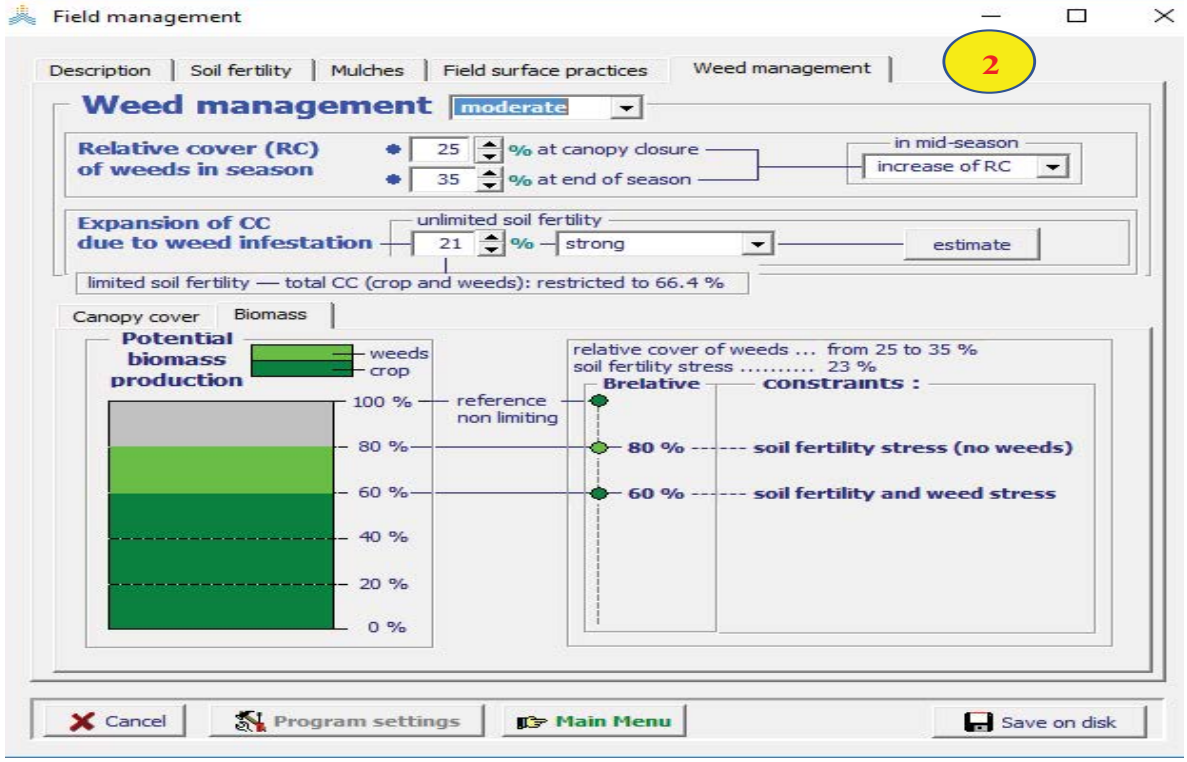


الشكل 6-14. الغطاء النباتي الإجمالي للمحصول والأعشاب الضارة الذي يمكن الوصول إليه في ظروف محدودية خصوبة التربة وغزو الأعشاب الضارة كما تظهر في قائمة إدارة الحقل Field managementانخفاض إنتاج الكتلة الحيوية



الشكل 6-15. الإنتاج النسبي الأعظمي المقدر للكتلة الحيوية لمحصول والذي يمكن الحصول عليه في حقل غزته الأعشاب الضارة (1) مع (2) بدون إجهاد خصوبة التربة كما تعرض في قائمة إدارة الحقل





7. تشغيل المحاكاة

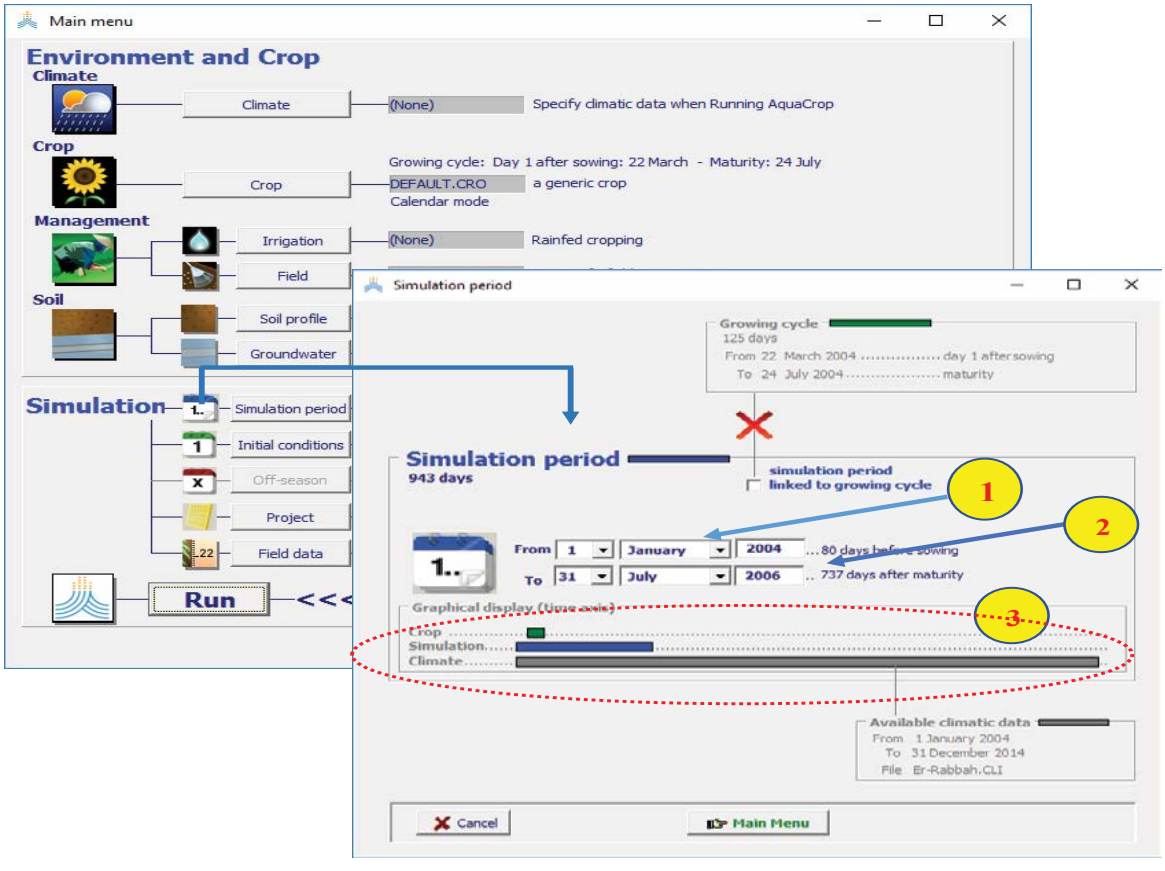
بداية فترة المحاكاة

تتحدد فترة المحاكاة بالتواريخ التي يتم إدخالها في قائمة فترة المحاكاة Simulation period (شكل 7-1).

يمكن أن تتطابق فترة المحاكاة مع دورة النمو ويمكن ألا تتطابق كما يمكن أن تكون أطول منها أو أقصر طالما أنها لا تتجاوز مجال البيانات المناخية.

يجب أن تكون الشروط الابتدائية معلومة عند تاريخ البدء لفترة المحاكاة. يمكن أن تقاس الشروط الابتدائية في الحقل. يمكن أن تبدأ المحاكاة في يوم يكون تقدير الشروط الابتدائية فيه مقبولا إذا لم تتوفر البيانات الحقلية، كبداية الربيع مثلا عندما يكون محتوى ماء التربة عند السعة الحقلية غالبا بعد أمطار الشتاء الطويلة، أو في نهاية فترة طويلة من الجفاف حيث يرجح أن يكون محتوى ماء التربة قريبا من حد الذبول.

الشكل 7-1. باختيار الأمر فترة المحاكاة <Simulation period> في القائمة الرئيسة يصل المستخدم إلى قائمة فترة المحاكاة Simulation period حيث يحدد (1) بداية فترة المحاكاة (2) نهاية فترة المحاكاة ويرسم البرنامج مخططا يظهر (3) فترة النمو (بالأخضر) وفترة المحاكاة (بالأزرق) والمجال الزمني البيانات المناخية المتوفرة (بالرمادي)



الشروط الابتدائية عند بدء فترة المحاكاة

تشمل الشروط الابتدائية رطوبة التربة ومحتوى الأملاح في مقطع التربة، وتطور المحصول والإنتاج عند بداية اليوم الأول من فترة المحاكاة.

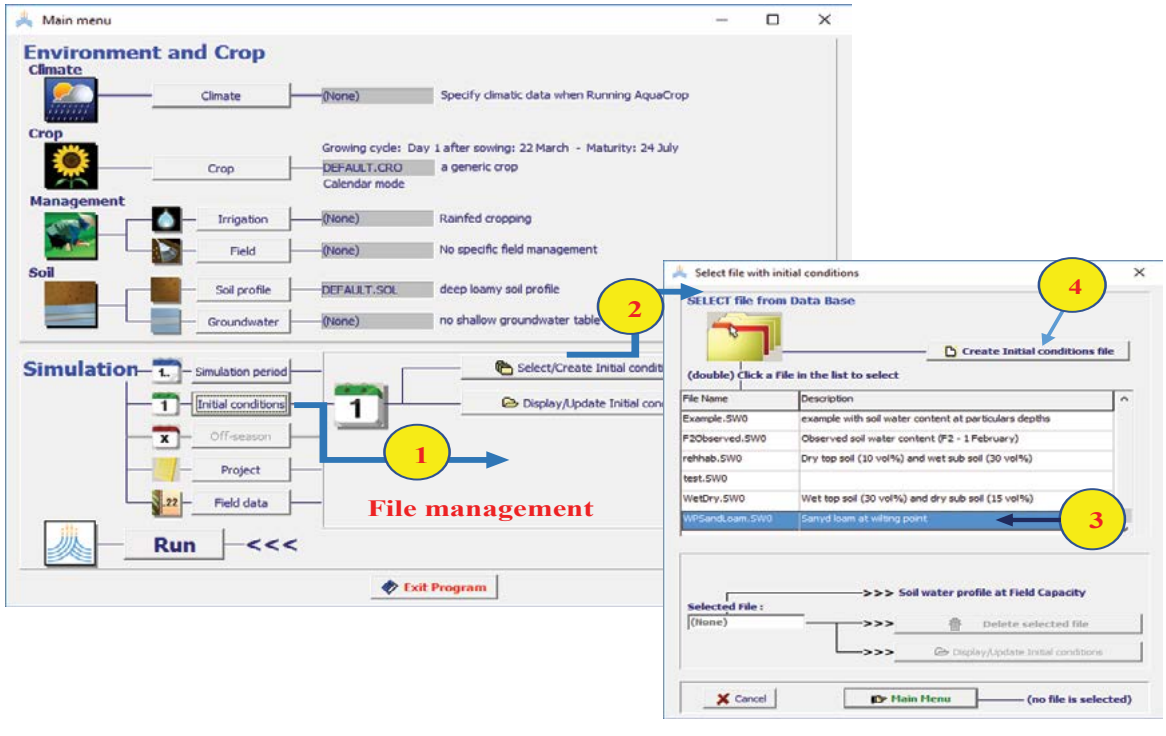
إنشاء ملفات الشروط الابتدائية

يمكن إنشاء ملف يتضمن الشروط الابتدائية في بداية فترة المحاكاة باختيار الأمر أنشئ ملف شروط ابتدائية <Create file initial conditions> في قائمة اختر ملف بظروف ابتدائية Select file with initial conditions (شكل 7-2).

يتم عرض الشروط الابتدائية حيث يمكن أن تعدل في واجهات مختلفة من قائمة الشروط الابتدائية (الشكلين 7-3 7-4):

- التوصيف: لتعديل توصيف الملف الذي يحتوي الشروط الابتدائية.
- محتوى ماء التربة والملوحة الابتدائية Initial soil water and salinity content: لتعديل ملوحة ومحتوى ماء التربة.
- تطور وإنتاج المحصول الابتدائي Initial crop development and production: لتعديل درجة تطور المحصول وإنتاجه عندما تكون بداية فترة المحاكاة بعد الإنبات.

الشكل 7-2. باختيار (1) الأمر الشروط الابتدائية <Initial conditions> ثم (2) الأمر اختر/أنشئ ملف شروط ابتدائية <Select/Create file Initial conditions> في لوحة إدارة الملفات في القائمة الرئيسة يصل المستخدم إلى قائمة اختر ملف ظروف ابتدائية Select file with initial conditions حيث (3) يختار أحد ملفات الشروط الابتدائية الموجودة أو (4) يختار الأمر أنشئ ملف شروط ابتدائية <Create initial conditions file>.



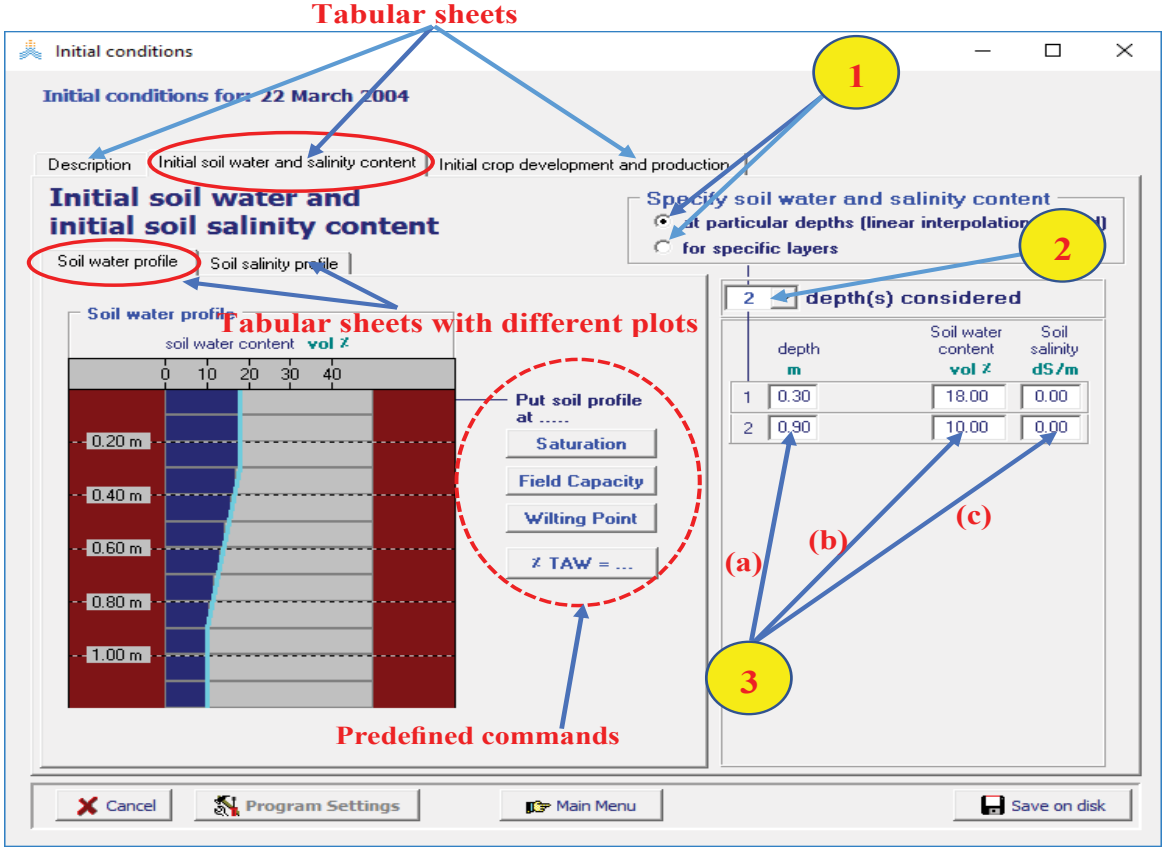
رطوبة التربة والملوحة الابتدائيين

يمكن تحديد رطوبة التربة ومحتوى الملوحة في نقاط مختلفة من مقطع التربة عند بداية فترة المحاكاة في واجهة رطوبة التربة والملوحة الابتدائيين 'Initial soil water and salinity content' من قائمة الشروط الابتدائية (الشكل 7-3):

1. حدد ما إذا كان المحتوى محددا عند عمق معين أو لطبقات تربة محددة. وهذا مختلف عن تحديد عدد طبقات التربة الذي تم في ملف مقطع التربة.
2. اختر عدد الأعماق أو الطبقات المختلفة التي تم الاعتيان منها أو التي يمكن تقدير رطوبة التربة والملوحة فيها (من طبقة واحدة ممثلة حتى 12 طبقة/عمق مختلفة).
3. حدد (a) العمق (أو سماكة الطبقة) و (b) رطوبة التربة (c) محتوى الملوحة عند كل عمق أو لكل طبقة. تتحدد رطوبة التربة بنسبة مئوية حجمية ويتحدد محتوى الملوحة بالناقلية الكهربائية لمستخلص معجون إشباع التربة (ECe)..

يمكن بمساعدة أوامر معرفة مسبقا أن يوضع كامل مقطع التربة عند رطوبة محددة (إشباع، سعة حقلية، حد ذبول، نسبة مئوية محددة من TAW) ومحتوى ملوحة (ECe محددة). يجب اختيار ملف مقطع التربة الصحيح لاستخدام الأوامر المعرفة مسبقا.

الشكل 7-3. قائمة الشروط الابتدائية Initial conditions وواجهاتها: التوصيف 'Description' المحتوى الابتدائي لملوحة وماء التربة 'Initial soil water and salinity content' وتطور المحصول والانتاج الابتدائي 'Initial crop development and production'



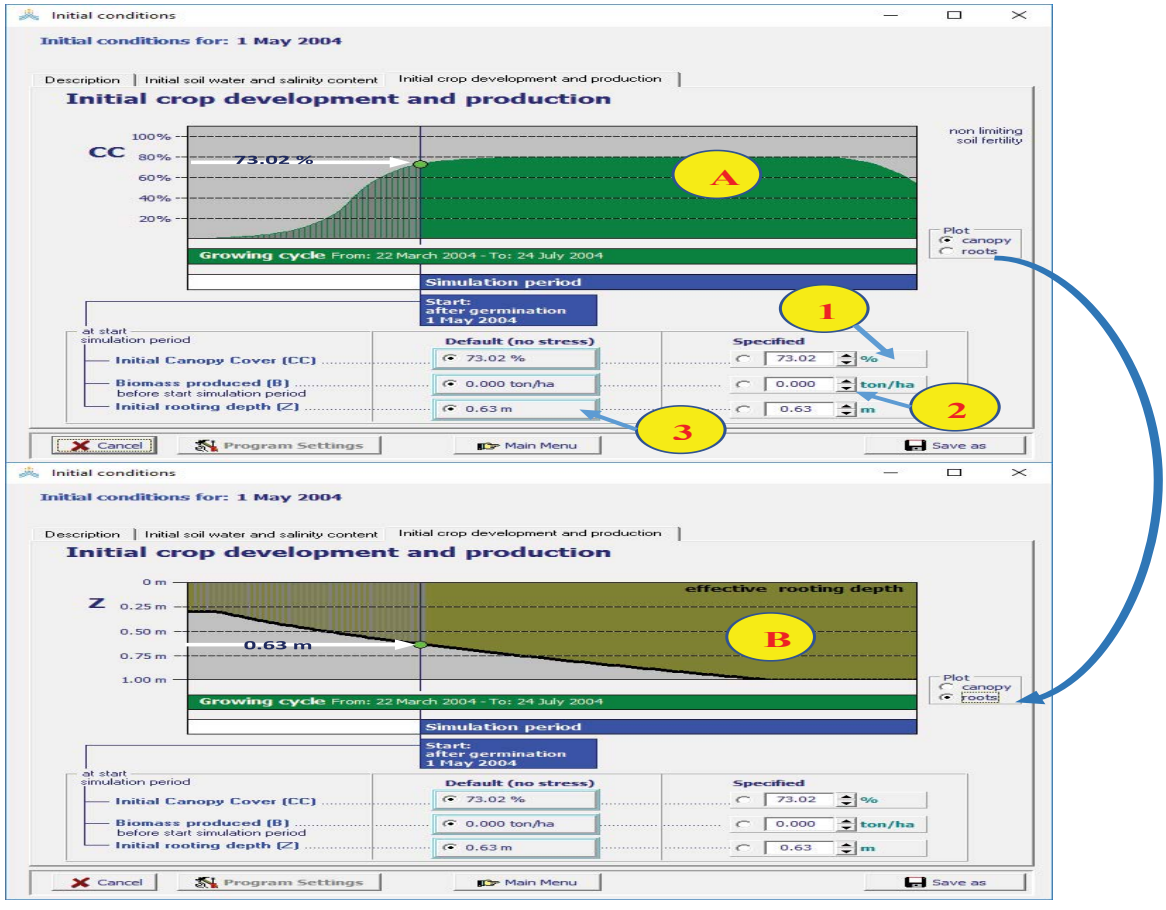
الإنتاج وتطور المحصول الابتدائي

قد نضطر لبدء فترة المحاكاة بعد إنبات المحصول إما لعدم توفر تقدير موثوق للظروف الابتدائية قبل الزراعة أو لعدم توفر البيانات المناخية. إذا تأثر تطور المحصول بأية إجهادات قبل فترة المحاكاة يتوجب على المستخدم أن يعدل حالة الغطاء النباتي (CC) وعمق الجذور (Z) والكتلة الحيوية فوق الأرض (B) التي تم إنتاجها عند بداية المحاكاة. يمكن قياس هذه الشروط الابتدائية في الحقل أو يمكن تقديرها بمساعدة الاستشعار عن بعد.

يحدد المستخدم في واجهة إنتاج وتطور المحصول الابتدائي في قائمة الشروط الابتدائية ما يلي (الشكل 7-4):

1. الغطاء النباتي الابتدائي (CC)كنسبة مئوية، إذا كان مختلفا عن الغطاء النباتي الأعظمي الذي كان يمكن الوصول إليه بدون إجهادات مائية (وهي الحالة الافتراضية)، عند بداية فترة المحاكاة.
2. الكتلة الجافة للكتلة الحيوية فوق الأرض (B) التي تم إنتاجها عند بدء فترة المحاكاة بالطن/هكتار، إذا كانت مختلفة عن الصفر (وهو الحالة الافتراضية).
3. عمق الجذور الابتدائي بالمتر، إذا كان مختلفا عن عمق الجذور الأعظمي الذي كان يمكن الوصول إليه بدون إجهادات مائية (وهو الحالة الافتراضية)، عند بداية فترة المحاكاة.

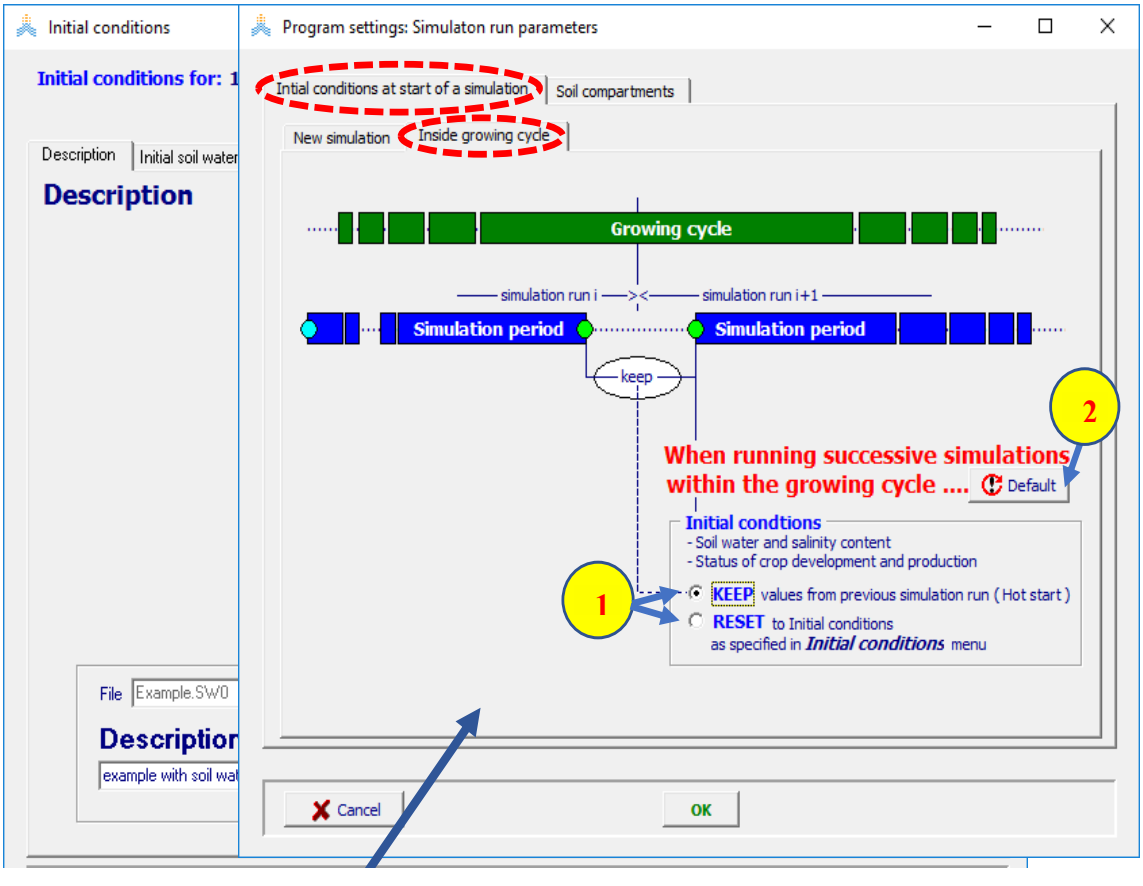
الشكل 7-4. حدد (1) الغطاء النباتي (2) الكتلة الحيوية المنتجة (3) عمق الجذور عند بدء فترة المحاكاة في واجهة إنتاج وتطور المحصول الابتدائي 'Initial crop development and production' في قائمة الشروط الابتدائية Initial conditions مع الإشارة إلى الغطاء النباتي وعمق الجذور في المخطط المقابل (A وB)



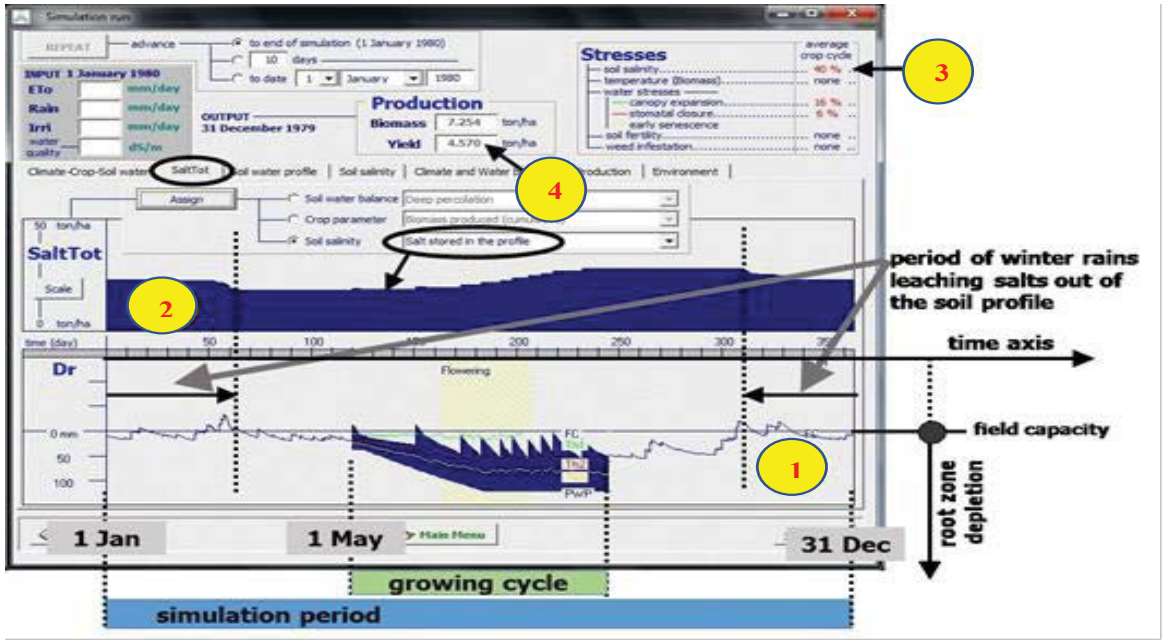
المحاكاة المتتالية: احفظ/أعد تعيين الشروط الابتدائية Keep/Reset initial conditions

تعتبر الشروط الابتدائية المحددة في قائمة الشروط الابتدائية افتراضيا هي نفسها في بداية كل تشغيل للمحاكاة (أعد الإعدادات إلى ظروف بدائية محددة RESET to specified Initial conditions).
يقدم برنامج AquaCrop خيارا لاعتبار رطوبة التربة والملوحة الناتجتان في نهاية فترة المحاكاة كظروف ابتدائية للتشغيل القادم (احفظ القيم KEEP values من تشغيل المحاكاة السابق from previous simulation run). بما أن هذا الخيار ليس الخيار الافتراضي فهو يحتاج لتغيير إعدادات أحد بارامترات البرنامج والذي يتم إجراؤه في قائمة إعدادات البرنامج: معاملات تشغيل المحاكاة Program settings: Simulation run parameters (الشكل 5-7 و6-7). ينطبق الإعداد <KEEP values from previous simulation run> طالما بقي ملف التربة بدون تغيير ولم يتم إعادة تعيين الخيار إلى حالته الافتراضية <RESET to specified initial conditions>.

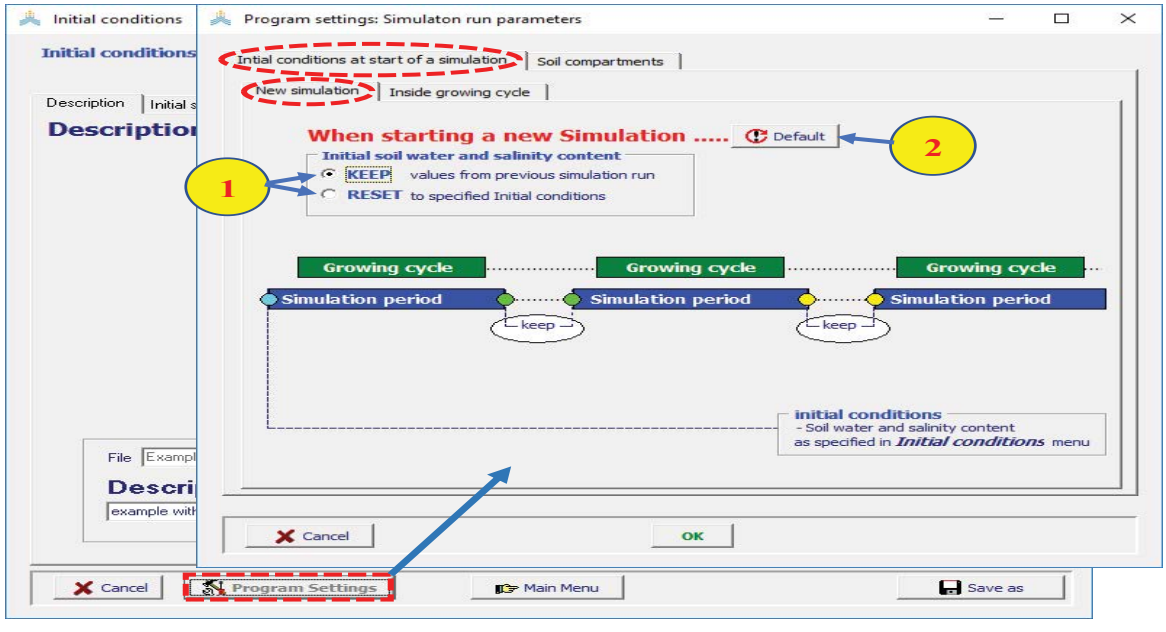
الشكل 5-7. باختيار الأمر إعدادات البرنامج <Program Settings> في قائمة الشروط الابتدائية Initial conditions يصل المستخدم إلى قائمة إعدادات البرنامج: معاملات المحاكاة Program settings: Simulation parameters حيث يمكن أن يختار (1) خيار احفظ أو أعد تعيين KEEP or RESET أو (2) الإعدادات الافتراضية لمعاملات برنامج المحاكاة. وذلك في حالة محاكاة متعاقبة تتضمن فترة النمو.



الشكل 7-7. يظهر في قائمة تشغيل المحاكاة 1) Simulation run) استهلاك مياه منطقة الجذور root zone depletion 2)) الملح المخزون في منطقة الجذور (3) إجهادات ملوحة التربة (4) غلة المحصول، كنتيجة للري باستخدام مياه سيئة النوعية وتأثير غسيل مياه الأمطار خارج فترة النمو. تم تكرار التشغيل لعدة سنوات مع خيار احفظ KEEP للظروف الابتدائية



الشكل 7-6. باختيار الأمر إعدادات البرنامج <Program Settings> في قائمة الشروط الابتدائية Initial conditions يصل المستخدم إلى قائمة إعدادات البرنامج: معاملات المحاكاة Program settings: Simulation parameters حيث يمكن أن يختار (1) خيار احفظ أو أعد تعيين KEEP or RESET أو (2) الإعدادات الافتراضية لمعاملات برنامج المحاكاة. وذلك في حالة محاكاة متعاقبة ضمن فترة النمو (بداية حارة)



يكون التشغيل مع خيار "KEEP" مفيدا مثلا لمحاكاة تراكم الأملاح عبر السنوات المتعاقبة. بإعادة المحاكاة مع اعتبار كامل العام كفترة محاكاة، يمكن دراسة تأثير غسيل أمطار الشتاء للأملاح خارج منطقة الجذور.

في المثال المعروض في الشكل 7-7 تم تشغيل محاكاة متعاقبة لمحصول بندورة مزروع في أول أيار/May في منطقة تونس في تربة لومية غضارية رملية متجانسة. تم ري المحصول بالخطوط وتم تزويده بري مسبق عند الزراعة. كانت مياه الري المستخدمة سيئة النوعية (4 dS/m) تم تشغيل المحاكاة من أول كانون الثاني/Jan حتى 31 كانون الأول/Dec وكررت لعدد من السنوات حتى أصبح محتوى الملوحة في منطقة الجذور وإجهاد الملوحة وانخفاض إنتاج المحصول عند مستو ثابت تقريبا.

المشاريع Projects

ملف المشروع Project file

يجب على المستخدم أن يختار من القائمة الرئيسية ملف المحصول المضبوط بدقة والملفات التي تصف البيئة التي يزرع فيها المحصول (المناخ، الإدارة، التربة) وكذلك الشروط الابتدائية وأن يحدد بداية دورة النمو وفترة المحاكاة، قبل أن يقوم بتشغيل المحاكاة. سوف تتم المحاكاة بما يتوافق مع إعدادات معاملات البرنامج (يتم استخدام الإعدادات الافتراضية مالم يتم تغييرها صراحة) يمكن للمستخدم بدلا من إجراء الاختيارات المطلوبة والتحديدات في القائمة الرئيسة أن يقوم بتحميل ملف المشروع الذي يتضمن كل المعلومات اللازمة للمحاكاة المذكورة أعلاه.

الجدول 7-1. بنية ملف مشروع

رقم السطر	الوصف
أ - معلومات	
1	وصف المشروع
2	رقم نسخة AquaCrop
ب- فترة المحاكاة والزراعة (دورة النمو) للتشغيل الأول	
3	رقم اليوم (1) لأول يوم من فترة المحاكاة.
4	رقم اليوم (1) لآخر يوم من فترة المحاكاة
5	رقم اليوم (1) لأول يوم من دورة النمو
6	رقم اليوم (1) لآخر يوم من دورة النمو
ج - معاملات البرنامج	
7 -27	القيم لمعاملات البرنامج وعددها 21
د - الاسم (2) والمكتبة (3) لاثني عشر ملفا تحوي خصائص المحصول المضبوط بدقة و البيئة (المناخ، الإدارة، والتربة) والشروط الابتدائية.	
28 - 37	ملف مناخ والملفات المتضمنة فيه: ملف درجة حرارة، ملف ETo، ملف هطول مطري وملف CO2 بالإضافة إلى ملف محصول وملف إدارة ري وملف إدارة حقل وملف مقطع تربة وملف سطح مياه جوفية وملف ظروف ابتدائية وملف ظروف خارج فترة النمو.
في حالة مشروع متعدد التشغيلات، يجب تكرار تحديد القسم b والقسم c لكل تشغيل من التشغيلات المتعاقبة (في السطور الأربعين التالية). لا يمكن إعادة تحديد معاملات البرنامج حيث أن الإعدادات المحددة لأول تشغيل (القسم c) تنطبق على كل التشغيلات.	
1. رقم اليوم: يعود رقم اليوم إلى عدد الأيام التي مرت منذ تاريخ 0th January 1901 at 0 am (انظر الدليل المرجعي للإجراء الحسابي reference manual for the calculation procedure). 2. اسم الملف: في غياب اسم ملف (none) يتم اعتماد الإعدادات الافتراضية (انظر الجدول 2-1). 3. المكتبة (المسار): في غياب ملف. يتم اعتماد (none)كمكتبة.	

يتم التمييز بين المشاريع التي تتضمن المعلومات لتشغيل محاكاة منفردة (single simulation run (‘.PRO’ files أو المشاريع التي تتكون من مجموعة من التشغيلات المتعاقبة، ما يدعى المشاريع متعددة التشغيل (multiple run projects (. PRM’ files. يمكن للمستخدم في المشروع المتعدد التشغيل أن يشغل محاكاة معينة لعدد من السنوات المتعاقبة. كما يمكن استخدام المشروع متعدد التشغيل لمحاكاة دورة محاصيل (محاصيل متعاقبة).

بنية ملفات المشروع

ملف المشروع هو ملف نصي يحتوي (a) معلومات عن المشروع (b) فترة المحاكاة وزراعة المحاصيل (c) إعدادات معاملات البرنامج (d) أسماء الملفات (المحصول، البيــئة، الشروط الابتدائيــة) المطلوبة من أجل تشغيل المحاكاة (جدول 7-1).

إنشاء ملفات مشروع

من السهل إنشاء مشروع إذا قام المستخدم باختيار الملفات التي تحتوي المحصول المضبوط بدقة والبيئة (المناخ، الإدارة، التربة) والشروط الابتدائية لتشغيل محدد في القائمة الرئيسة.

يتم إنشاء المشروع باختيار الأمر أنشئ ملف مشروع <Create project file> في قائمة اختر ملف مشروع Select project file بعد أن يتم تحديد نوعه (شكل 7-8).:

1. تشغيل محاكاة منفردة.
2. سنوات متعاقبة (تشغيل متعدد).
3. دورات محاصيل (تشغيل متعدد)

بعد اختيار الأمر أنشئ ملف مشروع <Create project file> تظهر قائمة أنشئ مشروع Create project file (الشكل 7-9 و7-10). في حالة المشروع المتعدد التشغيلات والذي يتكون من تكرار المحاكاة على مدى عدة سنوات يجري عرض عدد السنوات (تبعا للبيانات المتوفرة في ملف المناخ المختار) في أعلى القائمة. يمكن تغيير رقم السنة (سلسلة من تشغيلات المحاكاة). باختيار أحد الأوامر المفتاحية في الجانب الأيسر من قائمة أنشئ ملف مشروع، تظهر واجهة المعلومات المتوافقة معه مع الإشارة إلى الملف المختار (وإتاحة الخيار لاختيار ملف آخر) ومعلومات أخرى مطلوبة. إذا لم يتم اختيار أي ملف يتم اعتماد الشروط الافتراضية (جدول 2-1).

تتألف البيانات المحددة في واجهة المعلومات من:

المناخ Climate: الملفات المختارة التي تحتوي على بيانات الهطول المطري، التبخر- نتح المرجعي، درجة حرارة الهواء، CO_2 بالإضافة إلى اسم ملف المناخ.

المحصول Crop: ملف المحصول المختار وطريقة تحديد تاريخ البذار/الزراعة والذي يمكن أن يكون (الشكل 7-9):

- تاريخ محدد.
- التاريخ الذي يتم توليده بناء على بيانات الهطول المطري: يتم تحديد نافذة البحث والمعيار المختار وعدد مرات حدوث المعيار المختار قبل توليد اليوم الأول في واجهة معيار الهطول المطري.
- التاريخ الذي يتم توليده بناء على بيانات درجة حرارة الهواء: يتم تحديد نافذة البحث والمعيار المختار وعدد مرات حدوث المعيار المختار قبل توليد اليوم الأول في واجهة معيار درجة حرارة الهواء.

في حالة المشروع متعدد التشغيلات بسنوات متعاقبة يتم تحديد العام للتشغيل الأول من سلسلة المحاكاة.

الري irrigation: ملف إدارة الري المختار.

الحقل field: ملف إدارة الحقل المختار.

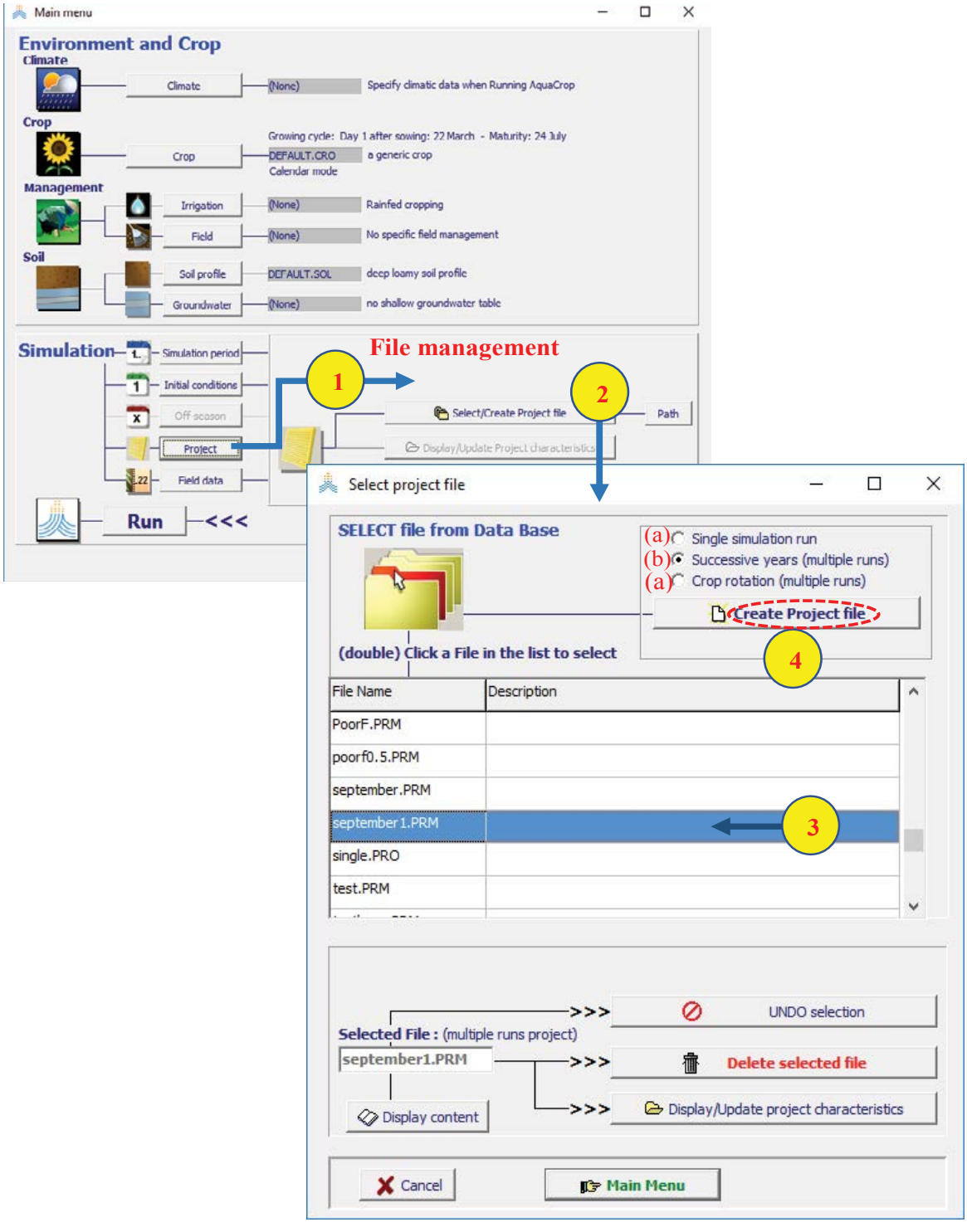
مقطع التربة Soil profile: ملف مقطع التربة المختار.

المياه الجوفية Groundwater: ملف المياه الجوفية المختار.

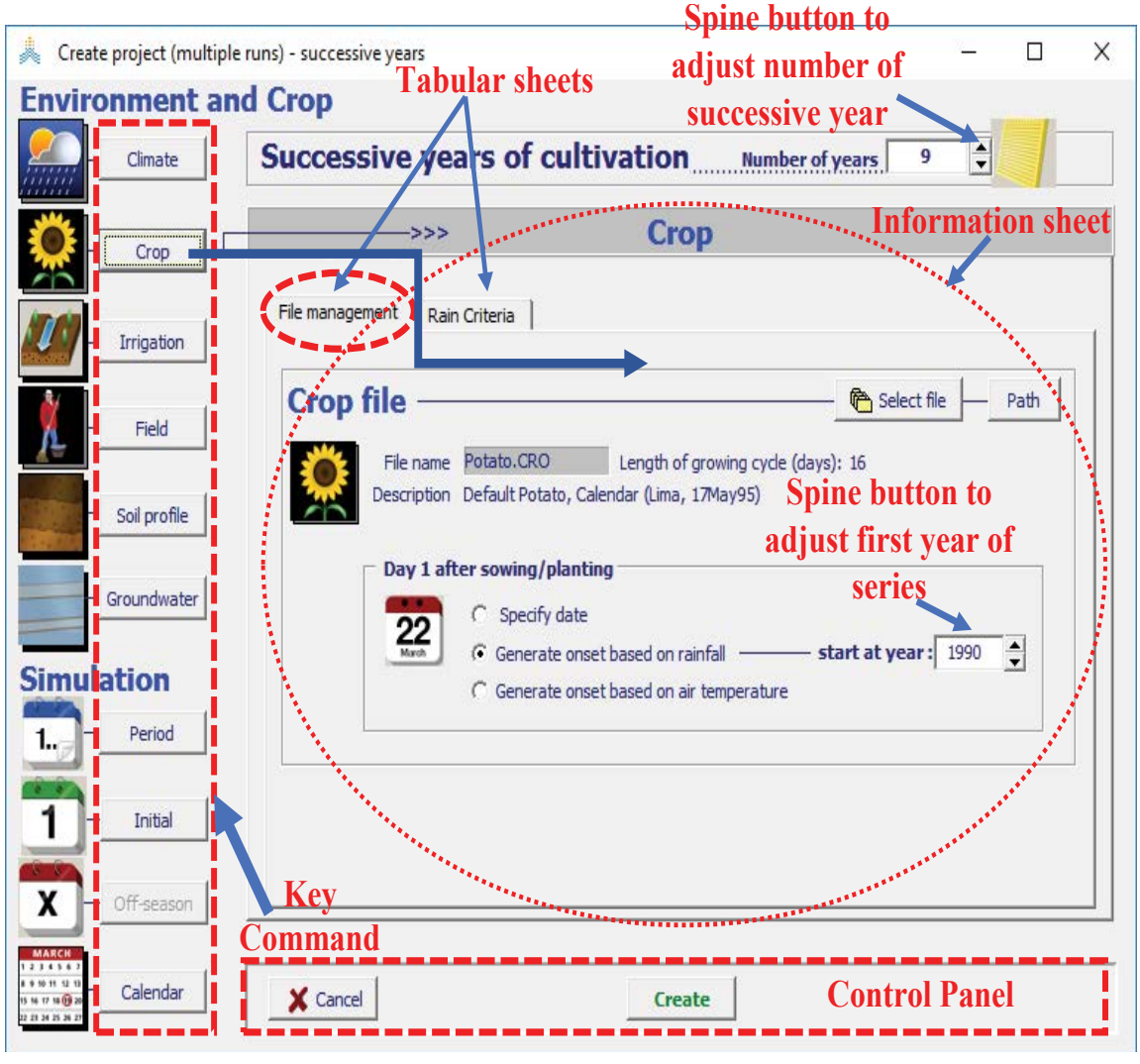
الفترة Period: فترة المحاكاة والتي يمكن أن تكون:

- مرتبطة بدورة النمو
- تبدأ في تاريخ محدد

الشكل 7-8. باختيار (1) أمر مشروع <Project> ثم (2) أمر اختر/أنشئ ملف مشروع <Select/Create Project file> في لوحة إدارة الملفات في القائمة الرئيسية يصل المستخدم إلى قائمة اختر ملف مشروع Select project file حيث (3) يختار أحد الملفات الموجودة أو (4) يختار أنشئ ملف مشروع <Create project file> (بتحديد نوعه a أو b أو c).



الشكل 7-9. الأوامر المفتاحية في قائمة أنشئ ملف مشروع، حيث يمكن استعراض واجهة معلومات لإدارة الملفات وبيانات أخرى



في حالة المشروع متعدد التشغيلات بسنوات متعاقبة يمكن أيضا تحديد بداية المحاكاة للتشغيل اللاحق (سنوات متعاقبة):

- مرتبطة بدورة النمو
- تبدأ في تاريخ محدد
- مرتبطة بشغيل المحاكاة للعام السابق (ينطبق في هذه الحالة الخيار احفظ KEEP للظروف الابتدائية.

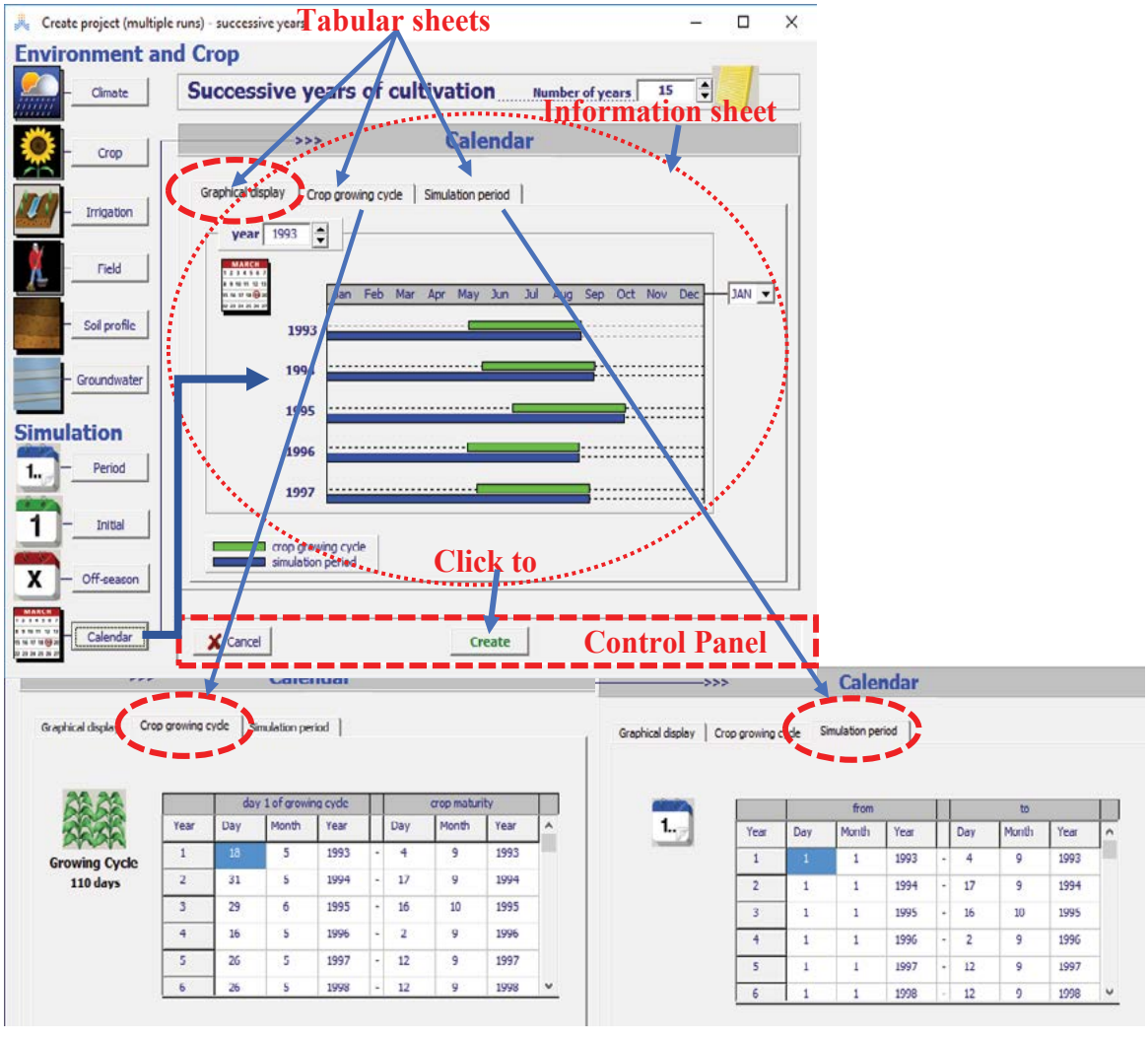
الابتدائية Initial: ملف الشروط الابتدائية المختار.

خارج فترة النمو off-season: ملف الشروط خارج فترة النمو المختار

التقويم Calendar: إظهار رقمي وبياني مع بداية ونهاية دورة النمو وفترة المحاكاة في الواجهات المختلفة (الشكل 7-10).

باختيار أمر أنشئ Create project في لوحة التحكم في أسفل قائمة أنشئ ملف مشروع Create project file (الشكل 7-10)، يتم إنشاء المشروع (والذي ينطوي على حفظ ملف نصي بالبنية والمعلومات المذكورة في الجدول 1-7).

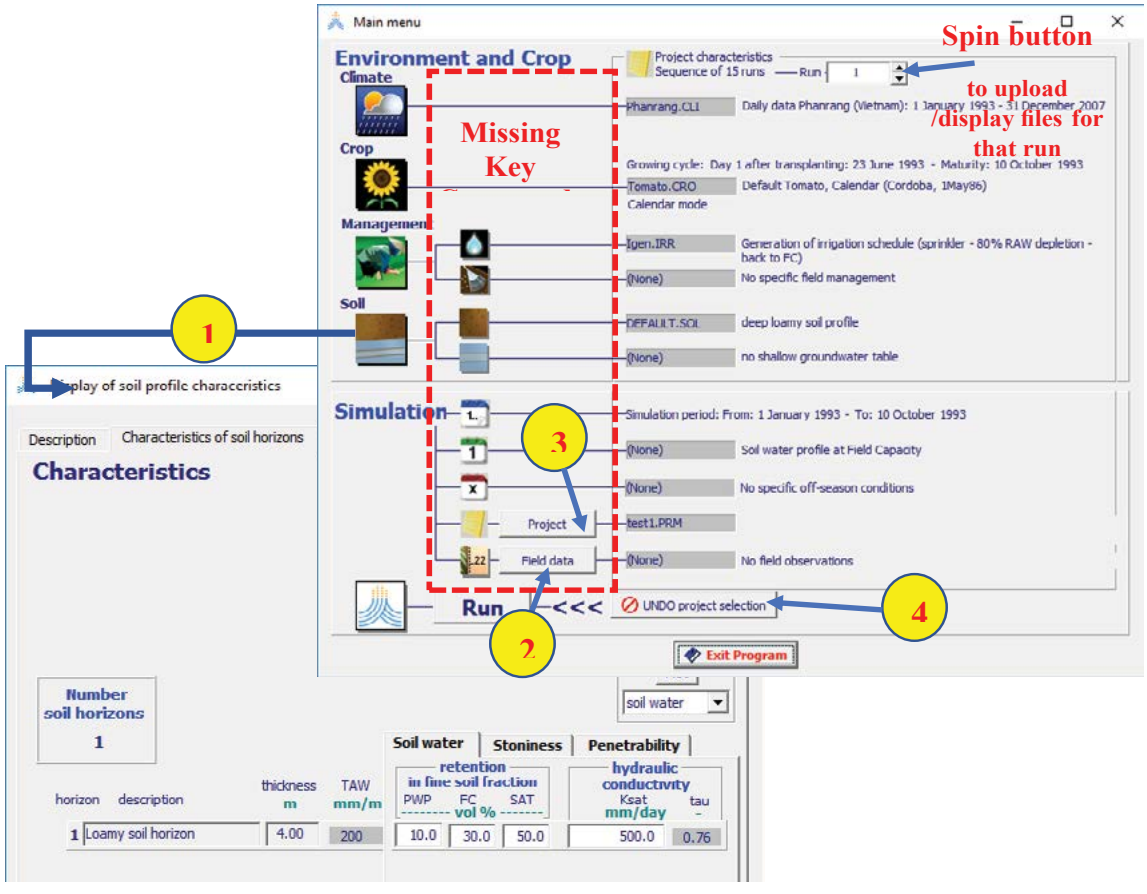
الشكل 7-10. واجهة معلومات التقويم 'Calendar information sheet' في قائمة أنشئ مشروعا Create project مع الإظهار العددي والبياني لبداية دورة النمو وفترة المحاكاة في واجهات مختلفة، في المثال المعروض الزراعة مبنية على معيار هطول مطري (حدوث أول)، في نافذة الوقت من 1 أيار/May حتى 30 حزيران/June , بينما تبدأ المحاكاة في كل عام في 1 كانون الثاني/Jan حيث يمكن افتراض أن رطوبة التربة مساوية للسعة الحقلية



تشغيل AquaCrop في وضع المشروع project mode:

يتم تعديل نظام تخطيط القائمة الرئيسية (الشكل 7-11) عند تحميل مشروع (الشكل 7-8 3) أو إنشاء مشروع (الشكل 7-10). إن هذا التعديل ضروري لتجنب اختيار أي ملف غير الملف المتضمن في المشروع. كما تكون الأوامر المفتاحية لاختيار الملفات غير مفعلة في القائمة الرئيسة (7-11). على أي حال يبقى استعراض خصائص المدخلات ممكنا بالنقر على الأيقونة الموافقة. في حالة المشروع متعدد التشغيلات يمكن استعراض محتويات التشغيلات الأخرى (والتي يمكن أن تحتوي مجموعة مختلفة من الملفات) بواسطة spin button في أعلى القائمة.

الشكل 7-11. القائمة الرئيسية في وضع المشروع project mode (مع الأوامر المفتاحية غير المفعلة) حيث يمكن (1) استعراض خصائص المدخلات (2) إضافة بيانات حقلية (3) يمكن تعديل خصائص مشروع و/أو اختيار أو إنشاء مشروع آخر (4) إلغاء اختيار مشروع (العودة إلى الإعدادات الافتراضية).



إذا اختار المستخدم الأمر ألغ اختيار المشروع <UNDO project selection> في القائمة الرئيسية يعود إلى الإعدادات الافتراضية المعتمدة عند بدء تشغيل AquaCrop (انظر جدول2-1).

تعديل خصائص المشروع Updating project characteristics:

يتم عرض الملفات المختارة وتاريخ الزراعة وفترة المحاكاة ومعاملات البرنامج لتشغيل المشروع في واجهات مختلفة من قائمة خصائص المشروع Project characteristics حيث يمكن أن يتم تعديلها (الشكل 7-12):

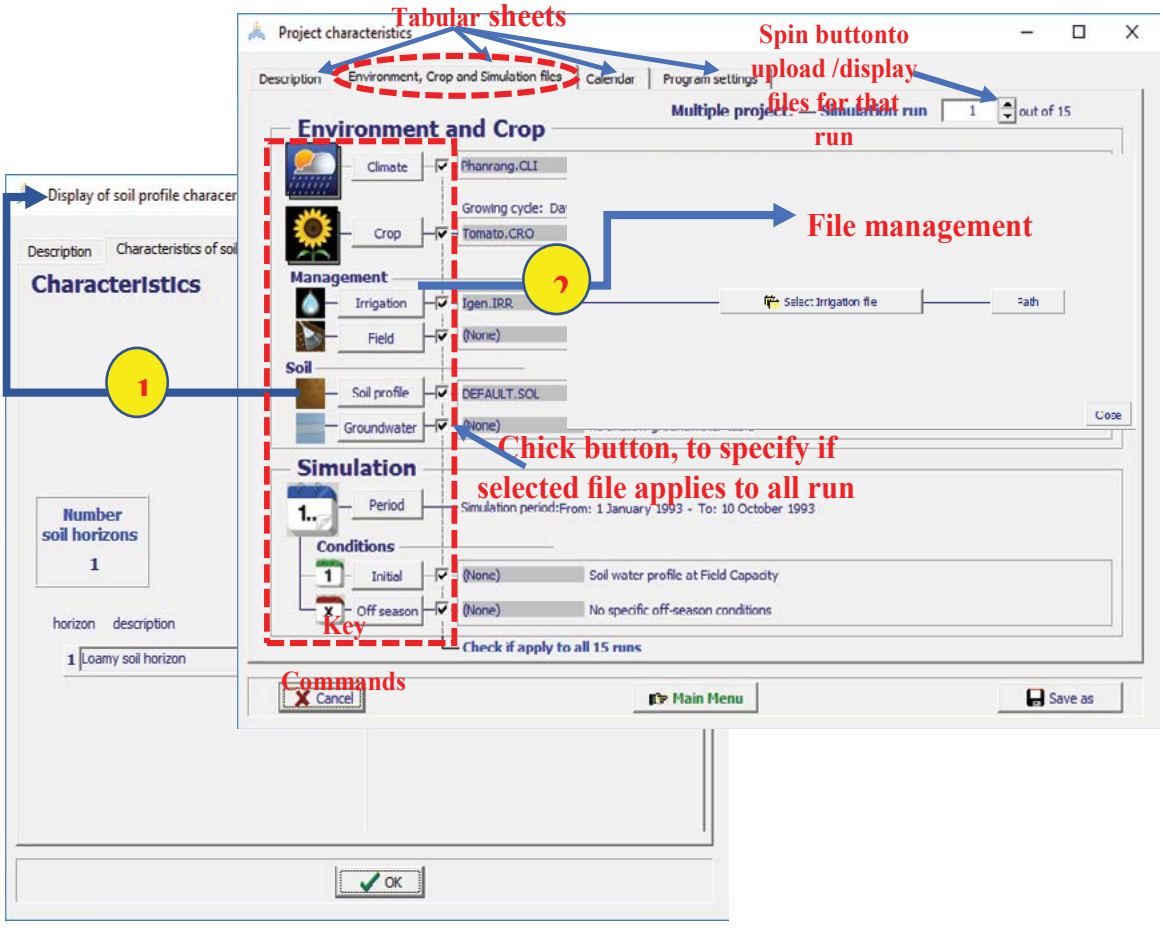
التوصيف: لتعديل وصف ملف المشروع.

ملفات البيئة والمحاكاة Environment and simulation files: في حالة مشروع متعدد التشغيلات يجب اختيار رقم التشغيل (حيث أن تاريخ الزراعة وفترة المحاكاة ومجموعة الملفات يمكن أن تختلف بين التشغيلات) من أجل:

- استعراض خصائص المدخلات.
- لتغيير اختيار ملف محصول أو ري أو إدارة حقل أو مقطع تربة أو مياه جوفية أو ظروف ابتدائية أو ظروف خارج فترة النمو في لوحة إدارة الملفات الموافقة.

يستثنى مما سبق ملف المناخ وملف مقطع التربة وملف المحصول (في حالة اعتبار سنوات متعاقبة) حيث ينبغي

الشكل 7-12. قائمة خصائص المشروع Project characteristics بواجهاتها: التوصيف Project characteristics, ملفات المحاكاة والبيئة 'Environment and Simulation files'، التقويم 'Calendar'، وإعدادات البرنامج 'Program settings' في واجهة ملفات المحاكاة والبيئة (1) يمكن استعراض خصائص المدخلات المختارة (2) يمكن اختيار ملفات مدخلات أخرى في لوحة إدارة الملفات الملائمة



اعتبار هذه الملفات عامة بين تشغيلات المحاكاة للمشروع متعدد التشغيلات. يجب تفعيل زر الحالة المناسب إذا كانت الملفات المختارة عامة لكل تشغيلات المشروع متعدد التشغيلات.

- تعديل بداية دورة النمو.
- لتعديل بداية ونهاية فترة المحاكاة.

التقويم: لعرض فترة دورة النمو وفترة المحاكاة.

إعدادات البرنامج: تغيير إعدادات معاملات البرنامج.

يمكن تعديل المشروع أيضا بإجراء التغيير مباشرة في ملف المشروع (الإطار 7-1). تعطي هذه الطريقة المتقدمة المستخدم المزيد من المرونة بالمقارنة مع واجهة البرنامج.

الإطار 7-1. طريقة متقدمة لتعديل ملفات المشاريع بمرونة أكبر.

يمكن للمستخدم تغيير محتويات ملف مشروع – مع المحافظة على بنيته – بإجراء التغييرات المطلوبة مباشرة على الملف النصي. ويكون هذا مفيدا لإجراء تغييرات سريعة في المشاريع متعددة التشغيلات أو لبناء أنواع أخرى من المشاريع متعددة التشغيلات غير النوعين الموجودين في واجهة البرنامج (السنوات المتعاقبة ودورات المحاصيل). باستخدام هذه الطريقة يتحرر المستخدم من القيود الموجودة في واجهة البرنامج. على سبيل المثال باستخدام النسخ واللصق يمكن للمستخدم أن يصمم بسرعة مشاريع متعددة التشغيلات تختلف تشغيلاتها عن بعضها بنوع التربة أو إدارة الحقل فقط بينما تكون بقية المدخلات (بما فيها المناخ) متطابقة.

البيانات الحقلية Field data

إنشاء ملفات بيانات حقلية field data files

يمكن إنشاء ملف يتضمن البيانات الحقلية المسجلة باختيار الأمر إنشاء ملف بيانات حقلية <Create Field data file> في قائمة اختر ملف بيانات حقلية Select field data file (الشكل 7-13).

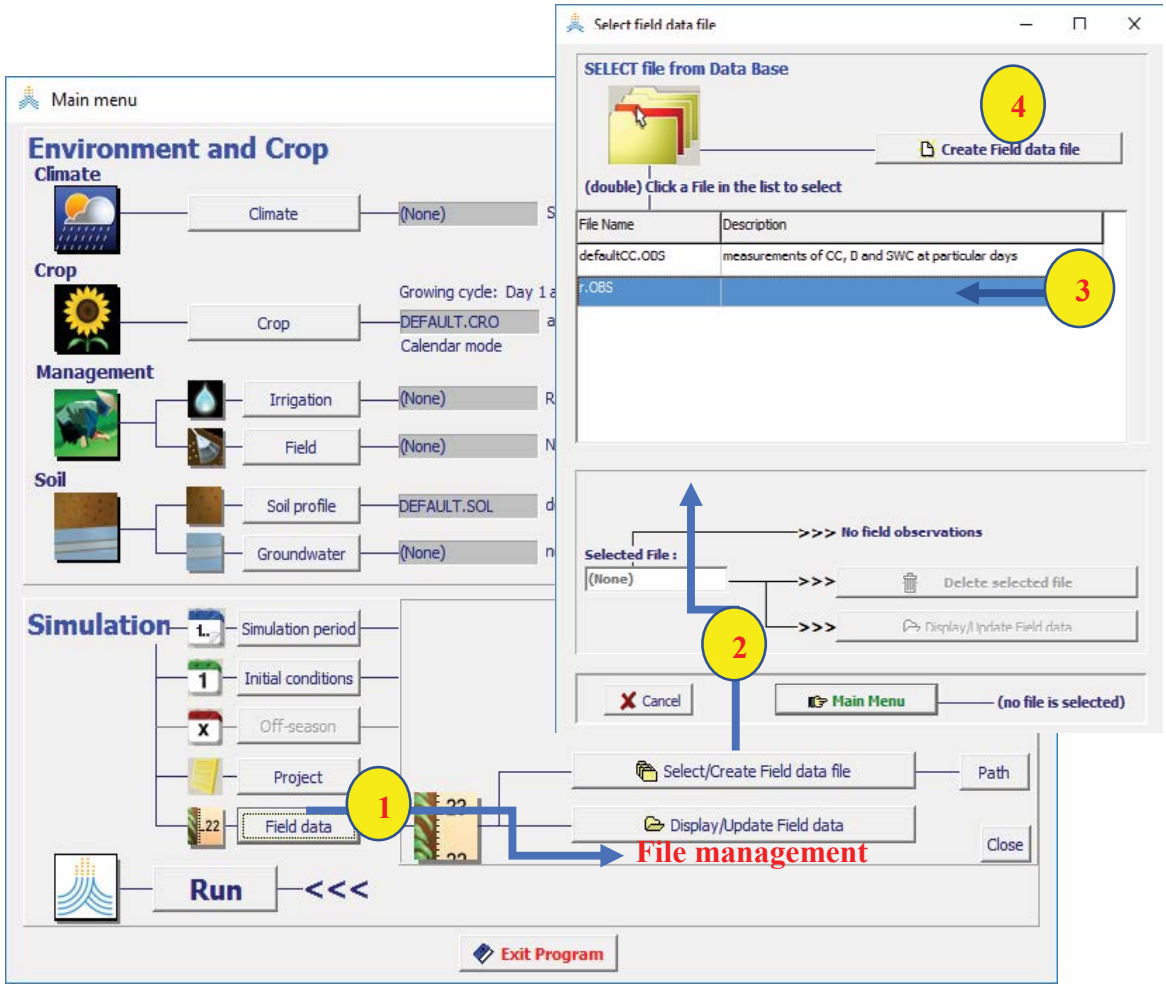
خصائص البيانات الحقلية

يتم عرض خصائص البيانات الحقلية حيث يمكن تعديلها في واجهات مختلفة في قائمة بيانات حقلية Field data menu (الشكل 7-14):

التوصيف: لتعديل توصيف الملف الذي يحتوي البيانات الحقلية.

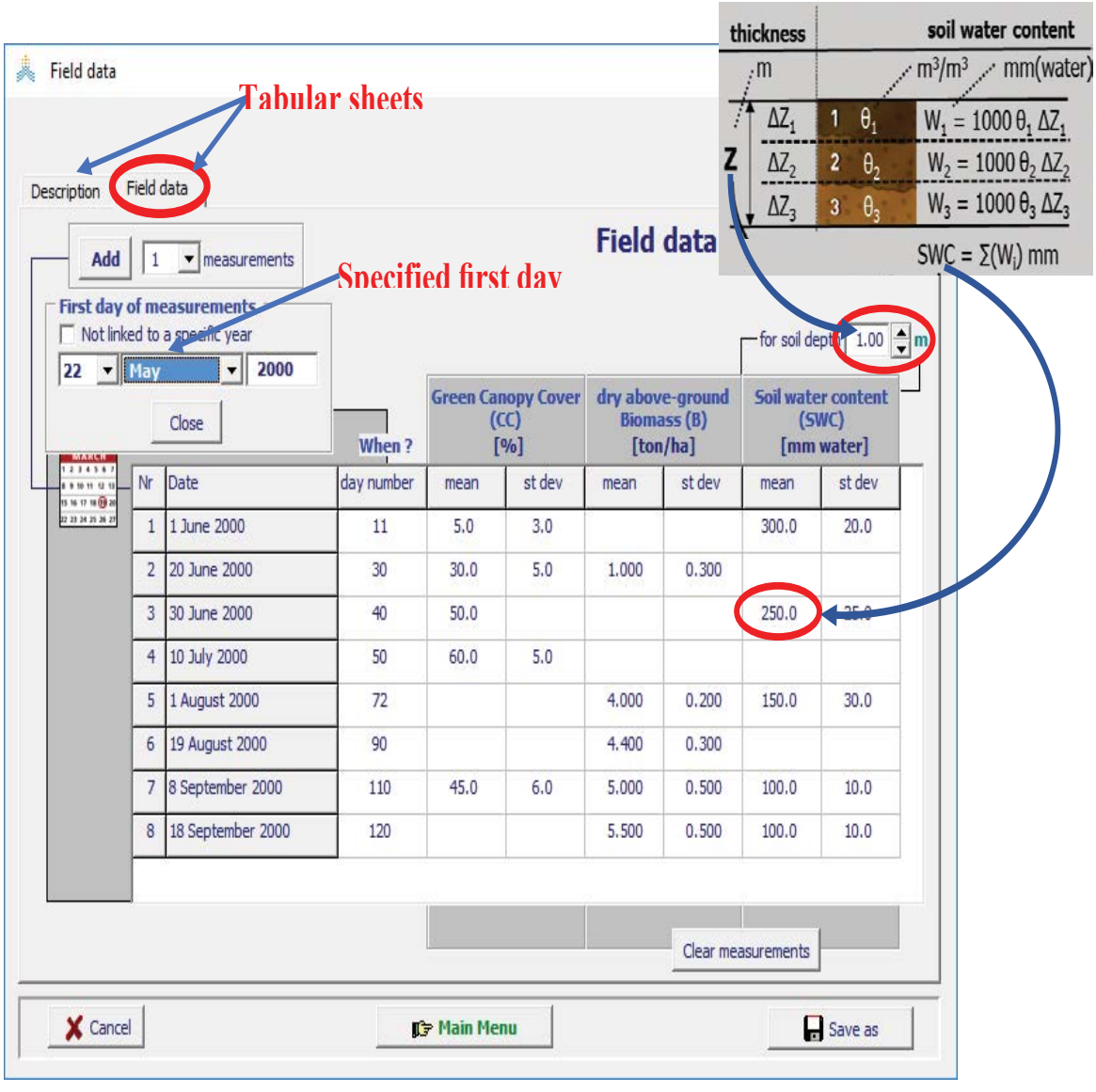
بيانات حقلية: لتعديل الغطاء النباتي المقاس (CC) الكتلة الحيوية الجافة فوق الأرض (B) والمحتوى المائي للتربة (SWC) في أيام محددة:

الشكل 7-13. باختيار الأمر (1) بيانات حقلية <Field data> ثم (2) الأمر اختر/أنشئ ملف بيانات حقلية <Select/Create Field data file> في لوحة إدارة الملفات في القائمة الرئيسية يصل المستخدم إلى قائمة اختر ملف بيانات حقلية Select field data file حيث (3) يمكن أن يختار أحد ملفات البيانات الحقلية الموجودة أو (4) يختار الأمر أنشئ ملف بيانات حقلية <Create Field data file>



- يتم التعبير عن أوقات المراقبات بأرقام أيام منسوبة إلى يوم أول محدد بصرف النظر عن ارتباطه بعام محدد.
- يمكن أن تغطي البيانات الحقلية عدة أيام.
- يمكن تحديد قيمة المتوسط وانحرافه المعياري في حال إجراء عدة قياسات أثناء الاعتيان في يوم محدد.
- يتم التعبير عن الغطاء النباتي (CC)كنسبة مئوية.
- يتم التعبير عن الكتلة الحيوية الجافة فوق الأرض (B) بالطن/هكتار.
- يتم التعبير عن المحتوى المائي للتربة(SWC) ككل (مم ماء) لعمق محدد بدقة (مثلا عمق الجذور الأعظمي): انظر الإطار الداخلي ضمن الشكل 7-14.

الشكل 7-14. قائمة بيانات حقلية Field data بواجهاتها التوصيف 'Description'، بيانات حقلية 'Field data'، حيث يتم تحديد اليوم الأول للمراقبات والبيانات الحقلية (الغطاء النباتي، الكتلة الحيوية فوق الأرض الجافة والمحتوى المائي للتربة) في يوم محدد.



تشغيل المحاكاة

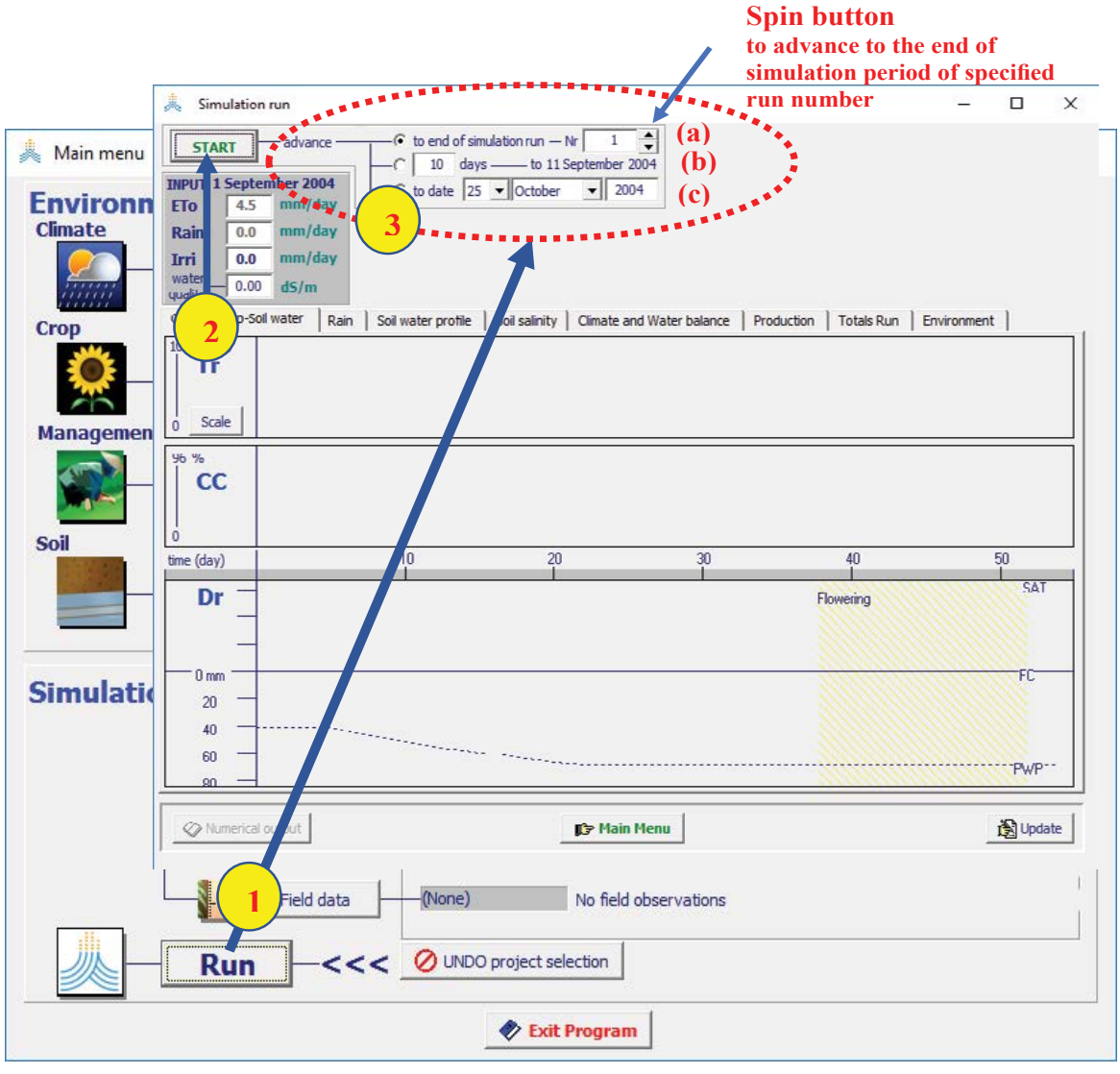
مباشرةالمحاكاة

يصل المستخدم باختيار الأمر تشغيل <Run> في القائمة الرئيسية إلى قائمة تشغيل المحاكاة حيث يمكن مباشرة المحاكاة (شكل 7-15).

ويستمر التشغيل باختيار أحد الخيارات حتى:

1. نهاية فترة المحاكاة. في حالة المشاريع متعددة التشغيلات يستمر التشغيل حتى نهاية فترة المحاكاة للتشغيل المحدد.
2. بما يساوي عدد الأيام المحددة.
3. حتى تاريخ محدد.

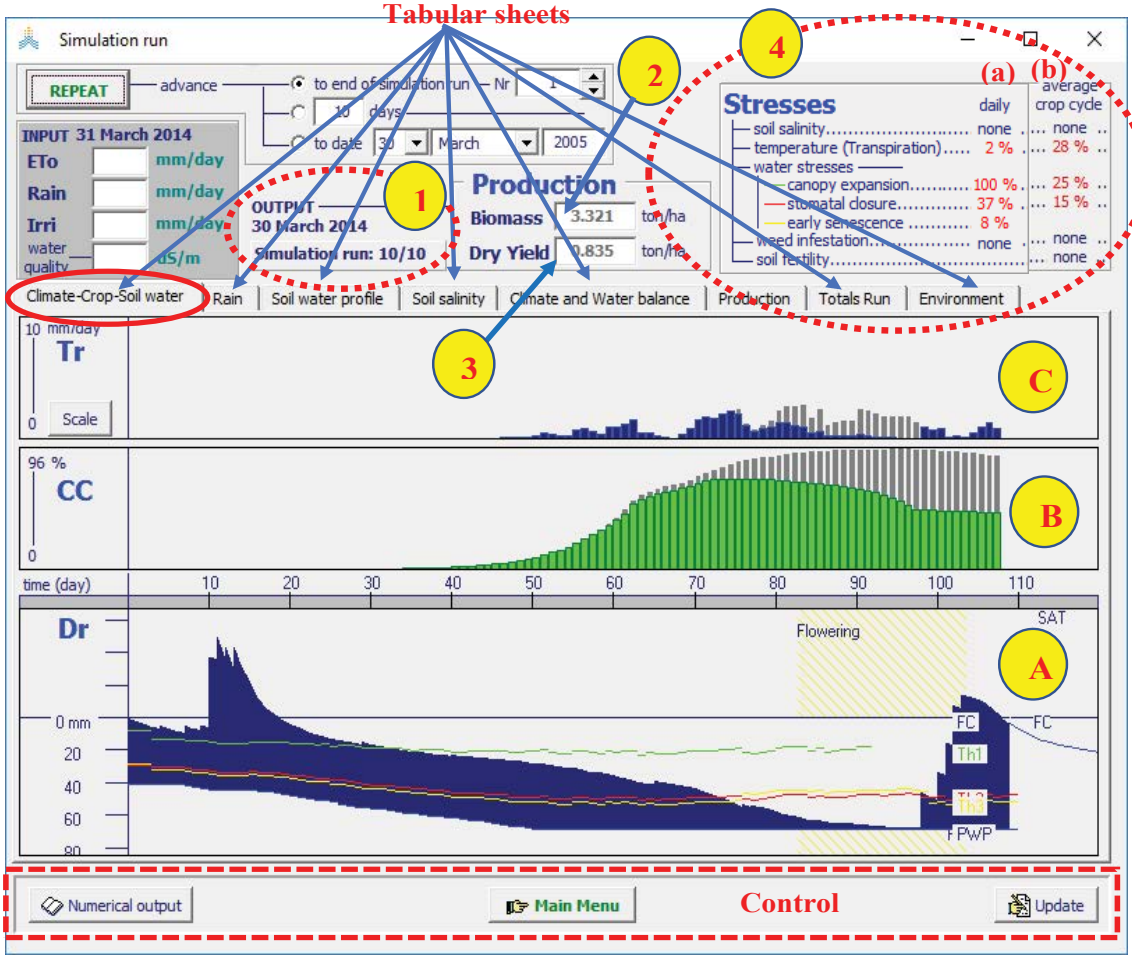
الشكل 7-15. باختيار (1) الأمر تشغيل <Run> في القائمة الرئيسية يصل المستخدم إلى قائمة تشغيل المحاكاة Simulation run حيث (2) يمكن أن تبدأ المحاكاة لتستمر بالاعتماد على (3) الخيار المتقدم المختار حتى (a) نهاية فترة المحاكاة للتشغيل المختار(b) تتقدم بعدد الأيام المحدد (c) حتى اليوم المحدد



عرض نتائج المحاكاة

تكون نتائج المحاكاة والتي يتم تحديثها في نهاية كل خطوة زمنية يومية متاحة للمستخدم في قائمة تشغيل المحاكاة Simulation run (الشكل 7-16). وتكون هذه النتائج صالحة لتاريخ المخرجات المعروض (اليوم الذي وصلت إليه المحاكاة). وتتكون المخرجات من الكتلة الحيوية الكلية وغلة المحصول التي تم إنتاجها ومستويات الإجهاد الحاصلة في ذلك اليوم ومتوسط الإجهادات خلال دورة النمو حتى ذلك اليوم. بالإضافة إلى ما سبق يتوفر الكثير من البيانات والمخططات البيانية في سلسلة من الواجهات التي يستطيع المستخدم من خلالها أن يتتبع تأثير إجهادات الماء والحرارة والخصوبة والملوحة والأعشاب الضارة على تطور المحاصيل وإنتاجيتها خلال تشغيل المحاكاة.

الشكل 7-16. عرض نتائج المحاكاة في قائمة تشغيل المحاكاة Simulation run (1) لليوم الذي وصلت إليه المحاكاة (2) الكتلة الحيوية الكلية Total biomass (3) غلة المحصول crop yield التي تم إنتاجها حتى تاريخه (4) مستويات الإجهاد الحاصلة (a) في ذلك اليوم (b) متوسط الإجهادات خلال دورة النمو حتى ذلك التاريخ وذلك في واجهة المناخ-المحصول -ماء التربة 'Climate-Crop-Soil water' (A) نضوب منطقة الجذور root zone depletion (B) تطور الغطاء الأخضر green canopy (C) نتح المحصول crop transpiration في مخططات بيانية معروضة في لوحات مختلفة.



- **واجهة المناخ-المحصول-ماء التربة 'Climate-Crop-Soil water' (الشكل 7-16)**

تحتوي هذه الواجهة على مخططات بيانية لكل مما يأتي (A) استهلاك الماء من منطقة الجذور (DR) (B) التطور الموافق للغطاء النباتي (CC) و (C) النتج مرسوما كتابع للزمن (الشكل 7-16). إذا انخفض المحتوى المائي للتربة في منطقة الجذور تحت العتبة (الخط الأخضر) يتأثر تطور الغطاء النباتي. وهذا سيؤدي إلى تطور غطاء نباتي أبطأ من المتوقع. في مخطط الغطاء النباتي (CC) يرسم الغطاء النباتي في غياب الإجهاد المائي باللون الرمادي الفاتح في خلفية الصورة كمرجع. يتسبب الإجهاد المائي الأكثر شدة في إغلاق المسامات (الخط الأحمر)، مسببا تقليل نتح النبات. يرسم نتح المحصول الأعظمي الذي يمكن الوصول إليه في حالة محصول مروي بشكل جيد في مخطط النتج (Tr) باللون الرمادي الفاتح في الخلفية كمرجع. الإجهادات المائية الأكثر سوءا يمكن أن تسبب الشيخوخة المبكرة للغطاء النباتي عندما يتجاوز استهلاك مياه منطقة الجذور عتبة شيخوخة الغطاء النباتي (الخط الأصفر).

واجهة: المعاملات المختارة

يستطيع المستخدم في الواجهة الثانية من قائمة التشغيل Simulation run أن يختار معاملا معينا من أجل مزيد من التحليل (الافتراضي هو الهطول المطري). كما يمكن اختيار العديد من معاملات المحصول أو معاملات موازنة التربة المائية أو الملحية بالإضافة إلى الإجهادات التي تمت محاكاتها كما يمكن تعديل مقياس الرسم للمخططات.

واجهة: مقطع محتوى التربة المائي

في واجهة مقطع محتوى التربة المائي 'Soil water profile' يتم ملائمة محتوى التربة المائي الذي تمت محاكاته في نقاط متعددة من مقطع التربة لكل يوم من أيام المحاكاة.

واجهة: المناخ والموازنة المائية

تعطى قيم تبخر التربة والنتج والجريان السطحي والماء الراشح والصرف والصعود الشعري في اواجهة المناخ والموازنة المائية 'Climate and Water balance'. يتم عرض عمليات الري في قائمة عمليات الري. باختيار الأمر عمليات الري <Irrigation events>.

واجهة: الإنتاج

تعطى المعلومات عن تأثير ما قبل وما بعد التركيب للإجهادات المائية على تعديل دليل الحصاد HI في واجهة الإنتاج 'Production'. كما يتم عرض كمية الكتلة الحيوية المنتجة التي تمت محاكاتها وكمية الكتلة الحيوية التي كان من الممكن إنتاجها في غياب أي إجهادات مائية أو إجهادات خصوبة تربة أو إجهادات أملاح أو أعشاب ضارة. تعرض في هذه الواجهة أيضا إنتاجية مياه التبخر-نتح ET (الغلة لكل وحدة ماء من المياه المستهلكة للتبخر-نتح).

واجهة: إجمالي التشغيلات

في واجهة إجمالي التشغيلات 'Totals Run' تعطى قيمة الإجمالي لمعاملين يتم اختيارهما في نهاية كل تشغيل.

واجهة: البيئة

يتم عرض ملفات المدخلات المختارة ويمكن تفحص معاملات البرنامج في واجهة البيئة 'Environment'. يمكن الوصول إلى خصائص المدخلات المختارة بالنقر على الأيقونة المناسبة.

خيارات لوحة التحكم

يصل المستخدم إلى سلسلة من القوائم الأخرى من لوحة التحكم في أسفل قائمة تشغيل المحاكاة Simulation run (الشكل 7-17):

المخرجات العددية:

يتم تسجيل مخرجات المحاكاة في ملفات مخرجات ويمكن أن تعرض بيانات الملف المختار في قائمة المخرجات العددية Numerical output باختيار أمر المخرجات العددية <Numerical output>. يمكن عرض البيانات بشكل بيانات عشرية (لكل عشرة أيام) أو شهرية أو سنوية.

تقييم نتائج المحاكاة

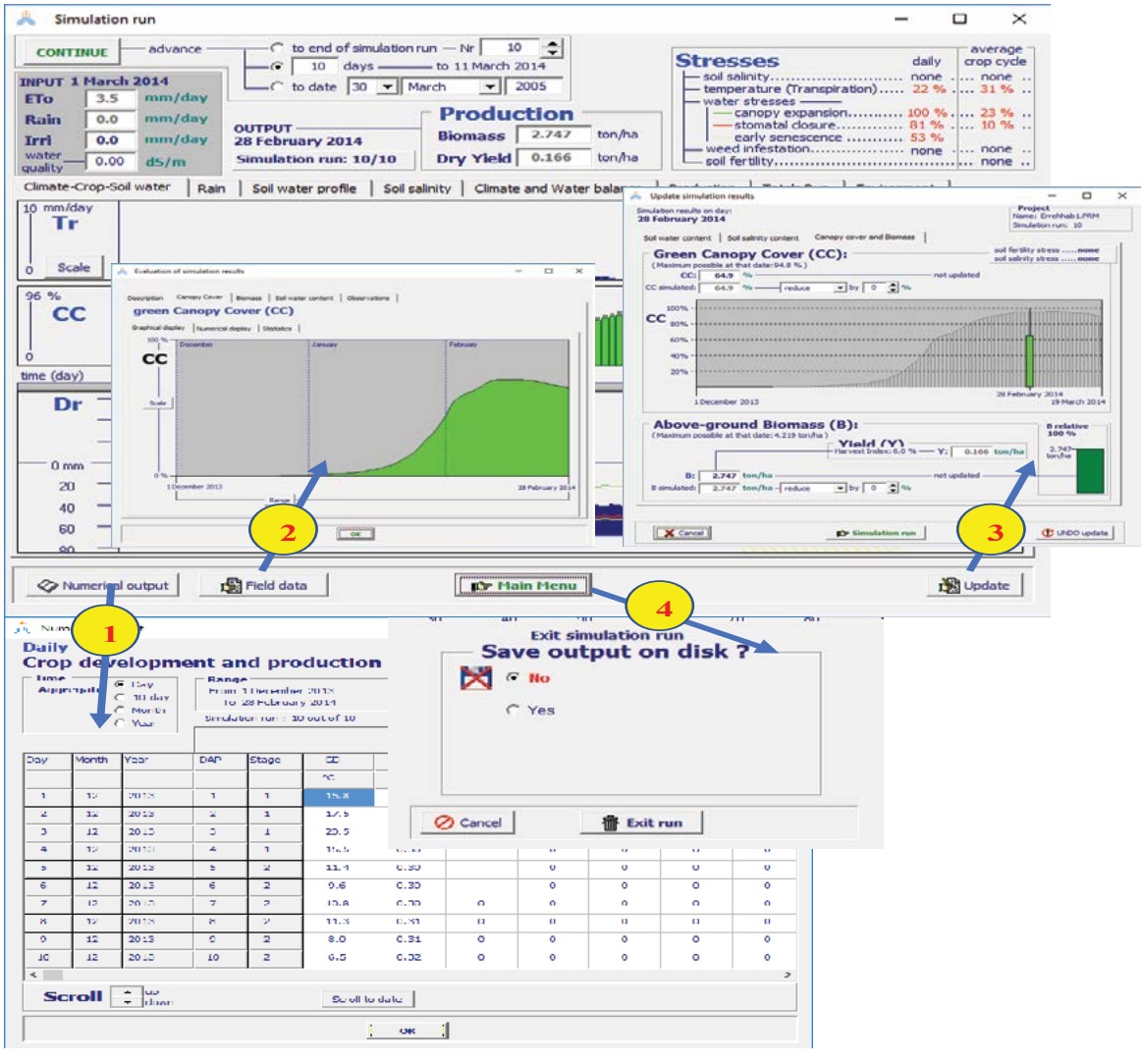
يمكن للمستخدم تقييم نتائج المحاكاة بمساعدة البيانات الحقلية المخزنة في ملف بيانات حقلية. يتم الوصول إلى قائمة محاكاة نتائج المحاكاة Evaluation of simulation results باختيار أمر بيانات حقلية <Field data>. حيث يمكن عرض كل ثلاث مجموعات من البيانات الحقلية (الغطاء النباتي، الكتلة الحيوية، ومحتوى الماء في التربة) بأحد الأشكال التالية:

- رسم بياني حيث تعرض القيم المحسوبة والقيم المقاسة (مع انحرافها المعياري).
- بيانات عددية: حيث تعرض القيم المحسوبة والقيم المقاسة (مع انحرافها المعياري).
- مؤشرات إحصائية لتقييم النتائج التي تمت محاكاتها.

تحديث متغيرات الحالة أثناء تشغيل المحاكاة

يمكن للمستخدم تحديث متغيرات الحالة أثناء تشغيل المحاكاة في قائمة تحديث نتائج المحاكاة Update simulation results باختيار أمر تحديث <Update>. قد يكون هذا التعديل ضروريا لأن البرنامج AquaCrop لا يحاكي:

الشكل 7-17. يصل المستخدم إلى القوائم: المخرجات العددية Numerical output،تقييم نتائج المحاكاة Evaluation of simulation results، تحديث نتائج المحاكاة Update simulation results ولوحة الخروج Exit panel باختيار الأوامر التالية بالترتيب (1) المخرجات العددية ,<Numerical output> (2) بيانات حقلية <Field data> (3) تحديث <Update> (4) <Main menu> من لوحة التحكم في أسفل قائمة تشغيل المحاكاة Simulation run.



- تأثير الحشرات والأمراض والصقيع والبرد.....
وكلها تدمر جزءا من الغطاء النباتي الخضراء (CC) والكتلة الحيوية فوق الأرض (B) خلال الموسم.
- جريان الماء تحت السطحي الأفقي، والماء المتحرك من وإلى مقطع التربة (تسرب seepage).

نتيجة لذلك يمكن أن تكون قيم CC وB و/أو مقطع الماء في التربة (θ -z) بعد مثل هذه الأحداث المذكورة أعلاه مختلفة عن القيم التي تم تسجيلها. يقدم AquaCrop الخيار لتحديث CC, B,(θ -z) عند نهاية كل يوم يتضمن حدثا بناء على المراقبات أو التقديرات التي حدثت في ذلك اليوم. يتابع AquaCrop المحاكاة بعد التحديث باستخدام القيم المعدلة ل CC وB و/أو (θ -z).

حفظ مخرجات المحاكاة في ملف مخرجات

يمكن حفظ المخرجات عند الخروج من قائمة تشغيل المحاكاة Simulation run وذلك بقيام المستخدم باختيار أمر القائمة الرئيسية <Main menu>. يتم التمييز بين ملفات تحوي نتائج المحاكاة اليومية وأخرى تحوي النتائج الفصلية وملفات تحوي نتائج تقييم المحاكاة. يجري حفظ الملفات افتراضيا في المكتبة المسماة OUTPUT في AquaCrop. يمكن تجنب استبدال نتائج المحاكاة لكل تشغيل باستخدام أسماء ملفات مختلفة (أو مكتبات مختلفة) لملفات المخرجات.

تمارين تطبيقية

التمرين الأول: اعداد ملف البيانات المناخية للنموذج AquaCrop

إنشاء ملف مناخ (.CLI) لمنطقة طنطا Tanta في مصر باستيراد البيانات المناخية من ملف نصي إلى ETO-Calculater ضمن البرنامج AquaCrop

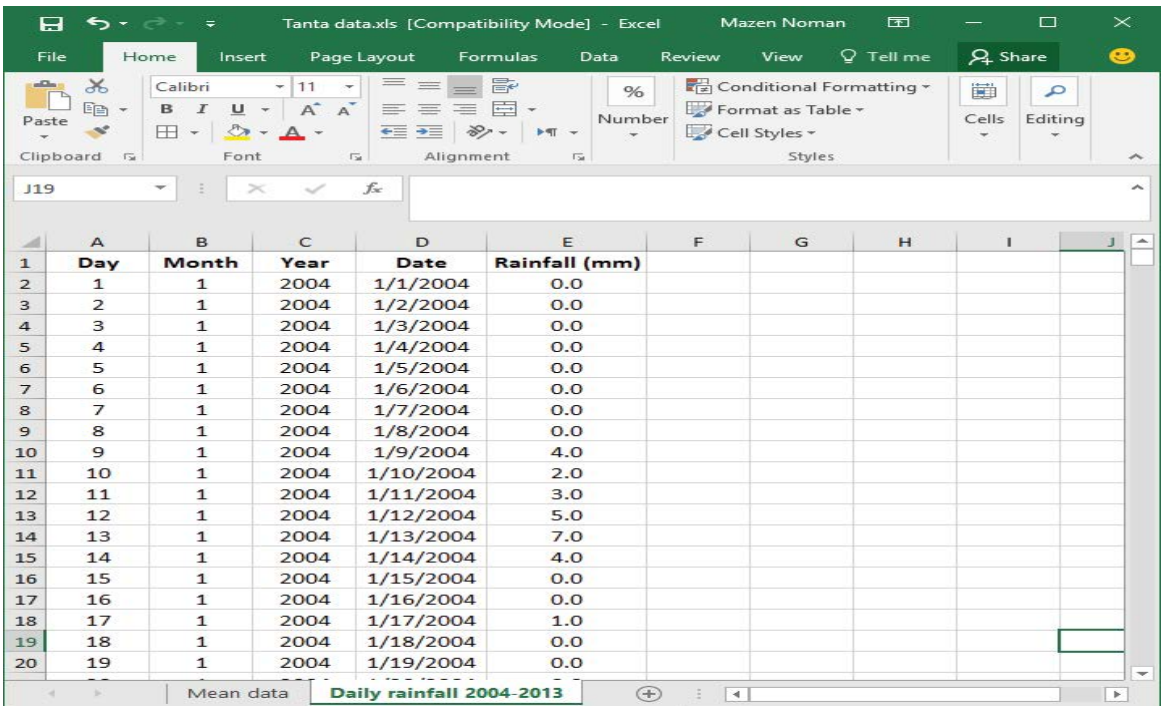
البيانات المتاحه: إحداثيات المحطة
.Lat.: 31.07° N Long.: 30.57° E Alt: 6 m.a.s.l

الملف 'Tanta data.xls' الذي يحوي قيم متوسطات شهرية لبعض البارامترات المناخية (جدول رقم 1). كما يحوي بيانات هطول مطري يومية للفترة 2004-2013 (جدول رقم 2)

الجدول 8-1. المتوسطات الشهرية لبعض العوامل المناخية في منطقة طنطا

Rainfall (1-mm. month)	Hours of bright sunshine (1-h.day)	*Windspeed (m/s)	Relative humidity %	Tmin (C°)	Tmax (C°)	Parameter Units
24	6.2	1.3	66	7.2	17.8	Jan
21	6.9	1.4	69	7.3	18.3	Feb
10	7.8	1.7	64	8.5	21.0	Mar
4	8.6	1.5	60	11.9	24.4	Apr
3	9.6	1.5	59	16.0	28.1	May
0	10.7	1.5	64	19.8	30.0	Jun
0	10.4	1.3	69	19.8	31.7	Jul
1	10.2	1.3	69	21.1	31.4	Aug
0	9.5	1.1	66	20.9	31.0	Sep
4	8.5	1.0	67	17.0	28.4	Oct
11	7.3	1.1	66	13.3	24.0	Nov
21	5.9	1.1	69	9.7	19.8	Dec

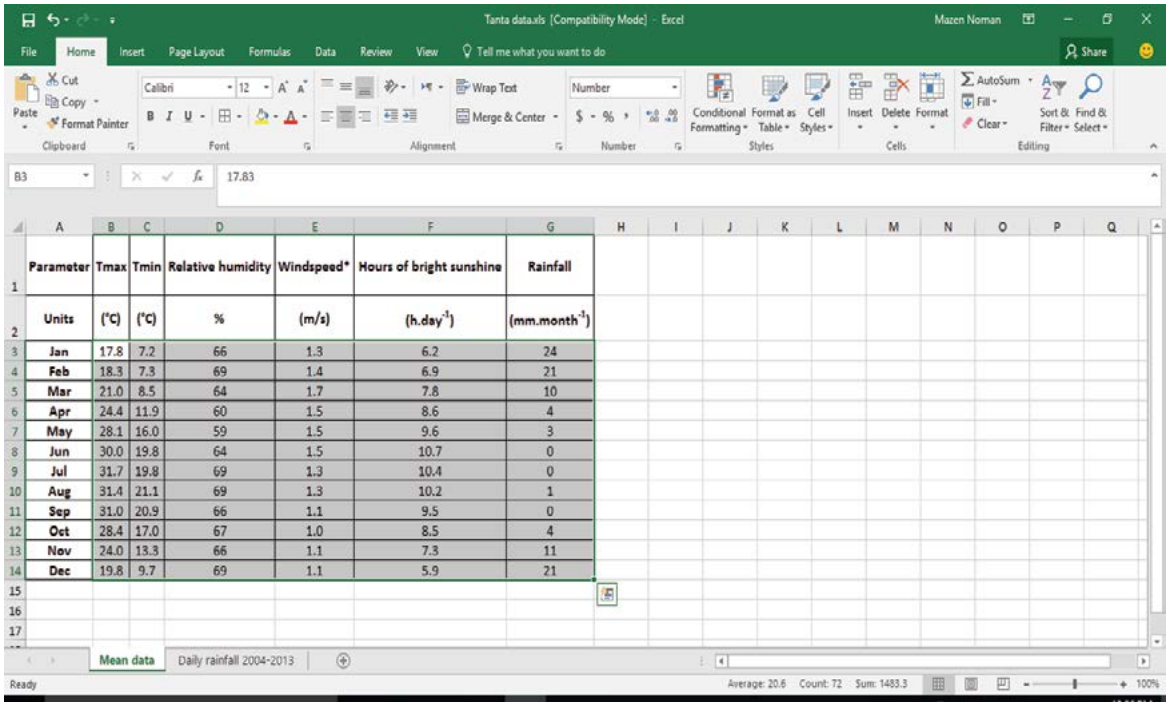
الجدول 8-2. بيانات هطول مطري يومية للفترة 2004-2013 في منطقة طنطا



	A	B	C	D	E
1	Day	Month	Year	Date	Rainfall (mm)
2	1	1	2004	1/1/2004	0.0
3	2	1	2004	1/2/2004	0.0
4	3	1	2004	1/3/2004	0.0
5	4	1	2004	1/4/2004	0.0
6	5	1	2004	1/5/2004	0.0
7	6	1	2004	1/6/2004	0.0
8	7	1	2004	1/7/2004	0.0
9	8	1	2004	1/8/2004	0.0
10	9	1	2004	1/9/2004	4.0
11	10	1	2004	1/10/2004	2.0
12	11	1	2004	1/11/2004	3.0
13	12	1	2004	1/12/2004	5.0
14	13	1	2004	1/13/2004	7.0
15	14	1	2004	1/14/2004	4.0
16	15	1	2004	1/15/2004	0.0
17	16	1	2004	1/16/2004	0.0
18	17	1	2004	1/17/2004	1.0
19	18	1	2004	1/18/2004	0.0
20	19	1	2004	1/19/2004	0.0

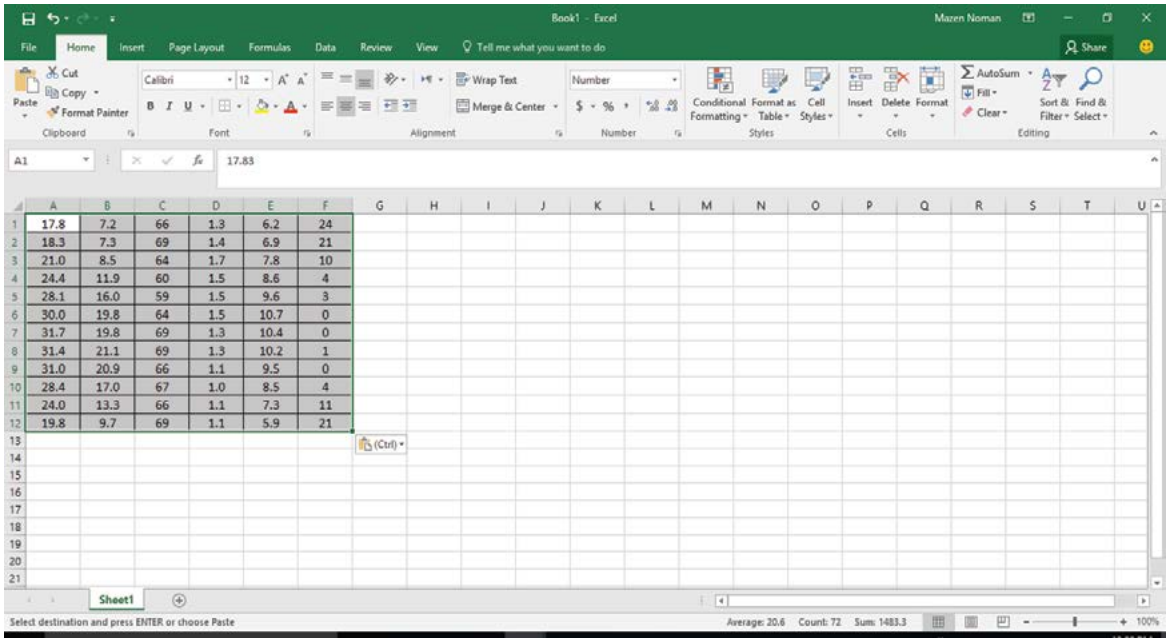
إنشاء ملف نصي للبيانات المناخية

افتح الملف Tanta data.xls وانسخ قيم البيانات المناخية فقط



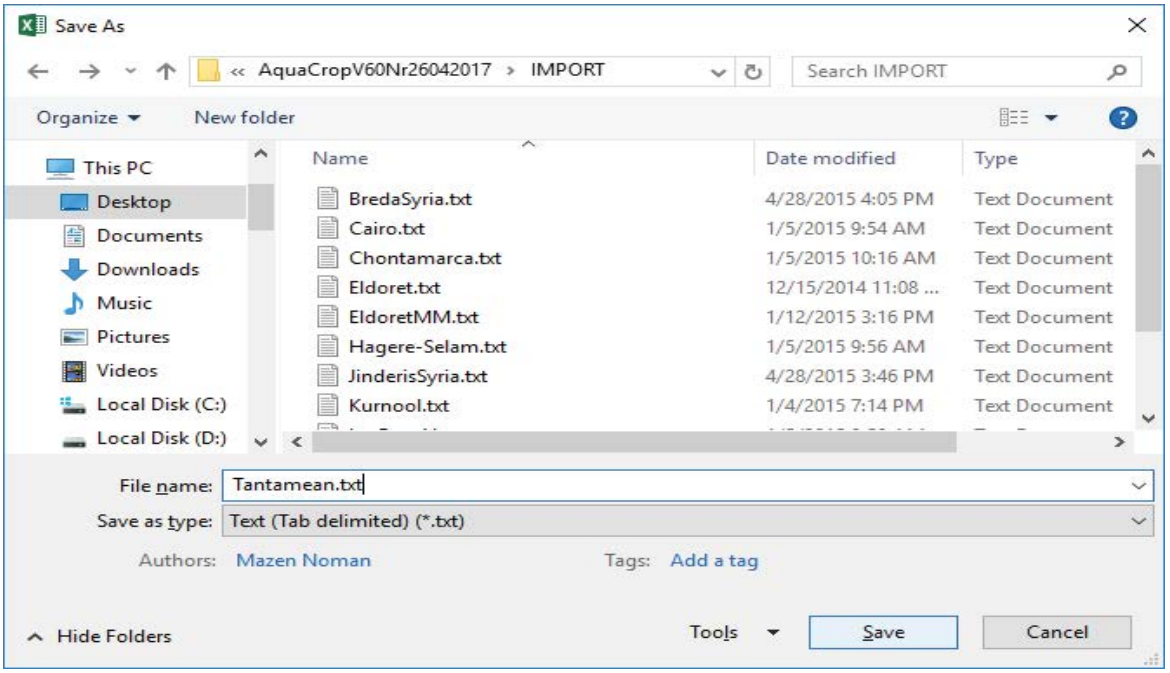
Parameter	Tmax	Tmin	Relative humidity	Windspeed*	Hours of bright sunshine	Rainfall
Units	(°C)	(°C)	%	(m/s)	(h.day^{-1})	(mm.month^{-1})
Jan	17.8	7.2	66	1.3	6.2	24
Feb	18.3	7.3	69	1.4	6.9	21
Mar	21.0	8.5	64	1.7	7.8	10
Apr	24.4	11.9	60	1.5	8.6	4
May	28.1	16.0	59	1.5	9.6	3
Jun	30.0	19.8	64	1.5	10.7	0
Jul	31.7	19.8	69	1.3	10.4	0
Aug	31.4	21.1	69	1.3	10.2	1
Sep	31.0	20.9	66	1.1	9.5	0
Oct	28.4	17.0	67	1.0	8.5	4
Nov	24.0	13.3	66	1.1	7.3	11
Dec	19.8	9.7	69	1.1	5.9	21

افتح ملف جديد وألصق البيانات المنسوخة

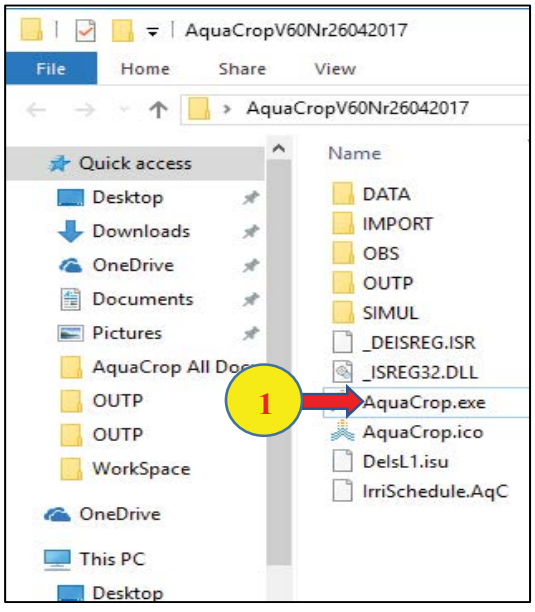


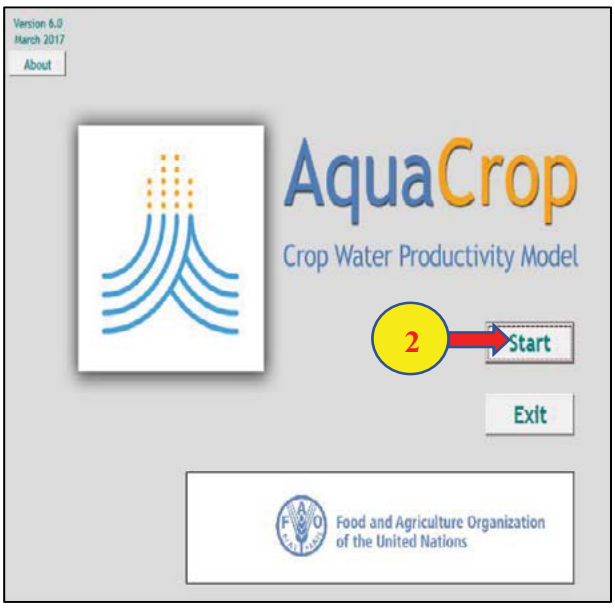
17.8	7.2	66	1.3	6.2	24	
18.3	7.3	69	1.4	6.9	21	
21.0	8.5	64	1.7	7.8	10	
24.4	11.9	60	1.5	8.6	4	
28.1	16.0	59	1.5	9.6	3	
30.0	19.8	64	1.5	10.7	0	
31.7	19.8	69	1.3	10.4	0	
31.4	21.1	69	1.3	10.2	1	
31.0	20.9	66	1.1	9.5	0	
28.4	17.0	67	1.0	8.5	4	
24.0	13.3	66	1.1	7.3	11	
19.8	9.7	69	1.1	5.9	21	

احفظ الملف في المجلد IMPORT في مجلد AquaCrop باسم Tantamean باستخدام الأمر Save As وتحديد نوع الملف في الخيار Save as Type: Text (tab delimited) (*.txt)

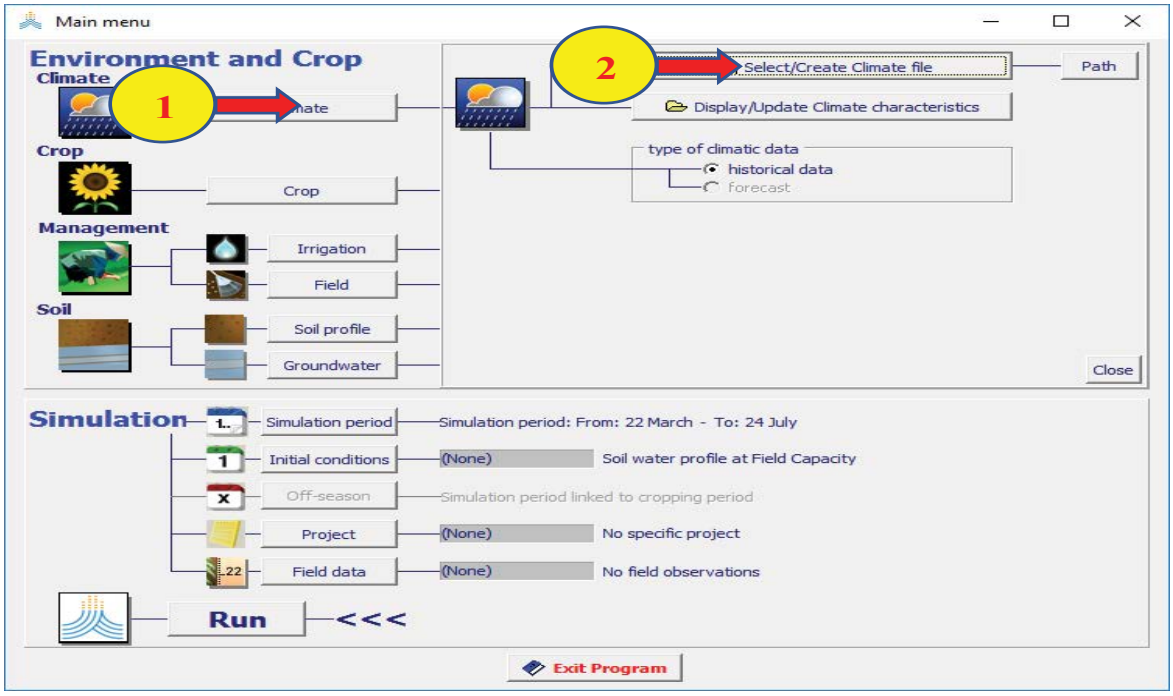


شغل برنامج AquaCrop من الملف التنفيذي AquaCrop.exe ثم باختيار الأمر ابدأ <Start> في واجهة البرنامج

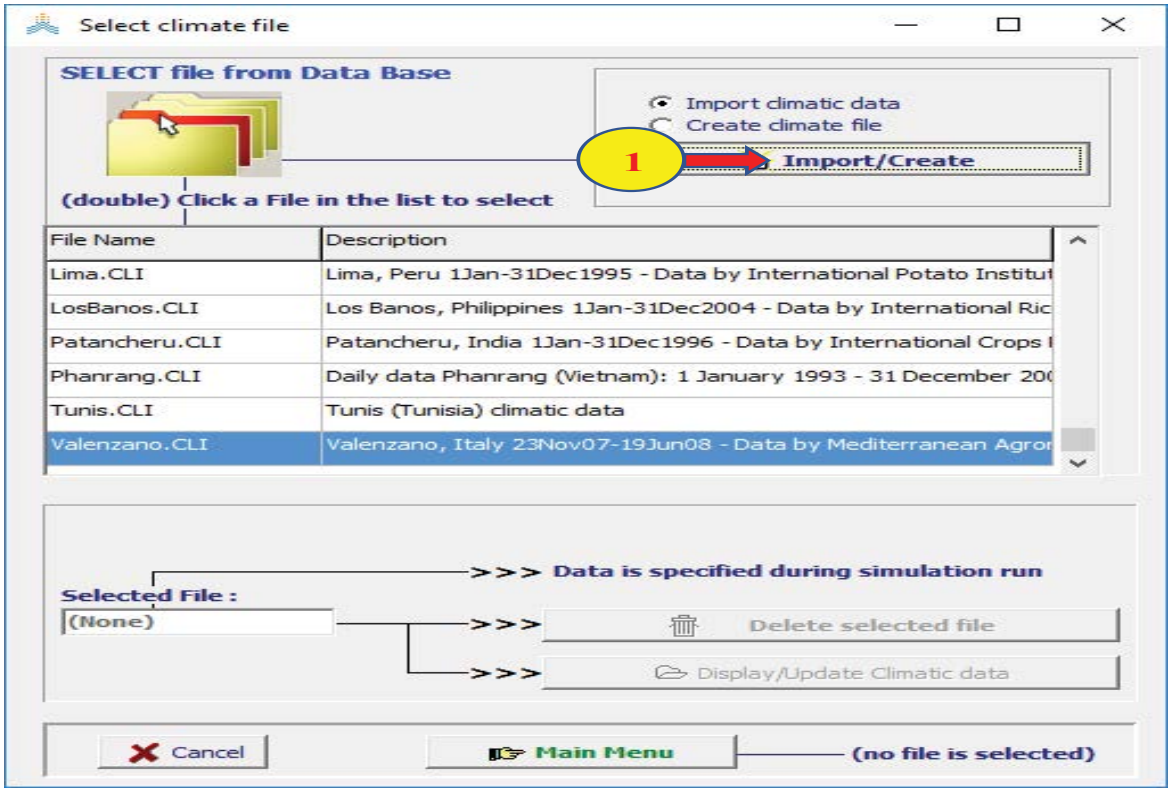




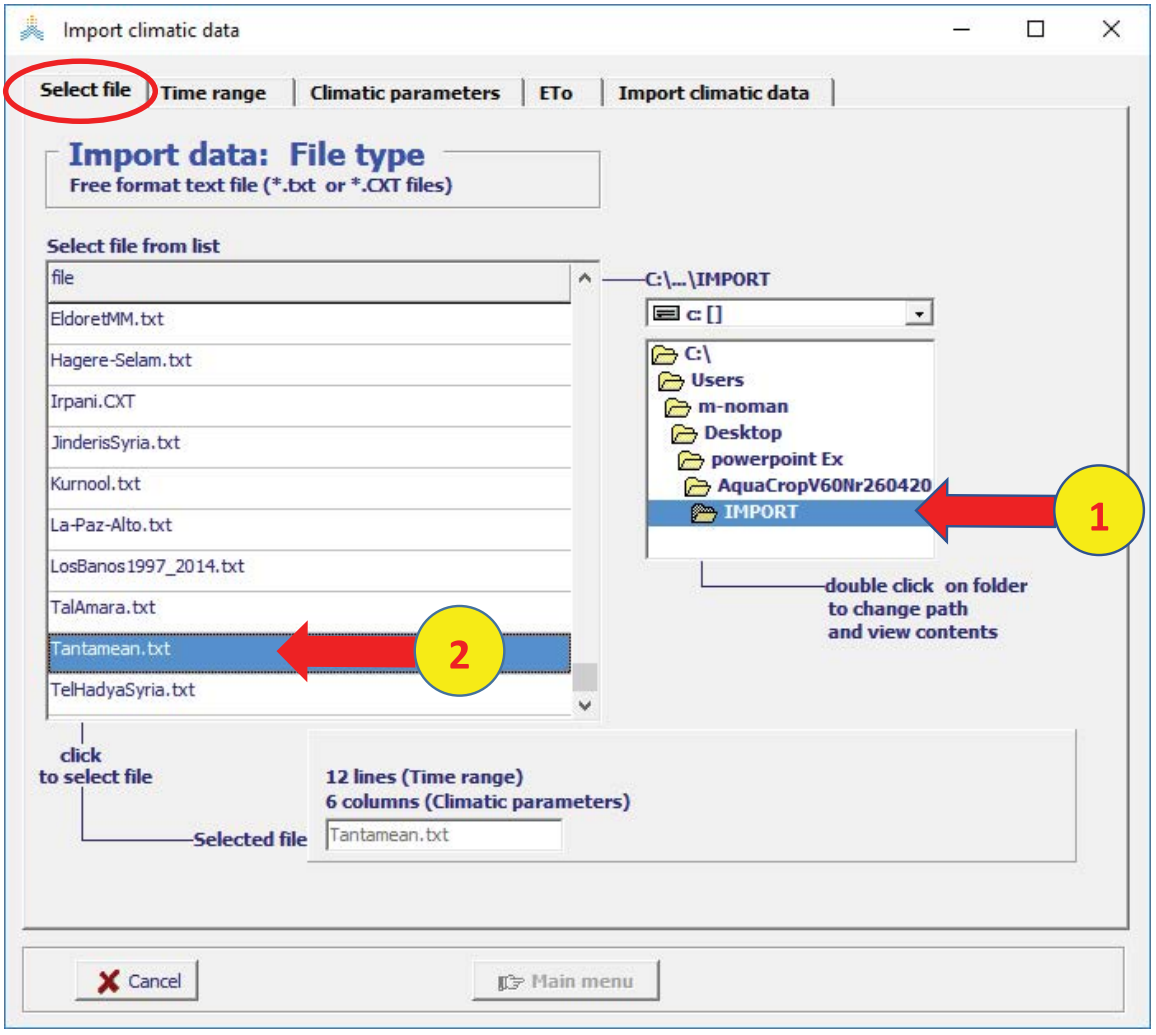
اختر الأمر Climate ثم الأمر Select/Create Climate File



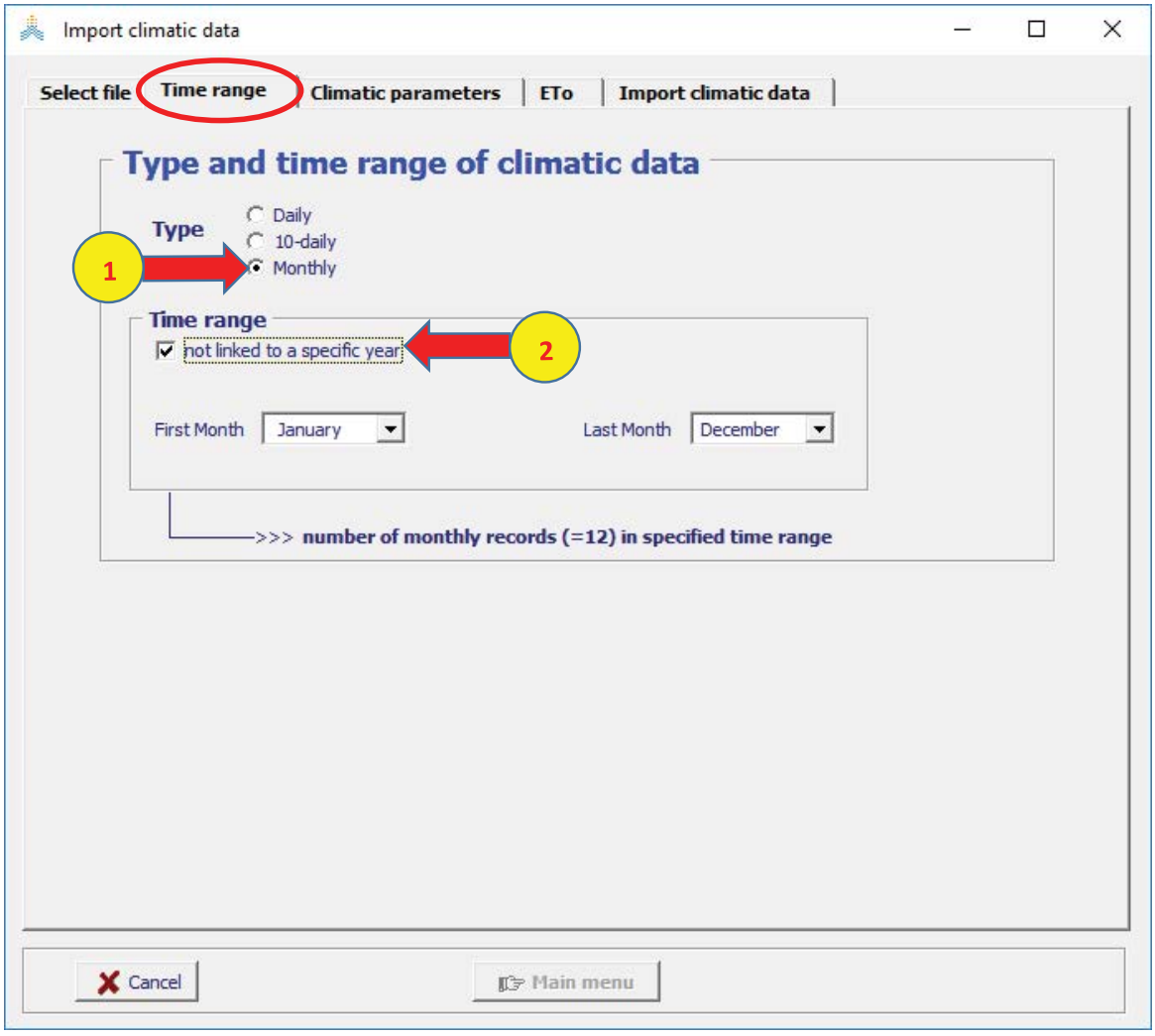
في قائمة Select Climate file اختر الأمر Import / Create



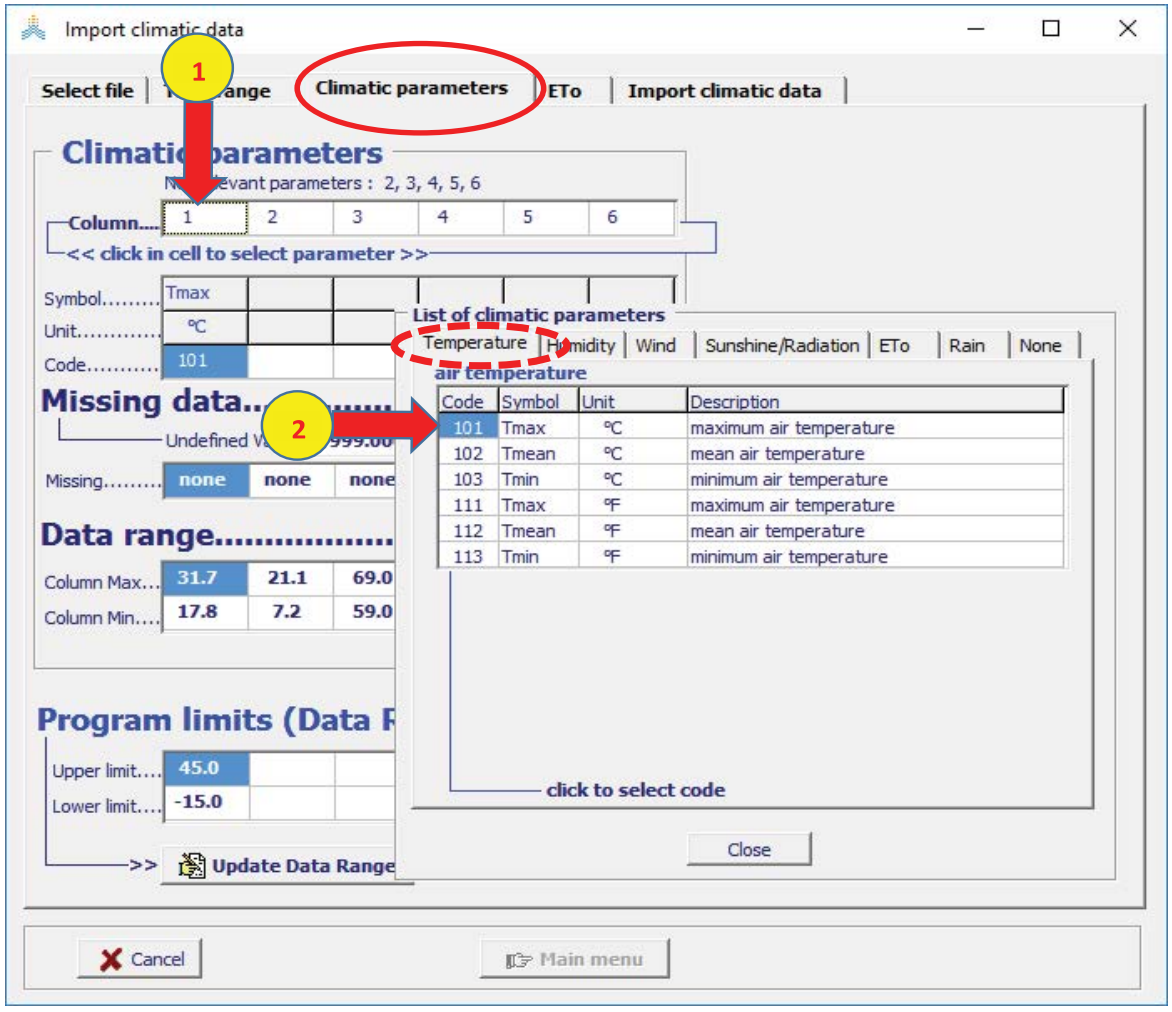
اختر الواجهة Select file من القائمة Import Climate Data حدد المسار إلى المكتبة المحفوظ فيها الملف Tantamean.txt ثم قم باختياره



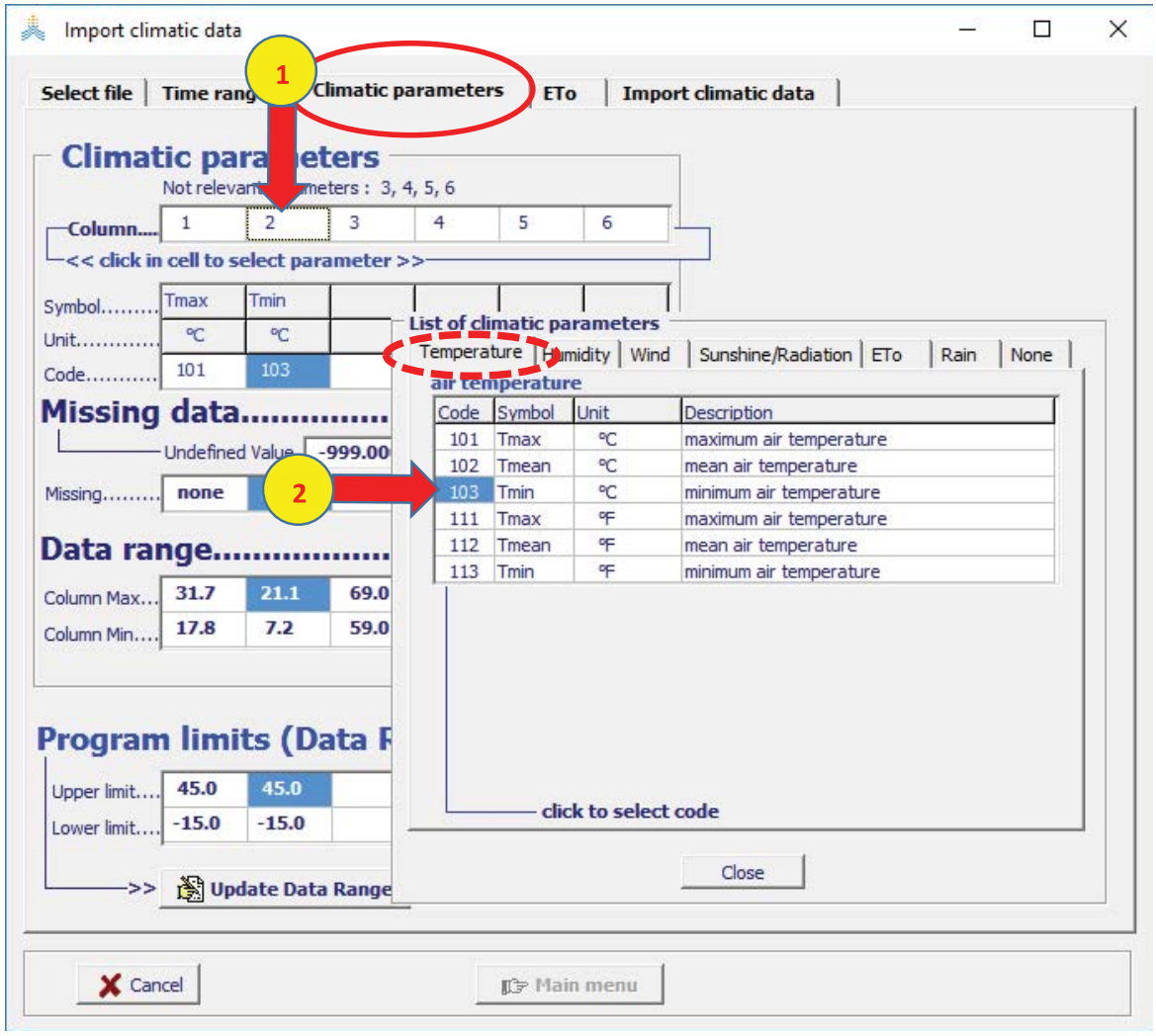
اختر الواجهة Time Rangeمن القائمة import Climate Data: حدد
Type(Monthly) ثم حدد Time Rang (Not Linked to specific year)



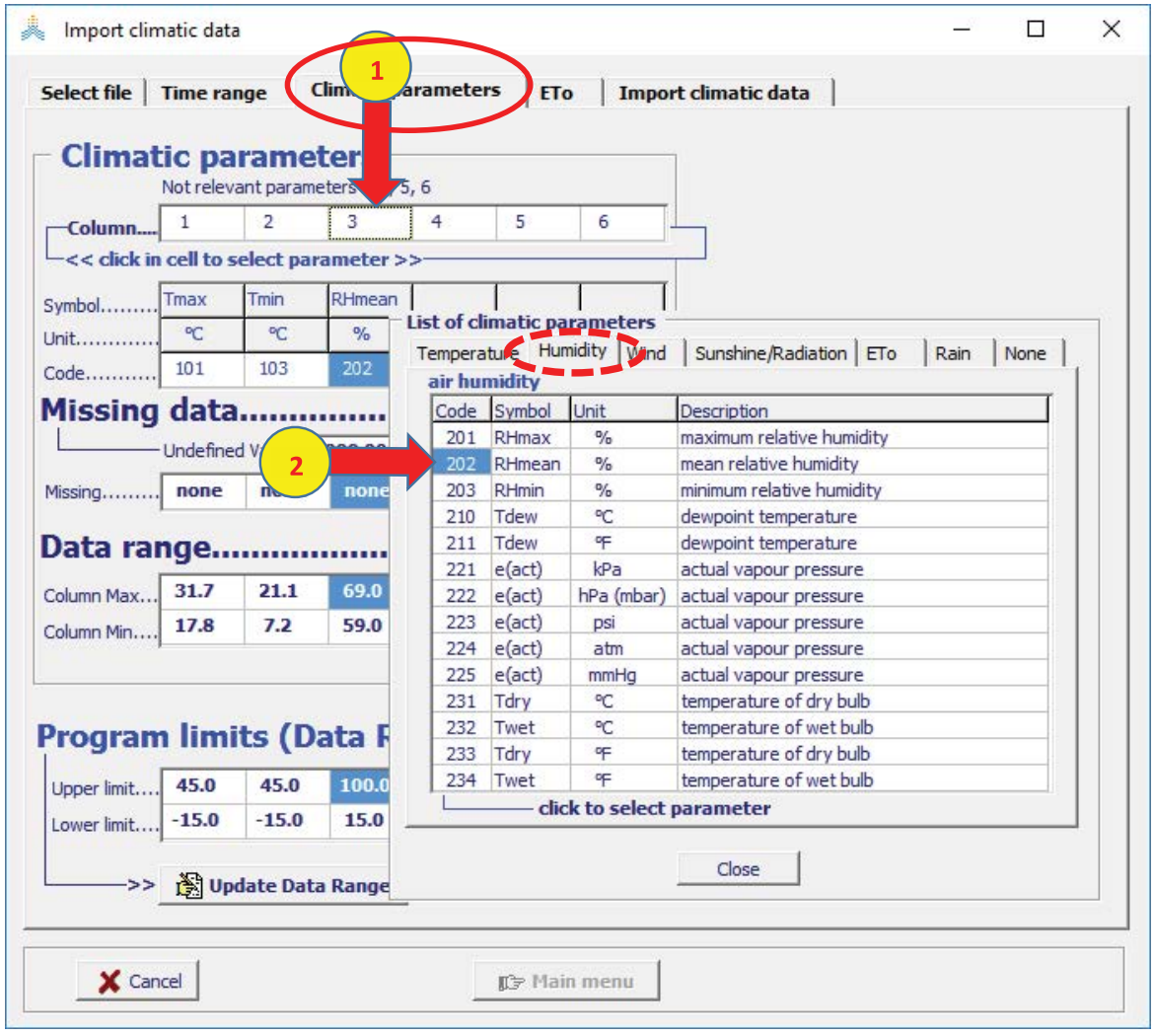
اختر الواجهة climatic parameter من القائمة import Climate Data: اختر column1 من أعمدة العوامل المناخية ثم اختر Temperature من قائمة العوامل المناخية وقم باختيار السطر الأول (Tmax)



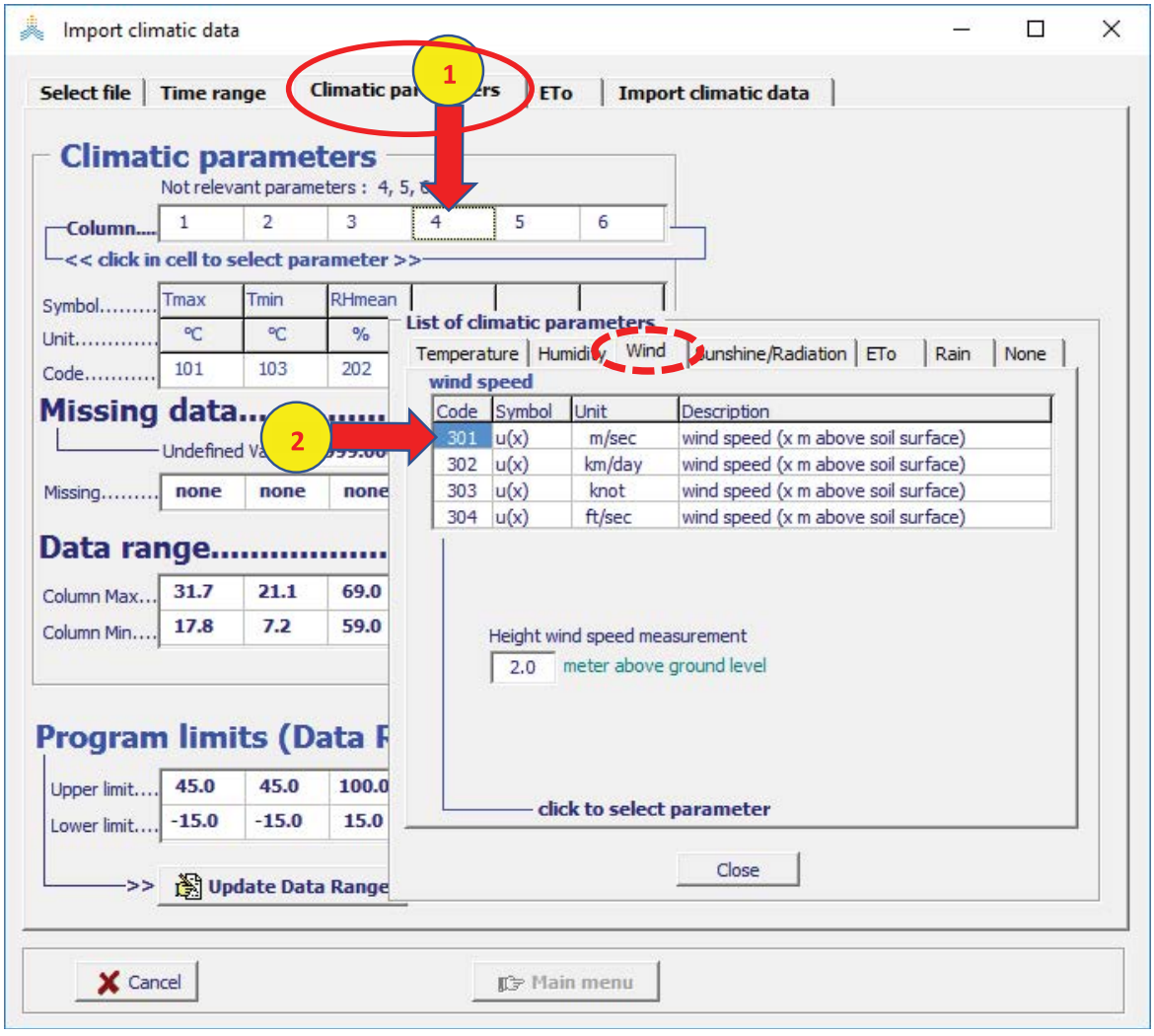
اختر Column 2 من أعمدة العوامل المناخية ثم اختر Temperature من قائمة العوامل المناخية وقم باختيار السطر الثالث (Tmin)



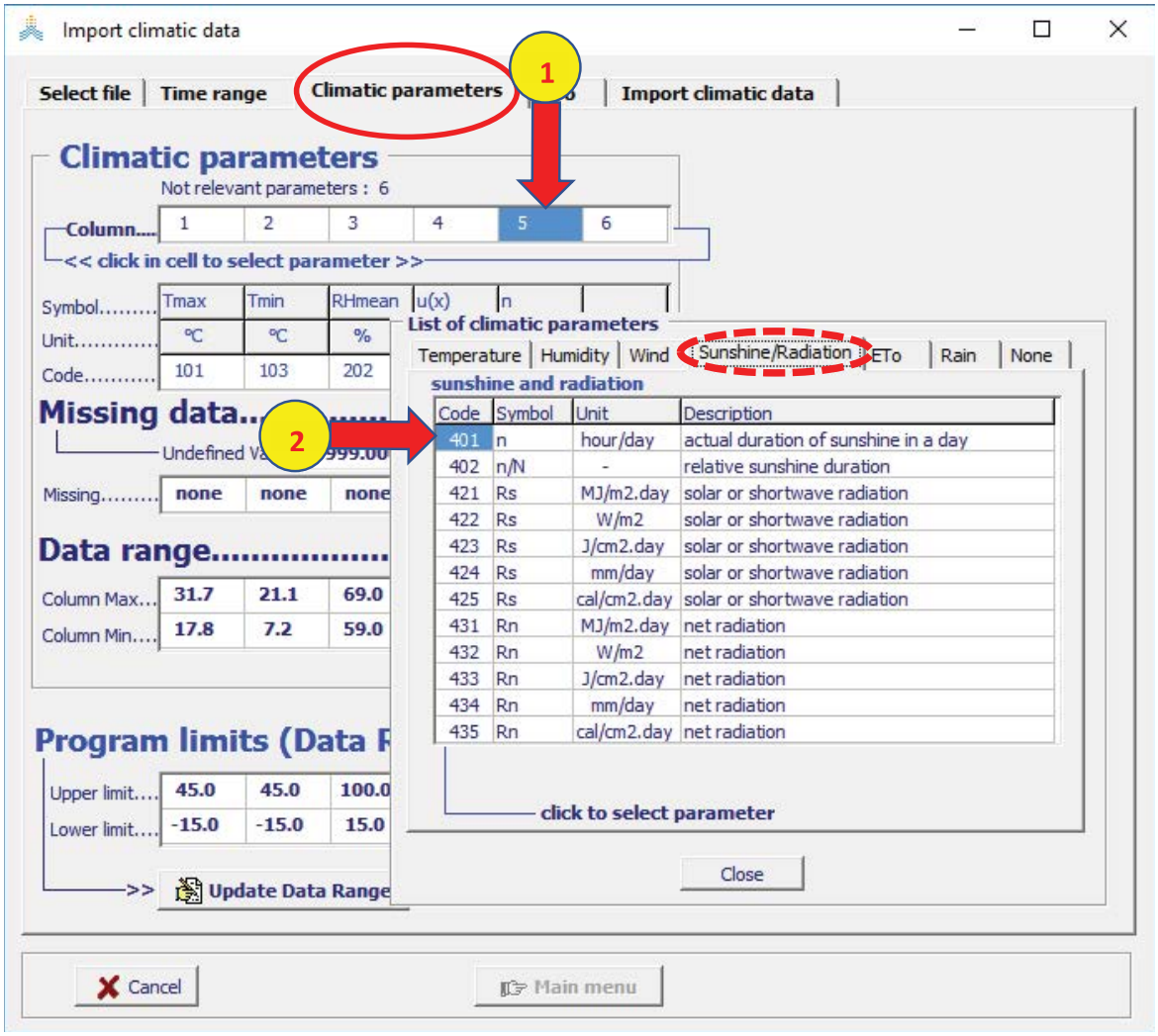
اختر column 3 من أعمدة العوامل المناخية ثم اختر Humidity من قائمة العوامل المناخية وقم باختيار السطر الثاني (RHmean)



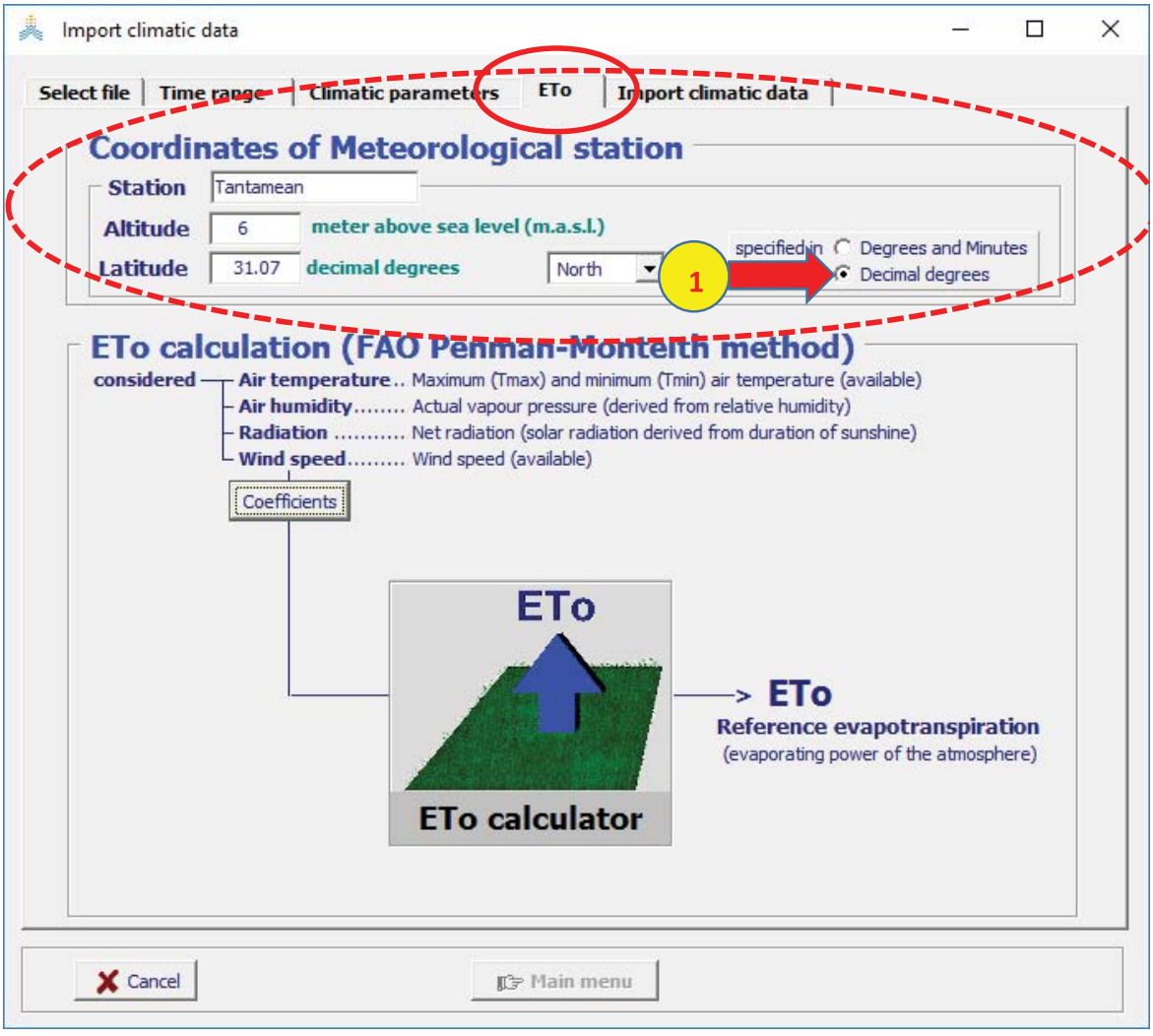
اختر column 4 من أعمدة العوامل المناخية ثم اختر Wind من قائمة العوامل المناخية وقم باختيار السطر الأول (U(x) m/Sec



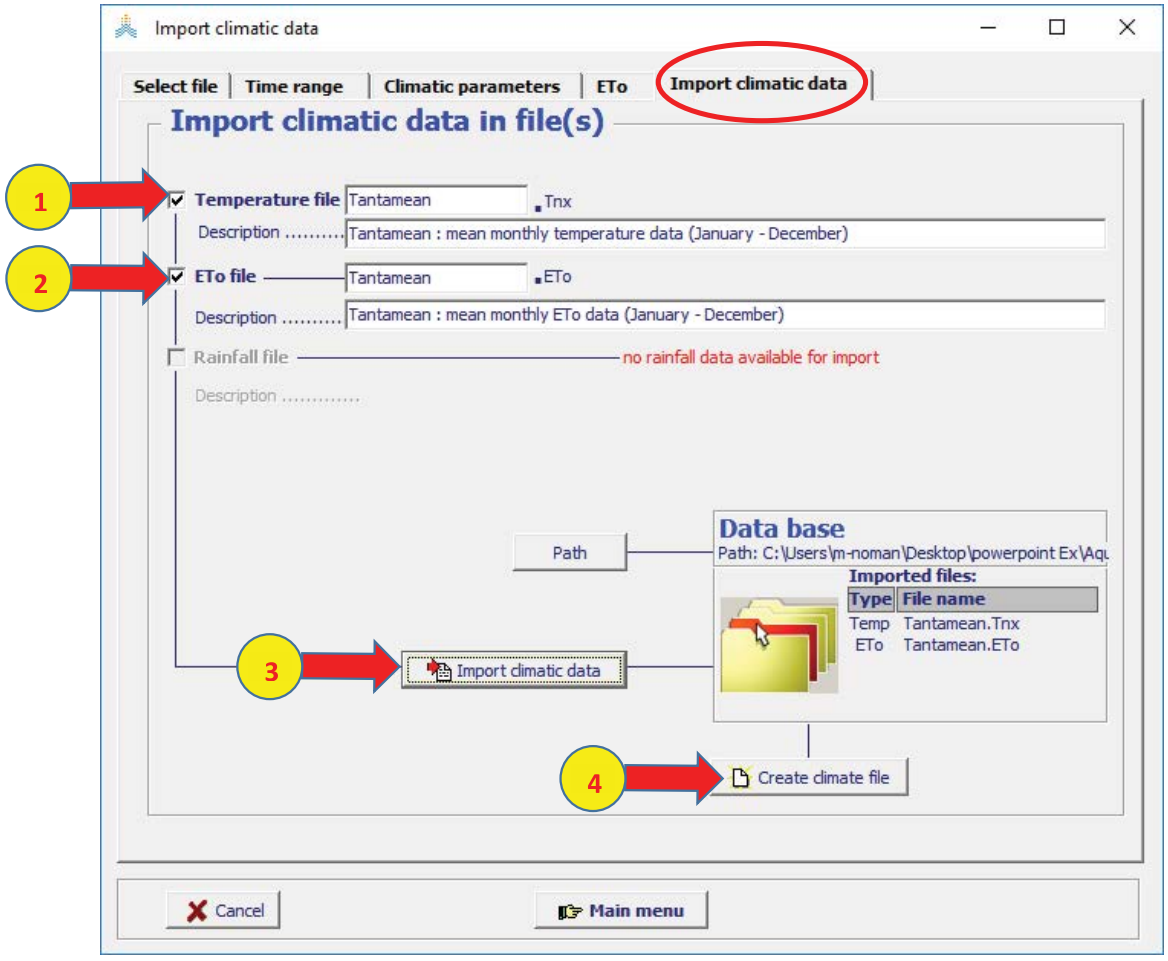
اختر column 5 من أعمدة العوامل المناخية ثم اختر sunshine/radiation من قائمة العوامل المناخية وقم باختيار السطر الأول (n hour/day)



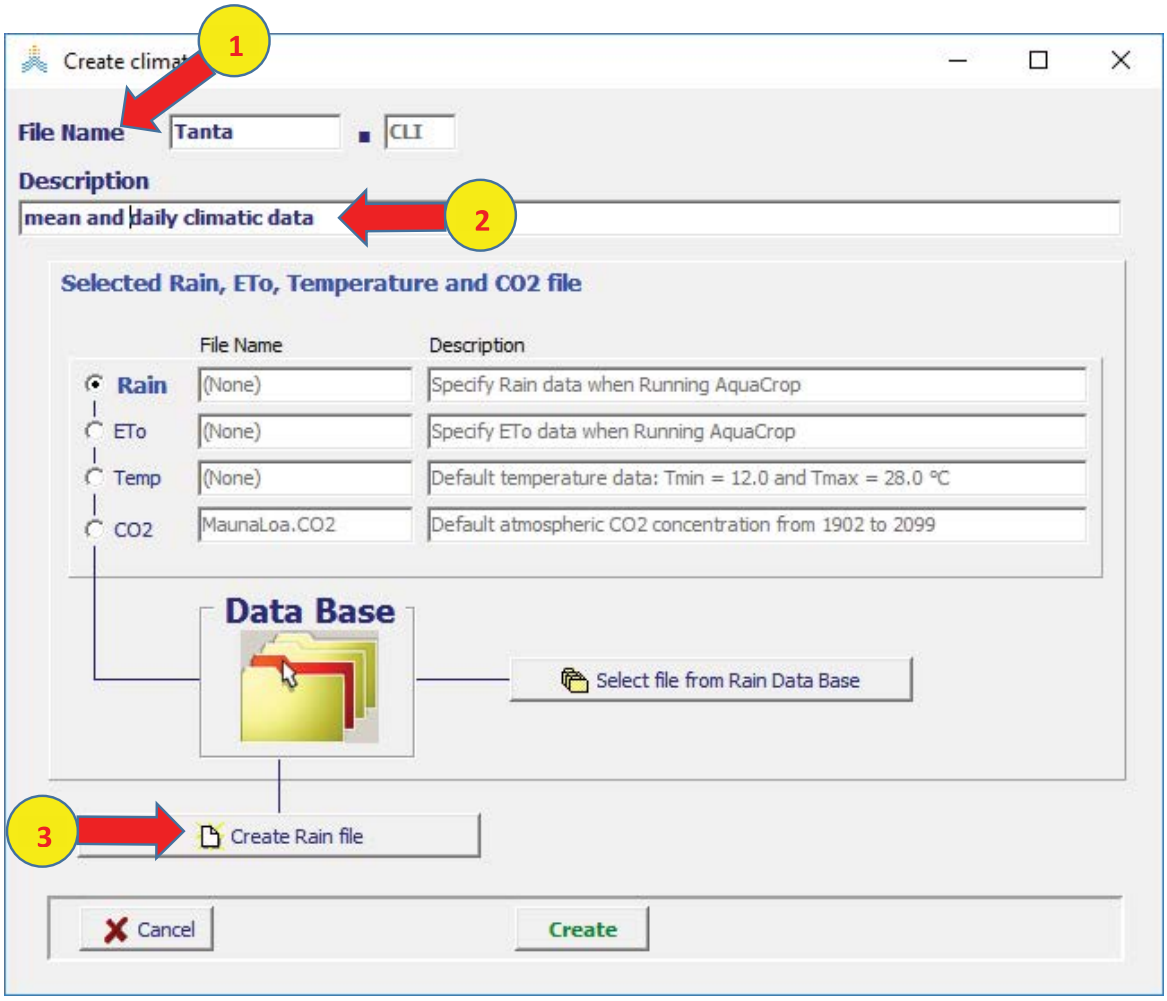
اختر الواجهة ETo من القائمة import Climate Data: حدد إحداثيات المحطة،
حول من خيار Degrees and minutes إلى الخيار Decimal degrees
حدد Altitude (6) حدد Latitude (31.07)



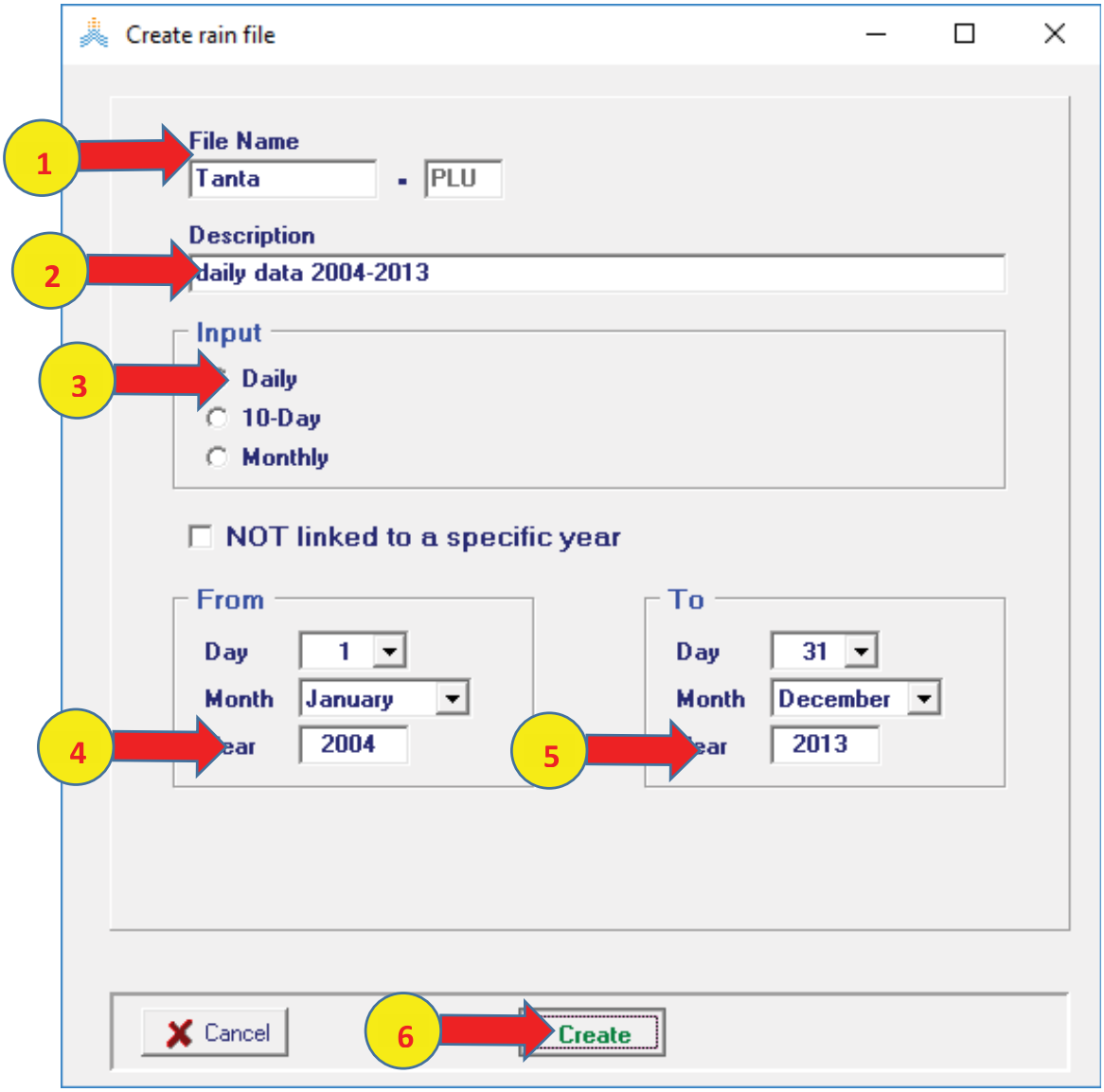
اختر الواجهة import Climate Data من القائمة import Climate Data: قم بتفعيل Temperature file و ETO file ثم اختر الأمر import Climate Data فيتم إنشاء ملفي درجة الحرارة. Tantamean.Tnx والتبخر- نتح المرجعي Tantamean.ETO. بعد ذلك اختر الأمر Create Climate Data.



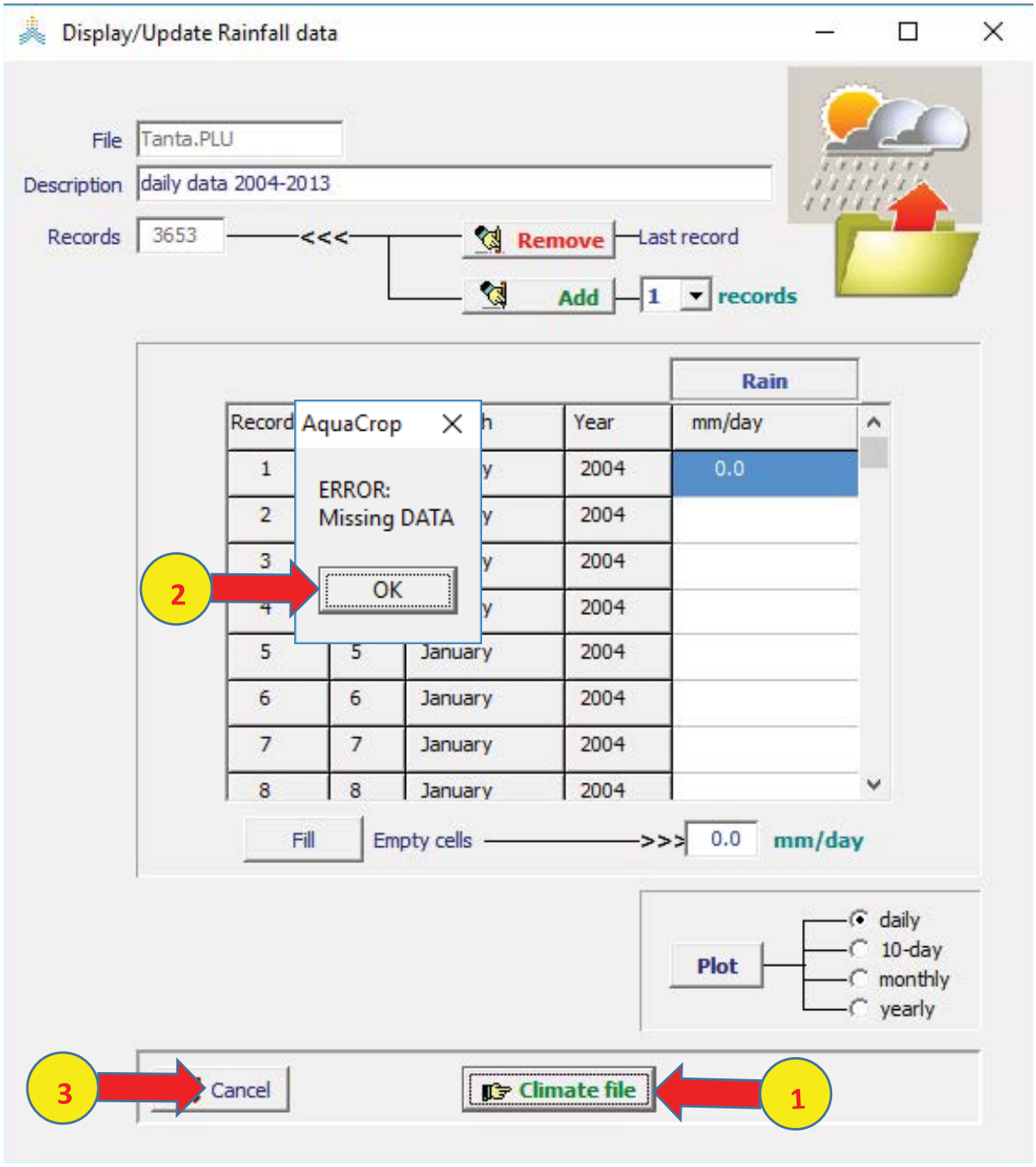
قبل إنشاء الملف المناخي CLI.* يجب إنشاء ملف الهطول المطري من بيانات الهطول اليومية المعطاة.
حدد File Name Descriptiong كما هو مبين في الشكل.
ثم اختر الأمر Create Rain file



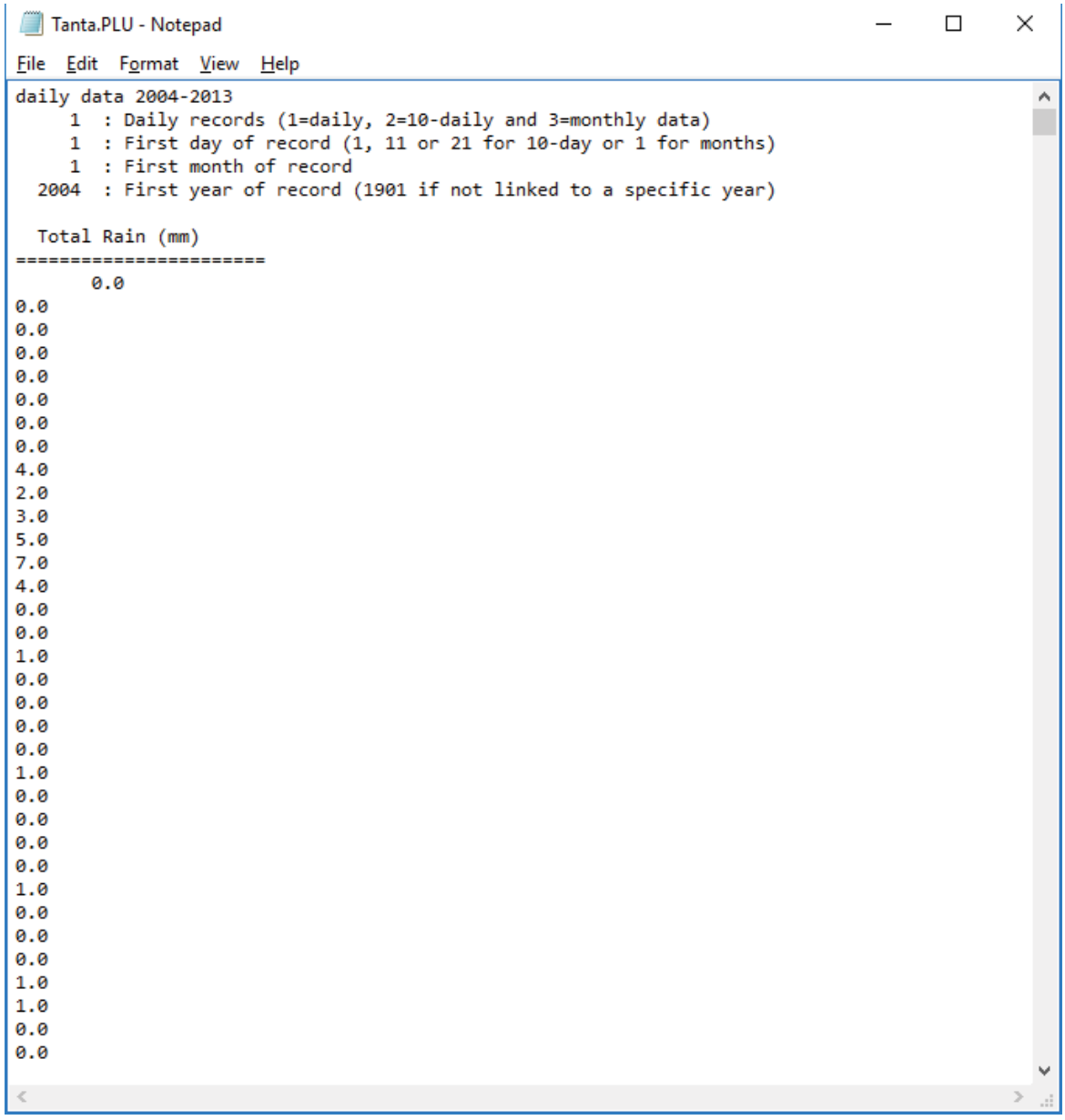
حدد File name و Description, Input (Daily)، تاريخ بداية ونهاية فترة البيانات كما في الشكل ثم اختر الأمر Create.



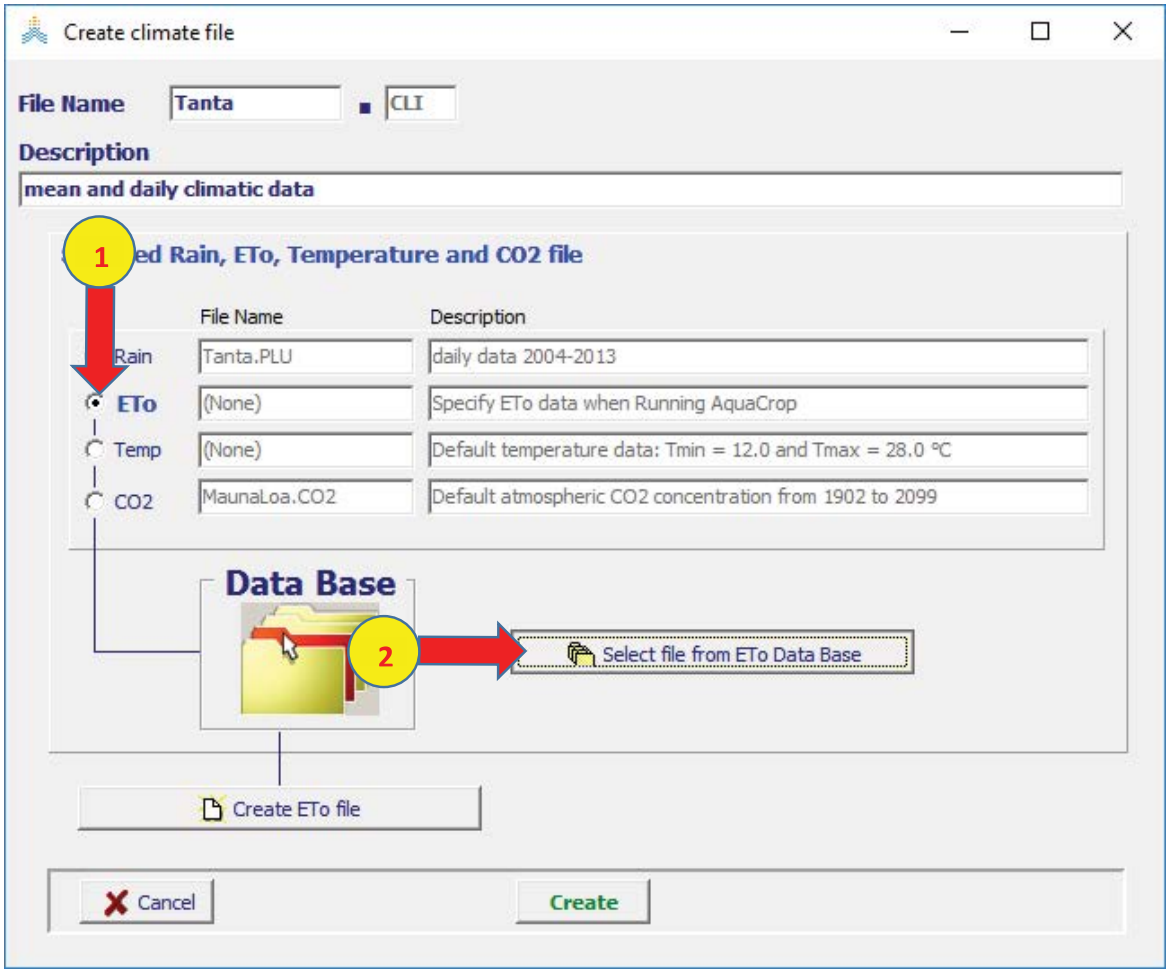
اختر الأمر Climate file بدون إدخال أي بيانات فتظهر رسالة Error Missing Data، اختر OK ثم اختر الأمر Cancel فيتم تشكيل ملف الهطول المطري الذي يحوي سطرا واحدا فقط بقيمة 0 مم/يوم



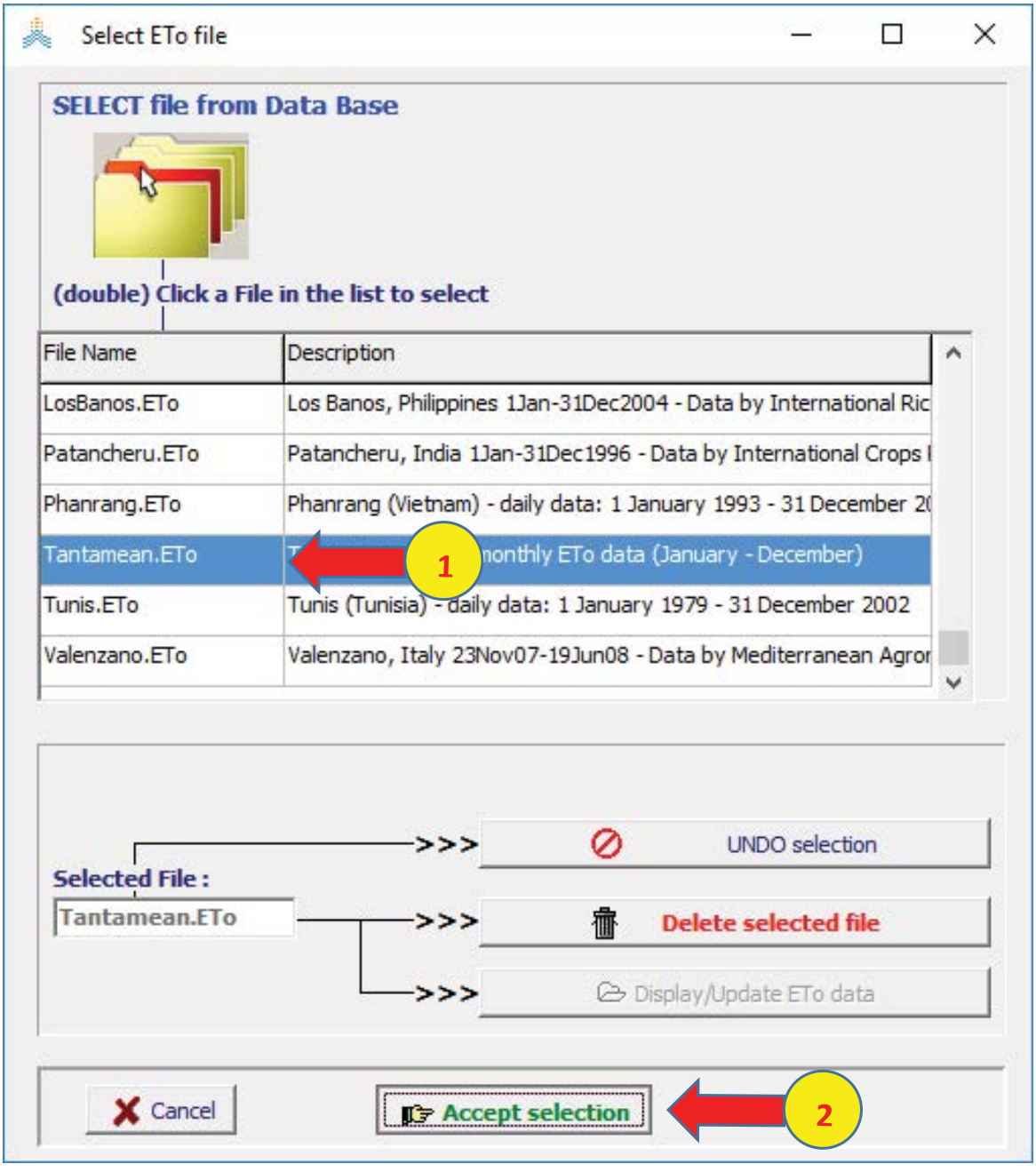
يعود البرنامج إلى واجهة Create Climate file ويظهر اسم ملف الهطول المطري الذي تم إنشاؤه، ابق البرنامج AquaCrop على الواجهة الحالية وقم بفتح ملف الهطول المطري Tanta.PLU في المكتبة الفرعية DATA في مجلد AquaCrop بواسطة برنامج Notpad، انسخ قيم الهطول المطري اليومي من الملف Tanta data.xls وقم بلصقها في ملف الهطول المطري ثم أغلق الملف واختر Save عند الإغلاق



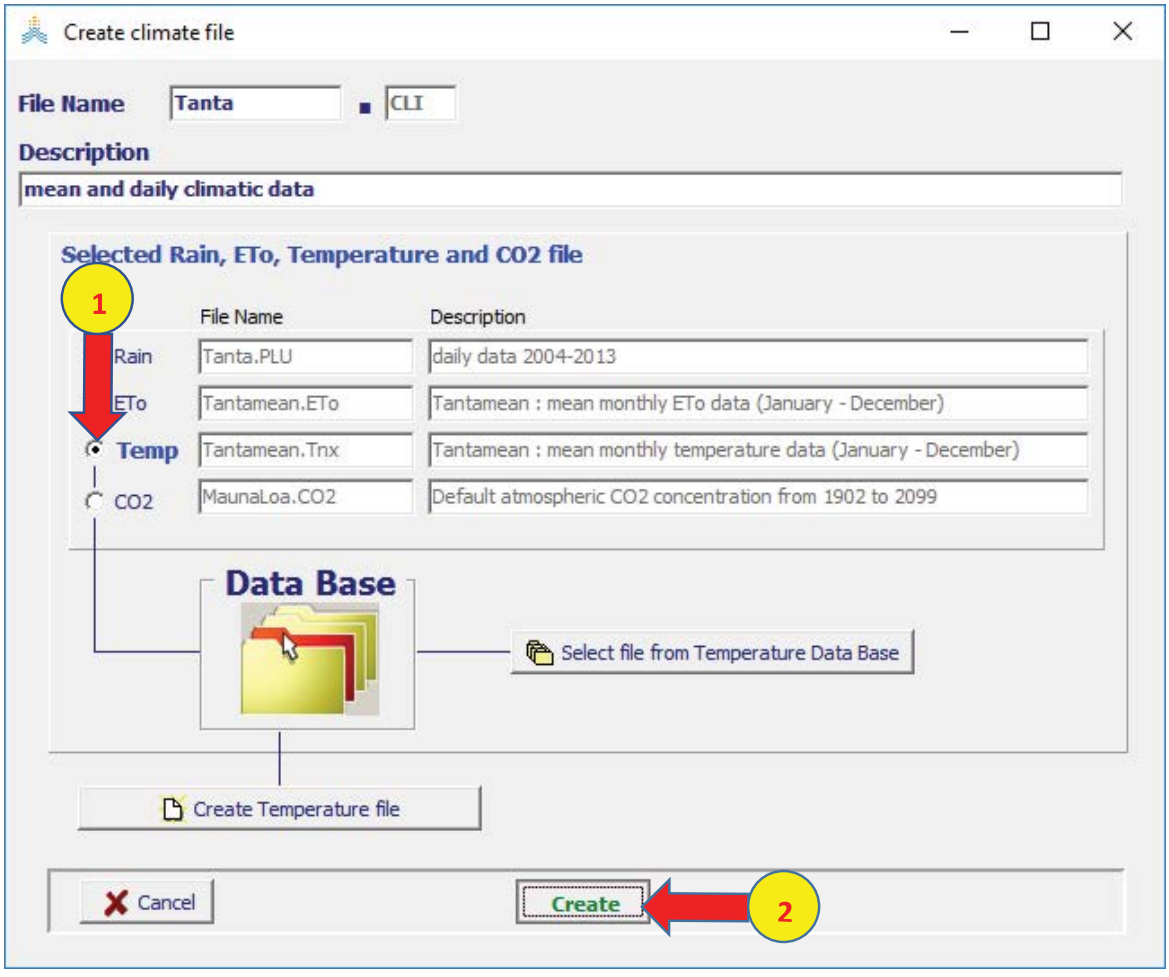
عد إلى واجهة Create Climate file وقم بتفعيل اختيار ETo ثم اختر الأمر
Select file from ETo Data Base



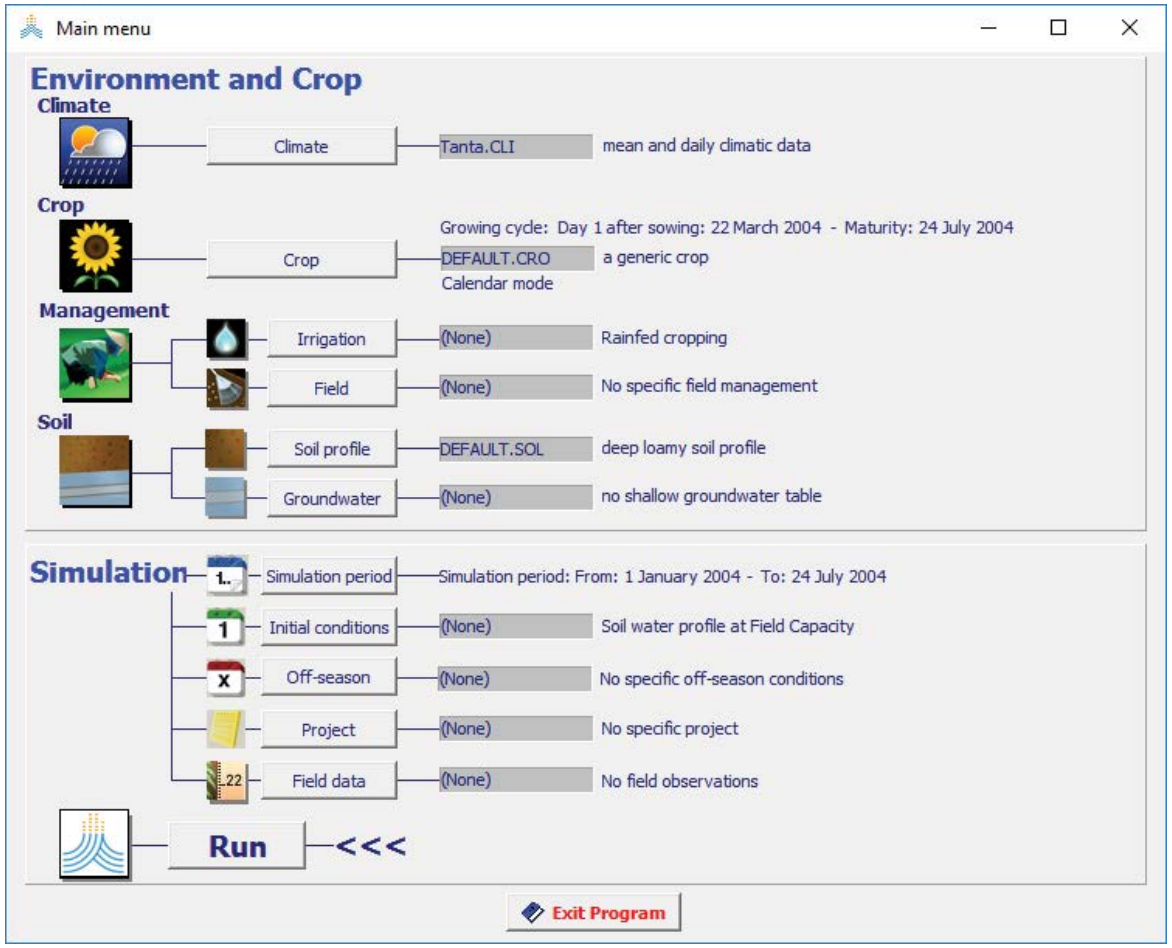
اختر الملف Tantamean.ETO ثم اختر الأمر Accept selection



اعد نفس الخطوات لاختيار الملف Tantamean.Tnx ثم اختر الأمر Create لإنشاء ملف المناخ



يعود البرنامج إلى Main Menu ويعرض اسم ملف المناخ الذي تم إنشاؤه Tanta.CLI



التمرين الثاني: تقييم انتاجية المحصول

تقييم إنتاجية المحصول في ظروف بيئية مختلفة

الهدف من التمرين: تقييم إنتاجية محصول القمح عند زراعة صنف في ظروف بيئية مختلفة وعند زراعة صنفين مختلفين في نفس الظروف البيئية.

المطلوب: تقييم إنتاجية القمح الموجود في الملف WheatGDD.CRO في الحالات التالية:

1. عند زراعته في نوعين مختلفين من التربة:
   - تربة مؤلفة من طبقتين مختلفتين: طبقة لومية طينية وطبقة لومية سلتية (التدرب على انشاء ملف تربة جديد)
   - تربة مؤلفة من طبقة واحدة لومية رملية عميقة Deep Sandy Loam وملف هذه التربة هو من الملفات الموجودة في قاعدة بيانات البرنامج AquaCrop)
2. عند زراعة صنف قمح مختلف عن ملف القمح الموجود في قاعدة بيانات البرنامج والذي تم استخدامه في الحالتين السابقتين. (التدرب على تعديل ملف محصول موجود في قاعدة البيانات)

البيانات المناخية متاحه لـ 23 سنة من عام 1979 حتى 2002

المشروع الأول: محصول القمح المزروع في تربة مؤلفة من طبقتين

- **المعطيات: خصائص التربة الفيزيائية**

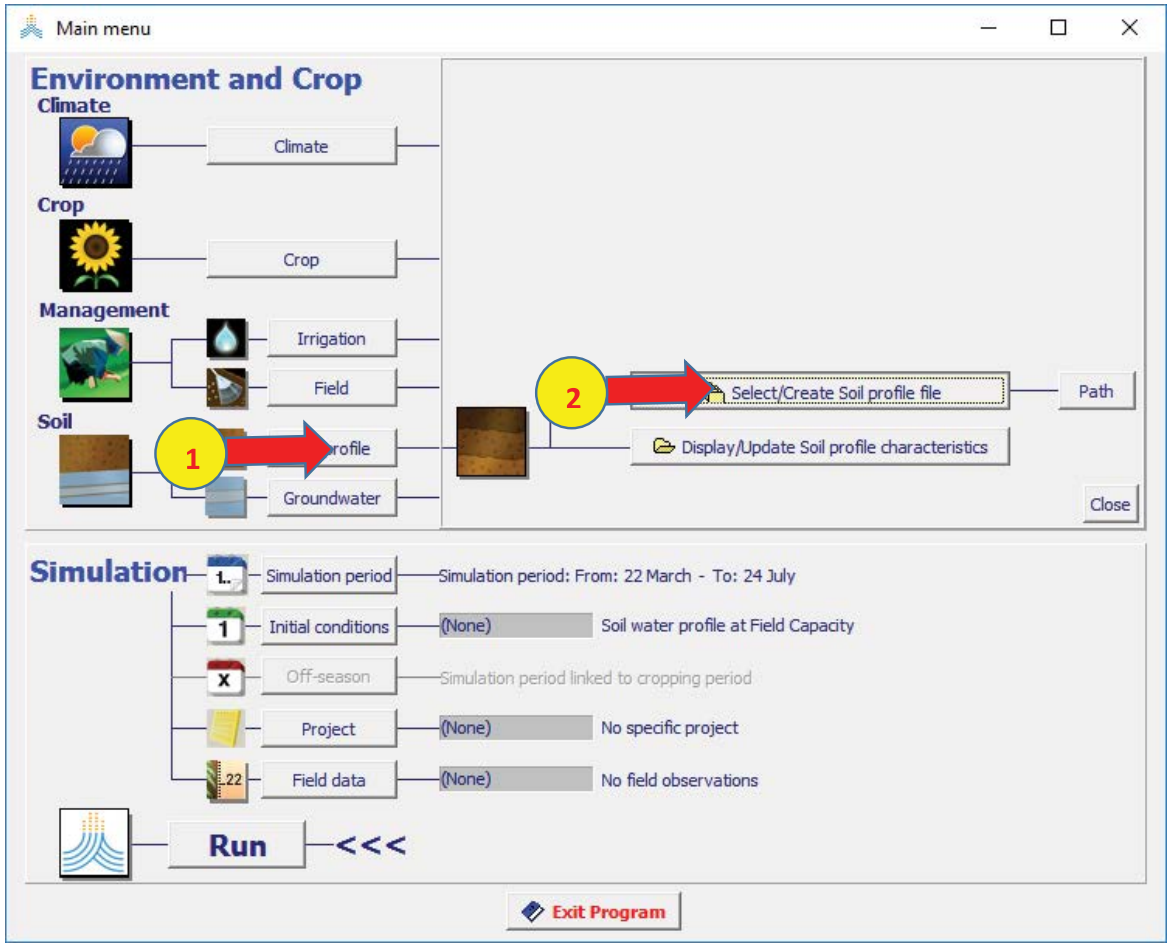
البيانات المناخية: موجودة في الملف العام للمناخ Tunis.CLI وملفات البيانات المناخية Tunis.TMP Tunis.ETO Tunis.PLU وهي موجودة في قاعدة بيانات البرنامج.

Ksat (mm/day)	Sat	FC	PWP	Thickness m	Soil Texture
155	50	40	24	0.3	Clay loam
100	46	33	11	1.7	Silt loam

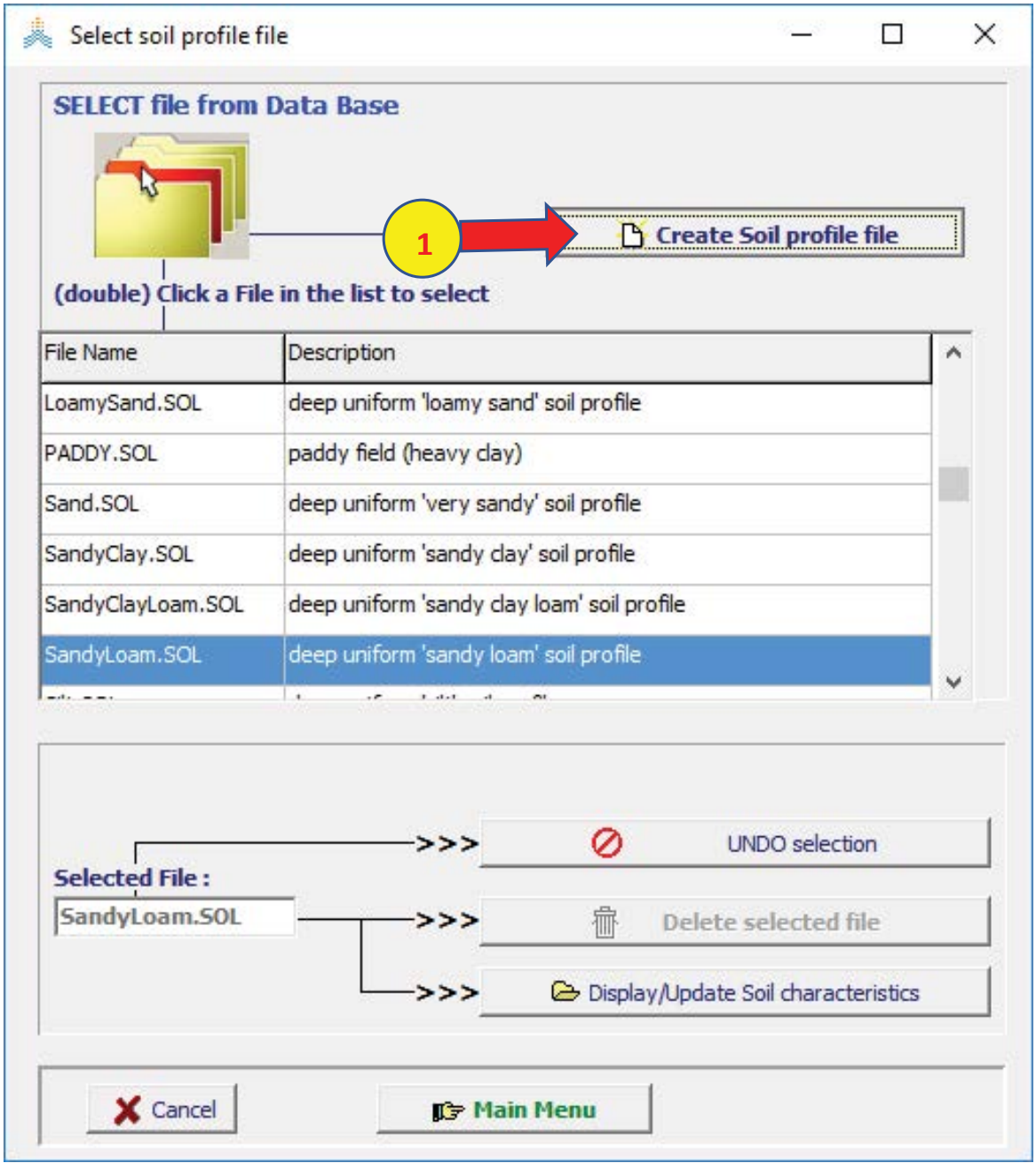
خصائص المحصول: ملف القمح WheatGDD.CRO الذي يعتمد تقويم حرارة النمو (GDD) وهو موجود في قاعدة بيانات البرنامج. تاريخ الزراعة هو 15 اكتوبر/Oct

الشروط الابتدائية: الملف WetDry.SW0 والذي تكون فيه التربة رطبة في جزئها العلوي وأكثر جفافا في الأسفل وهو موجود في قاعدة بيانات البرنامج.

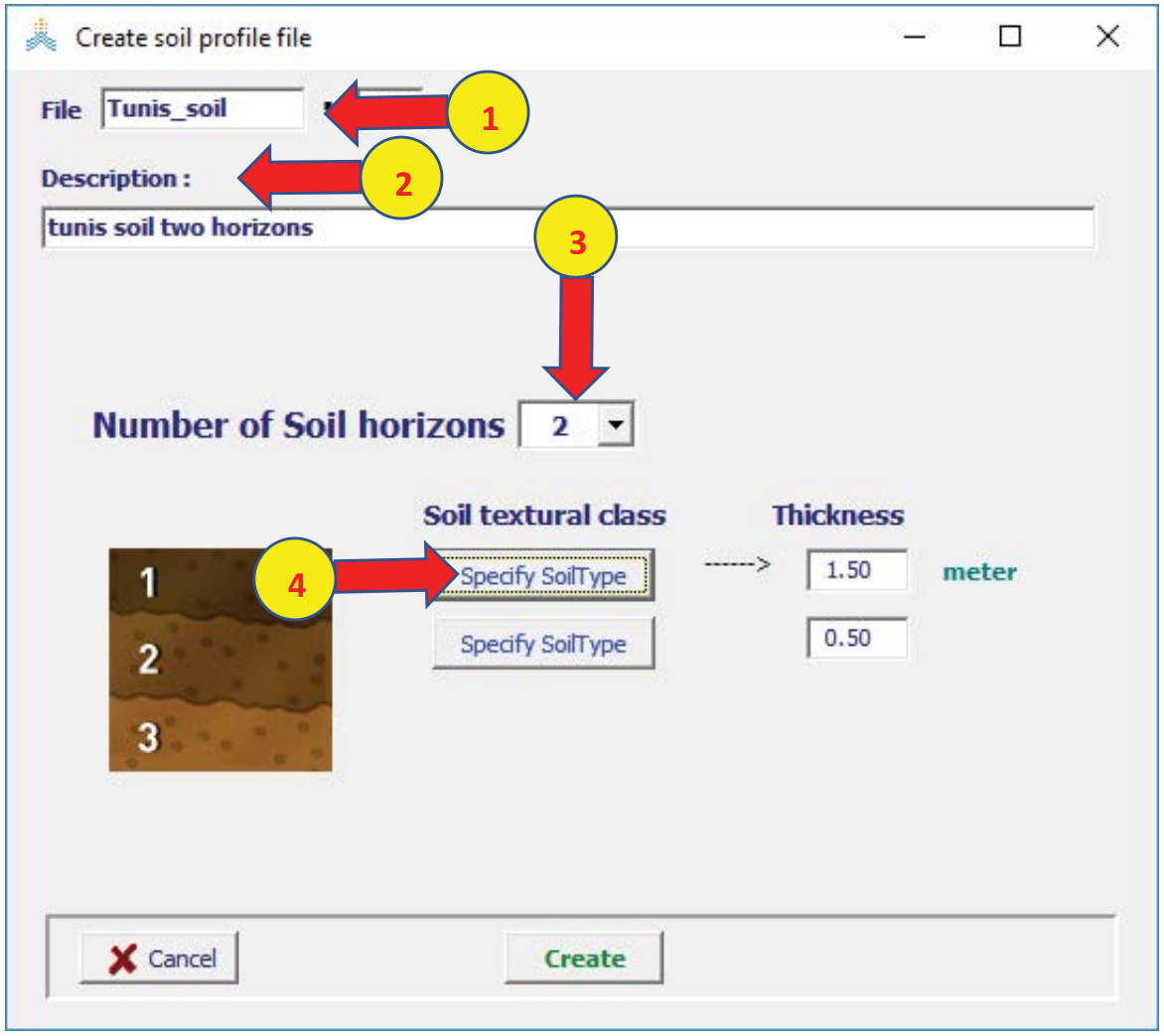
إنشاء ملف التربة المؤلفة من طبقتين في القائمة main menu: اختر الأمر
soil profile
ثم اختر الأمر select/create soil profile file



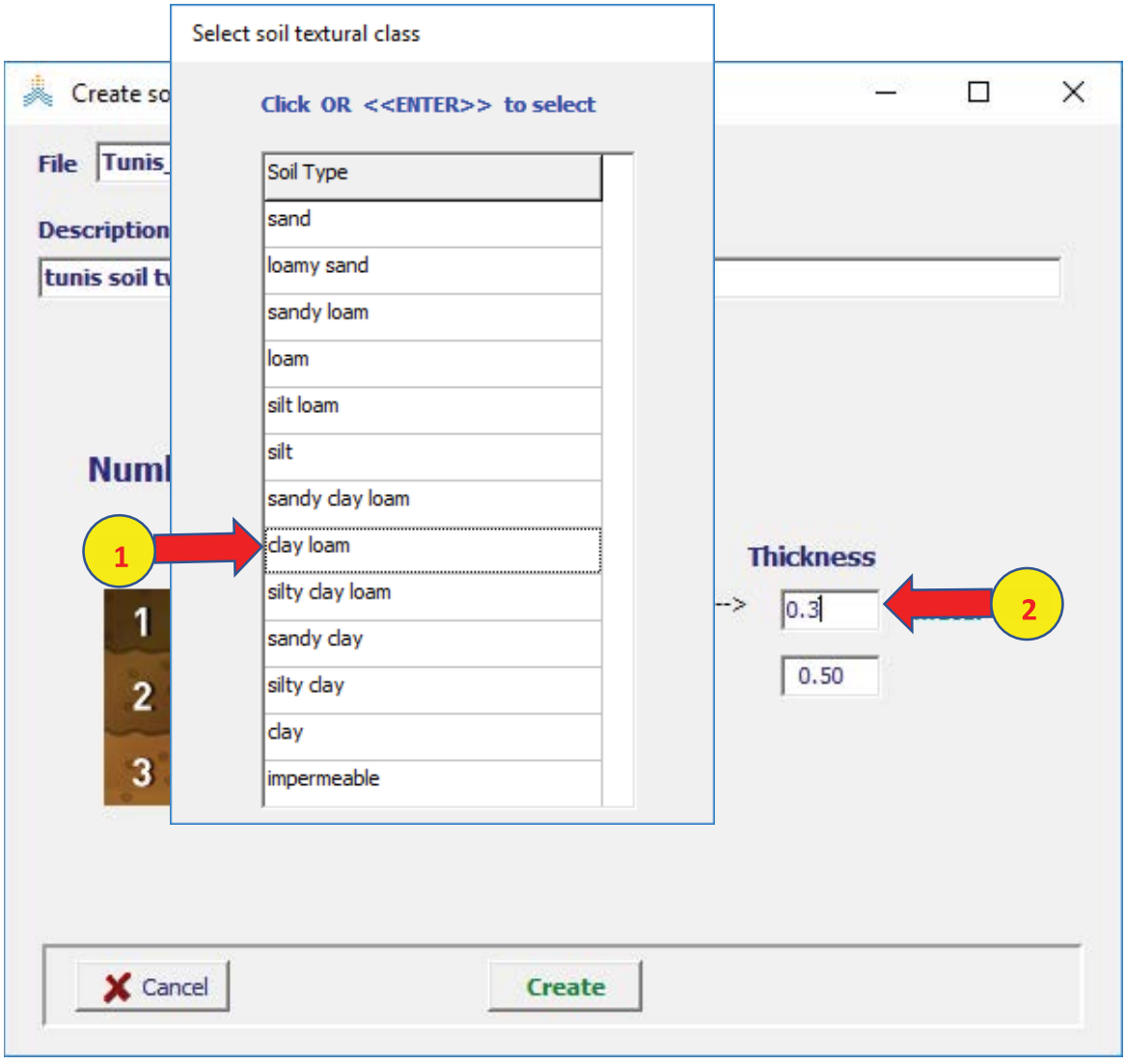
في القائمة select soil profile file: اختر الأمر create soil profile file



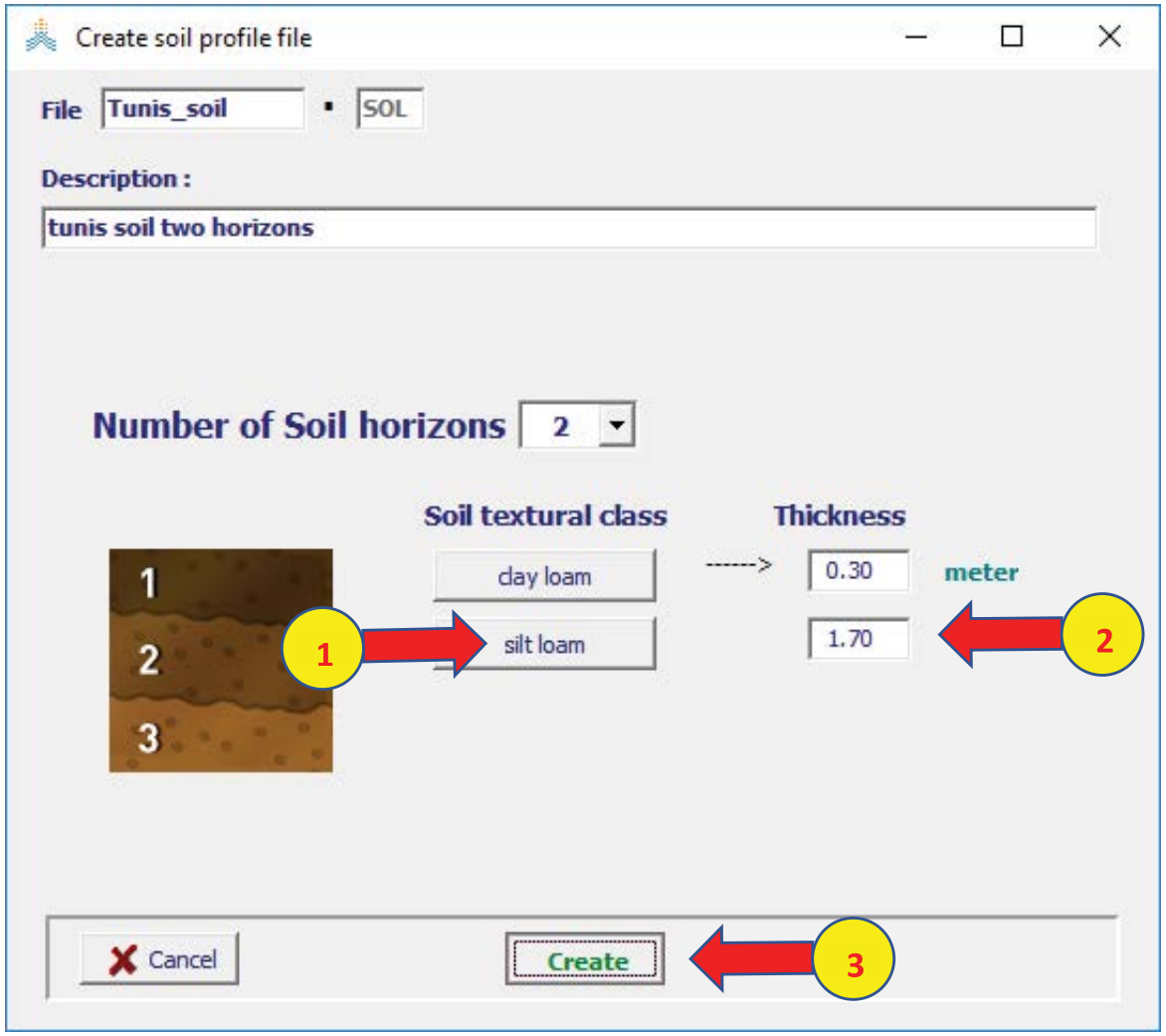
في القائمة create soil profile file: حدد اسم الملف Tunis_soil، حدد Description كما في الشكل، حدد Number of soil horizon بطبقتين ثم اختر specify soil type للطبقة الأولى



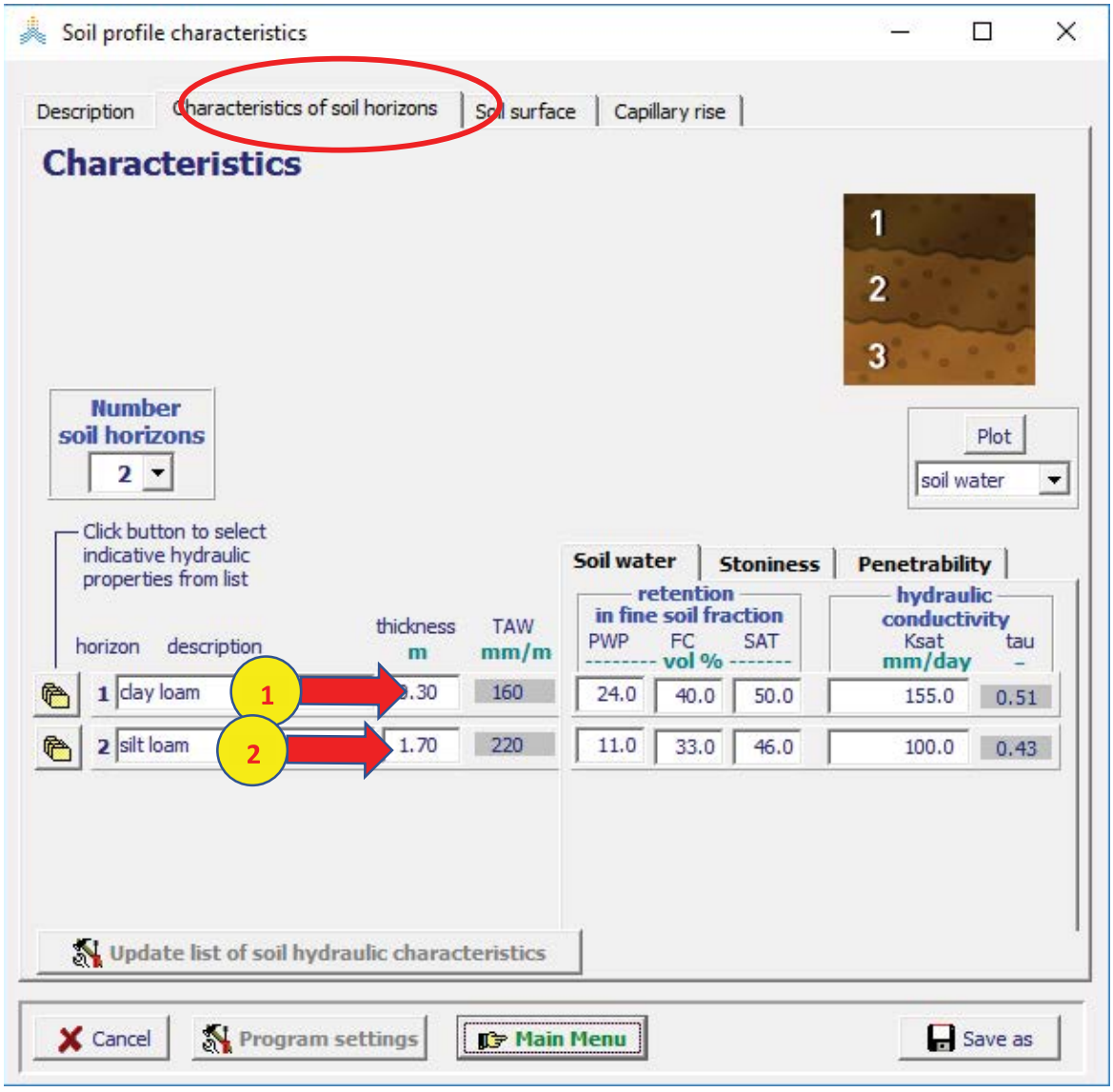
في القائمة select soil textural class: حدد قوام التربة clay loam ثم حدد Thickness للطبقة الأولى 0.3 م



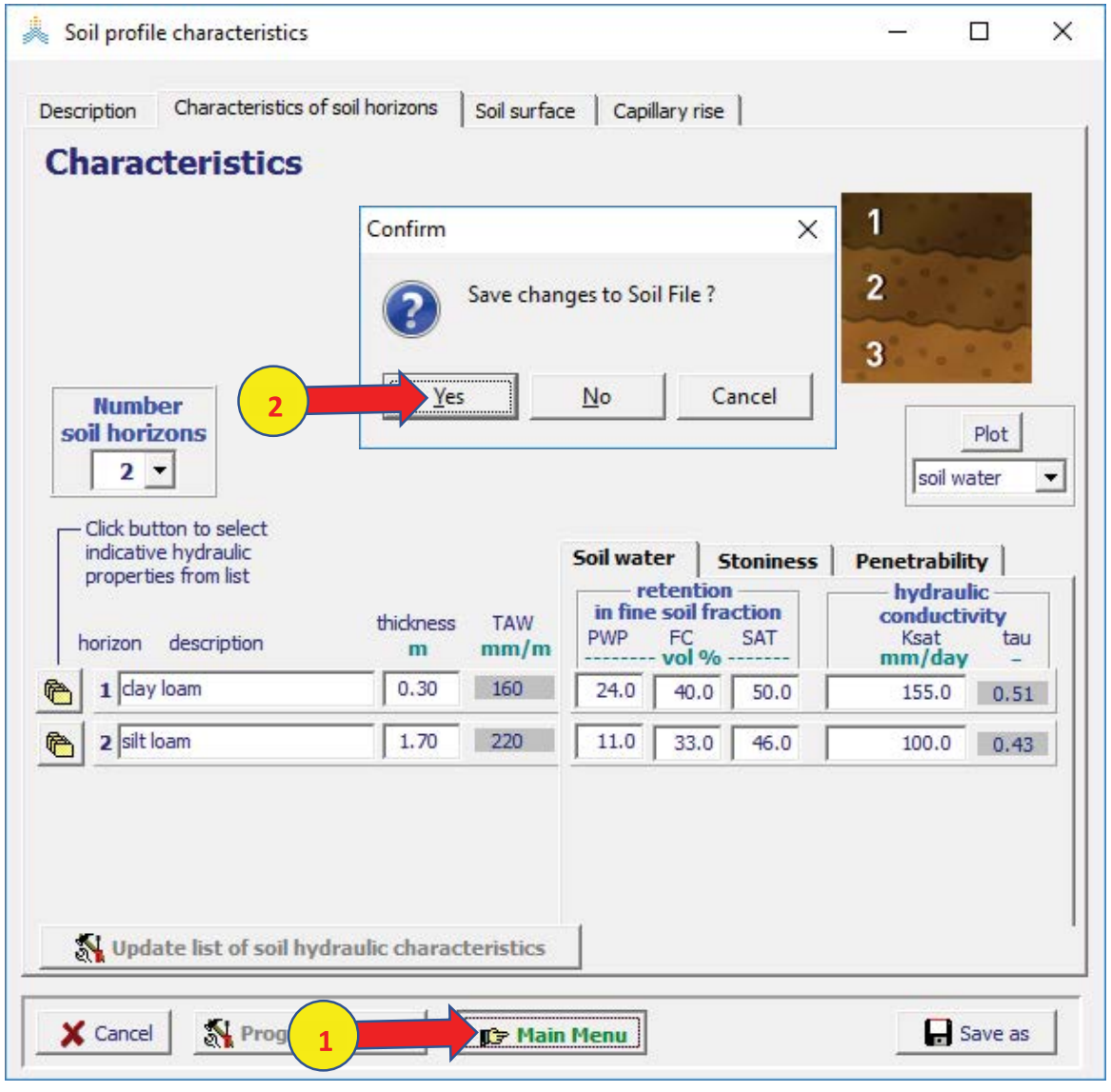
بنفس الخطوات: حدد قوام التربة للطبقة الثانية silt loam وحدد thickness للطبقة الثانية 1.7 م ثم اختر الأمر create



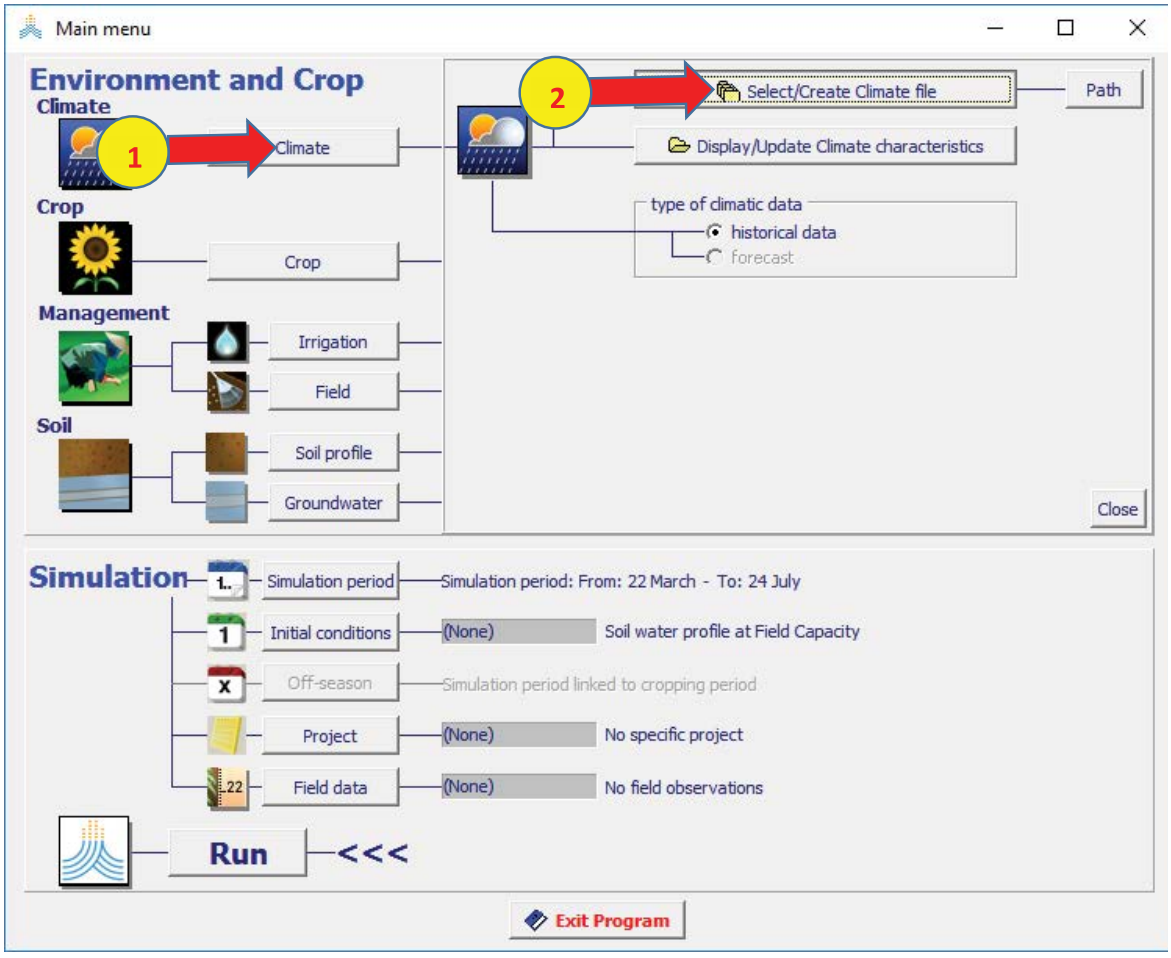
اختر الصفحة characteristics of soil horizons من قائمةSoil profile characteristics
أدخل قيم PWP وFC وSAT وKsat للطبقة الأولى 24، 40، 50، 155 على التوالي
وأدخل قيم PWP وFC وSAT وKsat للطبقة الثانية 11، 33، 46، 100 على التوالي



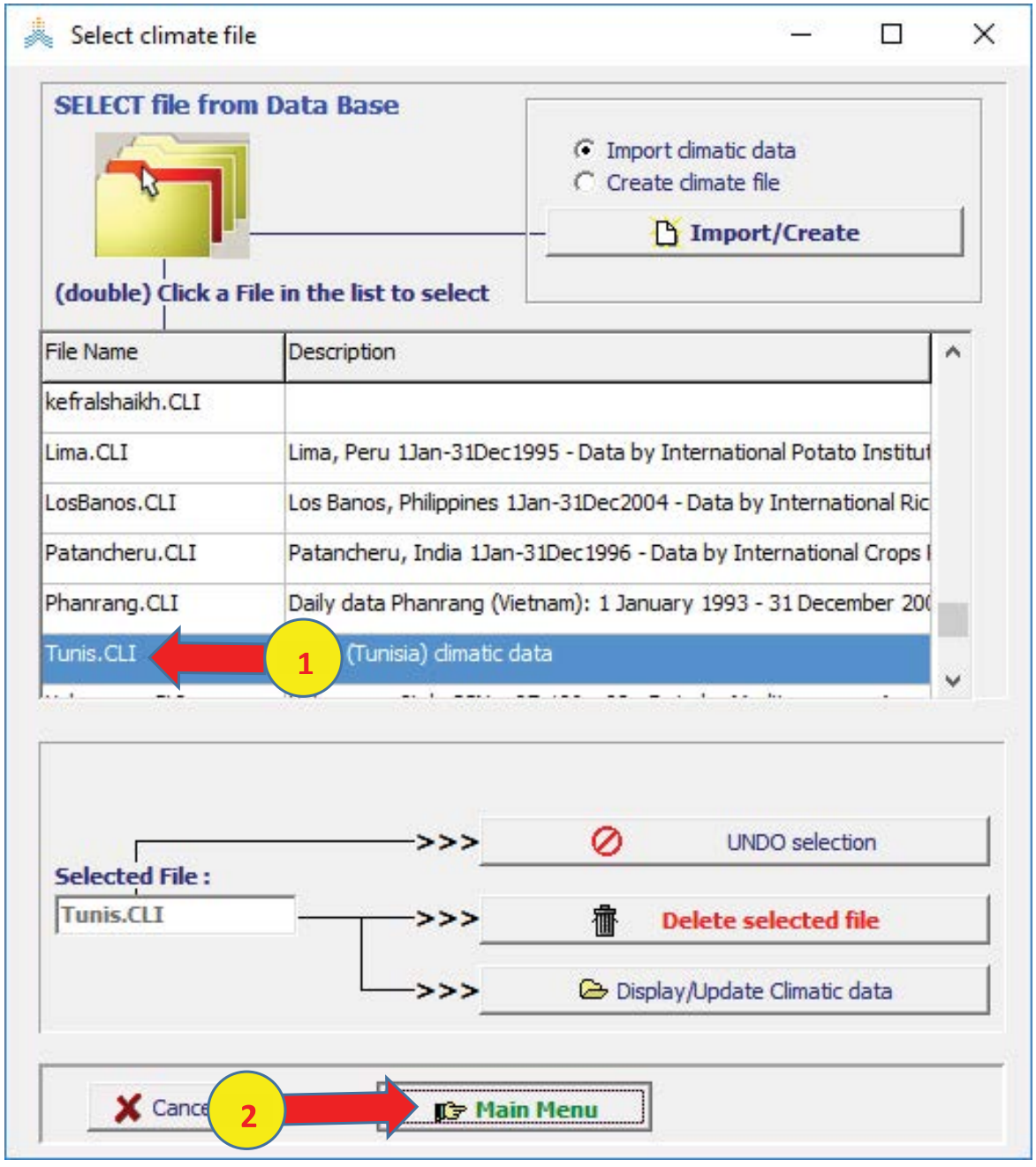
اختر الأمر Main Menu في أسفل قائمة Soil profile characteristics ثم اختر yes لحفظ ملف التربة



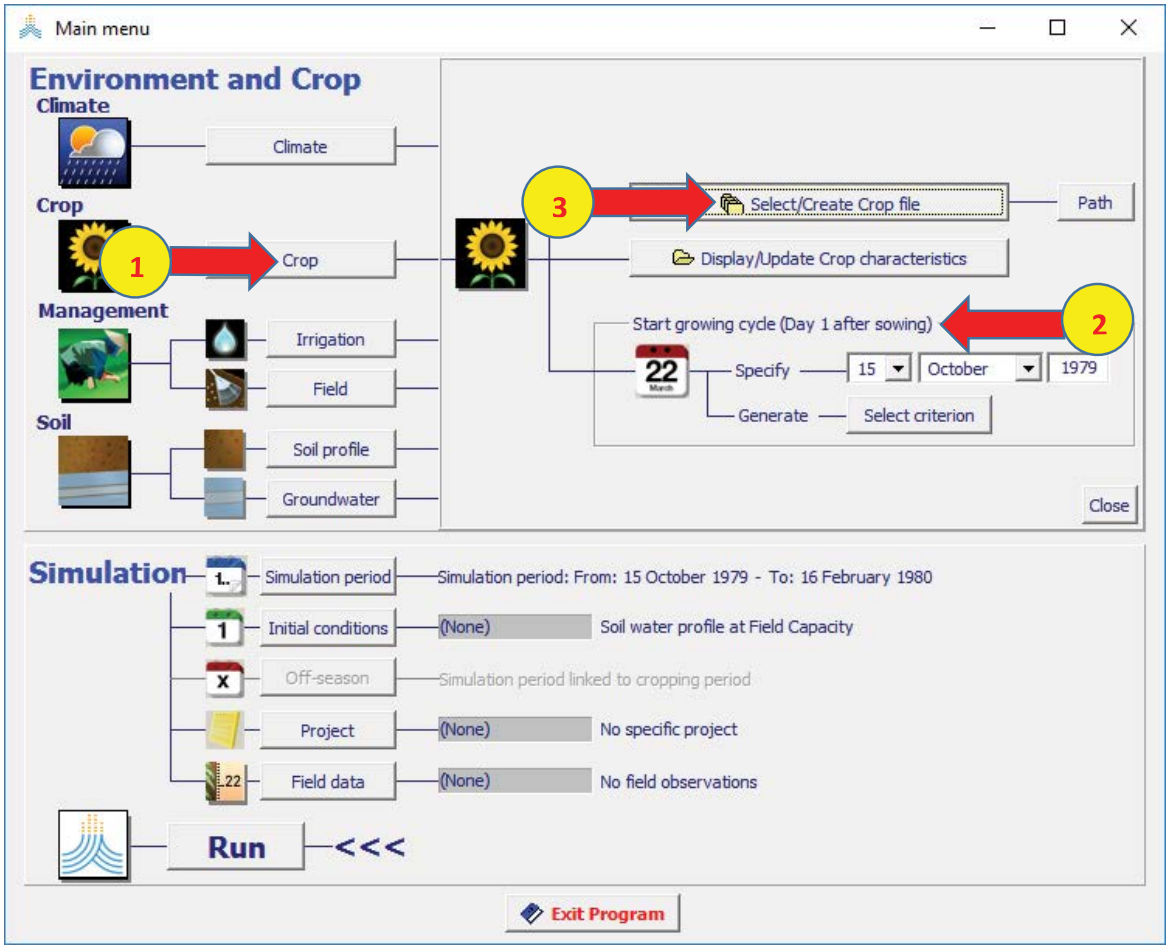
في القائمة main menu: اختر الأمر Climate
ثم اختر الأمر select/create climate file



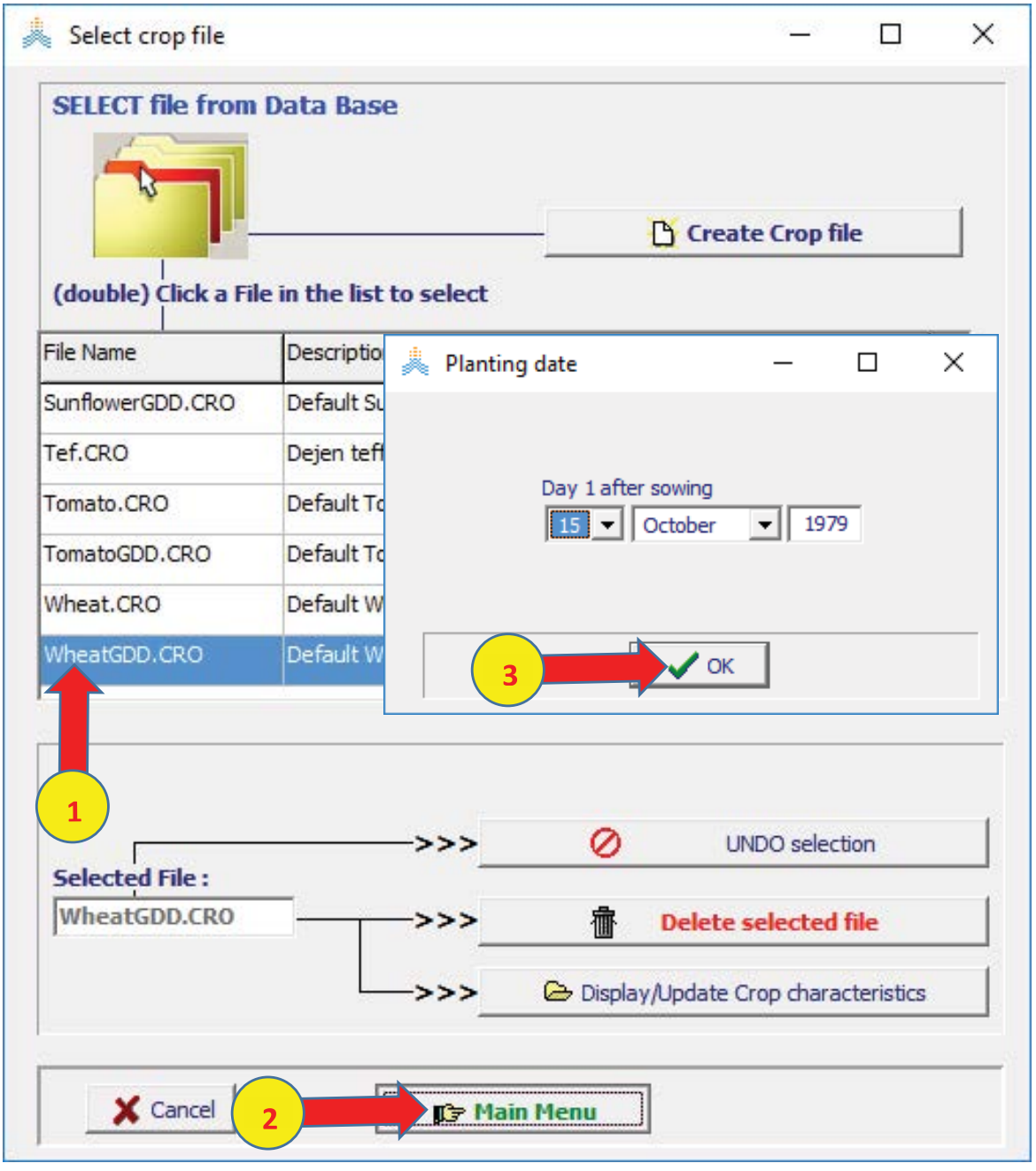
في القائمة select climate file: اختر الملف Tunis.CLI
ثم اختر الأمر Main Menu



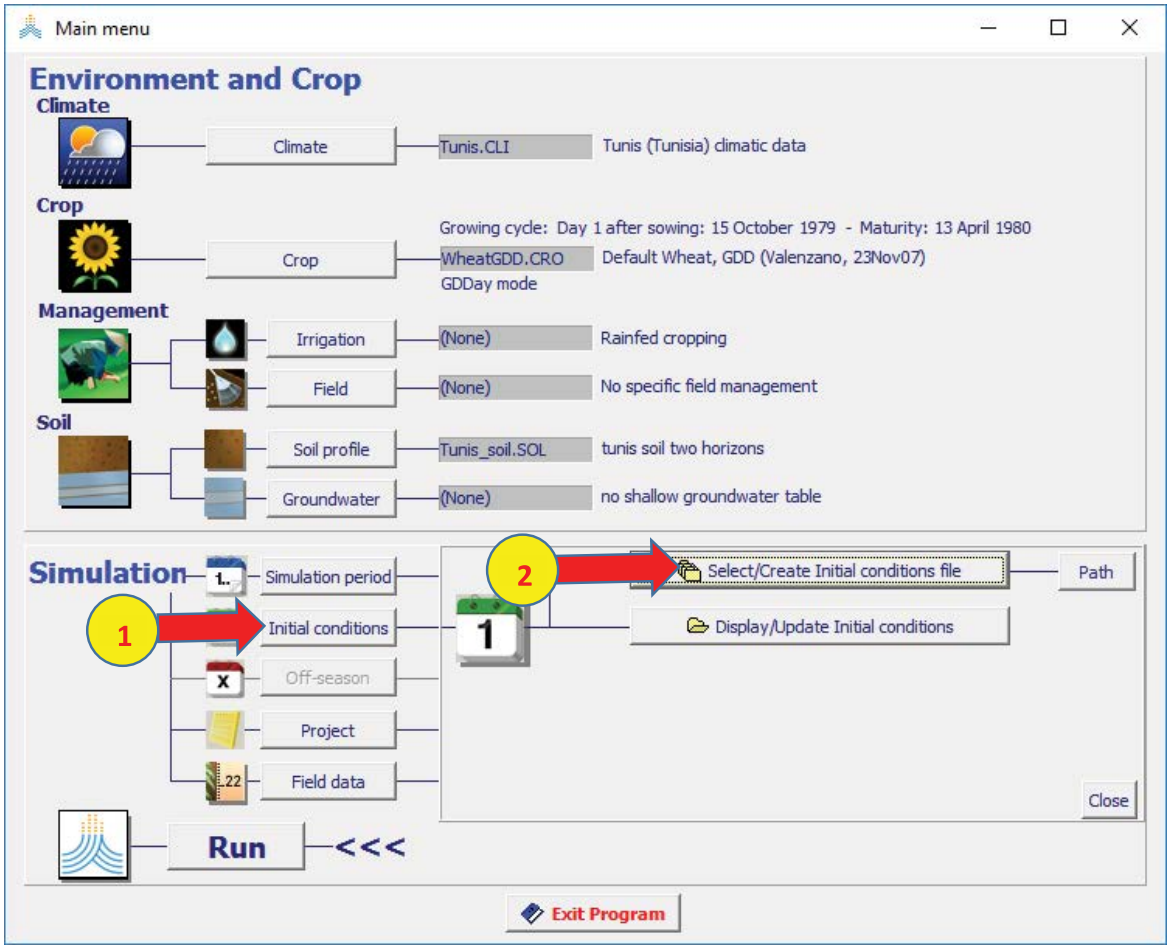
في القائمة main menu: اختر الأمر Crop،
حدد start growing cycle (day 1 after sowing) بتاريخ 15 October 1979
ثم اختر الأمر select/create crop file



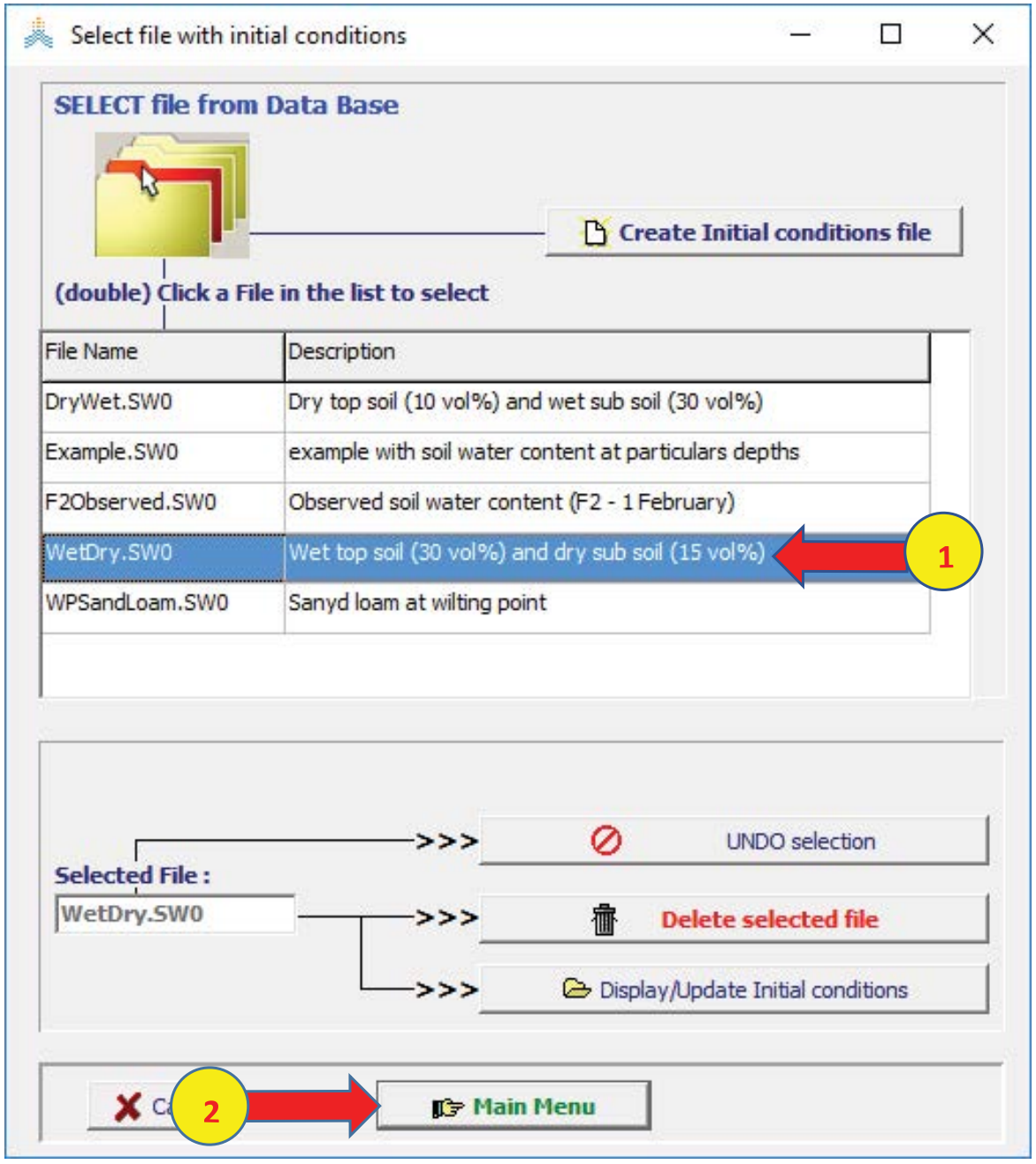
في القائمة select crop file: اختر الملف WheatGDD.CRO
ثم اختر الأمر Main Menu فتظهر نافذة planting date
اختر ok لتأكيد تاريخ الزراعة



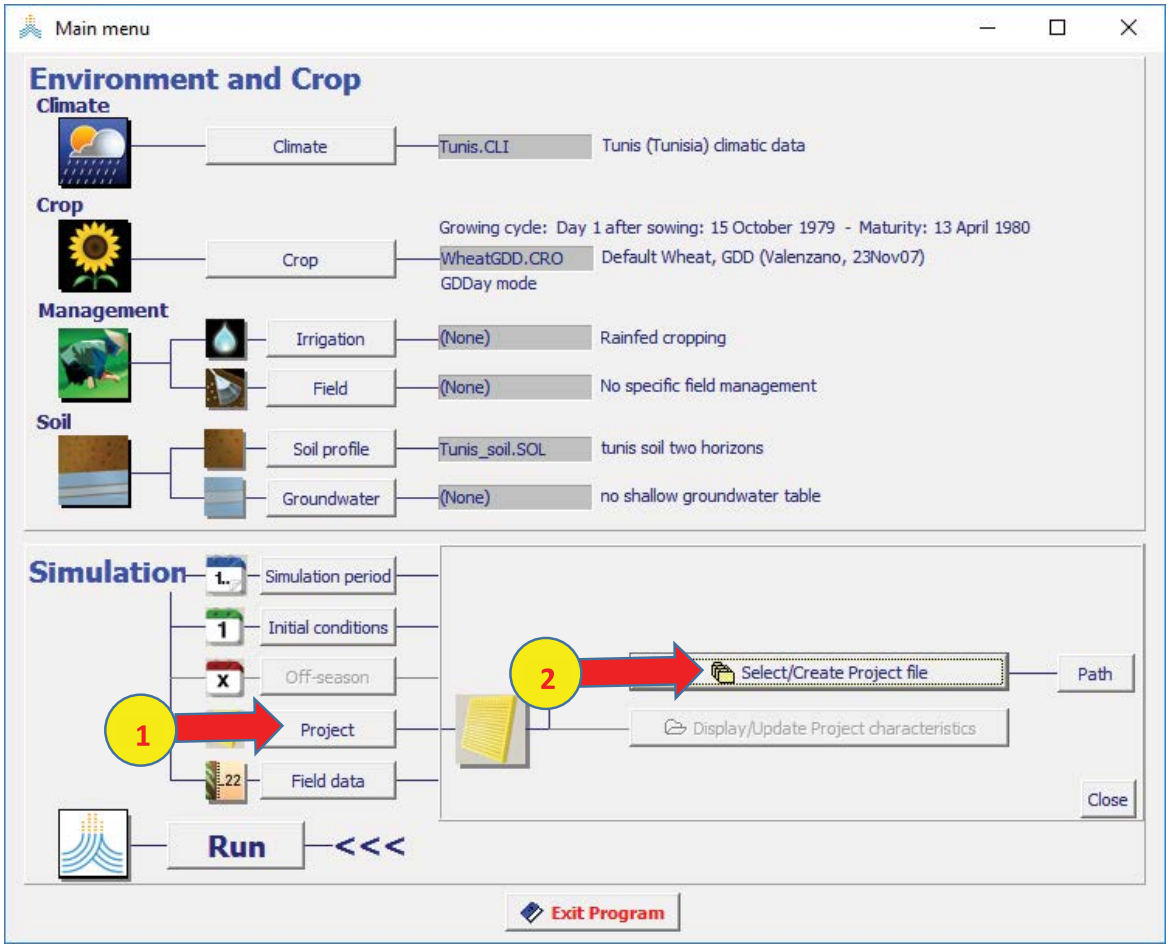
في القائمة main menu: اختر الأمر initial conditions
ثم اختر الأمر Select/create initial condition file



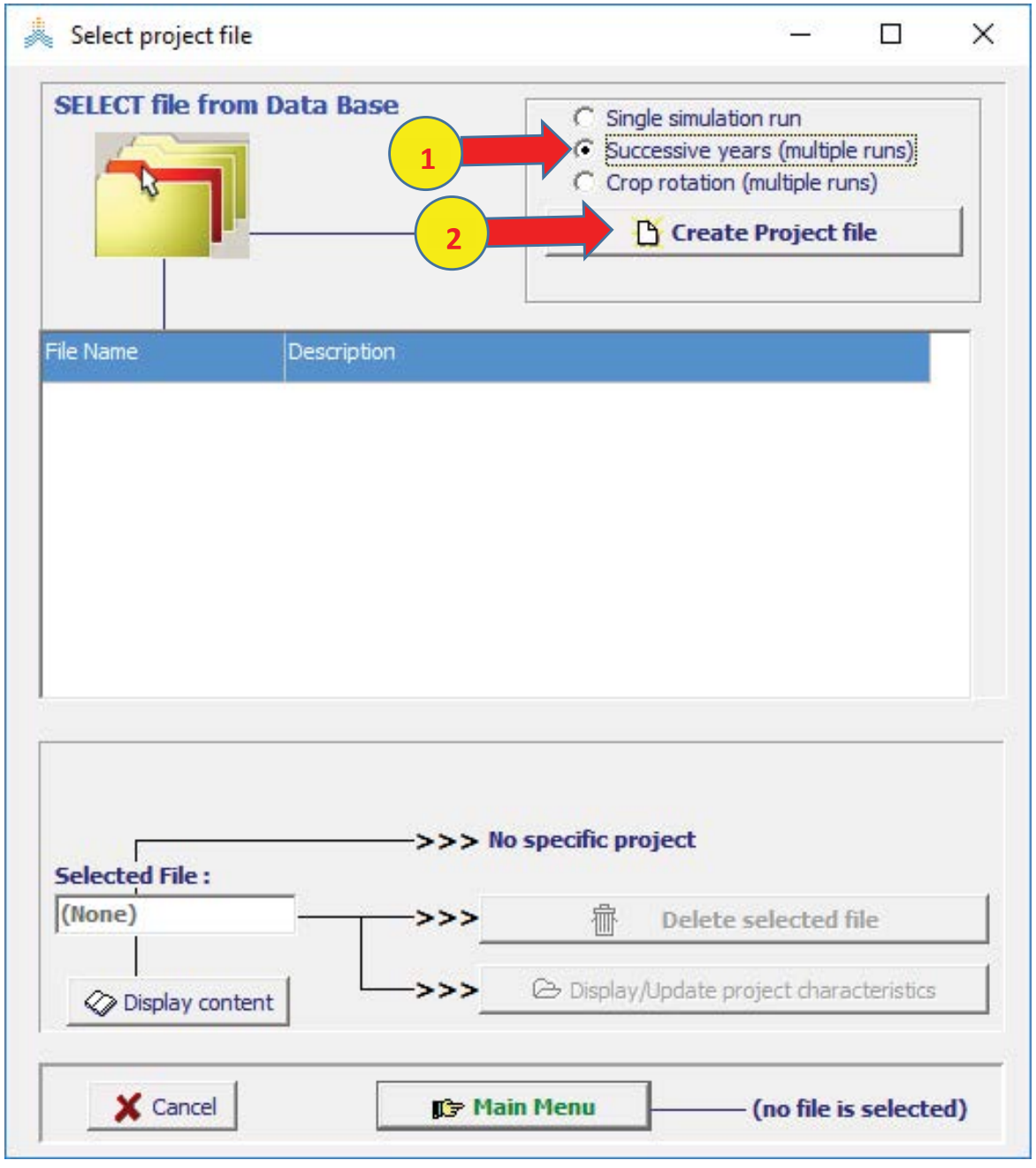
في القائمة select file with initial condition: اختر الملف WetDry.SW0
ثم اختر الأمر Main Menu



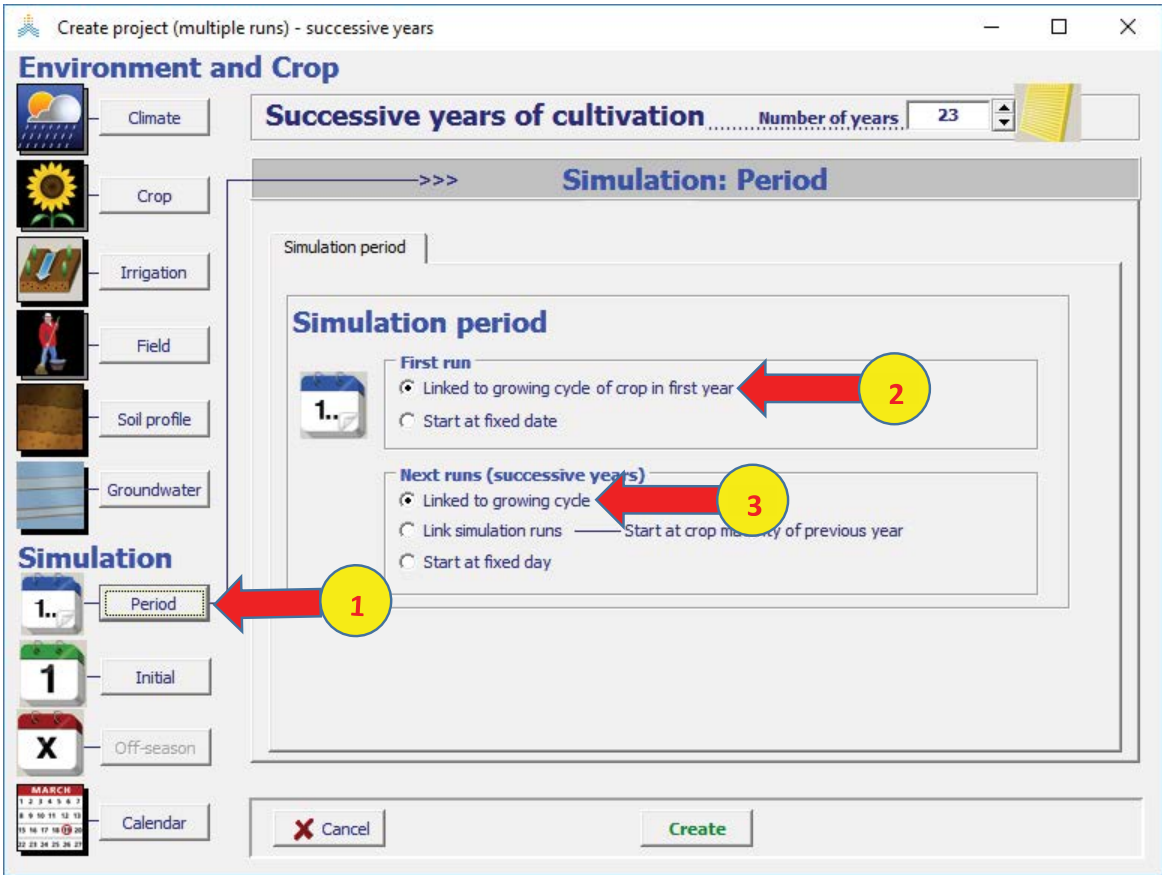
في القائمة main menu: اختر الأمر project
ثم اختر الأمر Select/create project file



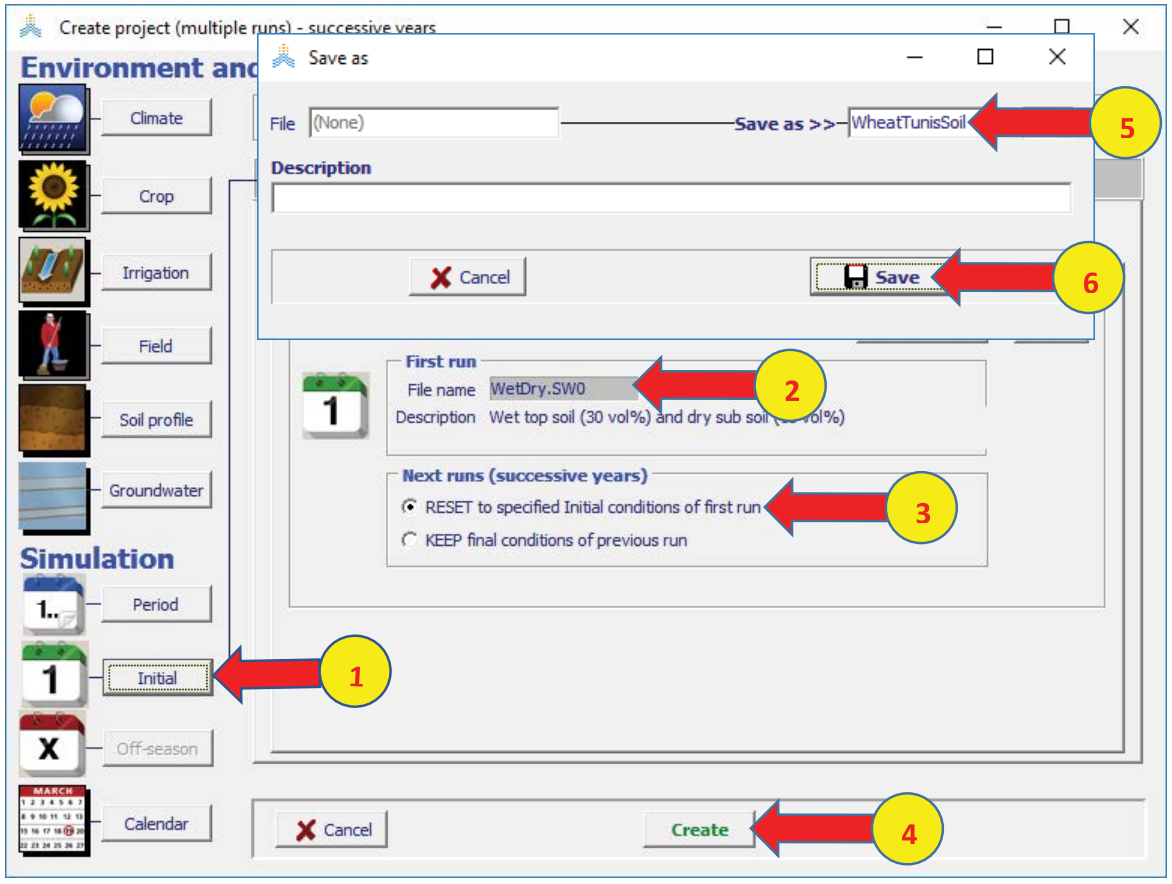
في القائمة select project file:
اختر الخيار successive years
(multiple runs) ثم اختر الأمر create project file



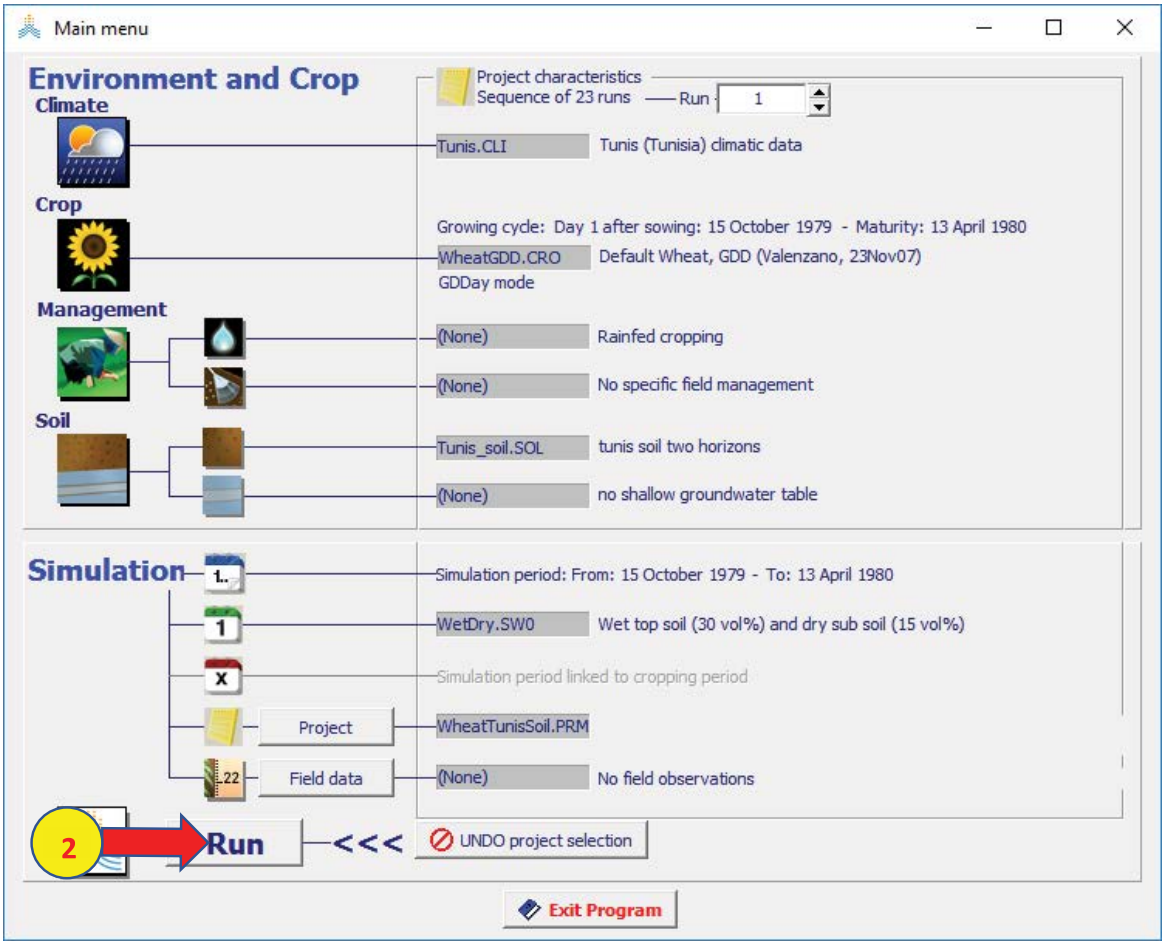
في القائمة create project (multiple runs) -successive years: تكون ملفات climate وcrop وsoil profile التي تم إنشاؤها سابقا مختارة سلفا، اختر الأمر period واختر في لوحة simulation period الخيارين linked to growing cycle



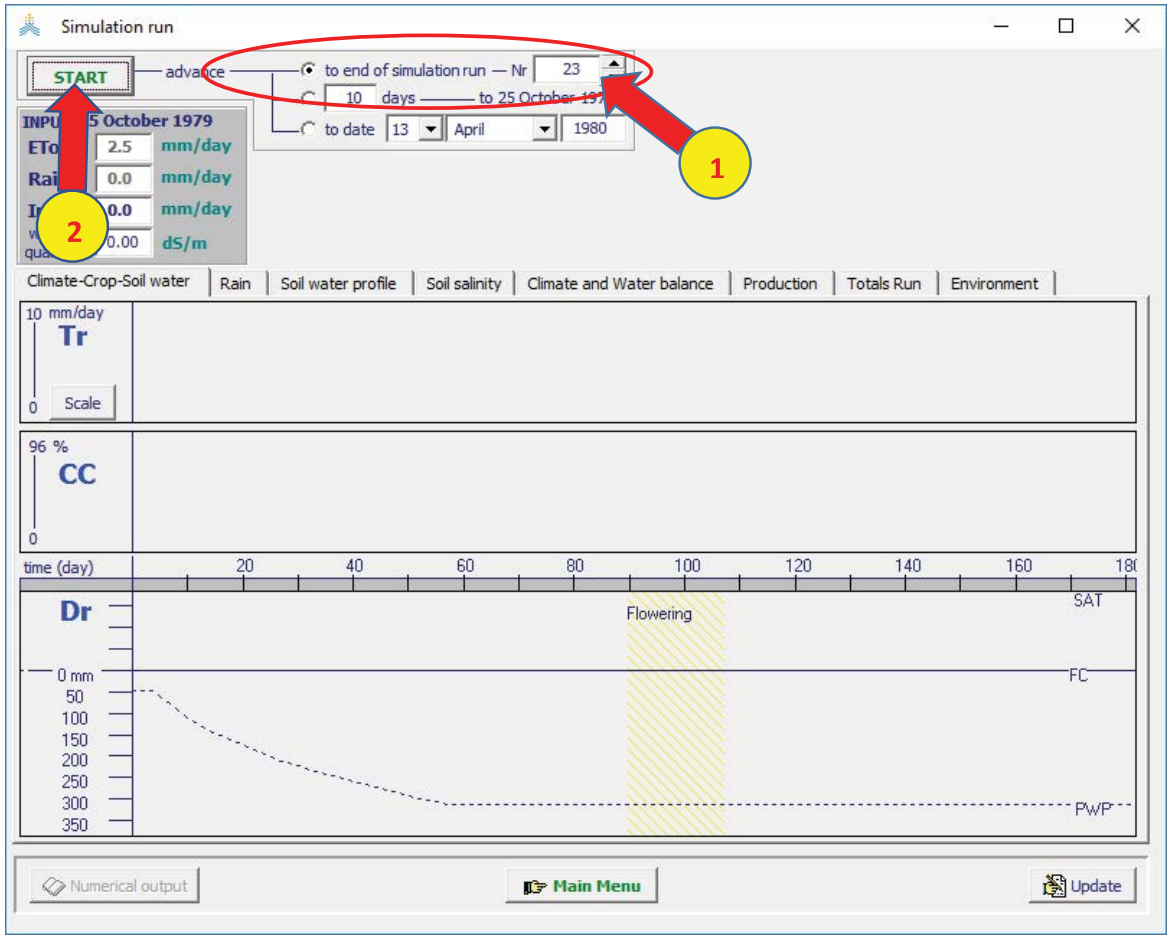
في القائمة create project (multiple runs) -successive years:
اختر الأمر initial فيكون الملف WetDry.Sw0 مختارا
ابق الخيار RESET to specified initial conditions of first run
اختر الأمر create فتظهر نافذة save as،
احفظ المشروع باسم WheatTunisSoil ثم اختر الأمر save.



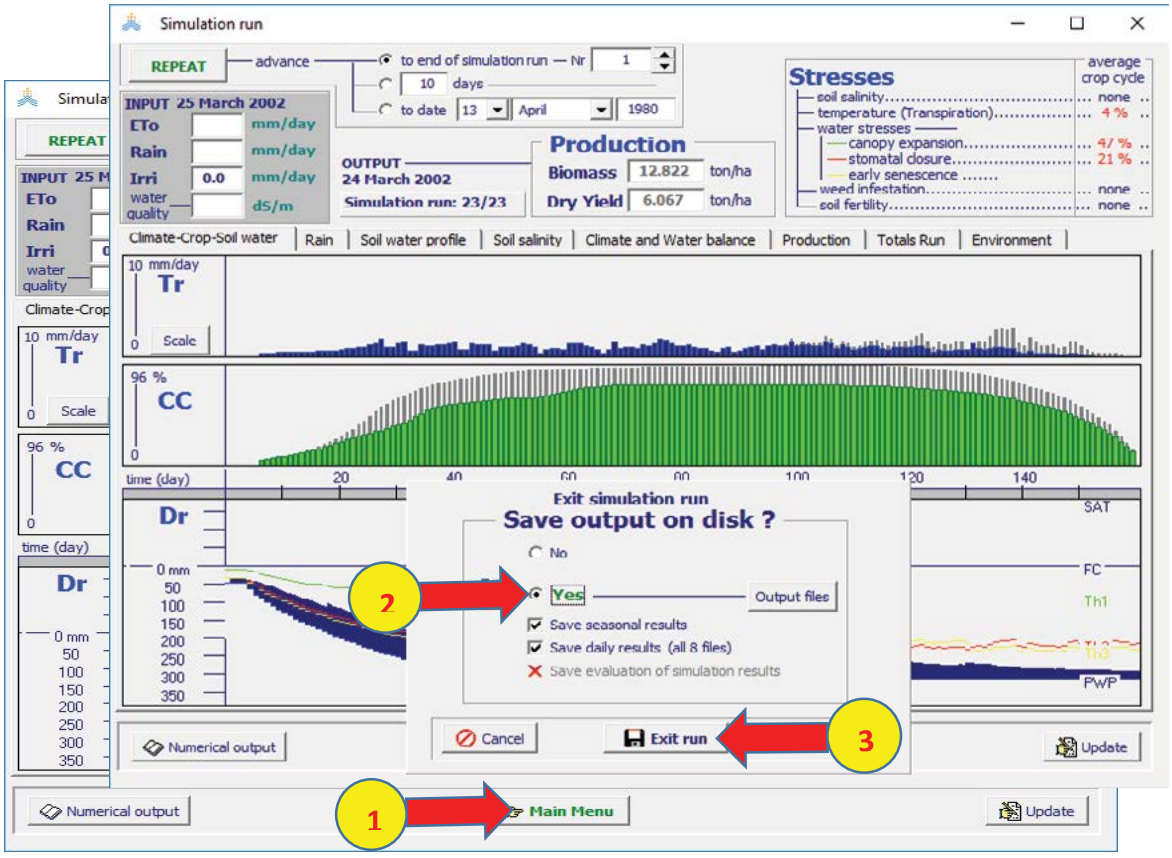
في القائمة Main Menu: اختر الأمر Run في أسفل القائمة لبدء تشغيل المحاكاة



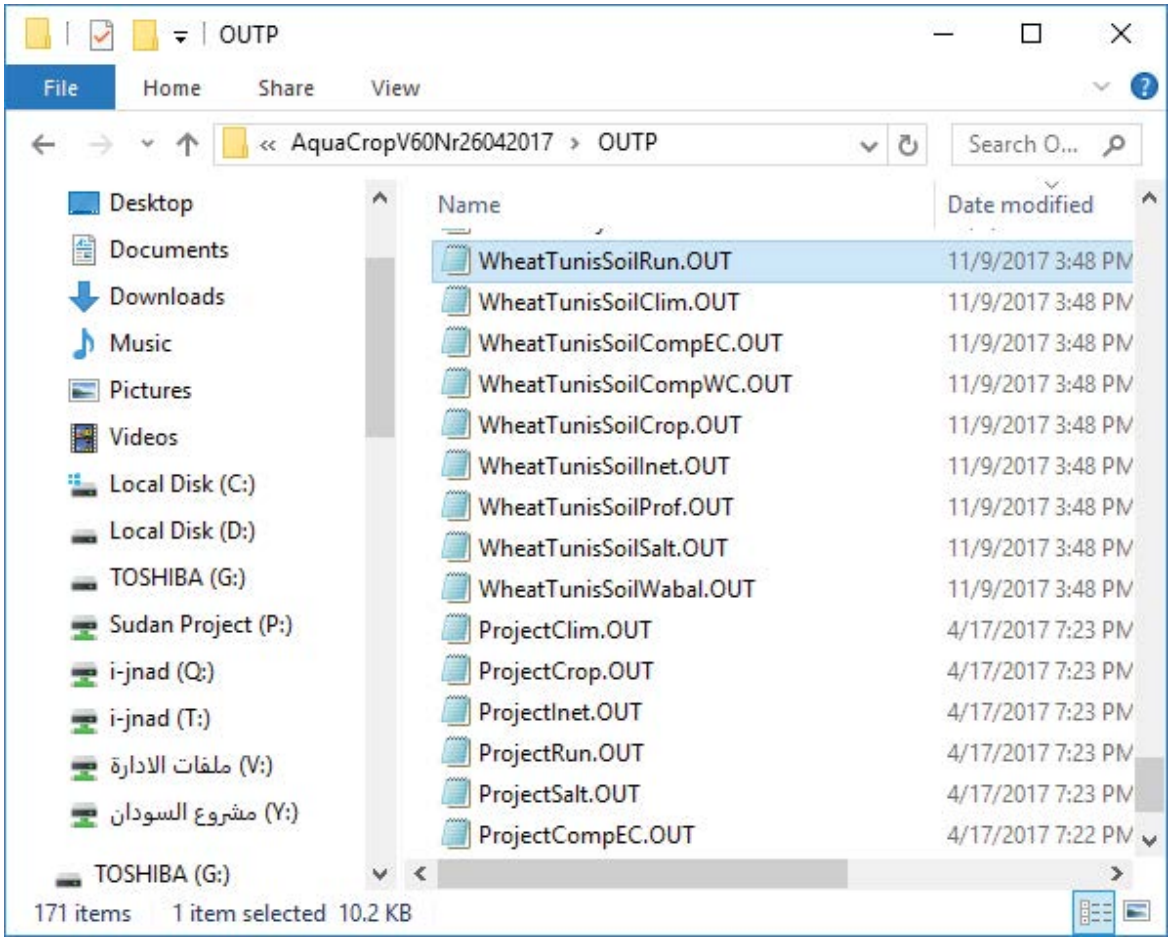
في القائمة Simulation Run: اختر الخيار to end of simulation run_Nr
وحدد رقم المحاكاة 23 ثم اختر الأمر Start



عند انتهاء المحاكاة: اختر الأمر Main Menu في أسفل القائمة Simulation Run
فتظهر نافذة Exit simulation run، اختر yes وتأكد من تفعيل الخيارين save
save daily results و seasonal results
ثم اختر الأمر exit run لحفظ نتائج المحاكاة

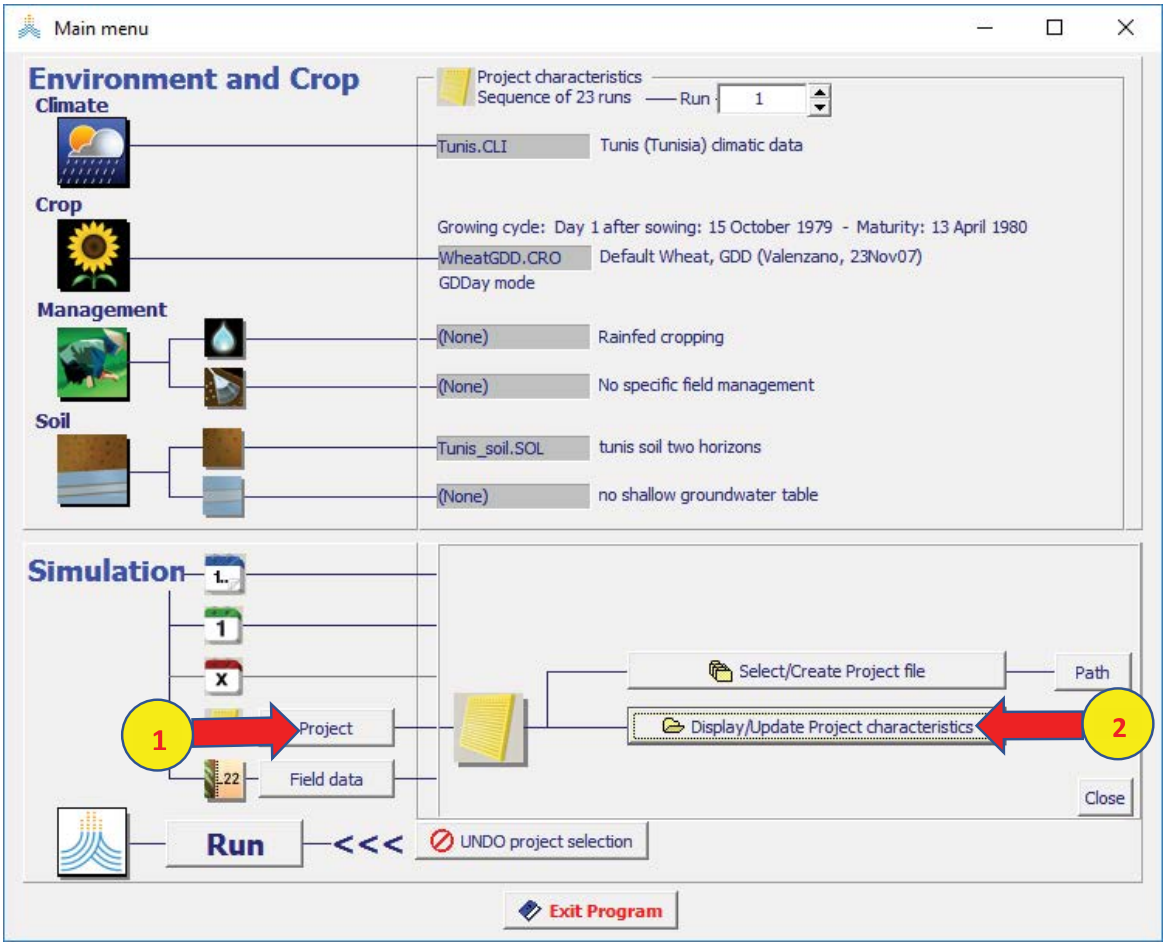


يمكن الحصول على نتائج المحاكاة للمشروع من الملف WheatTunisSoilRun.OUT المحفوظ في المكتبة الفرعية OUTP في مجلد AquaCrop

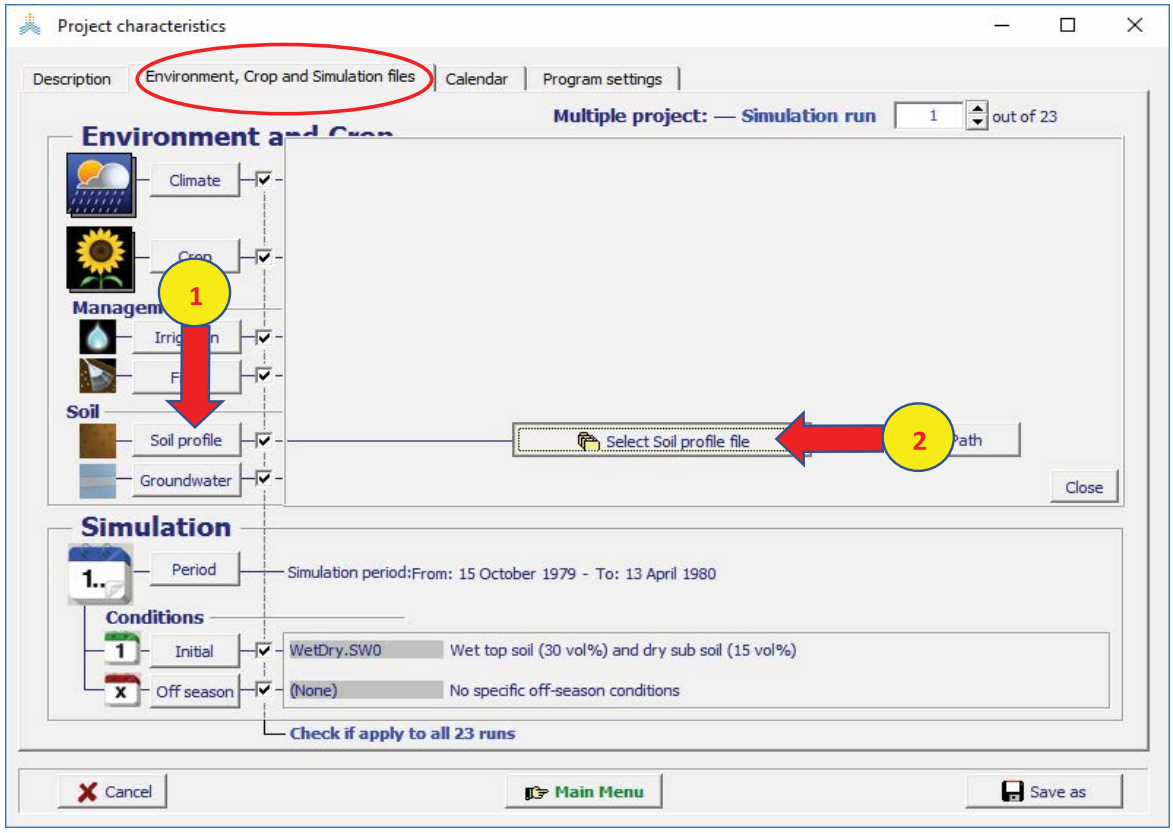


المشروع الثاني: محصول القمح المزروع في تربة لومية رملية Sandy Loam المعطيات هي نفس معطيات المشروع السابق والمتغير الوحيد هو نوع التربة التي ينمو فيها المحصول

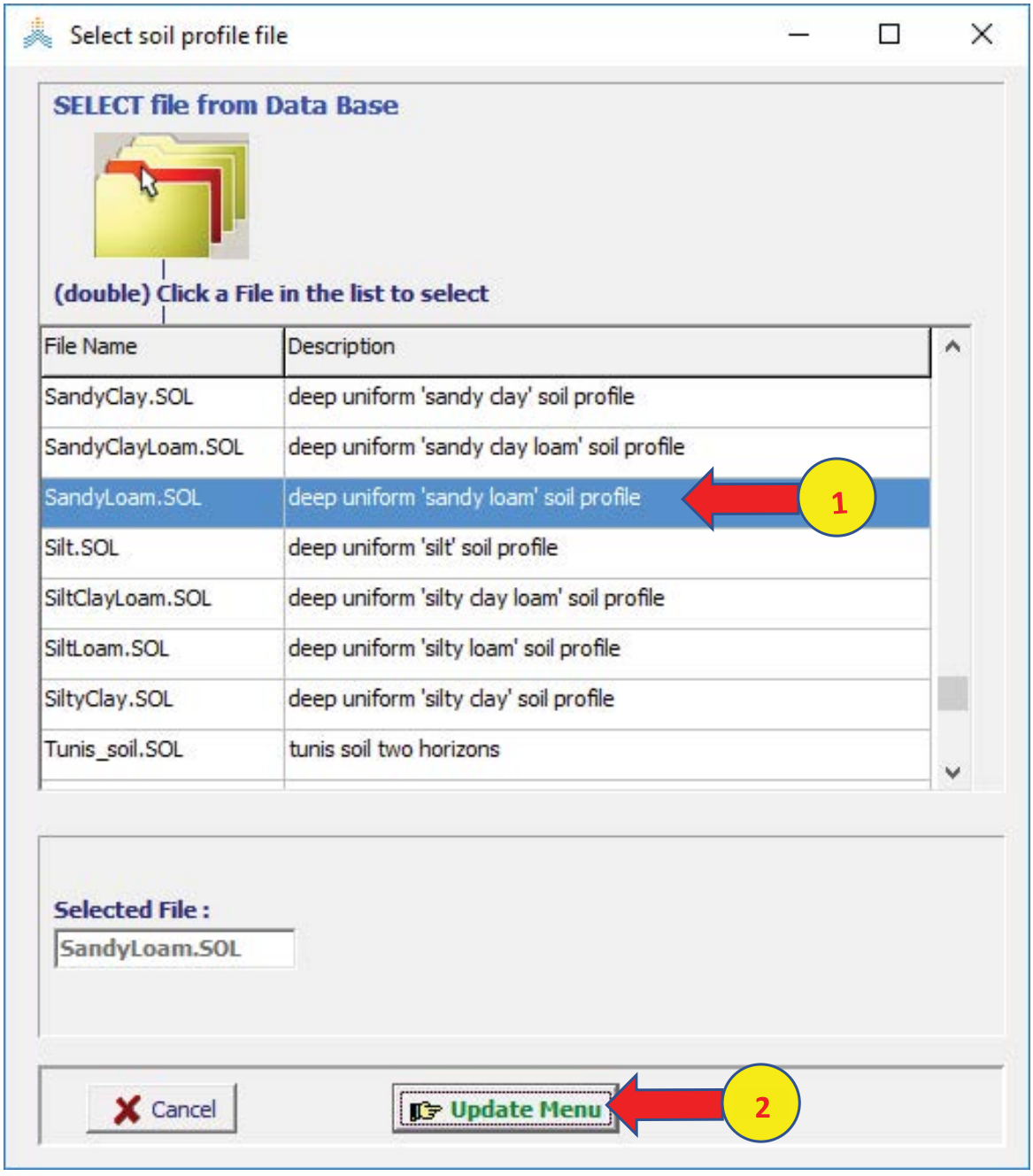
لتعديل المشروع السابق وإعادة المحاكاة في حالة المحصول ينمو في تربة لومية رملية عميقة sandy loam، اختر الأمر project ثم الأمر Display/ update project characteristics



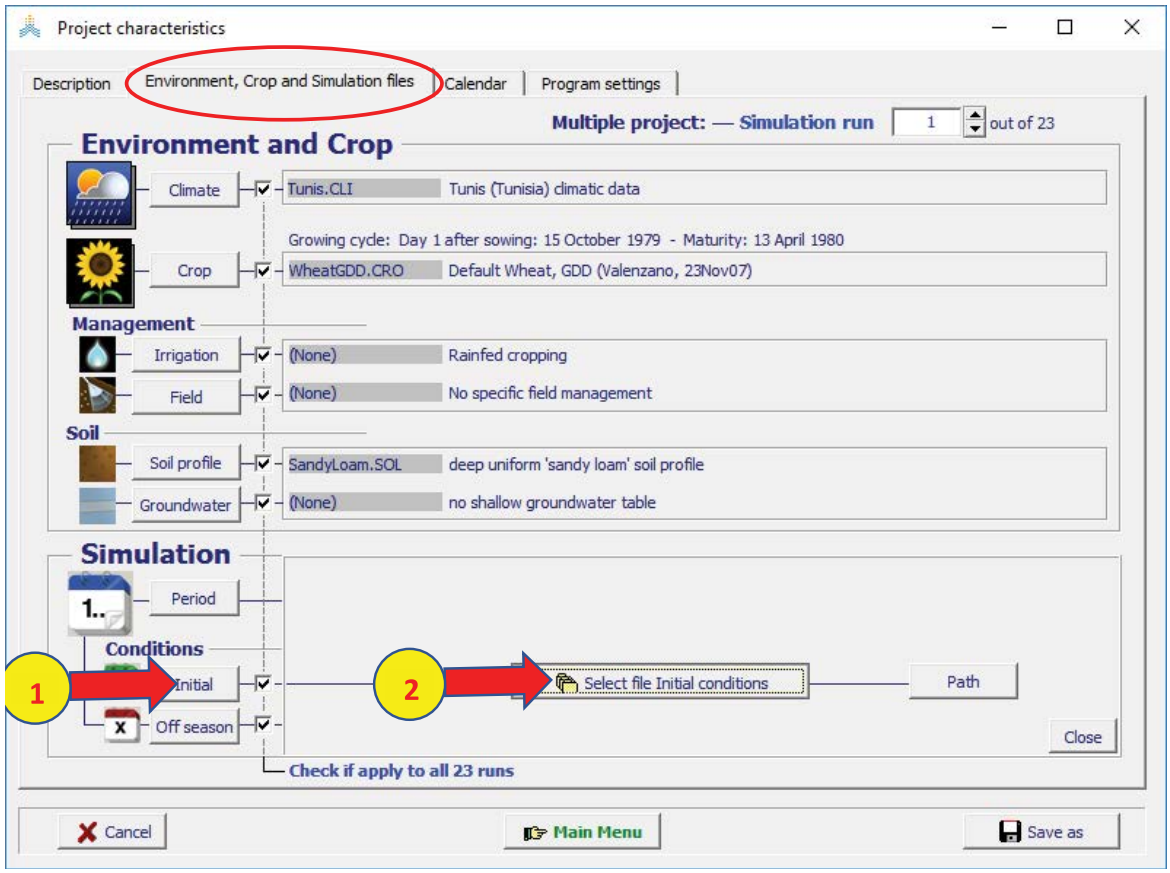
في الصفحة Environment, Crop and simulation files من قائمة
project characteristics، اختر الأمر soil profile
ثم الأمر
select soil profile file



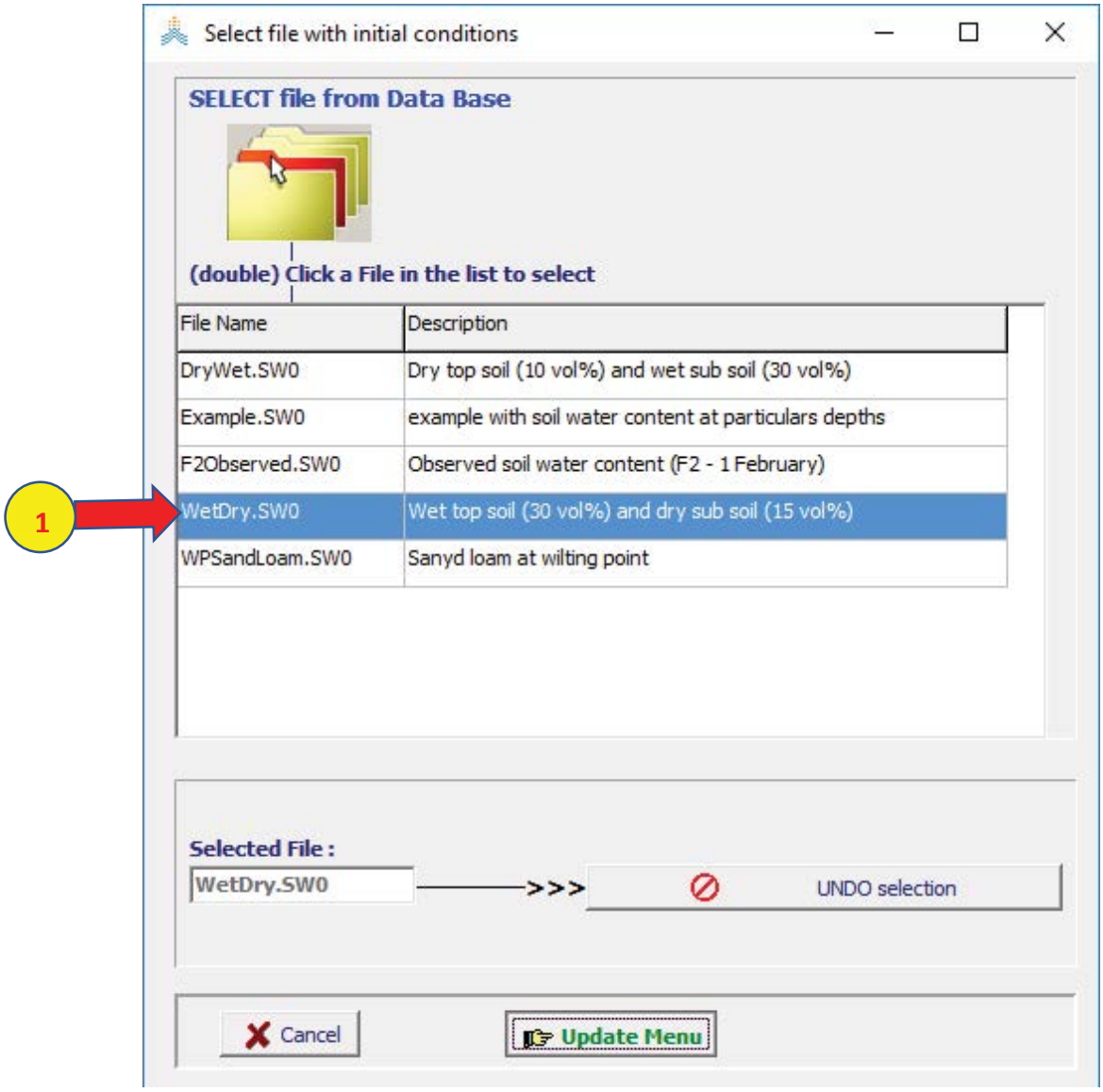
اختر الملف SandyLoam.SOL من قائمة select soil profile file
ثم اختر الأمر Update Menu



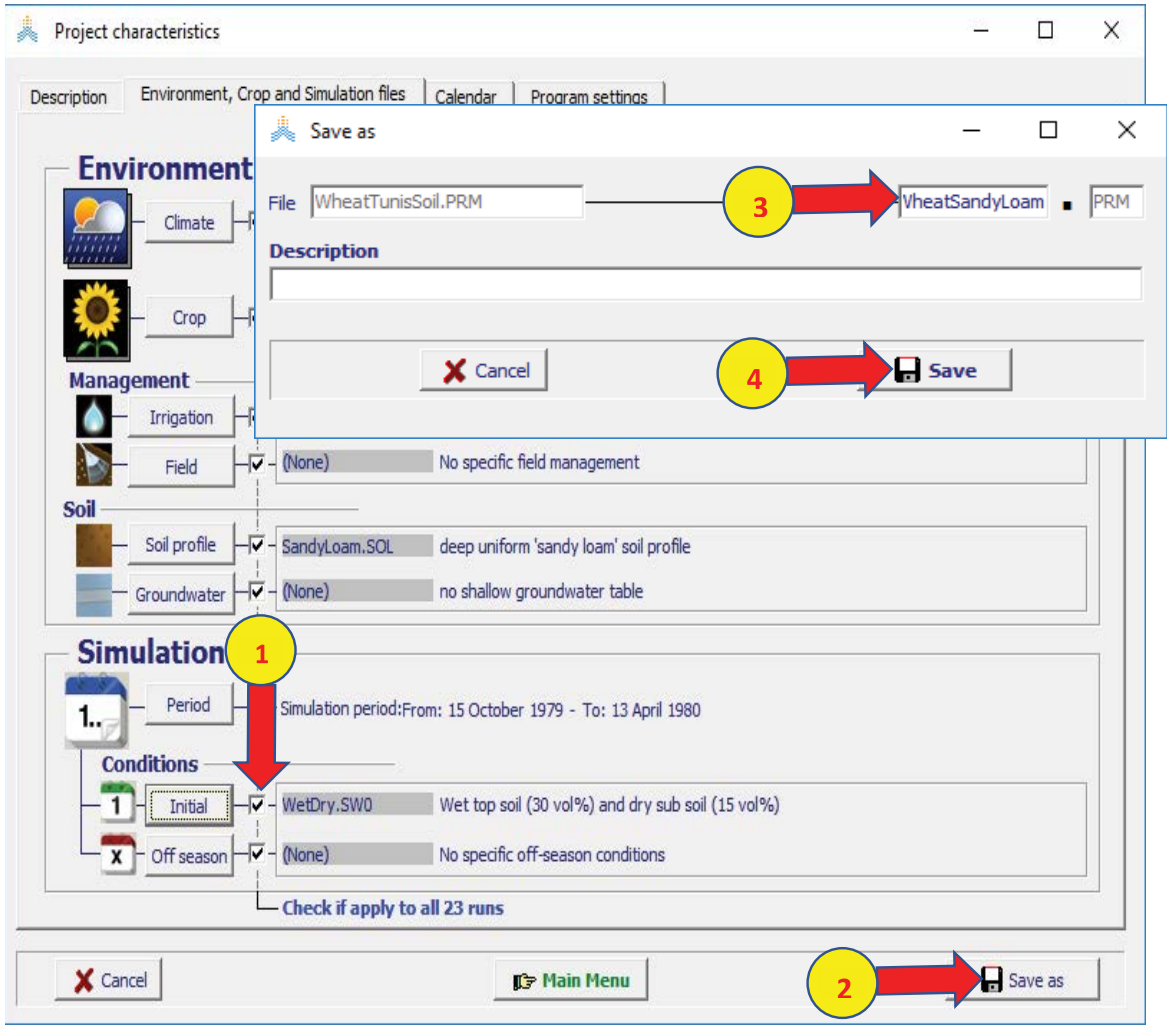
في الصفحة Environment, Crop and simulation files من قائمة
project characteristics، اختر الأمر initial
ثم الأمر select file initial conditions
واختر نفس الإعدادات كما في المشروع السابق



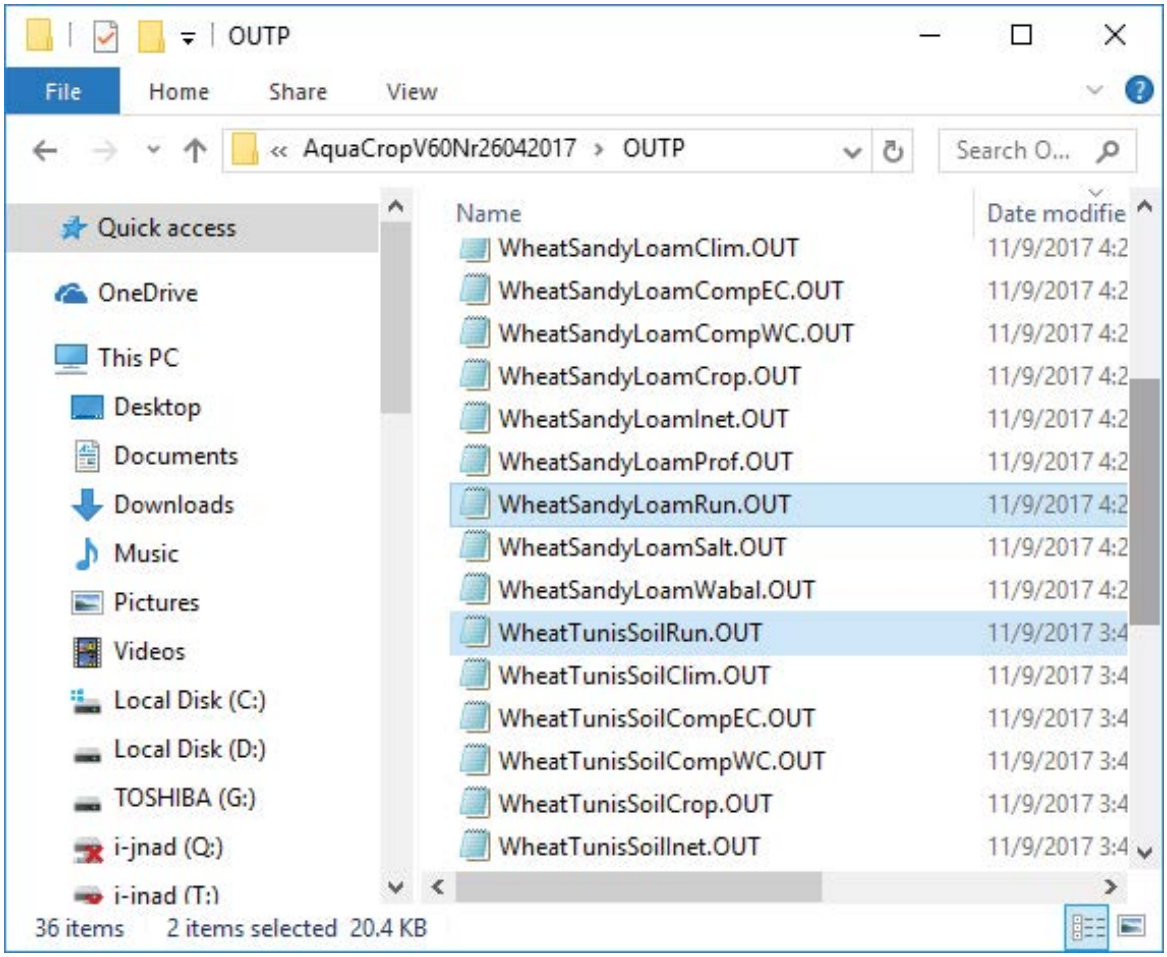
اختر الملف WetDry.Sw0 من قائمة select file with initial conditions
ثم اختر الأمر Update Menu



أعد تفعيل خيار تطبيق الشروط الابتدائية على كل سنوات المحاكاة (الخطوة 1 في الشكل ادناه) ثم اختر الأمر Save as في أسفل القائمة project characteristics واحفظ المشروع باسم WheatSandyLoam باختيار الأمر save في نافذة Save as. شغل المحاكاة حتى نهاية المحاكاة رقم 23 واحفظ النتائج كما في المشروع السابق



قارن نتائج المحاكاة بين المشروعين
يمكن الحصول على نتائج المحاكاة للمشروعين من الملف
WheatTunisSoilRun.OUT و الملف WheatSandyLoamRun.OUT
المحفوظين في المكتبة الفرعية OUTP في مجلد AquaCrop



Yield in Tunis soil ton/hec	Yield in sandy loam ton/hec	season
8.744	8.754	1979-1980
8.4	8.422	1980-1981
6.703	8.462	1981-1982
8.744	8.758	1982-1983
8.635	8.649	1983-1984
7.963	8.484	1984-1985
5.99	8.393	1985-1986
8.845	8.846	1986-1987
2.89	7.927	1987-1988
5.121	8.678	1988-1989
8.18	8.373	1989-1990
8.887	8.865	1990-1991
9.192	9.226	1991-1992
8.691	8.876	1992-1993
6.987	8.74	1993-1994
5.132	8.26	1994-1995
7.813	8.641	1995-1996
4.108	8.538	1996-1997
8.862	8.889	1997-1998
8.143	9.044	1998-1999
7.958	8.996	1999-2000
6.945	8.643	2000-2001
6.067	8.468	2001-2002

المشروع الثالث: تقييم إنتاجية القمح الشتوي في تونس عند زراعة صنف قمح ذي دورة نمو أطول من دورة نمو محصول القمح WheatGDD.CRO في التربة اللومية الرملية sandy loam

لتقييم غلة القمح الشتوي في تونس عند زراعة صنف قمح ذي دورة نمو أطول من دورة نمو محصول القمح WheatGDD.CRO في التربة اللومية الرملية sandy loam، يجب تعديل المشروع WheatSandyLoam.PRM وذلك باستبدال ملف محصول القمح WheatGDD.CRO بملف محصول القمح الذي سيتم إنشاؤه

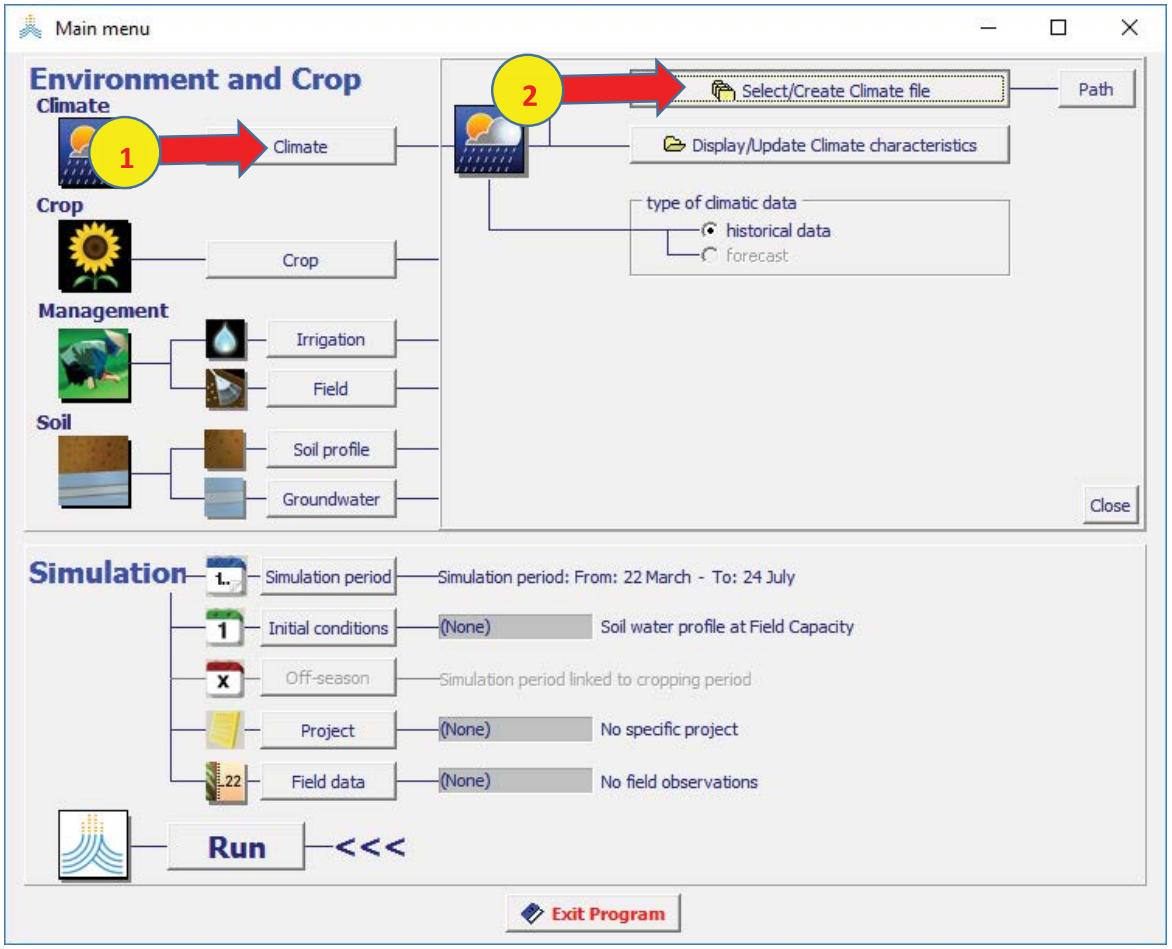
المعطيات: خصائص محصول القمح ذي دورة النمو الطويلة

تاريخ البذار	(October 15)
كثافة الغراس (غرسة/هكتار)	3500000
المدة من تاريخ البذار لغاية الإنبات (يوم)	15
المدة من تاريخ البذار لغاية بلوغ الغطاء النباتي الكامل (يوم)	170
الغطاء النباتي الأعظمي	90 %
المدة من تاريخ البذار لغاية بلوغ عمق الجذور الأعظمي (يوم)	95
المدة من تاريخ البذار لغاية الإزهار (يوم)	170
المدة من تاريخ البذار لغاية بدء تساقط الأوراق(يوم)	210
المدة من تاريخ البذار لغاية النضج (يوم)	240
مدة الإزهار (يوم)	20
مؤشر الحصاد	35%
عمق الجذور الأعظمي (م)	1.5

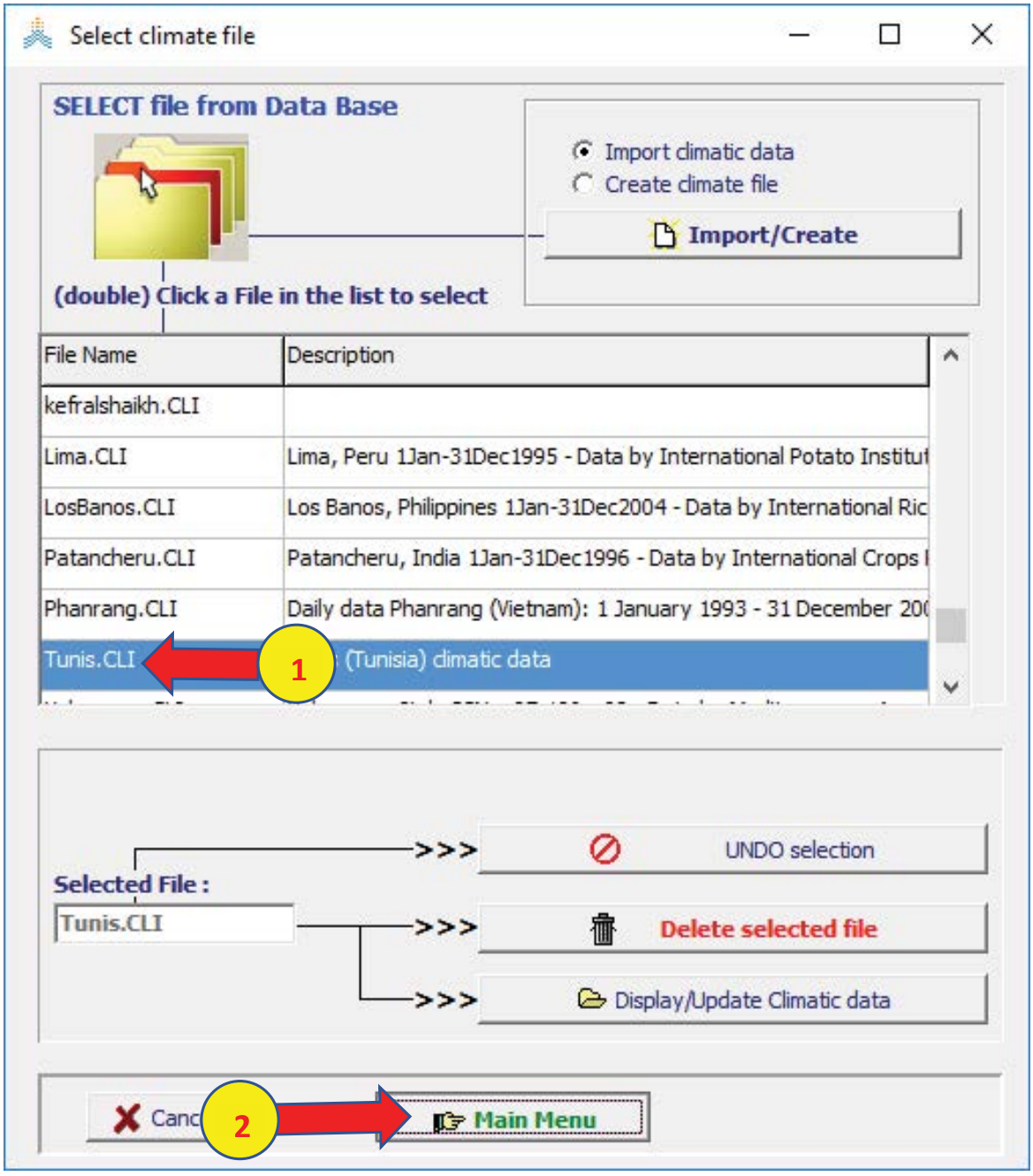
إنشاء ملف محصول القمح الجديد وضبط خصائصه للتوافق مع البيئة

في القائمة main menu: اختر الأمر Climate

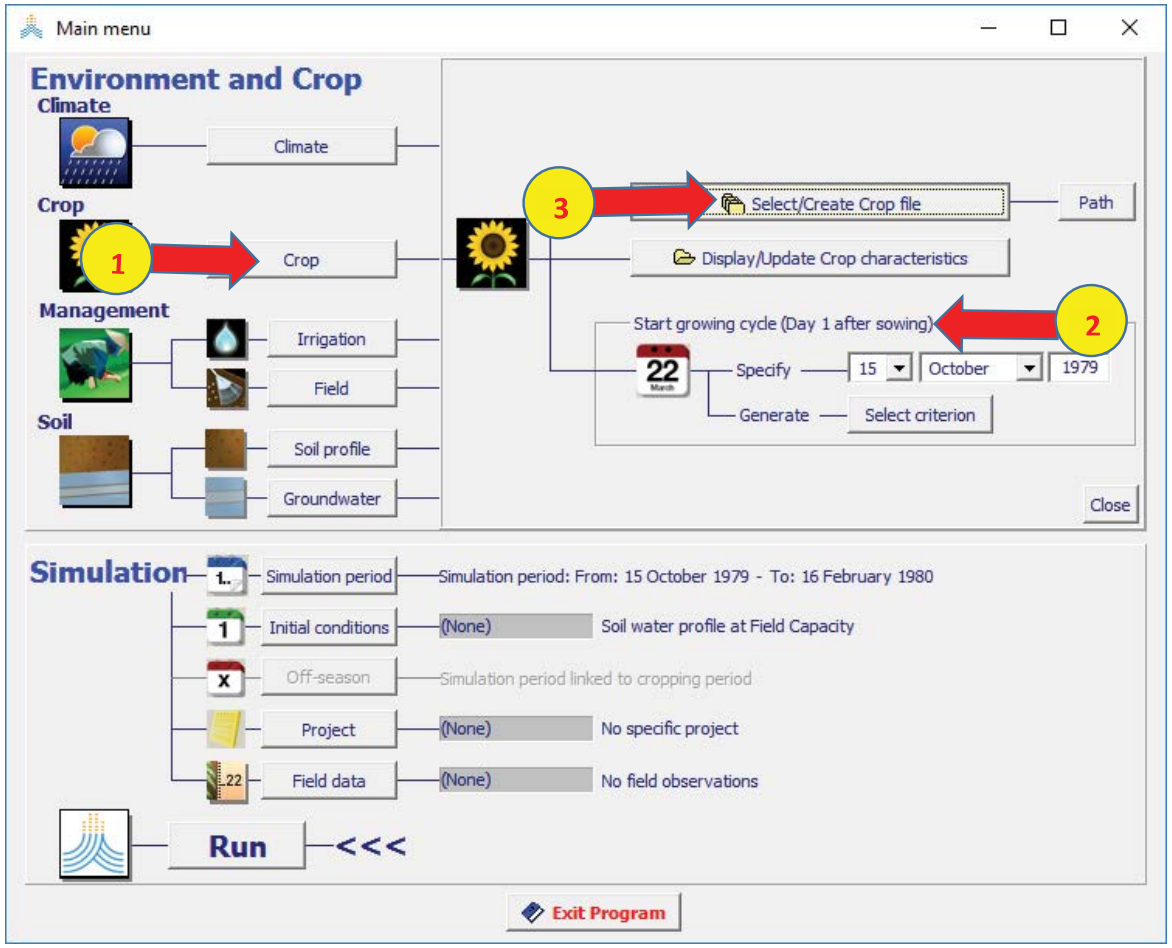
ثم اختر الأمر select/create climate file



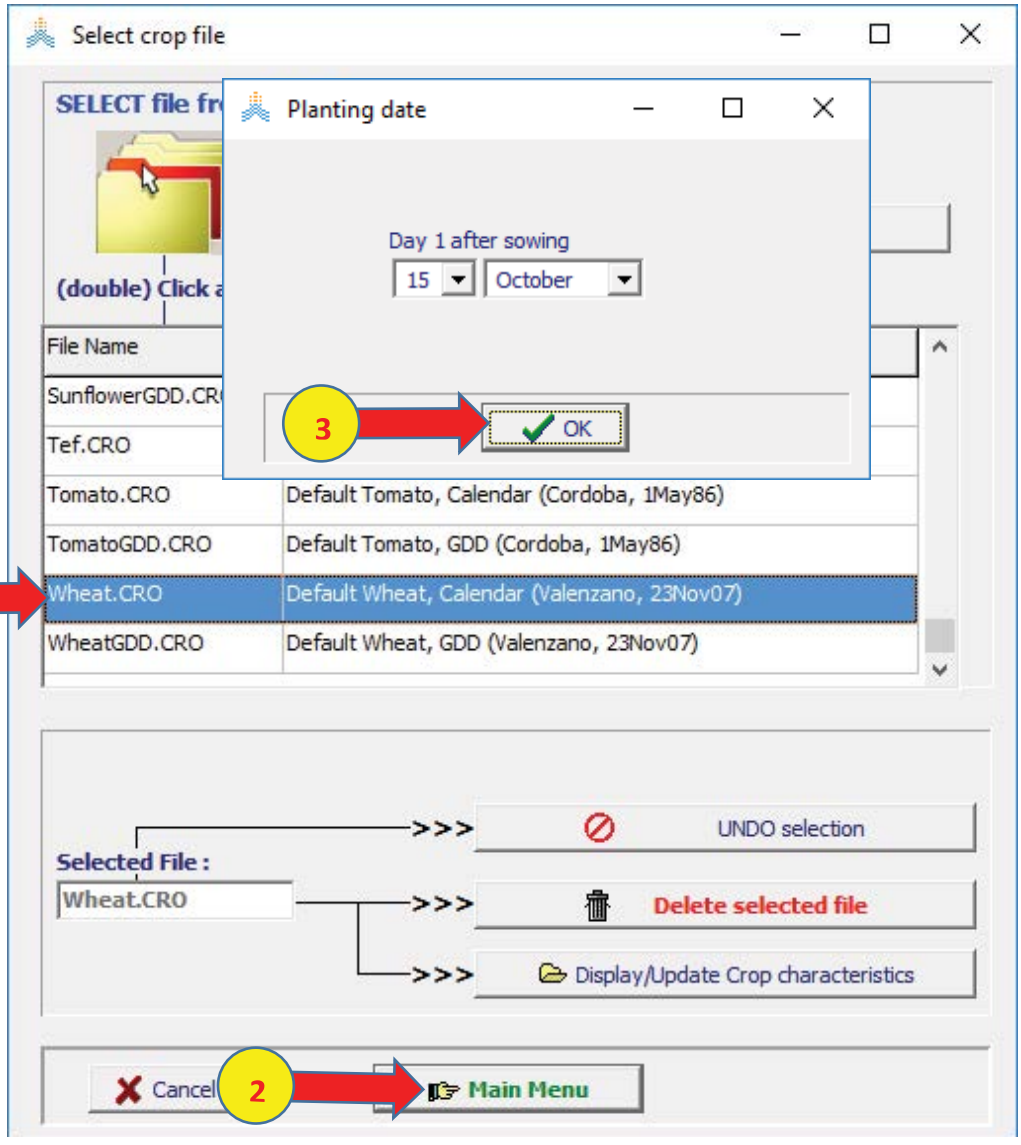
في القائمة select climate file: اختر الملف Tunis.CLI
ثم اختر الأمر Main Menu



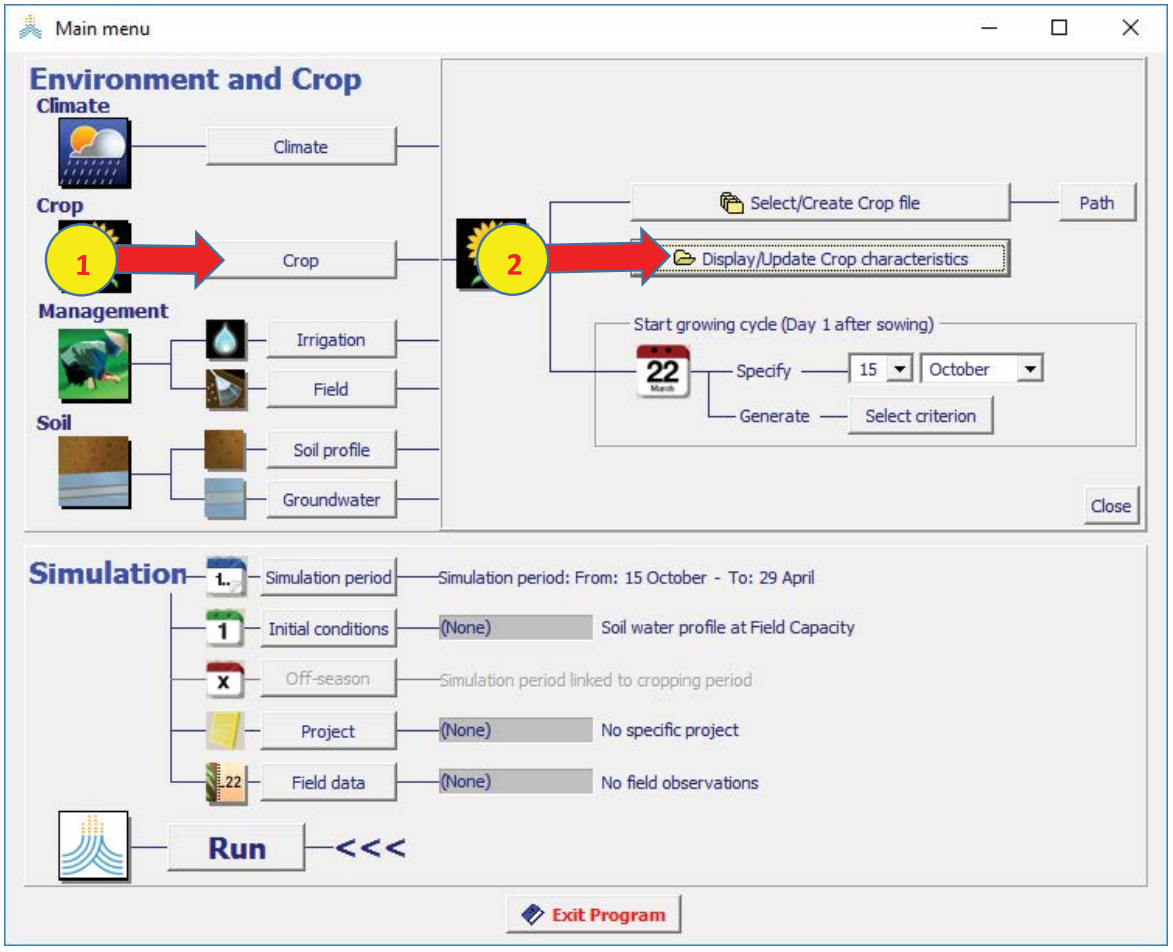
في القائمة main menu: اختر الأمر Crop،
حدد start growing cycle (day 1 after sowing) بتاريخ 15 October 1979
ثم اختر الأمر select/create crop file



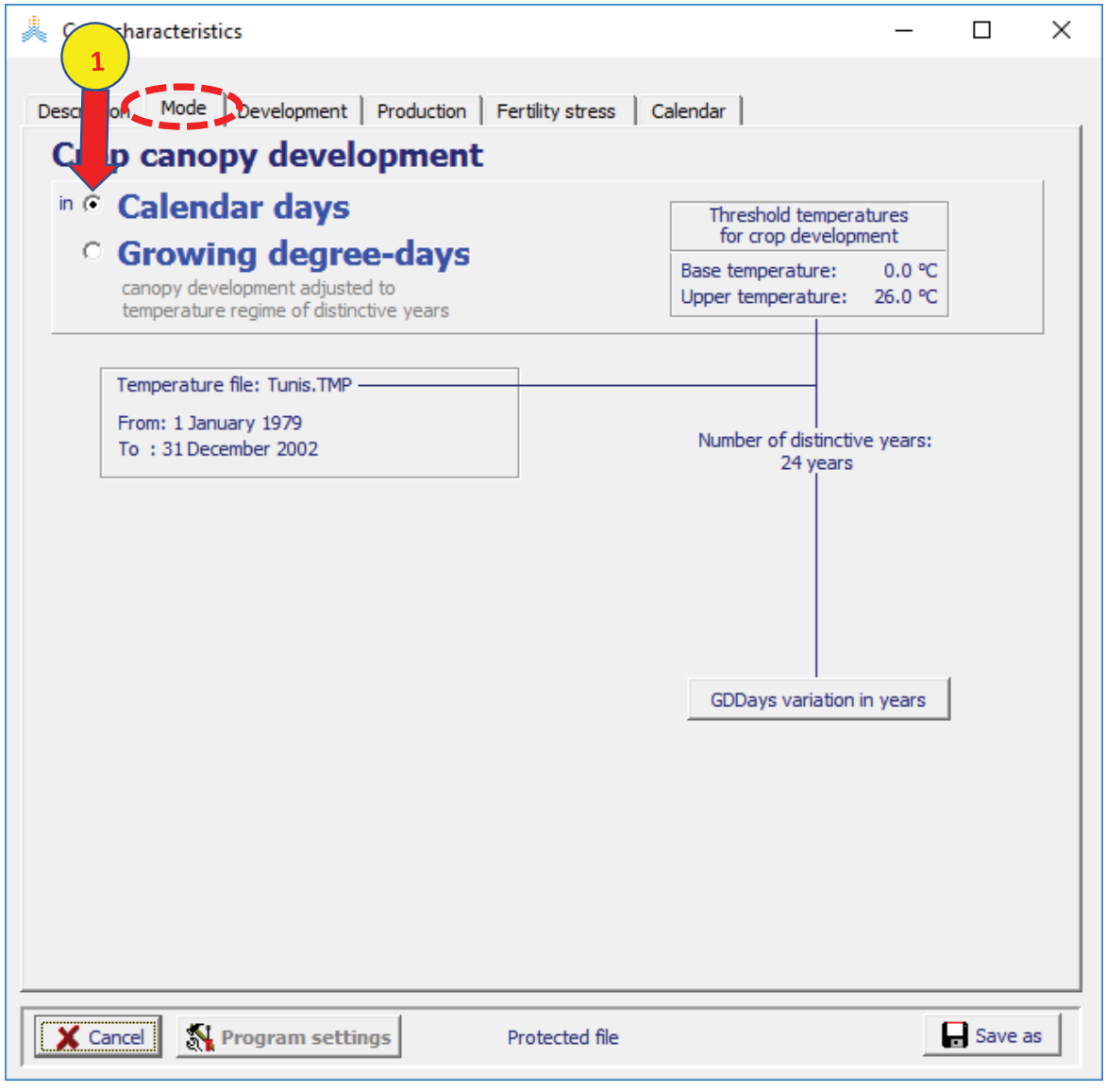
في القائمة select crop file: اختر الملف Wheat.CRO
ثم اختر الأمر Main Menu فتظهر نافذةplanting date
اختر ok لتأكيد تاريخ الزراعة



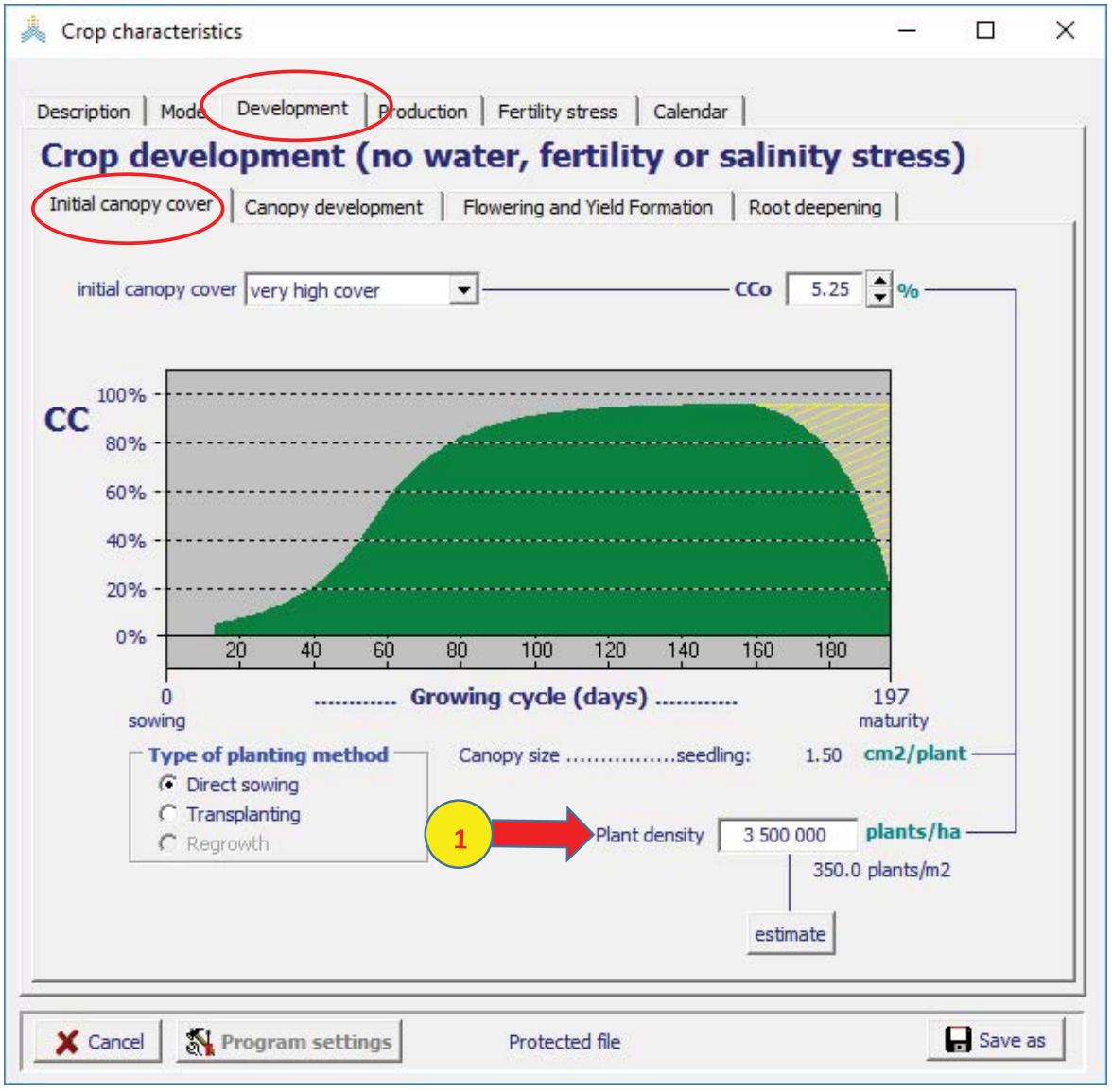
في القائمة main menu: اختر الأمر Crop،
ثم اختر الأمر Display/Update crop characteristics



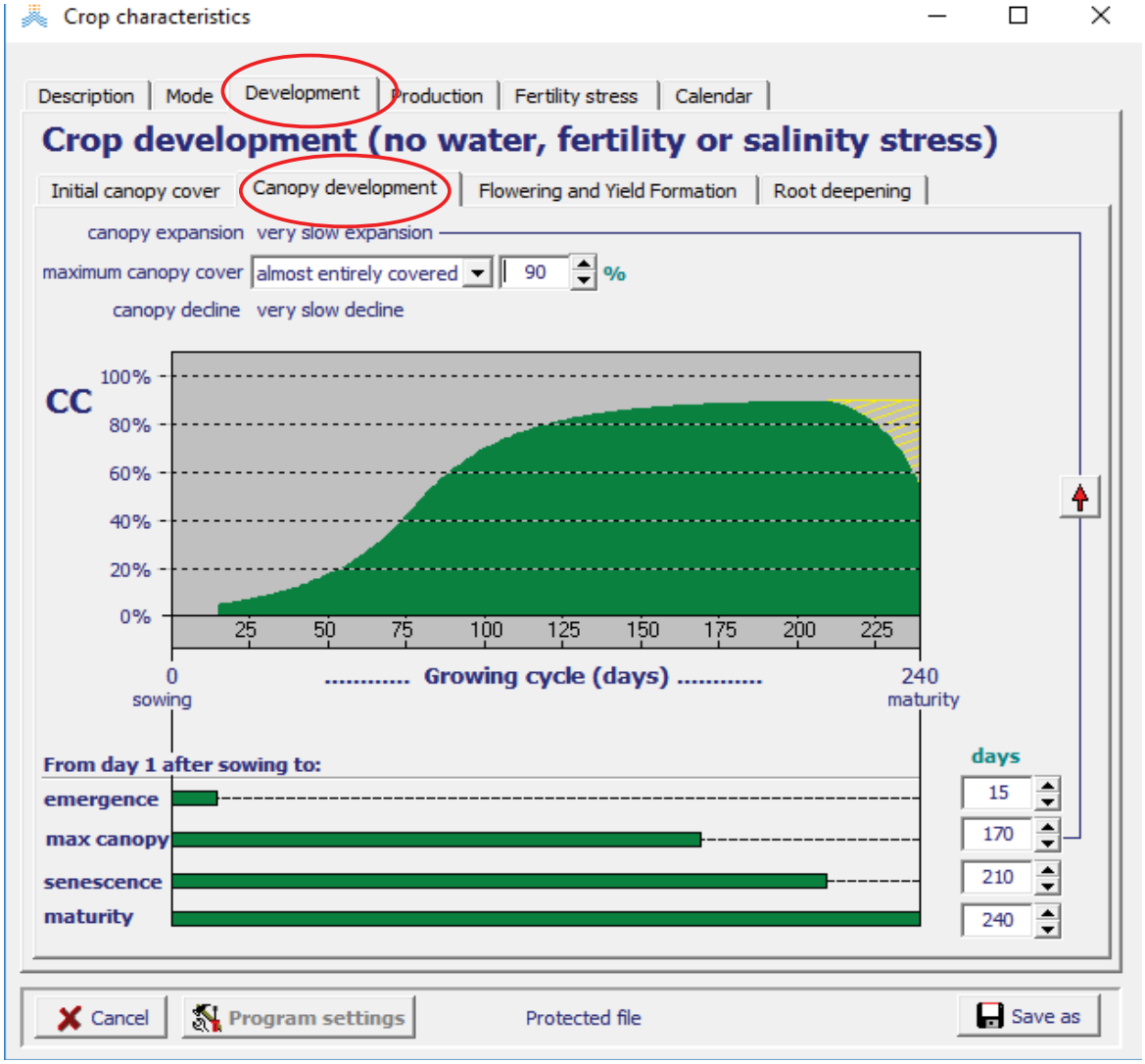
في صفحة Mode يكون الخيار Calendar days هو الخيار المفعل. ابق هذا الخيار لحين الانتهاء من تعديل بارامترات المحصول لأنه الخيار المناسب لإدخال أطوال فترات النمو المختلفة للمحصول بالأيام.



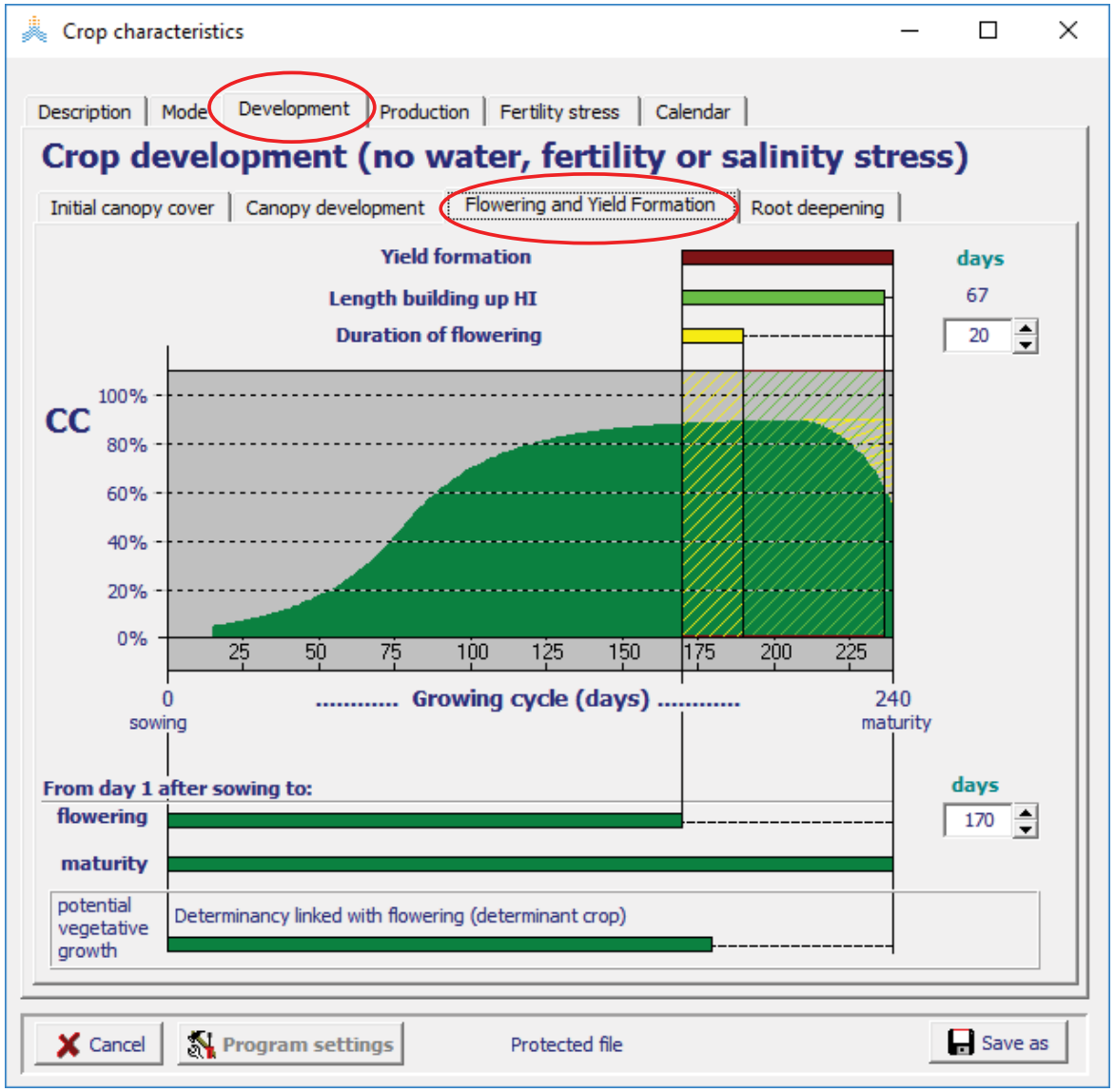
في القائمة Crop characteristics اختر واجهة Development ثم الواجهة initial canopy cover، حدد قيمة Plant Density (3,500,000) غرسة/هكتار



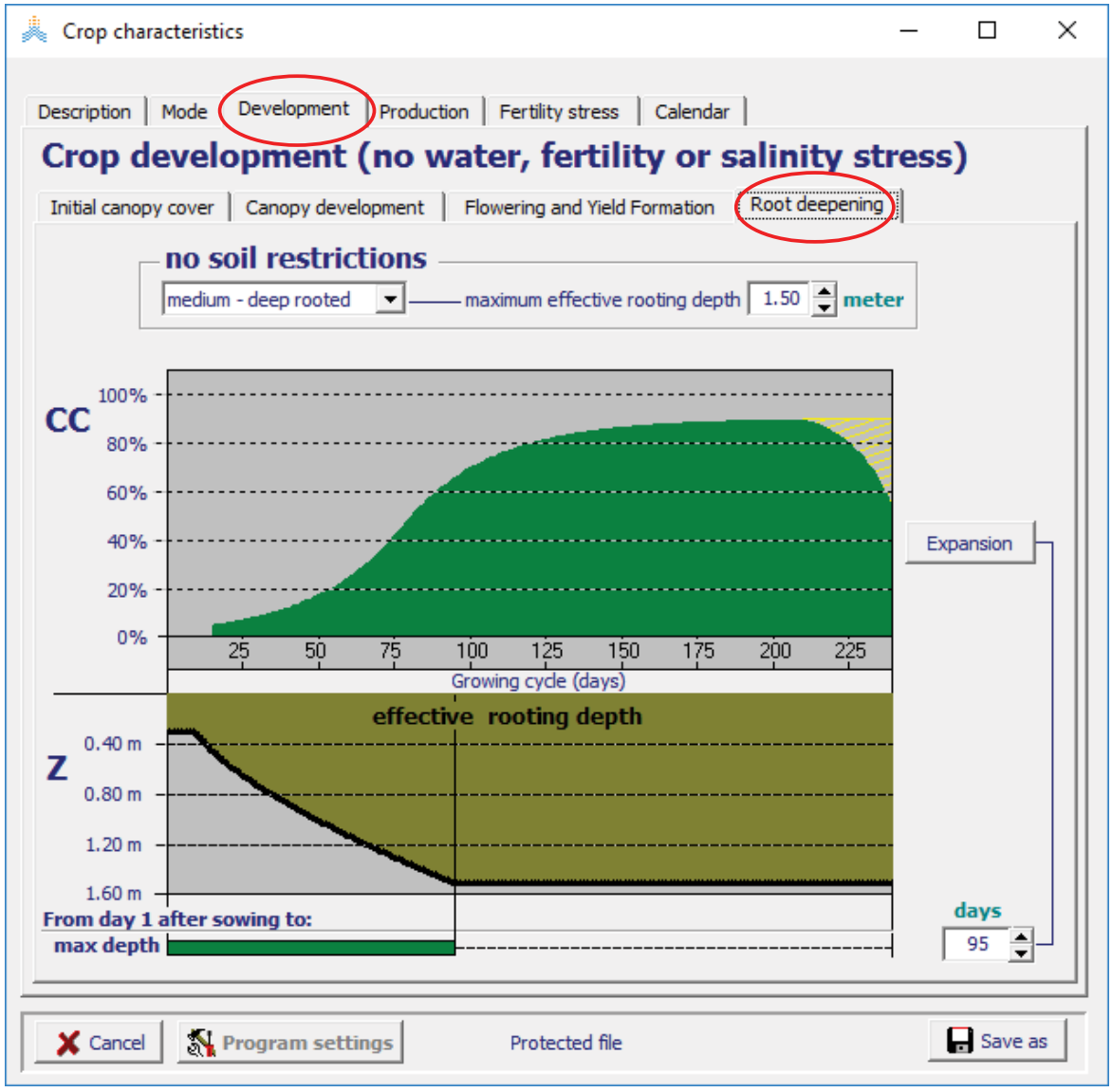
اختر واجهة Development في القائمة Crop characteristics
ثم الواجهة Canopy development،
حدد قيم maturity, senescence, max canopy, emergence
(240, 210, 170, 15) يوما على التوالي
حدد قيمة maximum canopy cover (90)



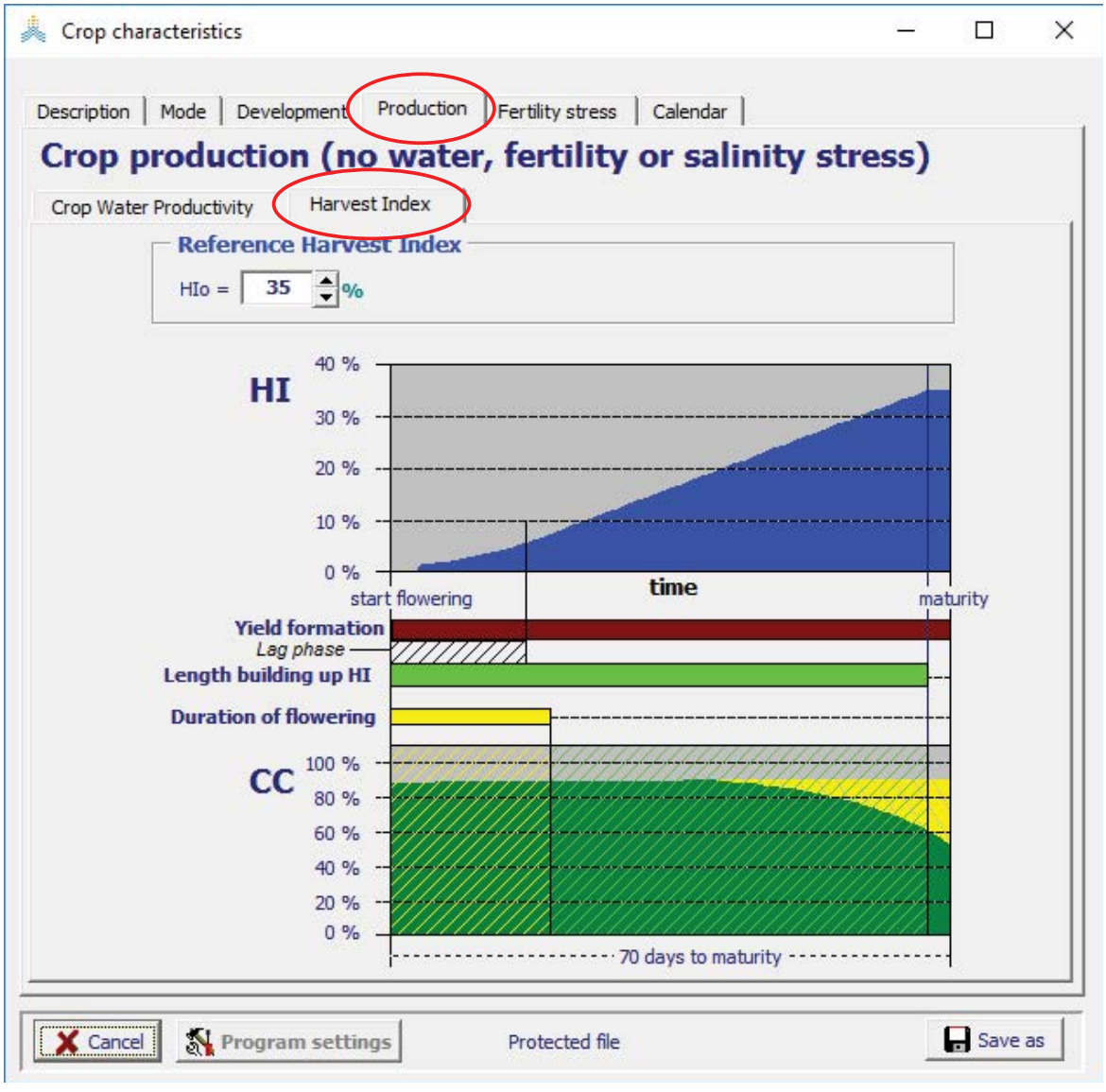
في القائمة Crop characteristics اختر واجهة Development
ثم الواجهة Flowering and yield formation،
حدد قيمة (170) from day 1 after sowing to flowering
يوما حدد قيمة duration of flowering يوما (20)



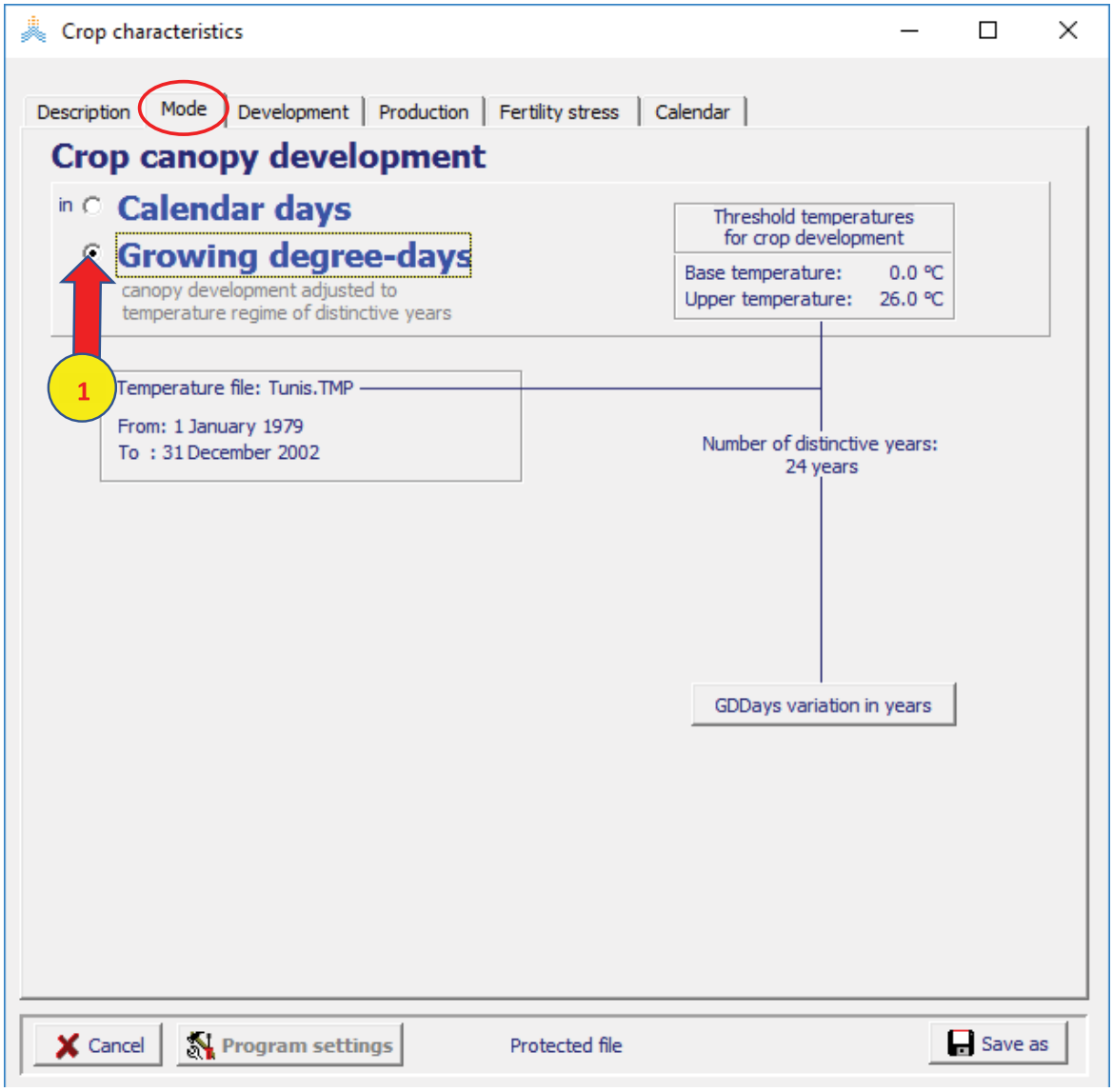
في القائمة Crop characteristics اختر واجهة Development
ثم الواجهة Root deepening، حدد قيمة from day 1 after sowing to max depth يوما (95)
وحدد قيمة maximum effective rooting depth م (1.5)



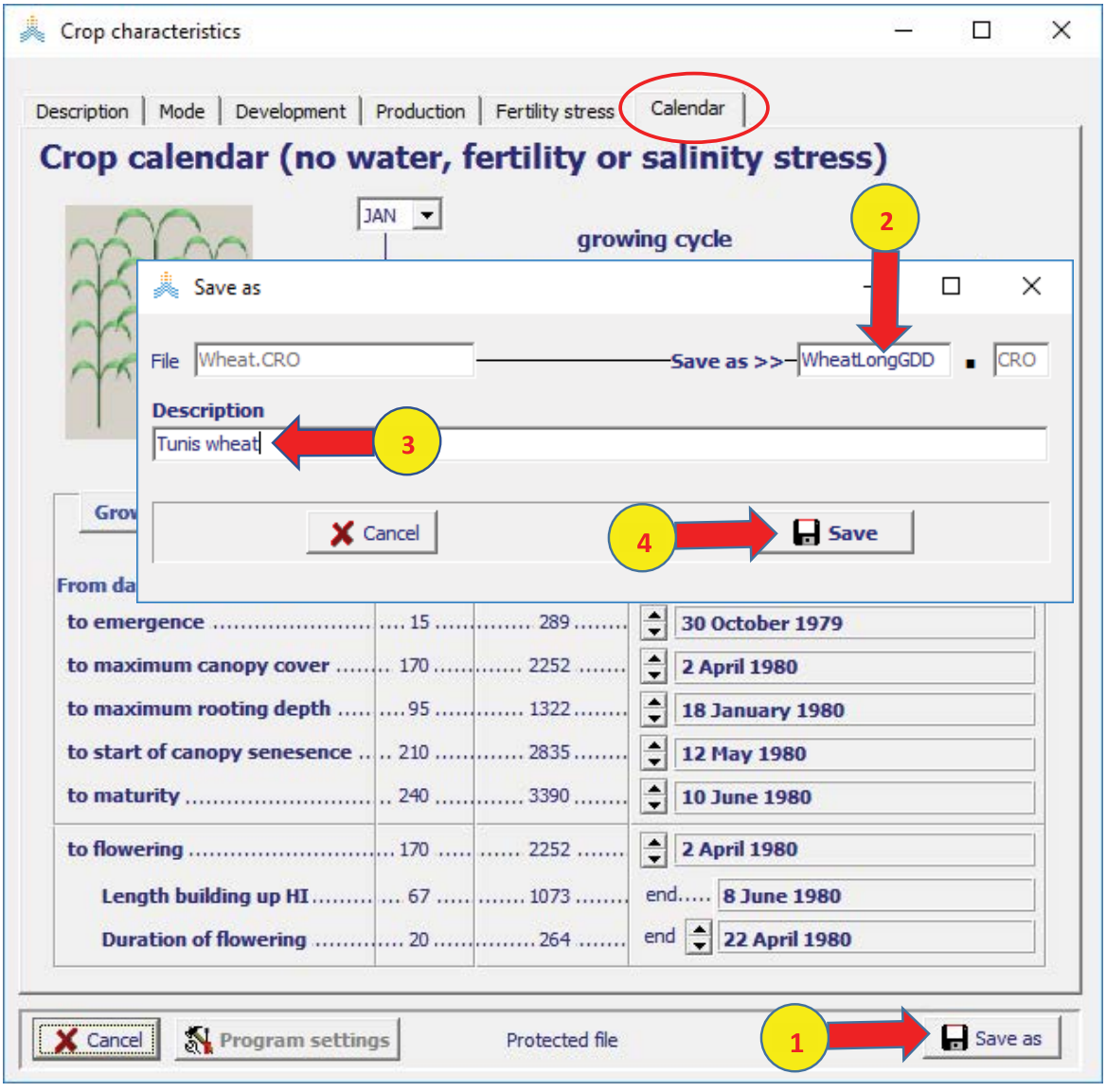
في القائمة Crop characteristics اختر واجهة production
ثم الواجهة Harvest index، حدد قيمة (35) Reference harvest index



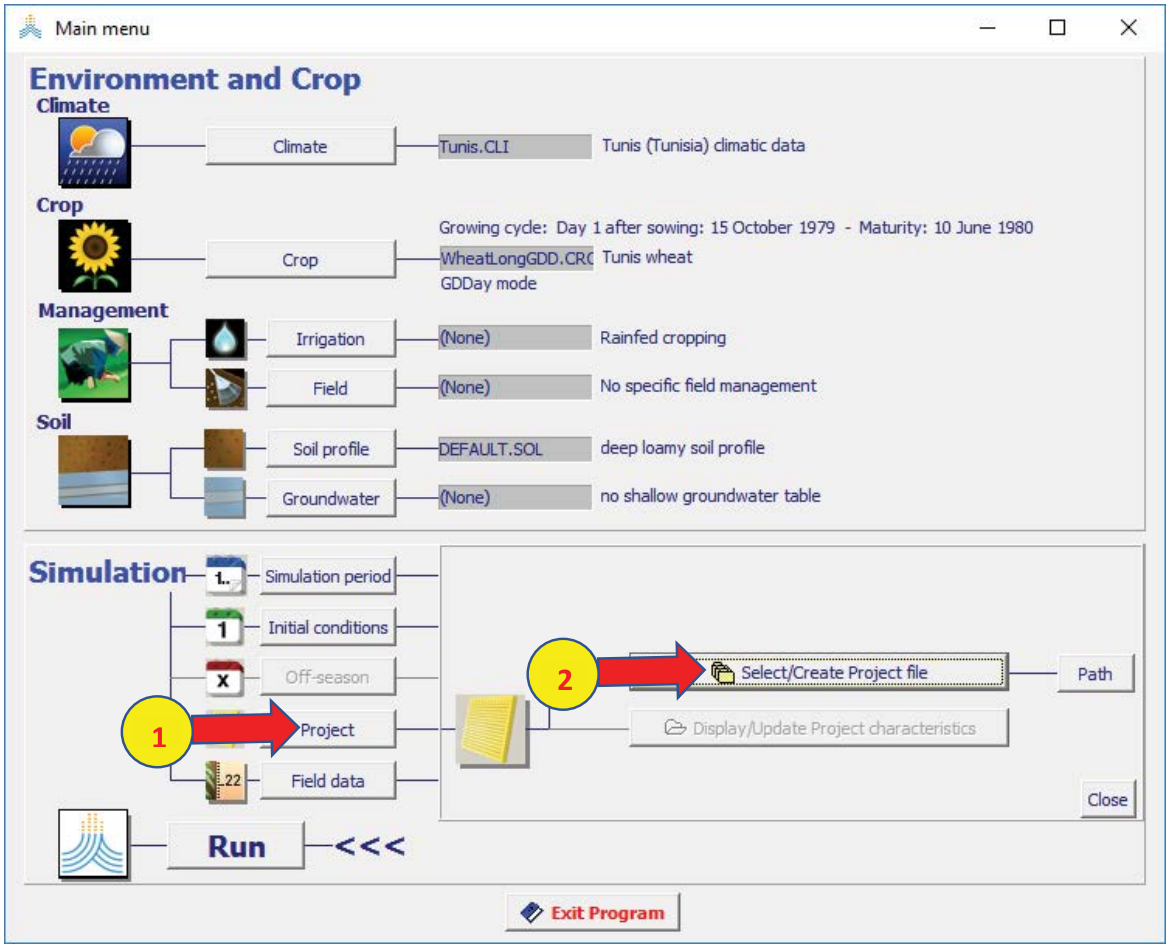
في القائمة Crop characteristics اختر واجهة Mode وحول النمط إلى Growing degree-days



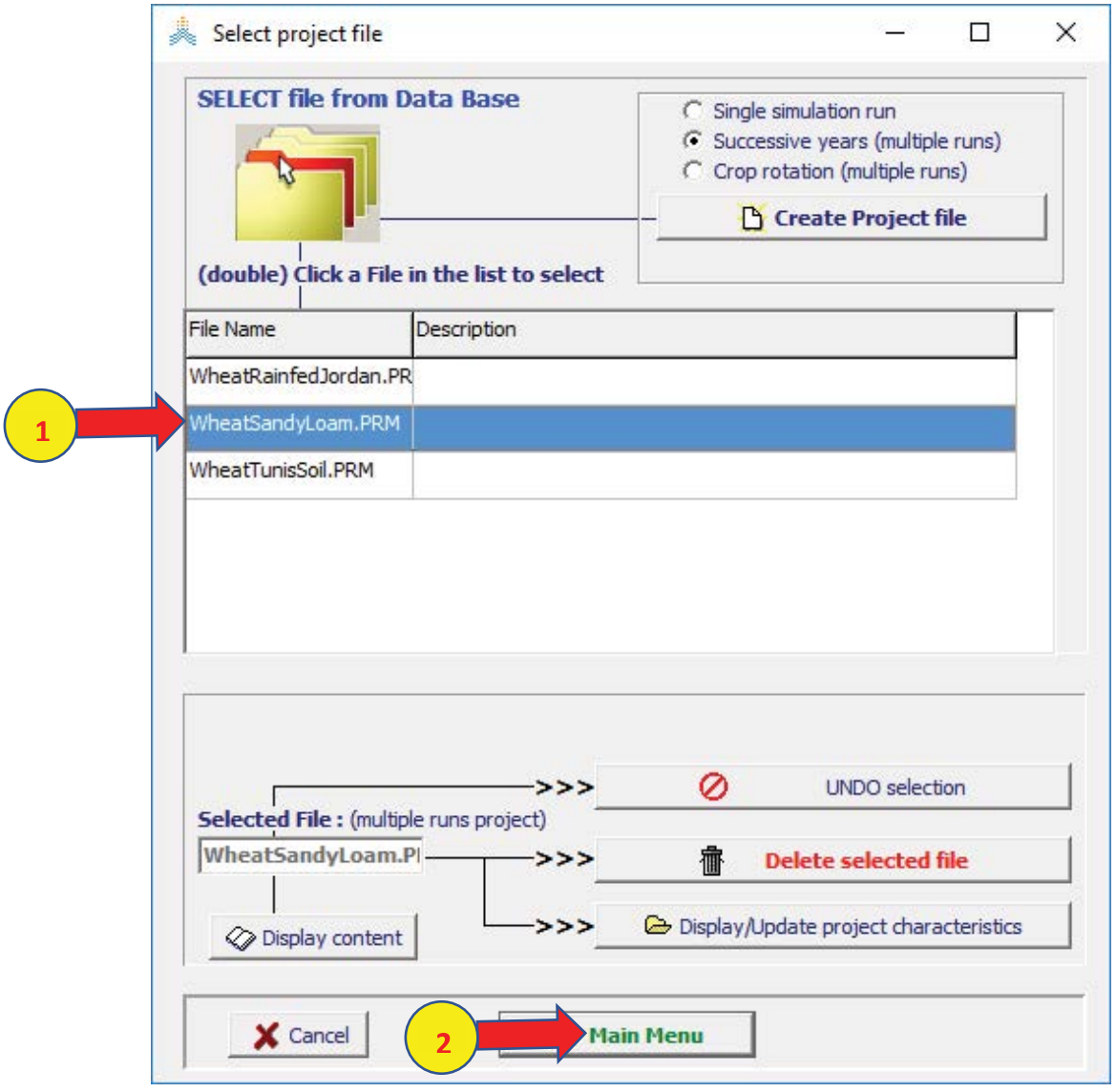
في القائمة Crop characteristics اختر واجهة calendar وتأكد من أطوال فترات النمو بالأيام ثم اختر الأمر save as في أسفل القائمة واحفظ الملف باسم WheatLongGDD وبدل Description ليصبح Tunis wheat



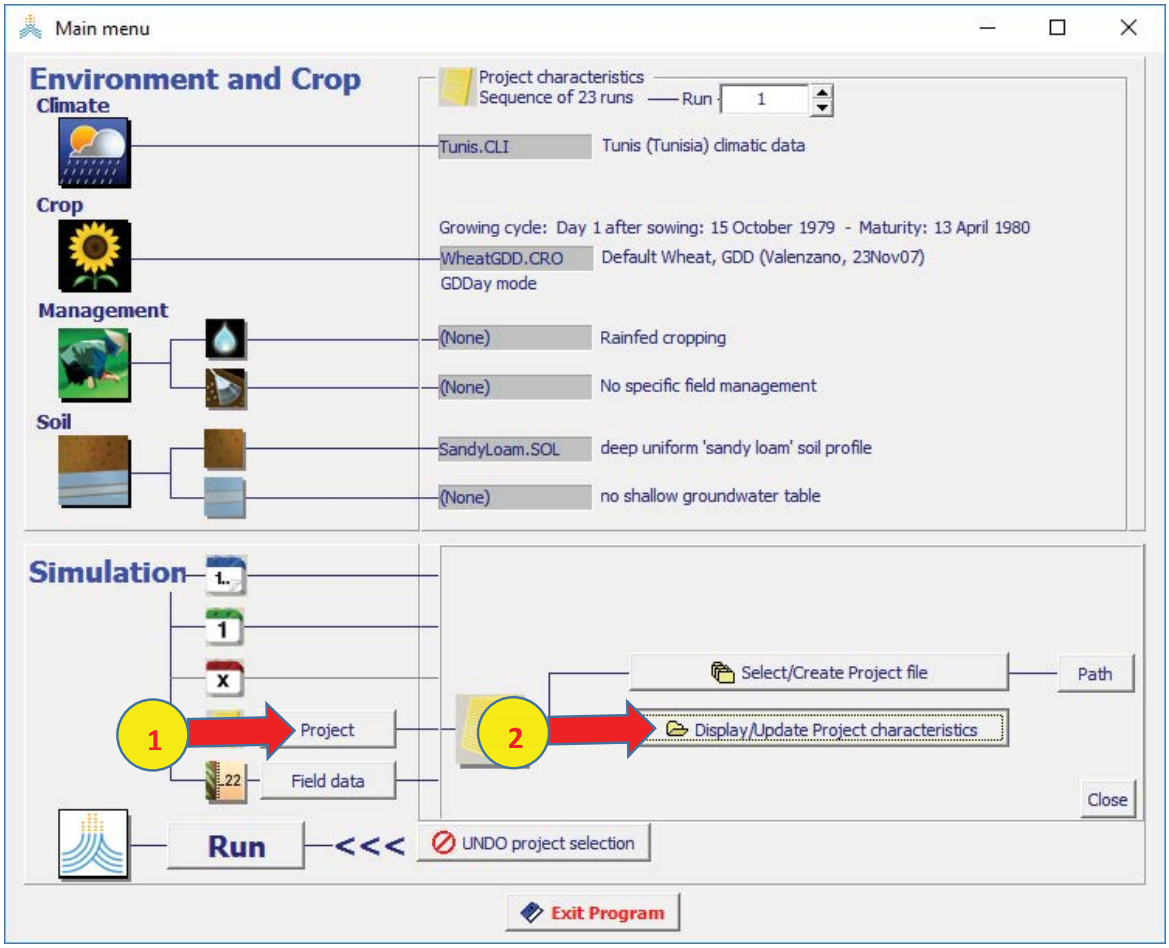
في قائمة Main Menu اختر الأمر project ثم الأمر select/create project



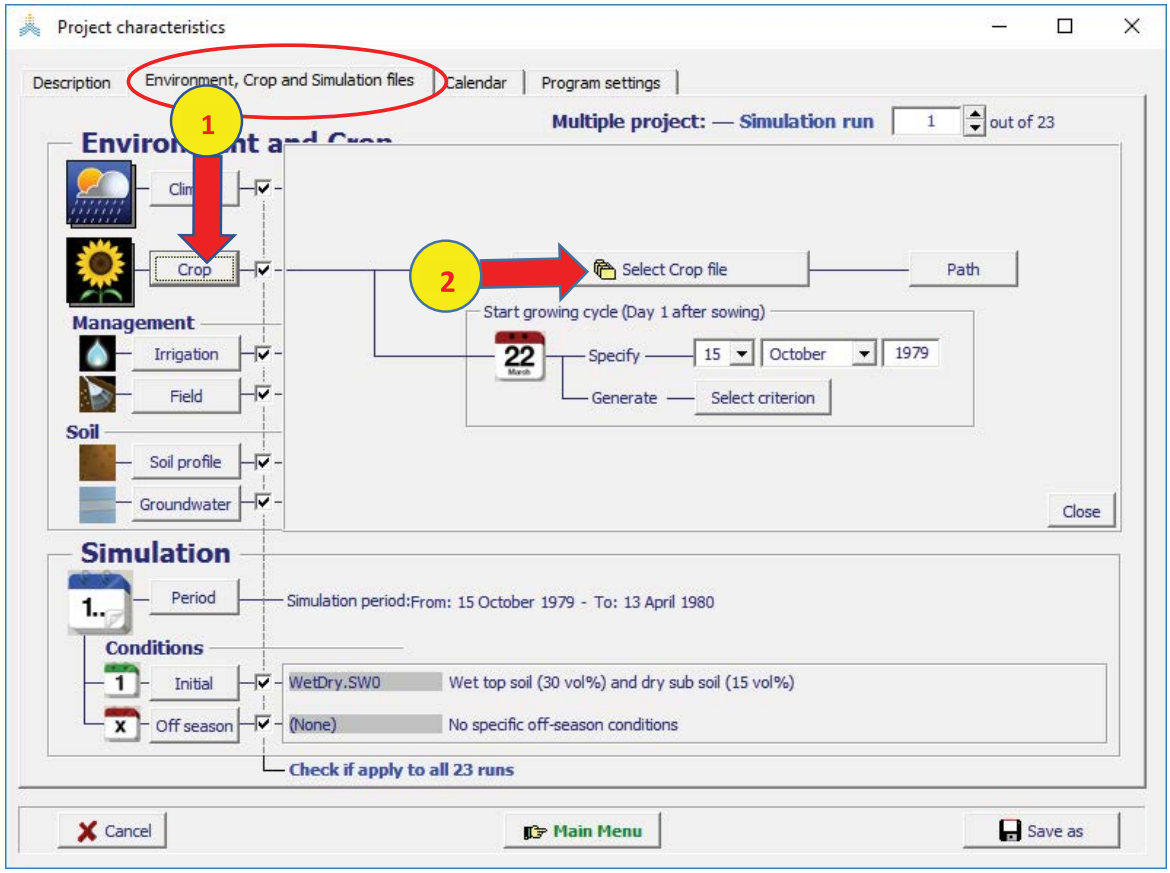
في قائمة Select project file اختر ملف المشروع WheatSandyLoam ثم الأمر Main Menu



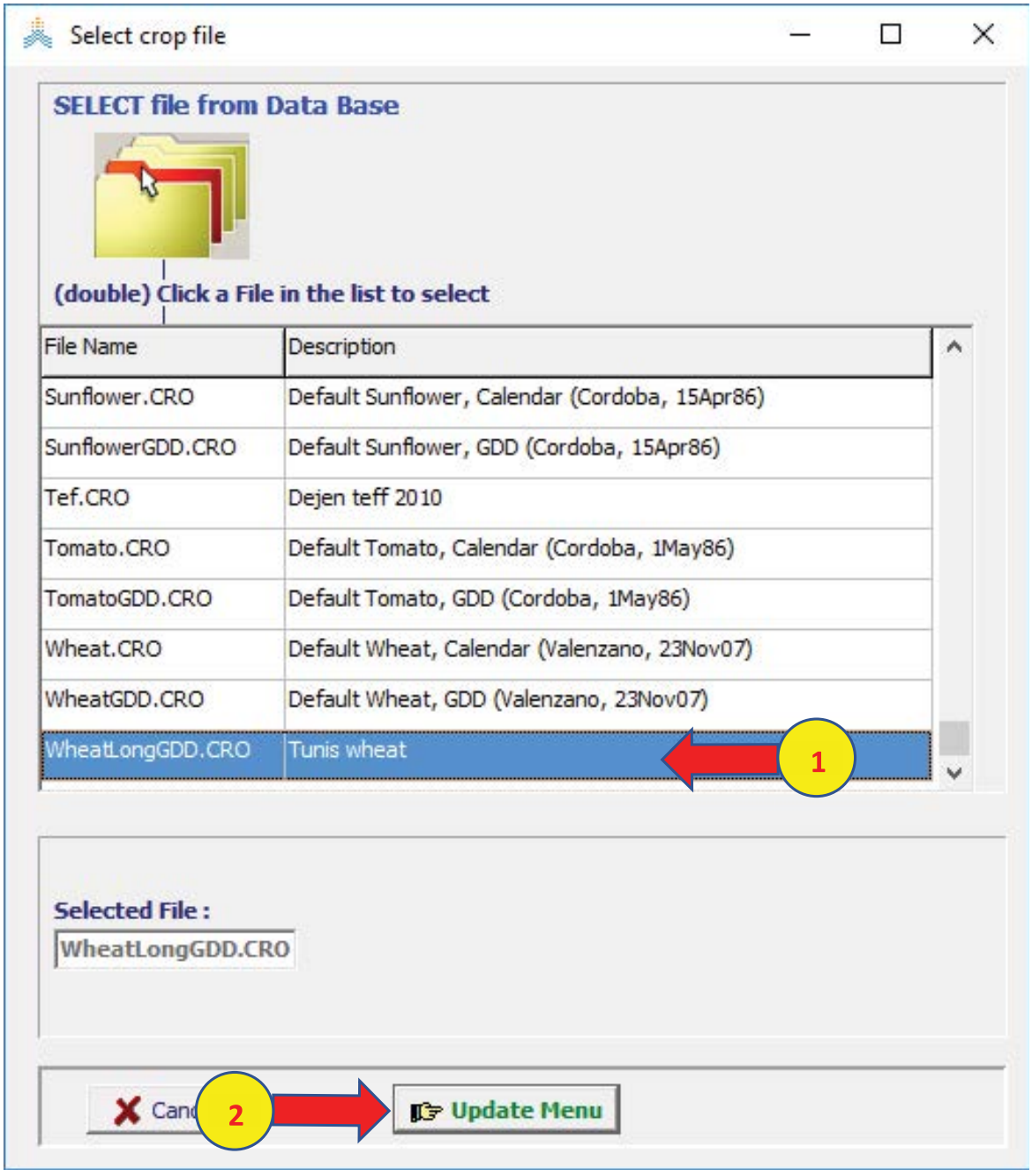
في قائمة Main Menu اختر الأمر project
ثم الأمر Display/Update project characteristics



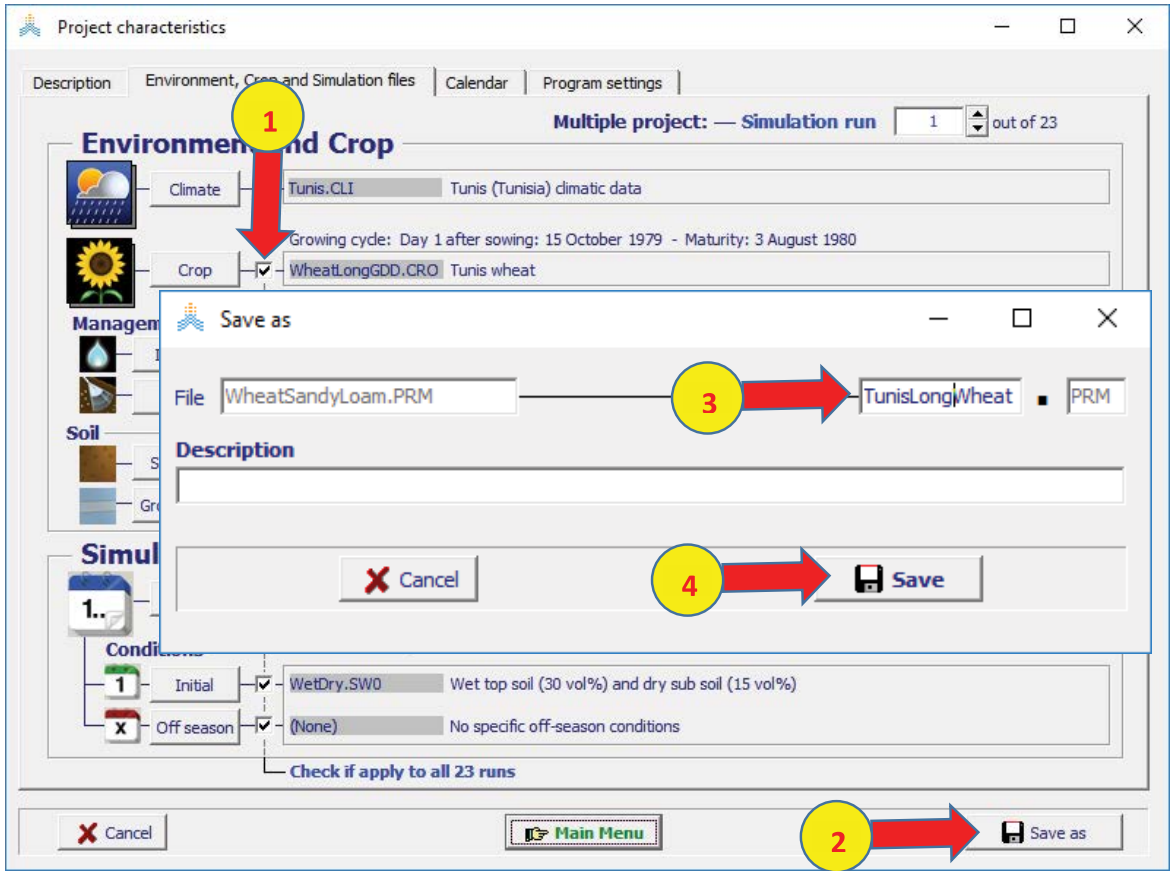
في قائمة Project characteristics
اختر واجهة Environment, crop and simulation
ثم الأمر crop ثم الأمر select crop file



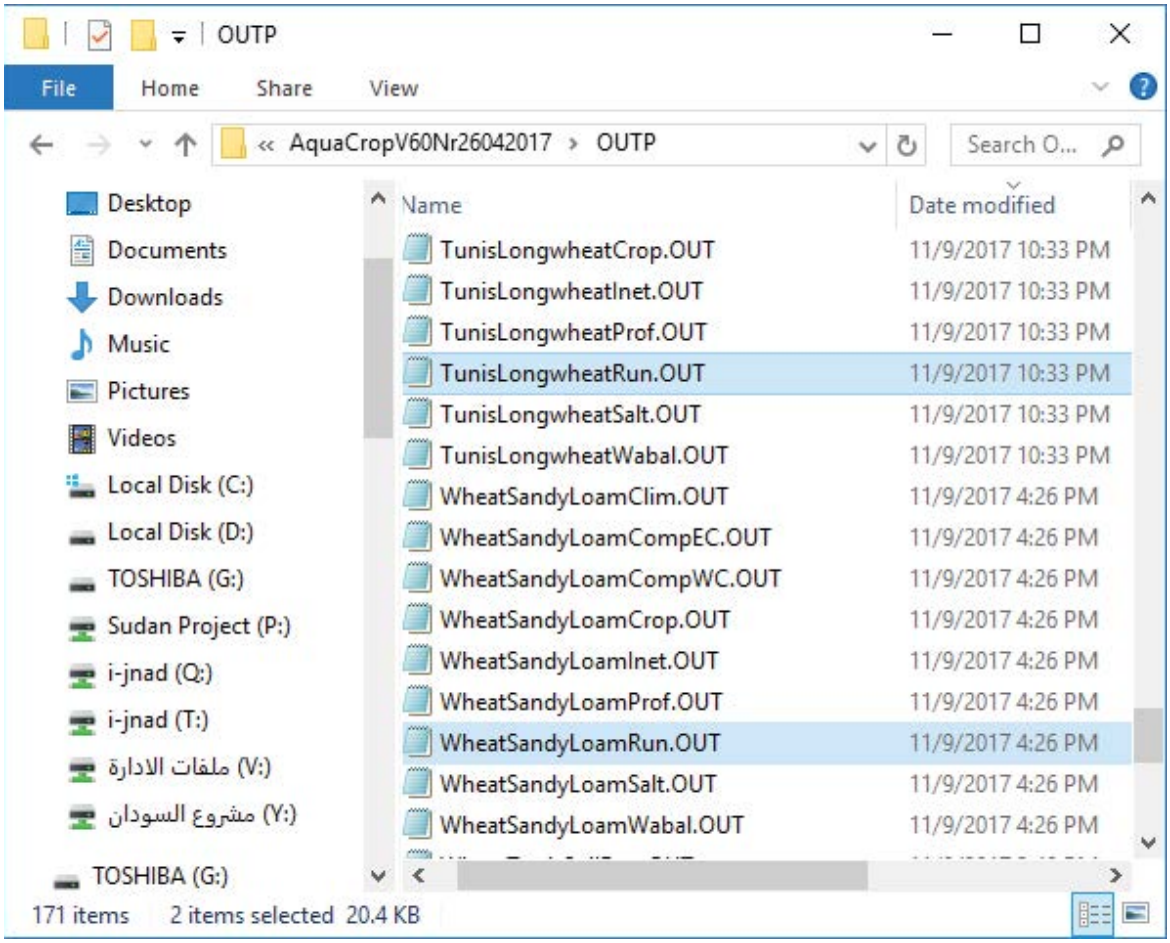
في قائمة select crop file اختر الملف WheatLongGDD.CRO
ثم الأمر Update Menu



أعد تفعيل خيار تطبيق المحصول على كل سنوات المحاكاة ثم اختر الأمر Save as في أسفل القائمة project characteristics واحفظ المشروع باسم TunisLongWheat باختيار الأمر save في نافذة Save as. شغل المحاكاة حتى نهاية المحاكاة رقم 23 واحفظ النتائج كما في المشروع السابق.



قارن نتائج المحاكاة بين المشروعين
يمكن الحصول على نتائج المحاكاة للمشروعين من الملف
TunisLongwheatRun.OUT والملف WheatSandyLoamRun.OUT
المحفوظين في المكتبة الفرعية OUTP في مجلد AquaCrop



Yield of wheatlongGDD.CRO ton/hec	Yield of wheatGDD.CRO ton/hec	season
6.905	8.754	1979-1980
5.258	8.422	1980-1981
7.429	8.462	1981-1982
4.996	8.758	1982-1983
5.805	8.649	1983-1984
7.359	8.484	1984-1985
6.778	8.393	1985-1986
6.409	8.846	1986-1987
4.921	7.927	1987-1988
5.47	8.678	1988-1989
6.324	8.373	1989-1990
6.902	8.865	1990-1991
6.954	9.226	1991-1992
7.187	8.876	1992-1993
5.497	8.74	1993-1994
5.773	8.26	1994-1995
8.078	8.641	1995-1996
5.96	8.538	1996-1997
7.101	8.889	1997-1998
6.201	9.044	1998-1999
6.026	8.996	1999-2000
6.774	8.643	2000-2001
5.313	8.468	2001-2002

التمرين الثالث: تحديد رطوبة التربة الابتدائية وتاريخ الزراعة

تحديد رطوبة التربة الابتدائية

الهدف من التمرين: تقييم تأثير اختيار الشروط الابتدائية لرطوبة التربة على إنتاجية القمح البعل في تربة لومية رملية Sandy Loam لعام 1988 / 1989 في تونس لأربع ظروف ابتدائية مختلفة في بداية الموسم:

- رطوبة التربة مساوية للسعة الحقلة.
- تربة رطبة في اعلى مقطع التربة وأكثر جفافا في الجزء الأسفل منه WetDry.SOL.
- رطوبة التربة (30 % TAW).
- رطوبة التربة (75 % TAW).

المطلوب: تشغيل محاكاة منفردة لعام واحد لكل حالة من الحالات السابقة ومقارنة النتائج.

المعطيات

البيانات المناخية: ملف المناخ Tunis.CLI وملفات البيانات المناخية, Tunis.PLU, Tunis.ETO, Tunis.TMP, وهي موجودة في قاعدة بيانات البرنامج.

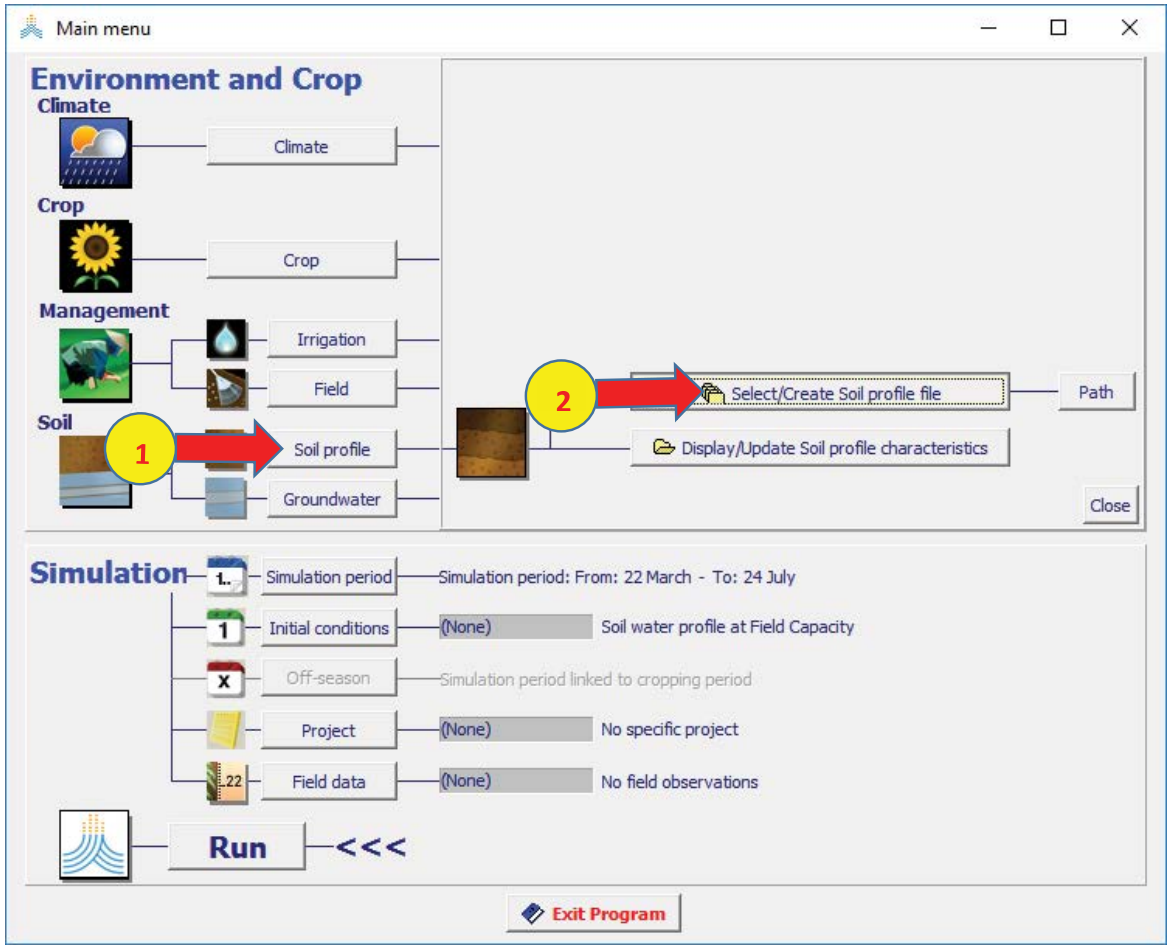
خصائص التربة: ملف التربة SandyLoam.SOL.

خصائص المحصول: ملف القمح WheatGDD.CRO الذي يعتمد تقويم حرارة النمو (GDD)وهو موجود في قاعدة بيانات البرنامج. تاريخ الزراعة هو 15 Oct.

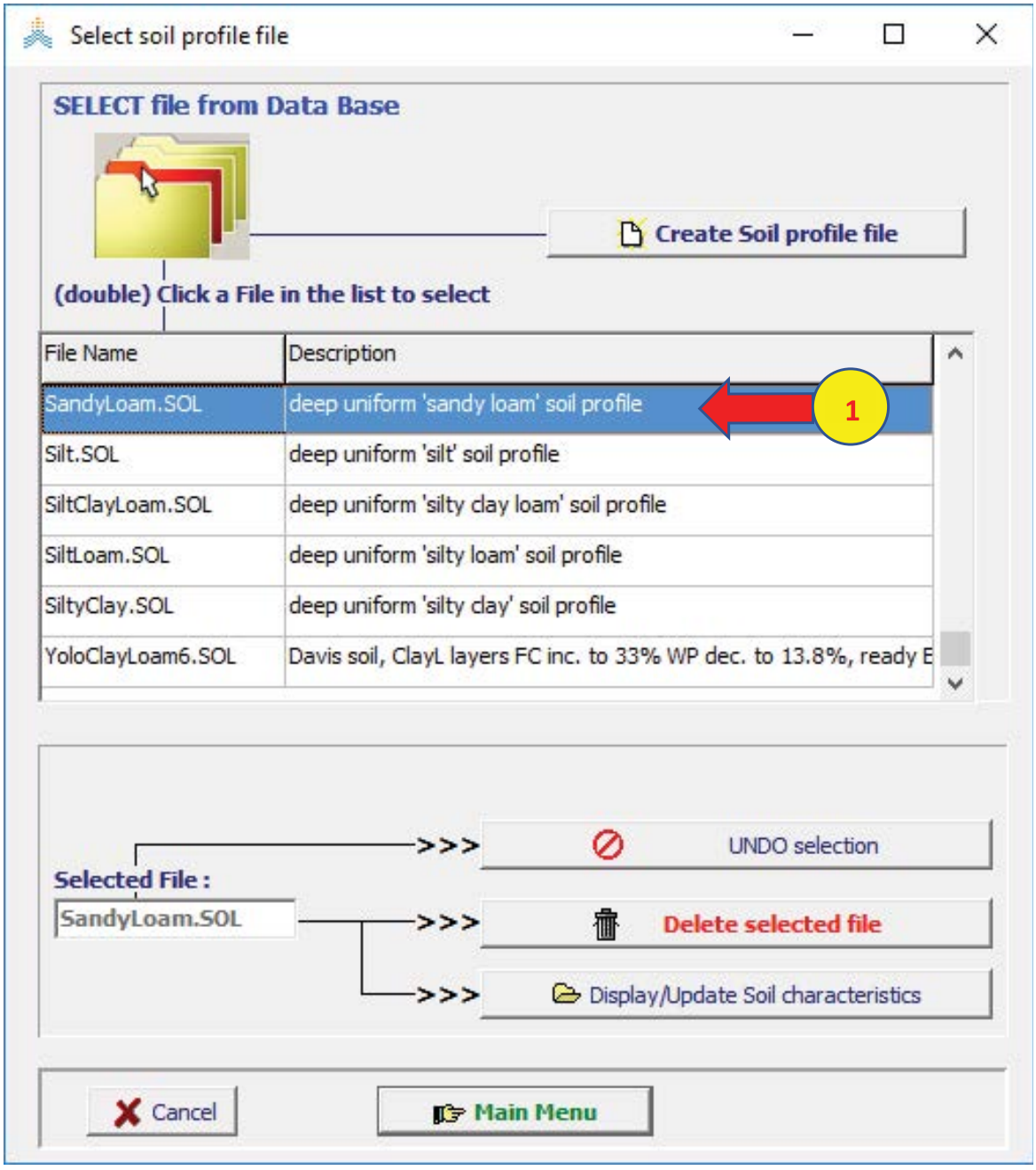
الشروط الابتدائية: الملف WetDry.SW0 والذي يعني أن التربة رطبة في جزئها العلوي وأكثر جفافا في الأسفل وهو موجود في قاعدة بيانات البرنامج.

إنشاء ملفات الشروط الابتدائية

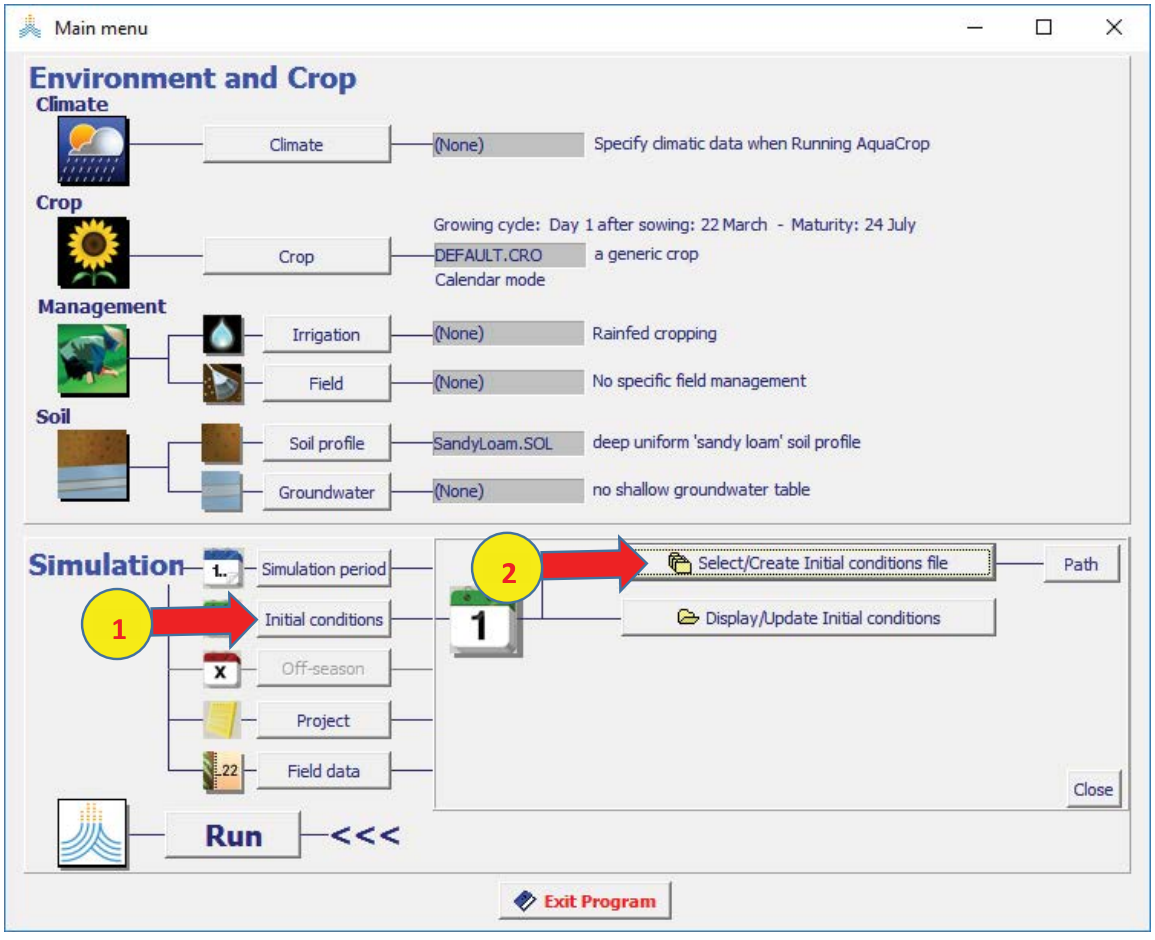
يجب اختيار ملف التربة المناسب قبل البدء بإنشاء ملفات الشروط الابتدائية
في القائمة main menu: اختر الأمر soil profile
اختر الأمر select/create soil profile file



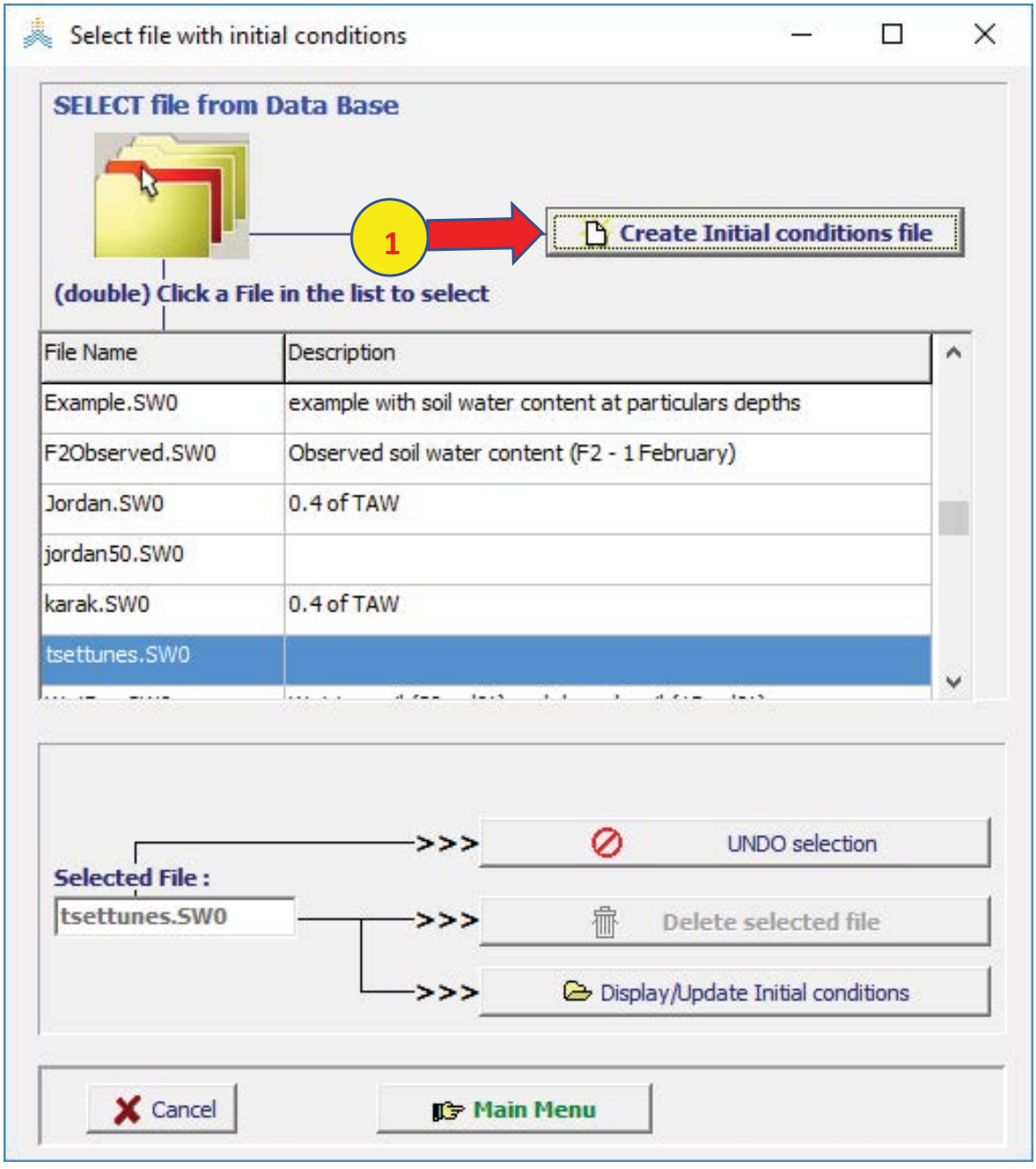
في القائمة select soil profile file: اختر الملف SandyLoam.SOL



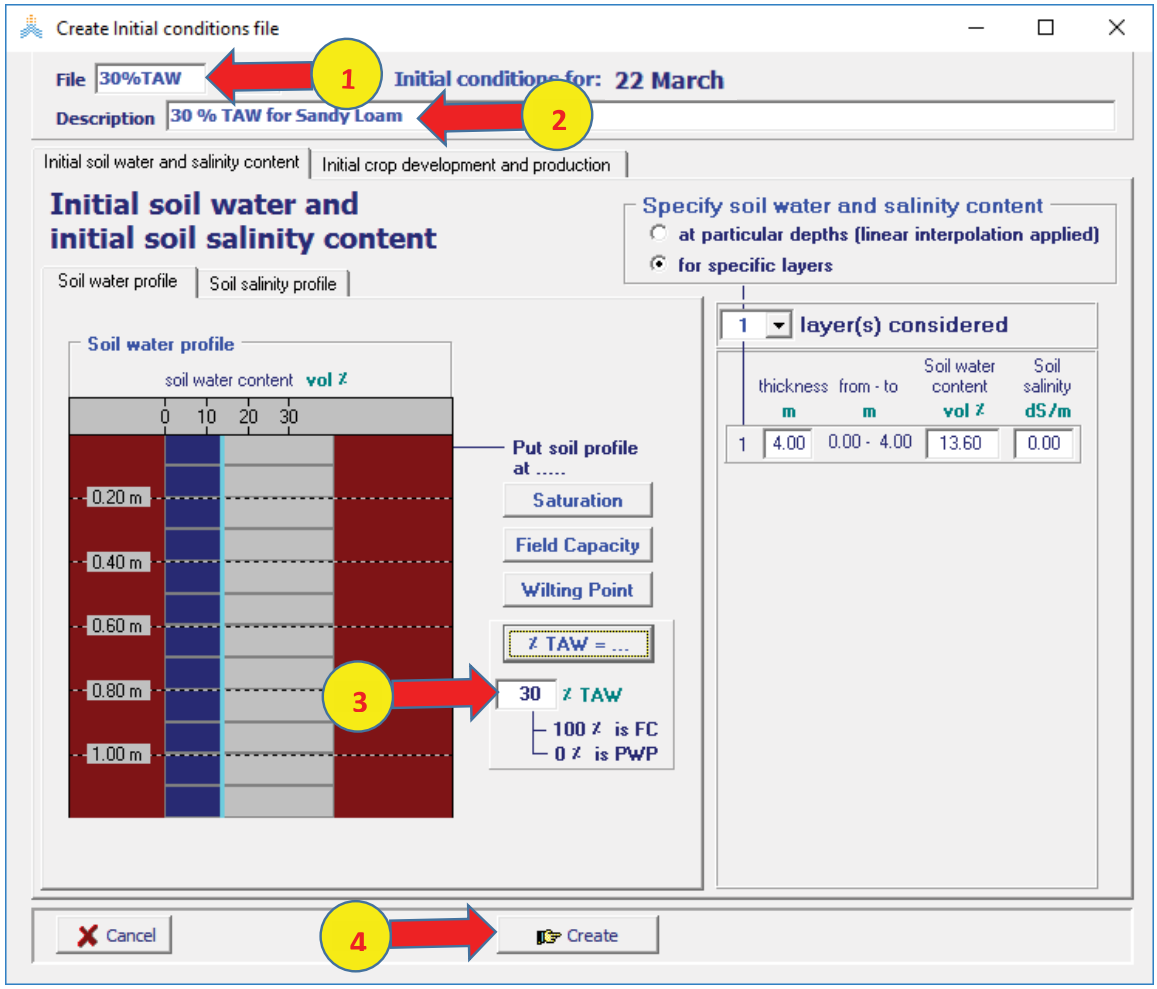
في القائمة main menu: اختر الأمر Initial condition
ثم اختر الأمر select/create initial condition file



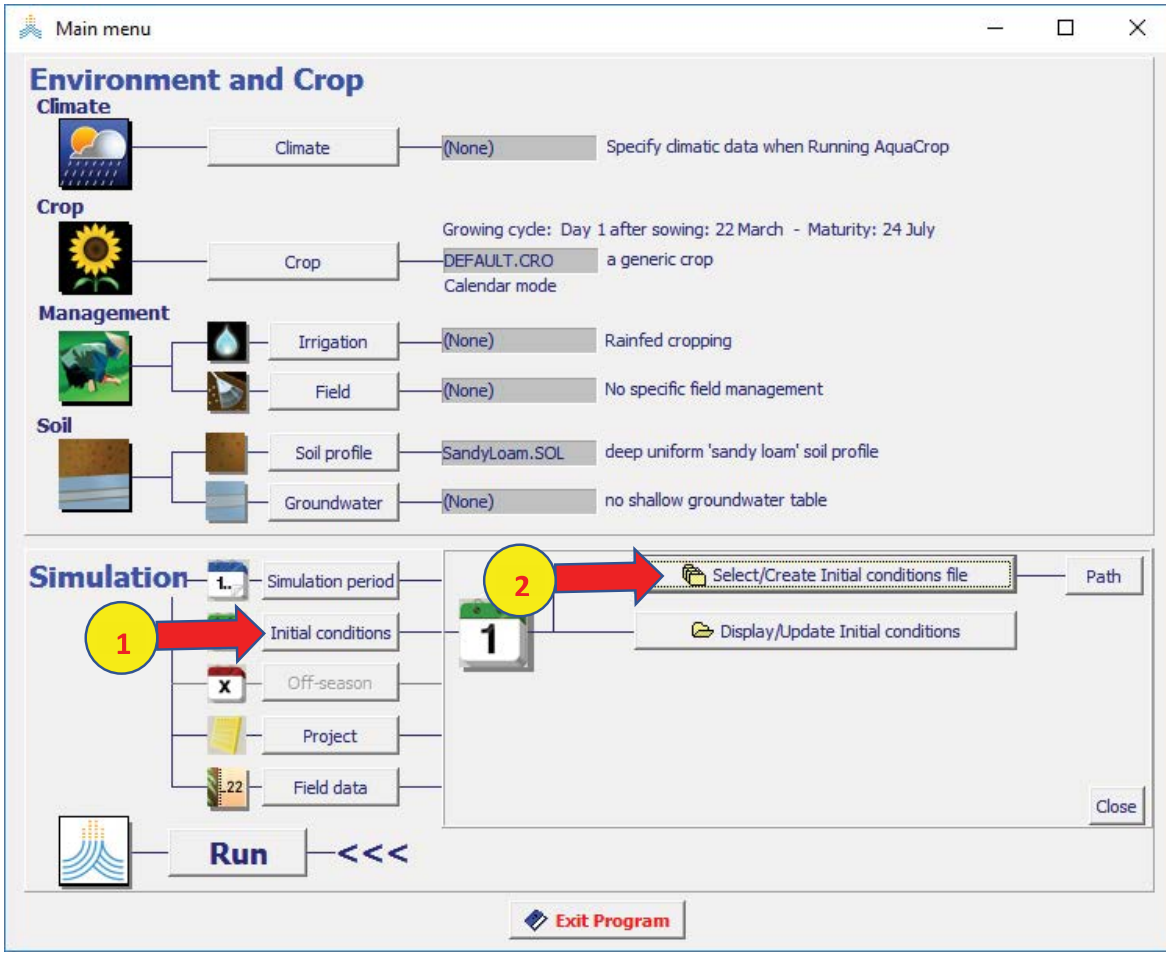
في القائمة select file with initial file condition:
اختر الأمر create initial condition file



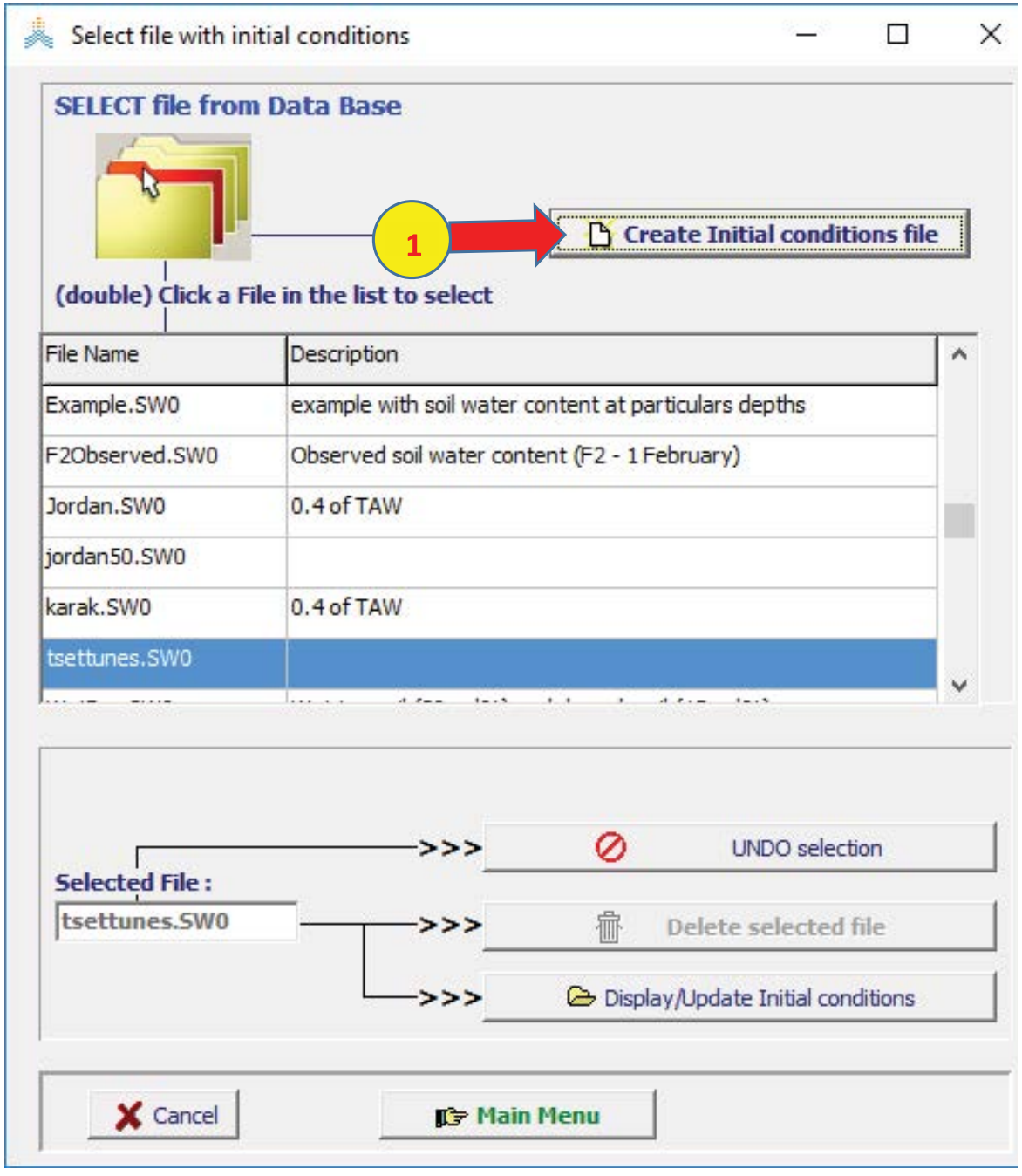
في القائمة Create initial condition file: حدد اسم الملف 30%TAW،
حدد Description (30%TAW for sandyloam) حدد قيمة TAW (30%)
ثم اختر أمر Create



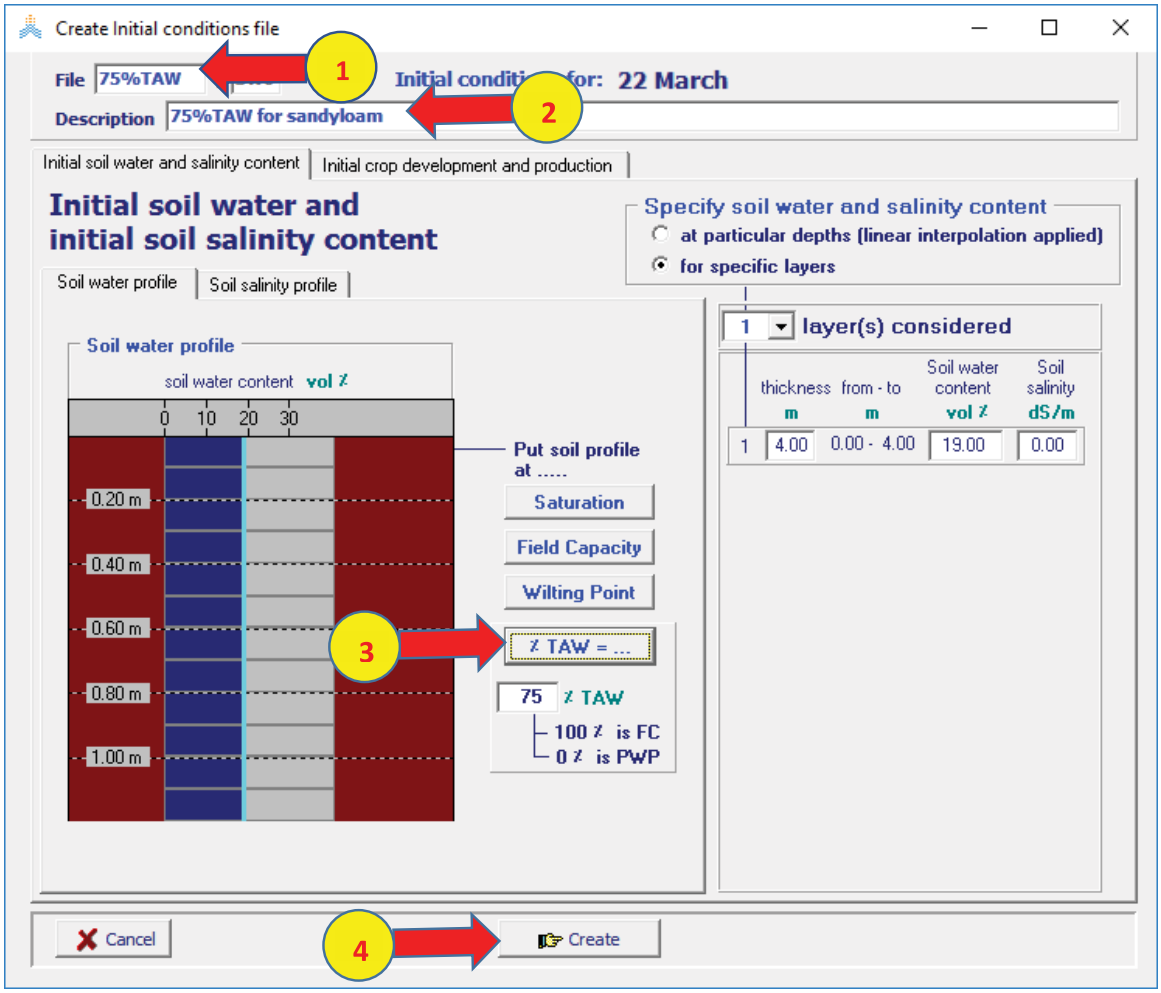
في القائمة main menu: اختر الأمر Initial condition
ثم اختر الأمر select/create initial condition file



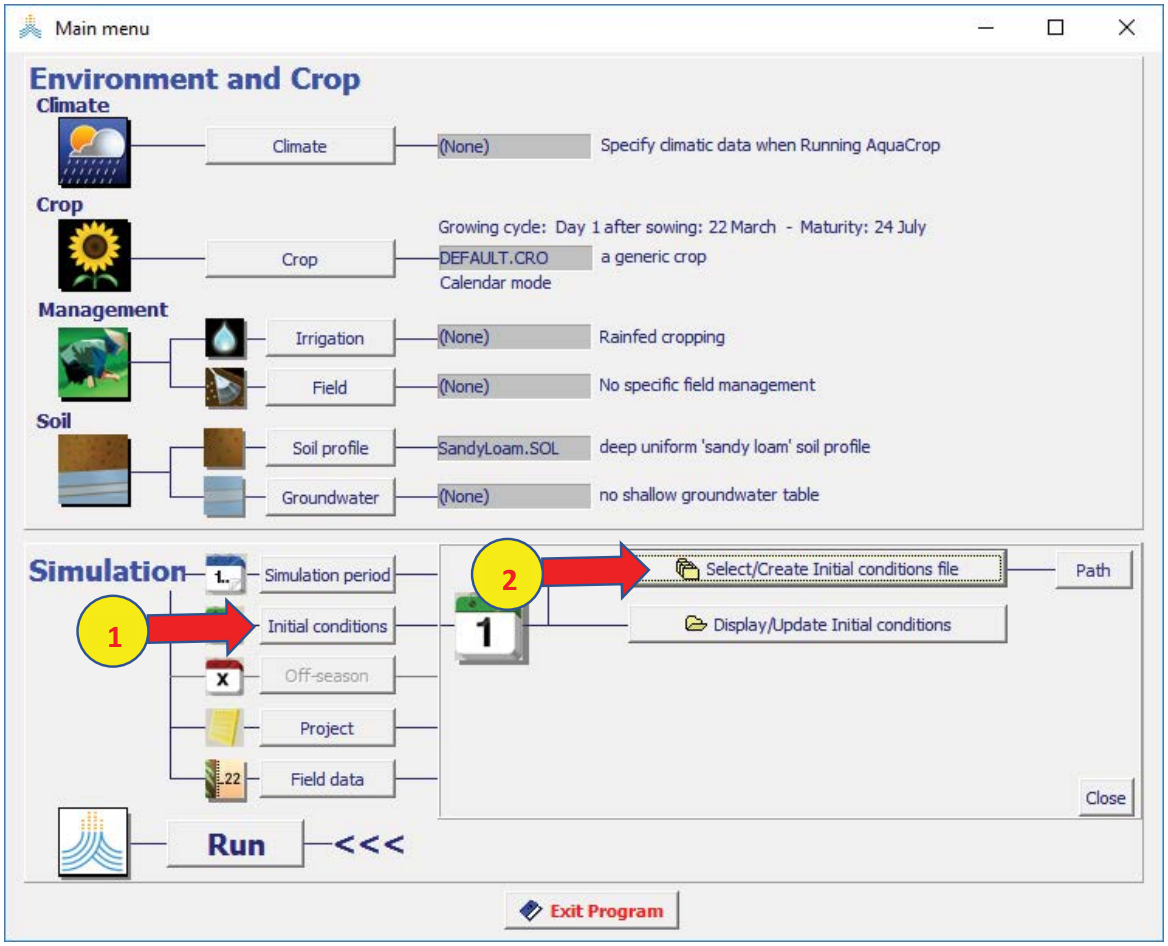
في القائمة select file with initial file condition:
اختر الأمر create initial condition file



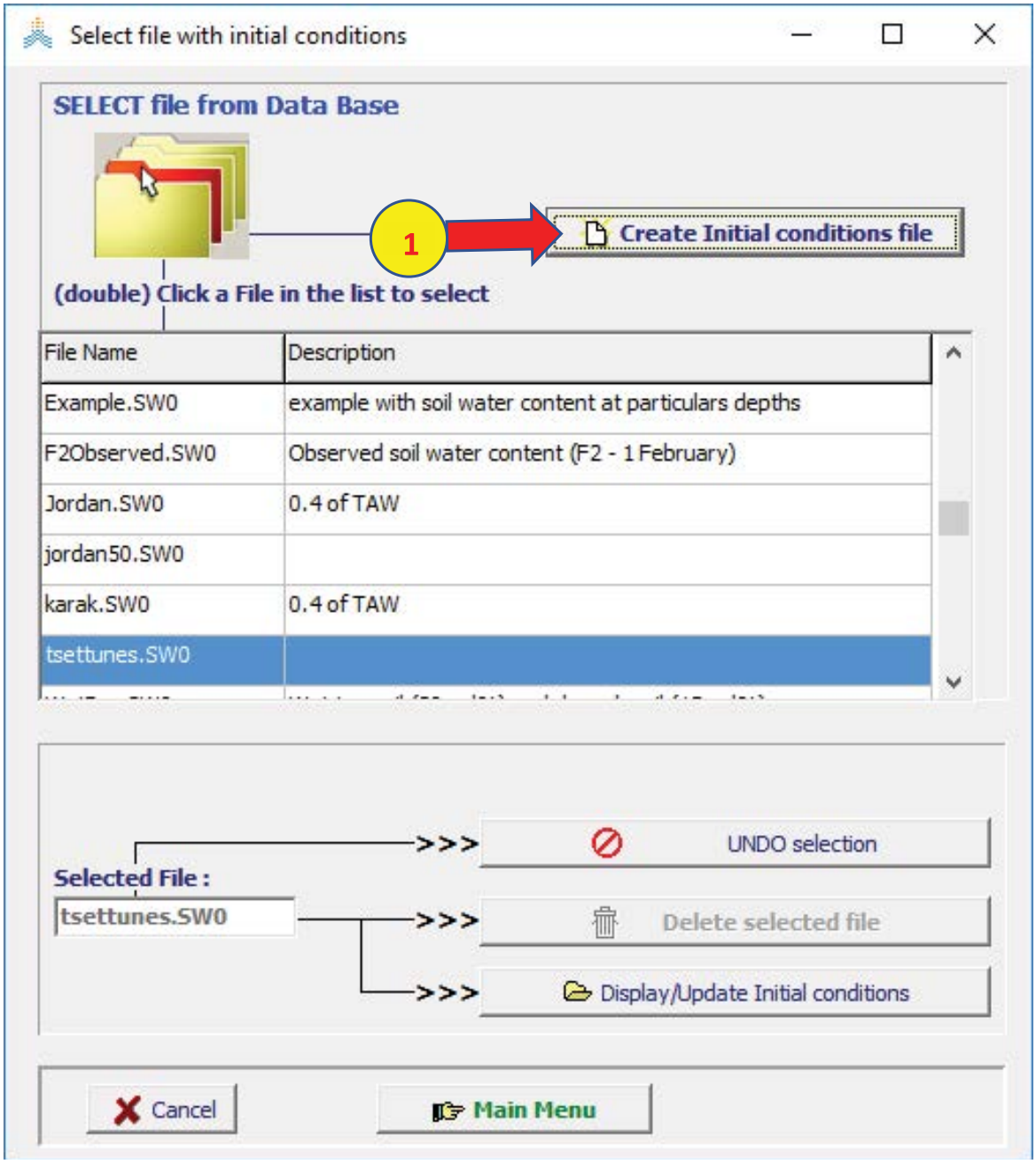
في القائمة Create initial condition file: حدد اسم الملف 75%TAW،
حدد Description (75%TAW for sandy loam)
حدد قيمة (75 %) TAW ثم اختر أمر Create



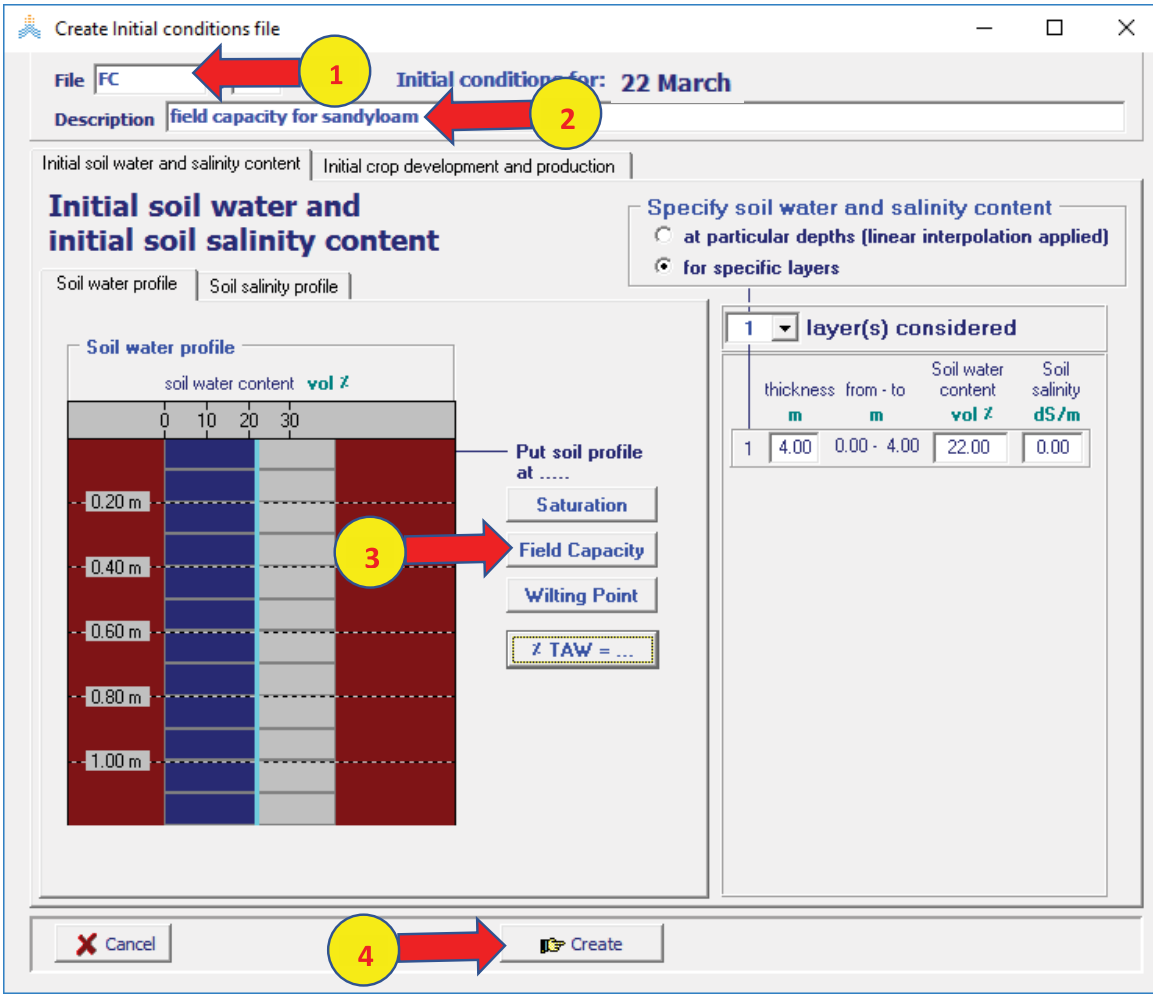
في القائمة main menu: اختر الأمر Initial condition
ثم اختر الأمر select/create initial condition file



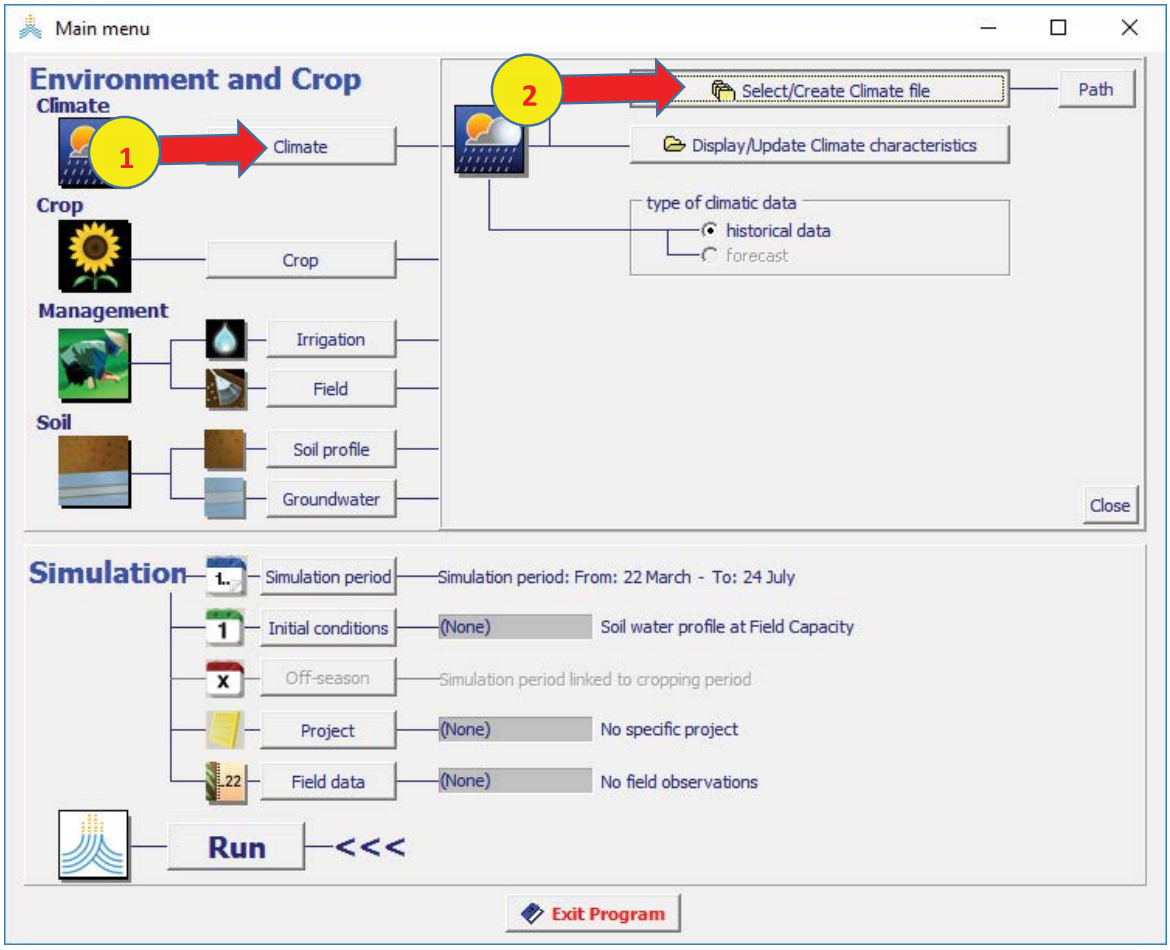
في القائمة select file with initial file condition:
اختر الأمر create initial condition file



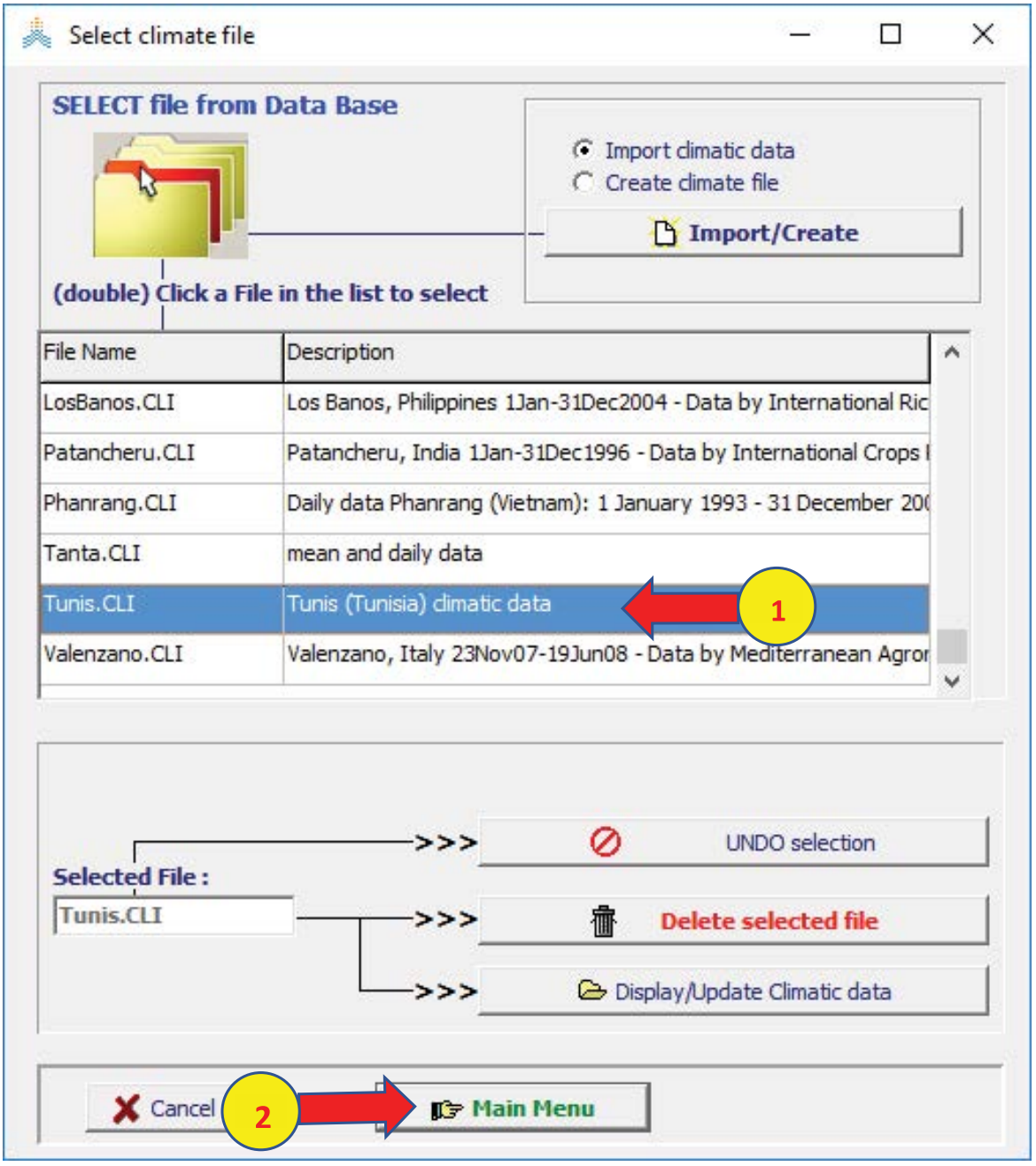
في القائمة file Create initial condition: حدد اسم الملف FC،
حدد Description (field capacity for sandy loam)
اختر الأمر Field Capacity ثم اختر أمر Create



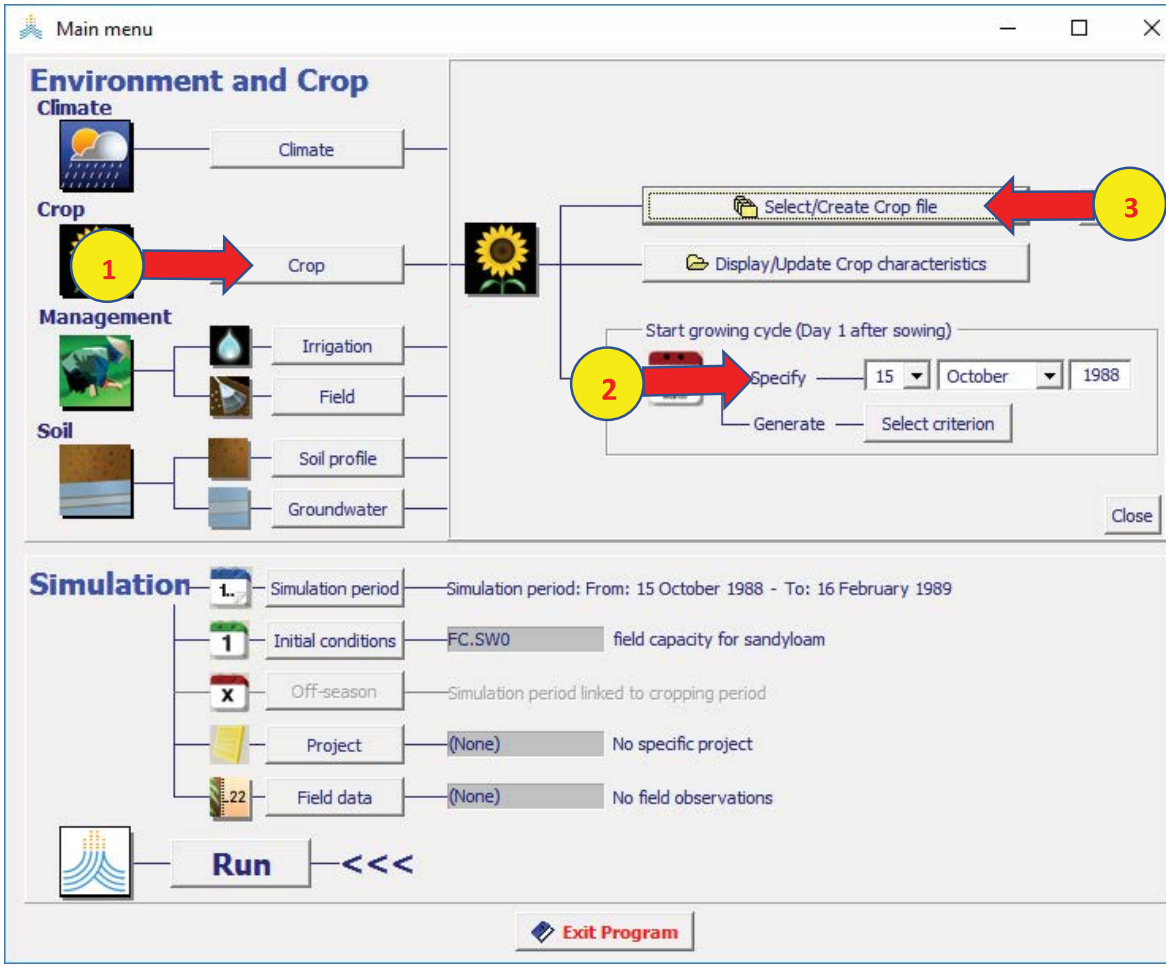
في القائمة main menu: اختر الأمر Climate
ثم اختر الأمر select/create climate file



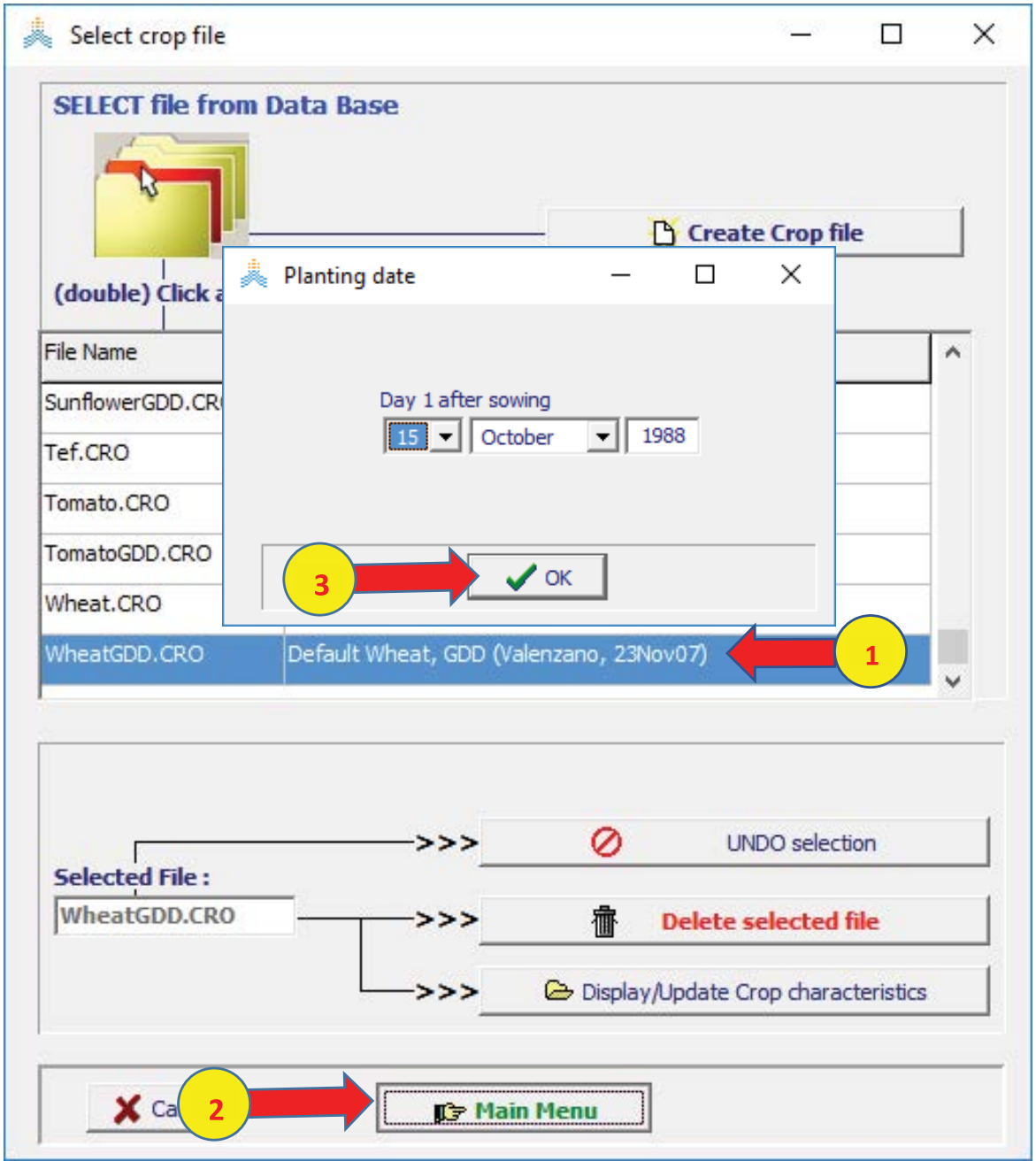
في القائمة select climate file: اختر الملف Tunis.CLI
ثم اختر الأمر Main Menu



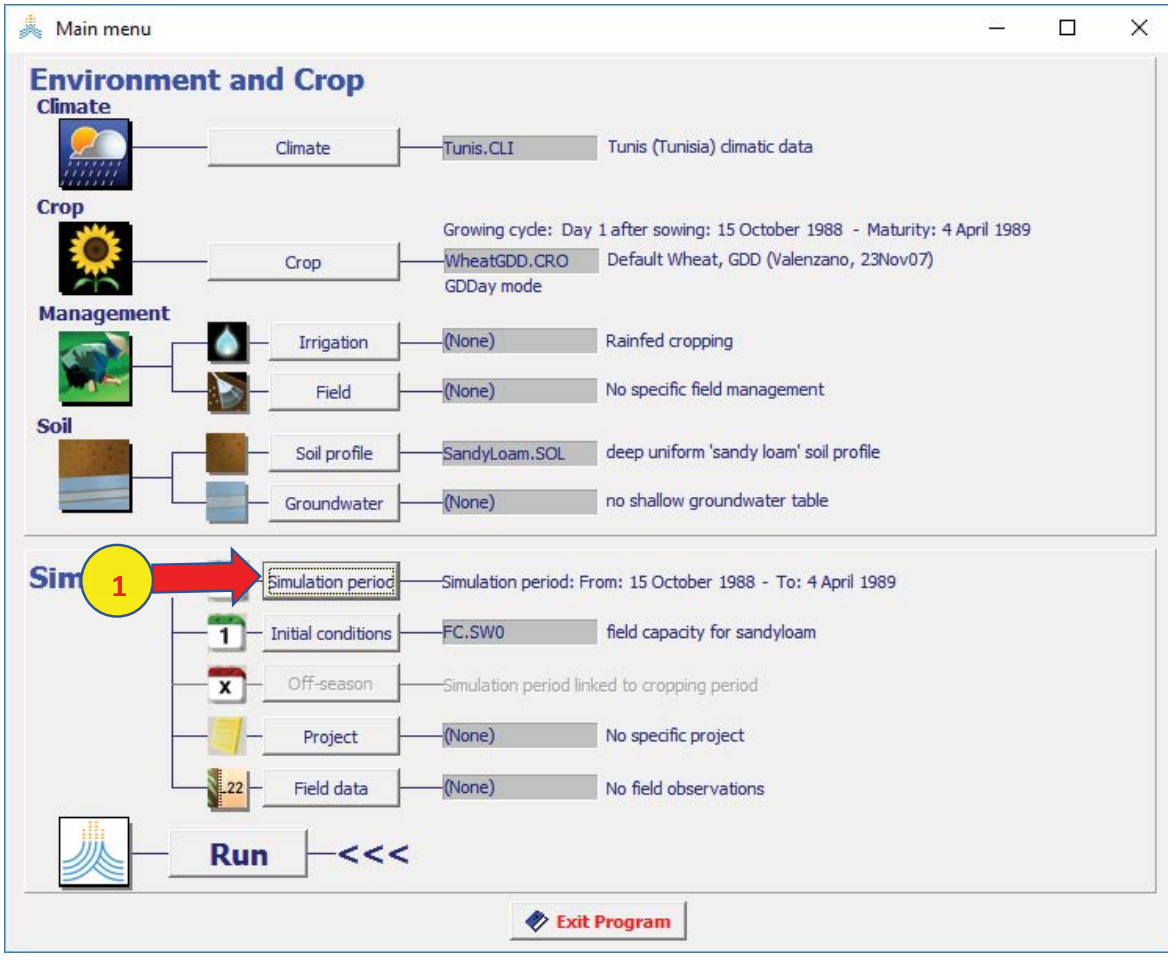
في القائمة main menu: اختر الأمر Crop،
حدد start growing cycle (day 1 after sowing) بتاريخ 15 October 1988
ثم اختر الأمر select/create crop file



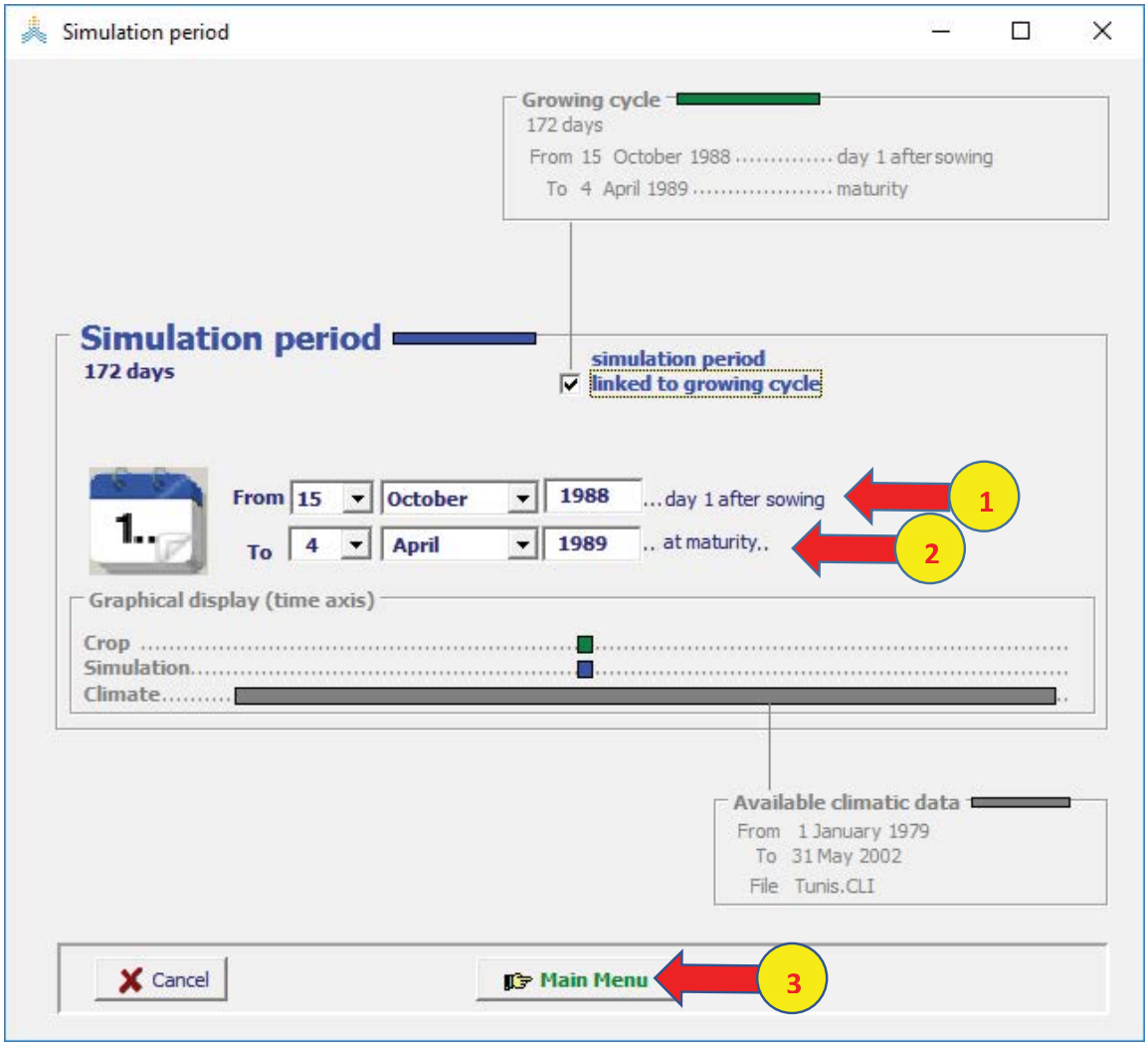
في القائمة select crop file: اختر الملف WheatGDD.CRO
ثم اختر الأمر Main Menu فتظهر نافذة planting date
اختر ok لتأكيد تاريخ الزراعة



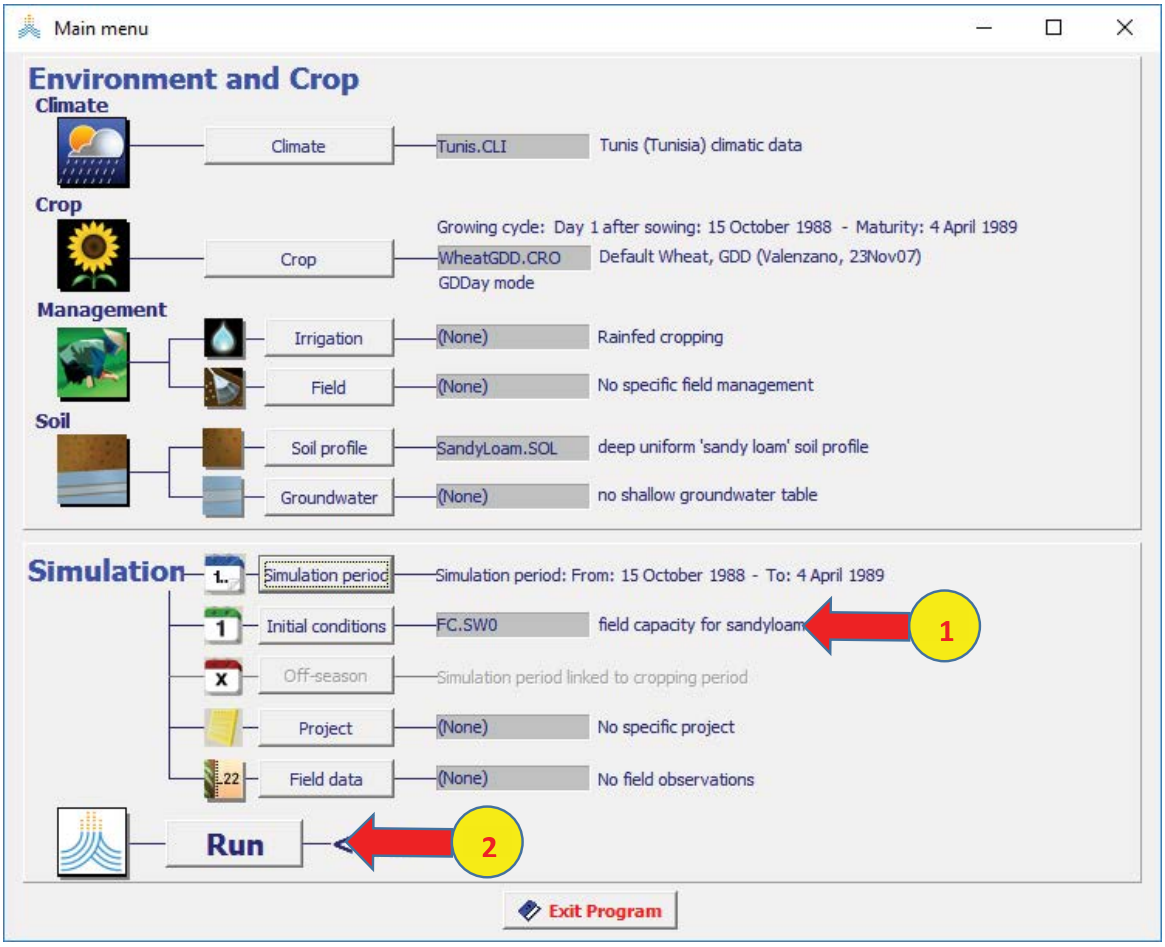
في القائمة main menu: اختر الأمر Simulation period



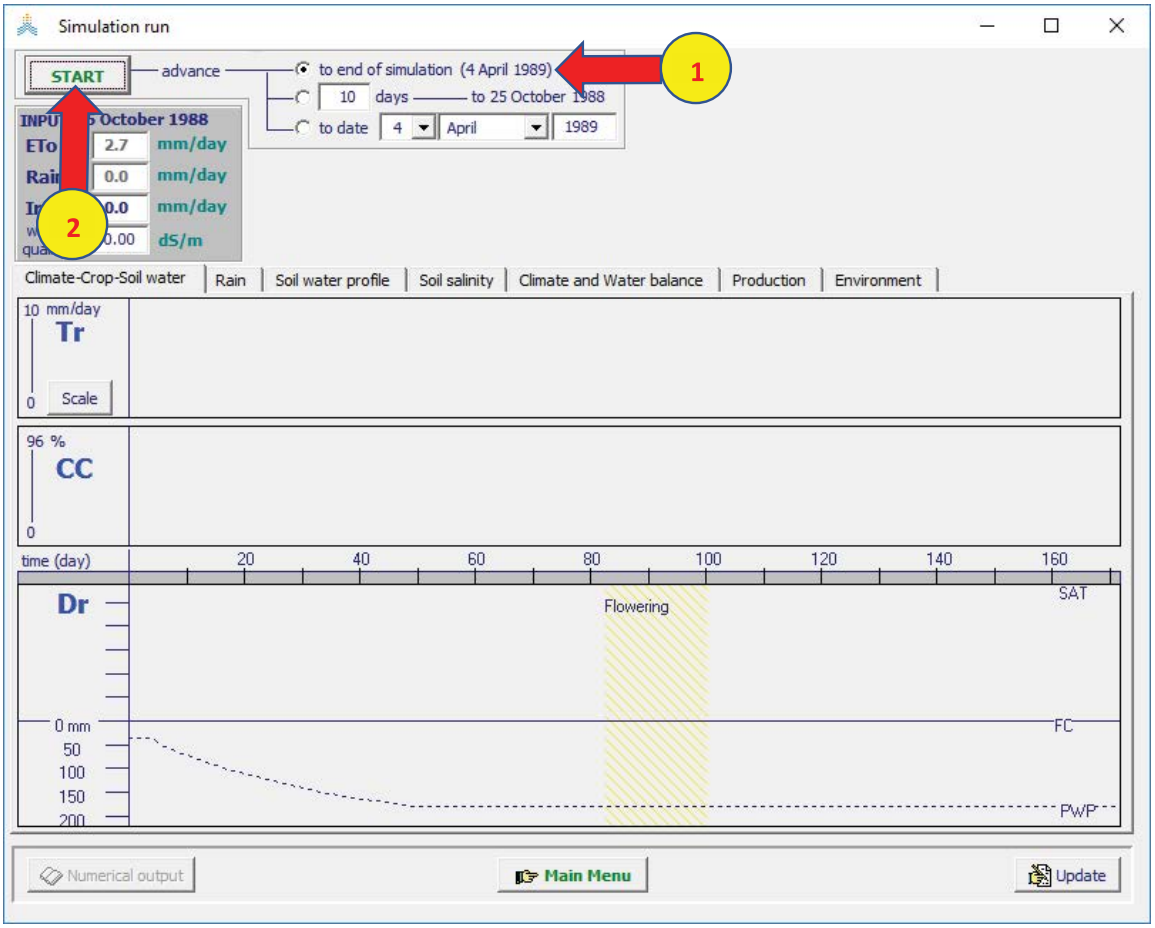
في القائمة Simulation Period: تكون بداية المحاكاة محددة
في 15 October 1988 ونهايتها محددة في 4 April 1989
(محاكاة لموسم نمو واحد من تاريخ الزراعة حتى تاريخ النضج maturity)
لأن الخيار الافتراضي في البرنامج هو ارتباط فترة المحاكاة بفترة النمو
Simulation period linked to growing cycle ،
اختر الأمر Main Menu للعودة إلى القائمة الرئيسة



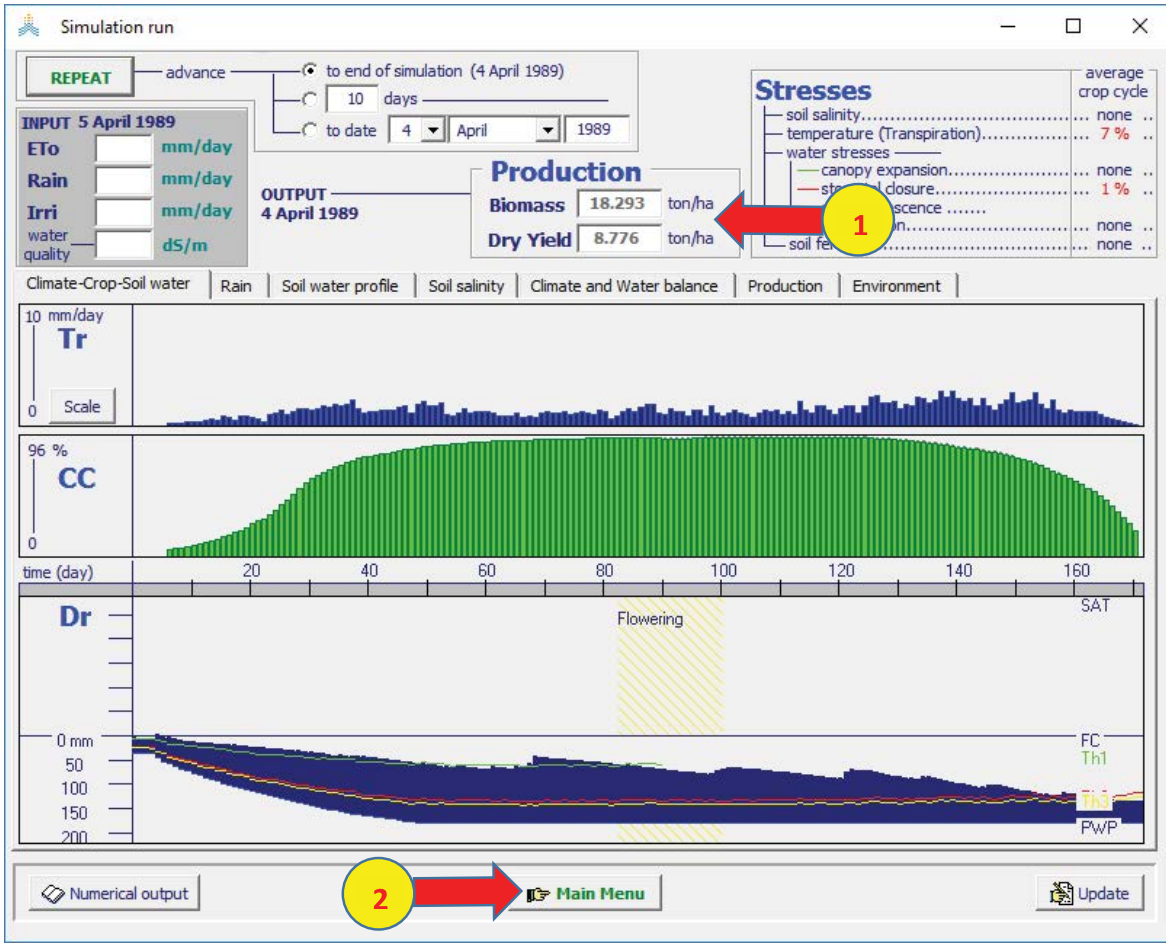
في القائمة Main Menu: يكون ملف الشروط الابتدائية هو FC.SW0
وهو مطابق للحالة الأولى التي نريد محاكاتها لذلك نقبل هذا الخيار،
اختر الأمر Run في أسفل القائمة الرئيسة لبدء تشغيل المحاكاة



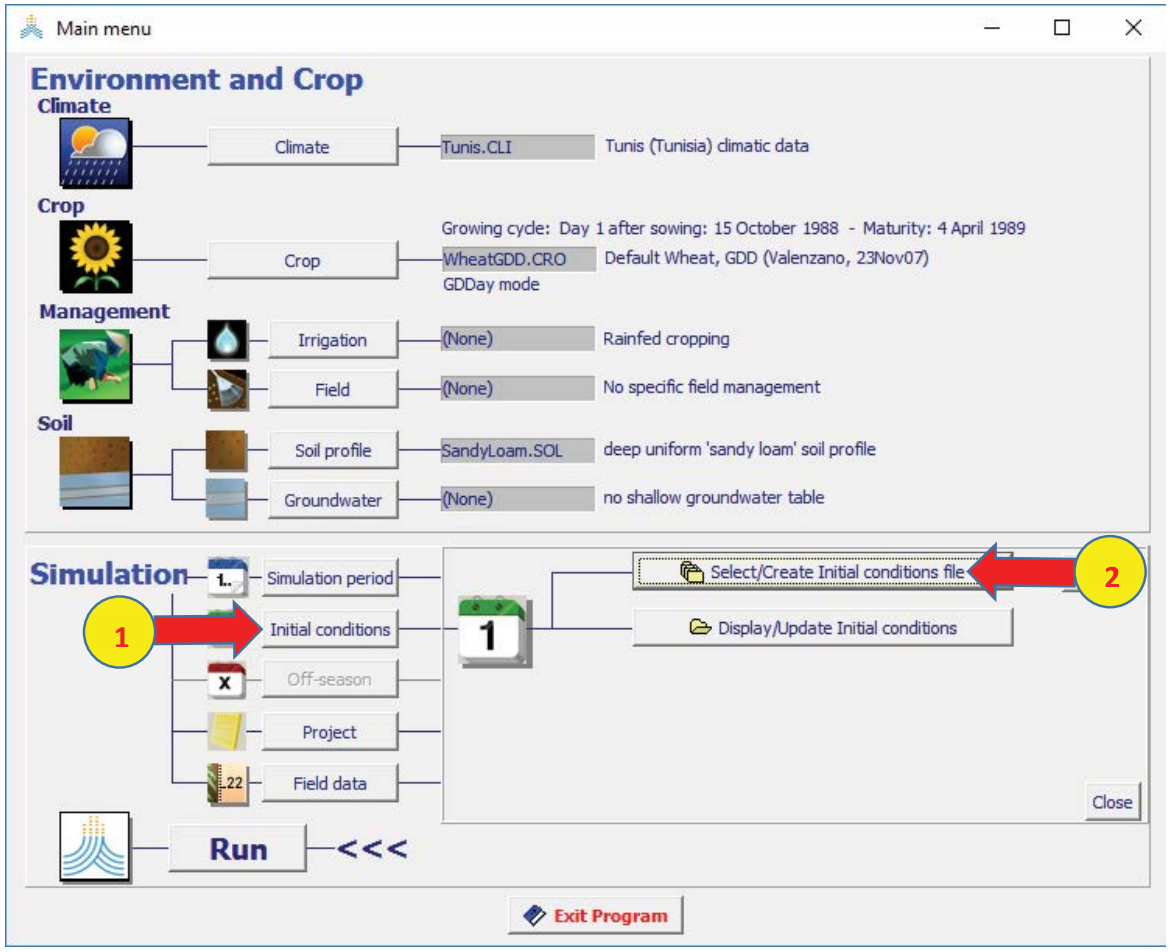
في القائمة Simulation run: نبقي على الخيار to end of simulation
ثم نختار الأمر Start



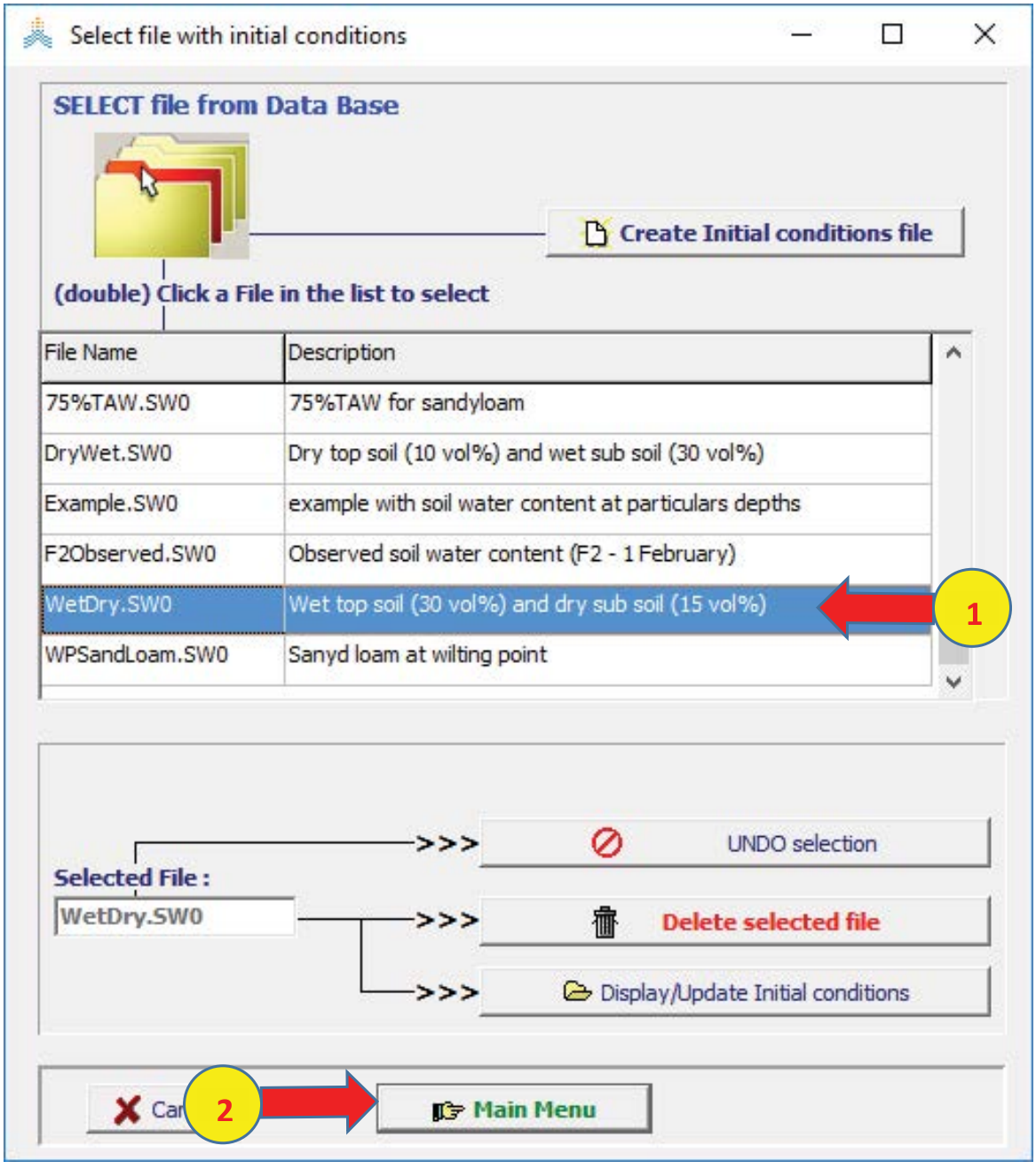
في القائمة Simulation run: عند انتهاء المحاكاة تظهر قيمتي Biomass وDry Yield الناتجين.
نختار الأمر Main Menu للعودة إلى القائمة الرئيسية.



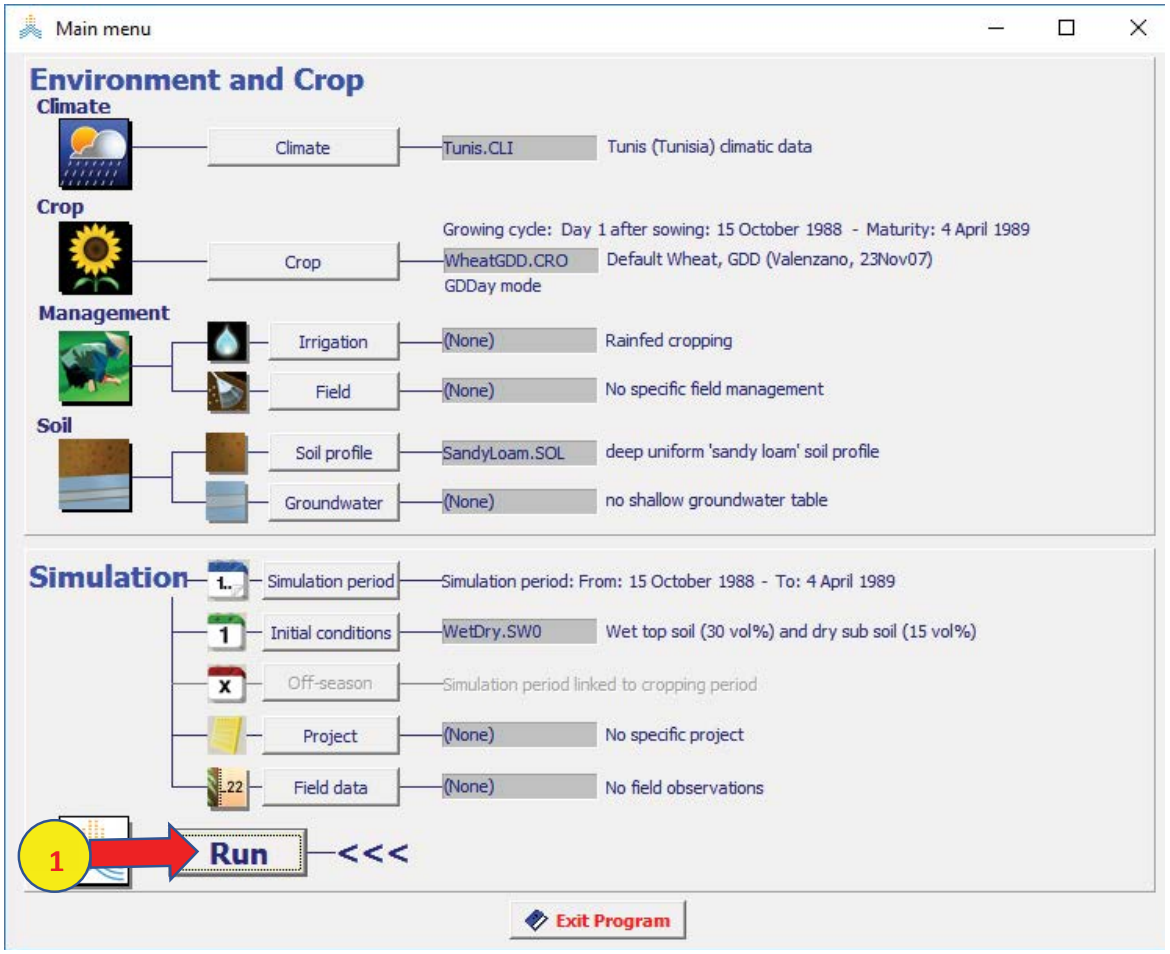
في القائمة Main Menu: اختر الأمر initial condition،
ثم اختر الأمر select /Create Initial condition



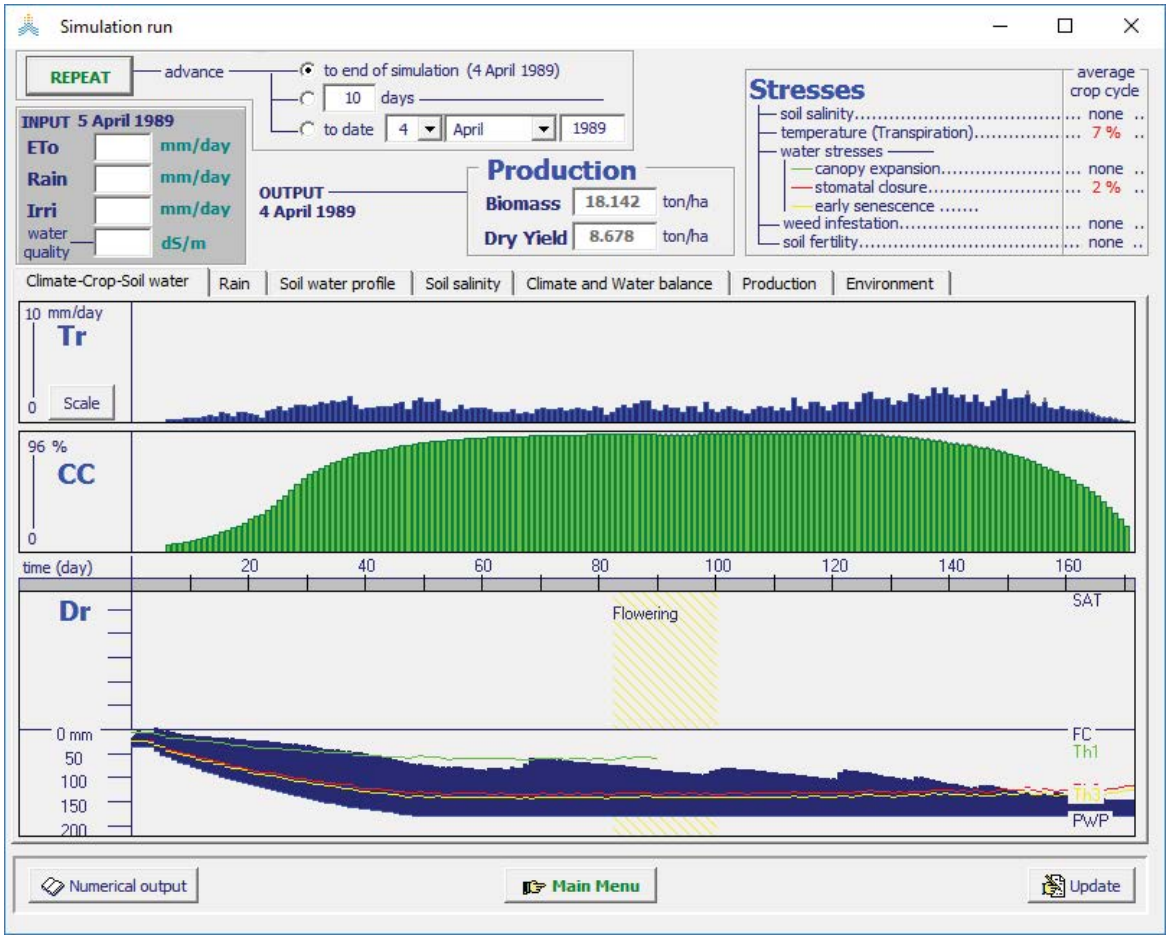
في القائمة select file with initial condition file:
اختر الملف WetDry.SW0 ثم اختر الأمر Main Menu



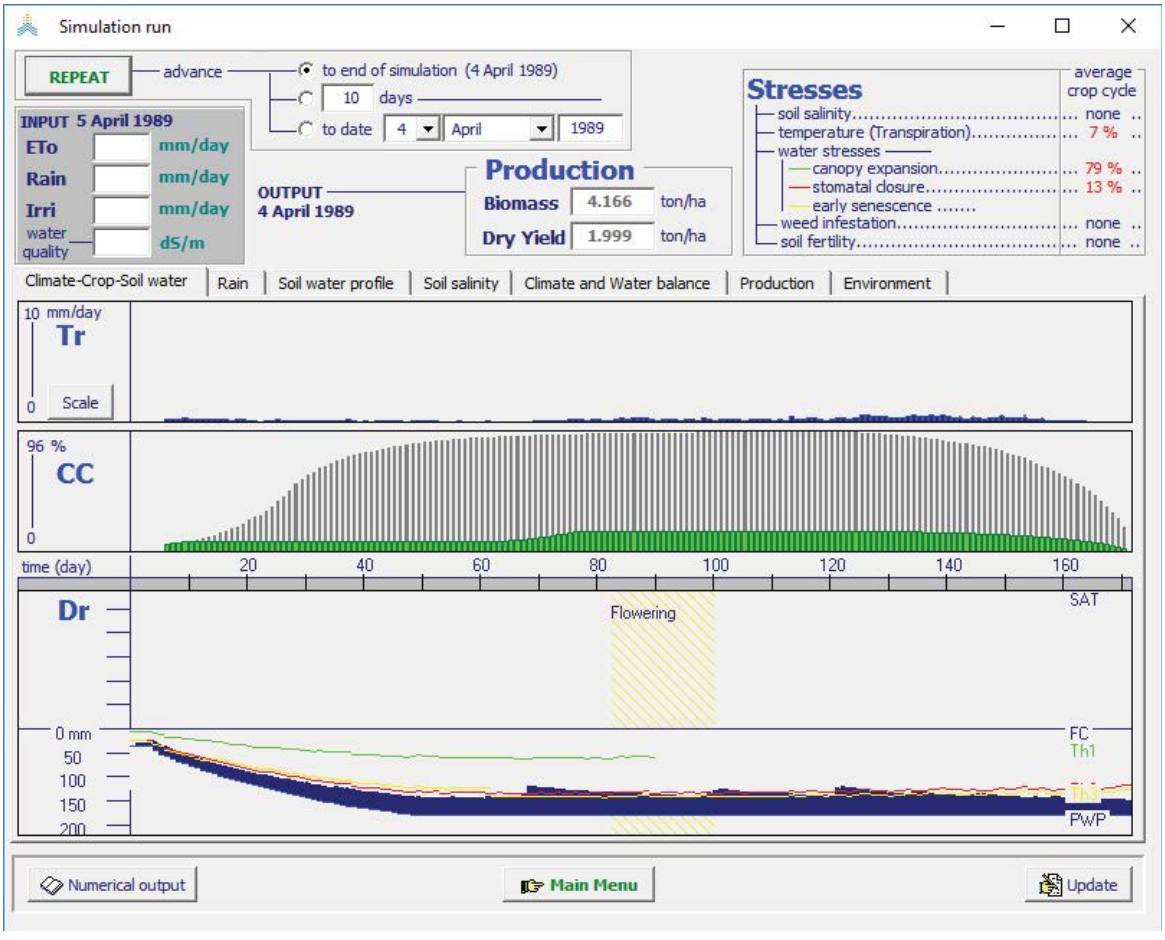
في القائمة Main Menu: اختر الأمر Run



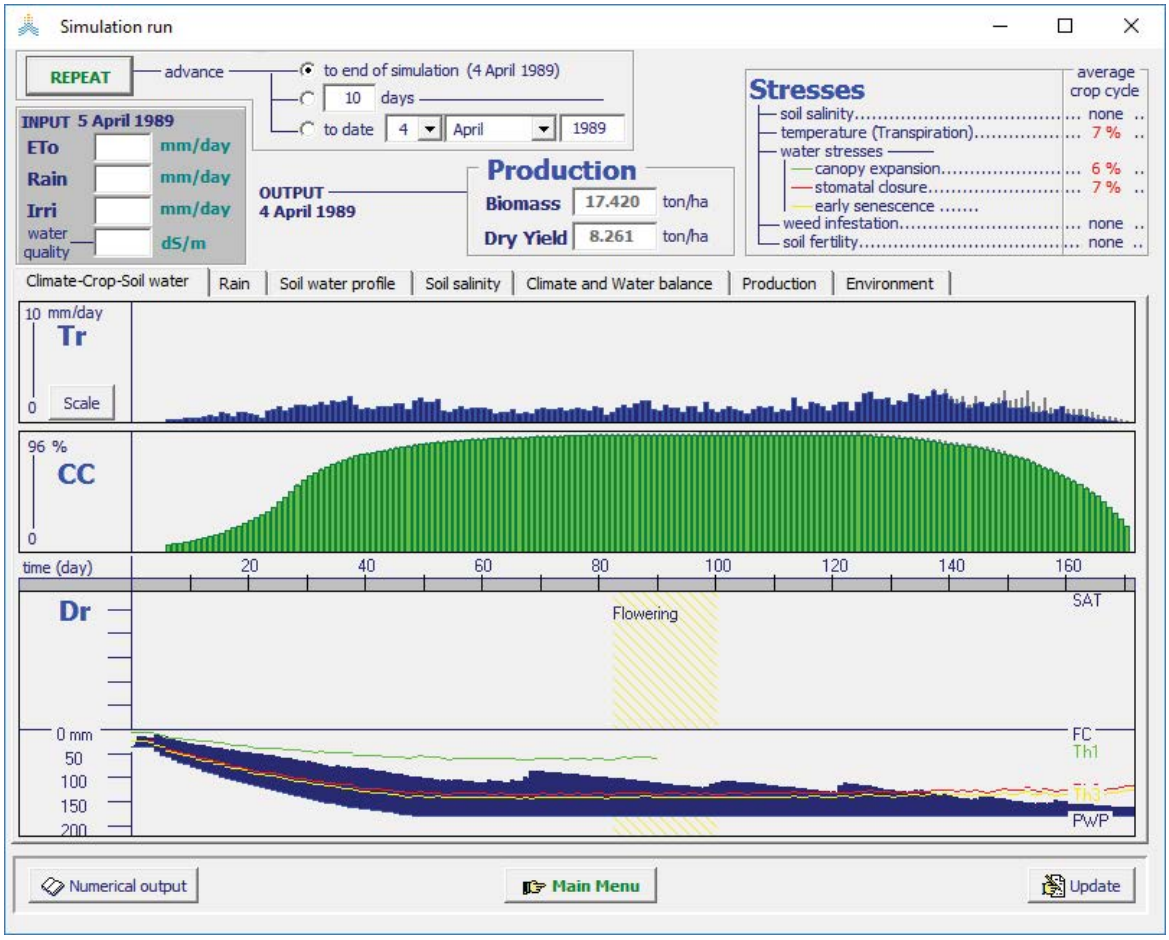
نتائج المحاكاة WetDry.SOL



استبدل الملف WetDry.SW0 بالملف 30%TAW.SW0 وأعد المحاكاة
نتائج المحاكاة لحالة 30 % TAW



استبدل الملف 30%TAW.SW0 بالملف 75%TAW.SW0 وأعد المحاكاة
نتائج المحاكاة لحالة 75 % TAW



مقارنة النتائج

رطوبة التربة الابتدائية	إنتاجية المحصول في موسم 1988-1989	
	Biomass (ton/ha)	Yield (ton/ha)
FC	18.293	8.776
WetDry	18.142	8.678
30%TAW	4.166	1.999
75%TAW	17.420	8.261

تحديد تاريخ الزراعة

الهدف من التمرين: تحديد تاريخ الزراعة المناسب لمحصول القمح في تونس للفترة 1979-2002. تاريخ الزراعة للقمح الشتوي البعل في تونس يقع بين October 1 و December 31

المطلوب: تحديد تاريخ الزراعة للمعيار (هطول مطري تراكمي لا يقل عن 35 ملم خلال خمسة أيام) و قبول الحدوث الثاني للمعيار

المعطيات

البيانات المناخية: ملف المناخ وملفات البيانات المناخية Tunis.CLI,

خصائص التربة: ملف التربة SandyLoam.SOL

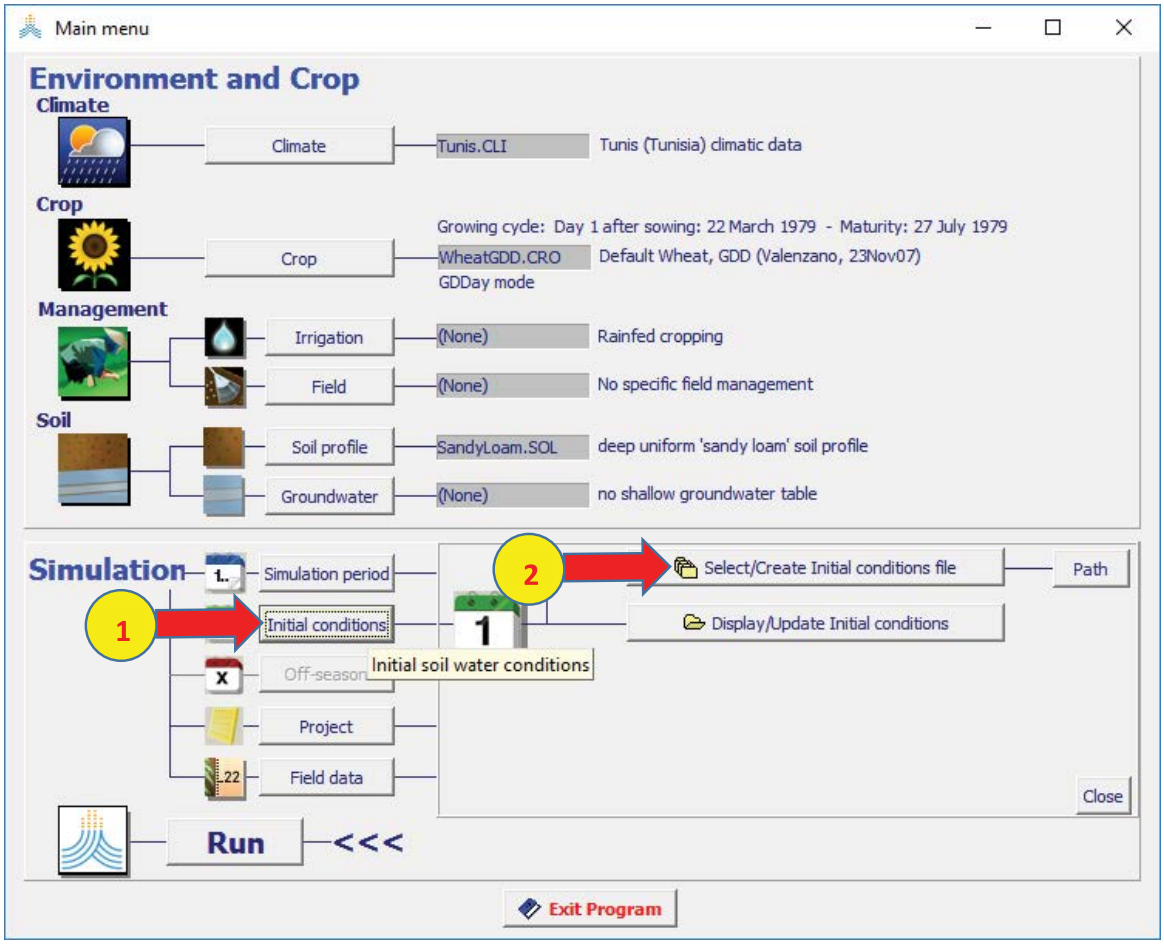
خصائص المحصول: ملف القمح WheatGDD.CRO الذي يعتمد تقويم حرارة النمو

الشروط الابتدائية: رطوبة كامل مقطع التربة عند حد الذبول في أول August

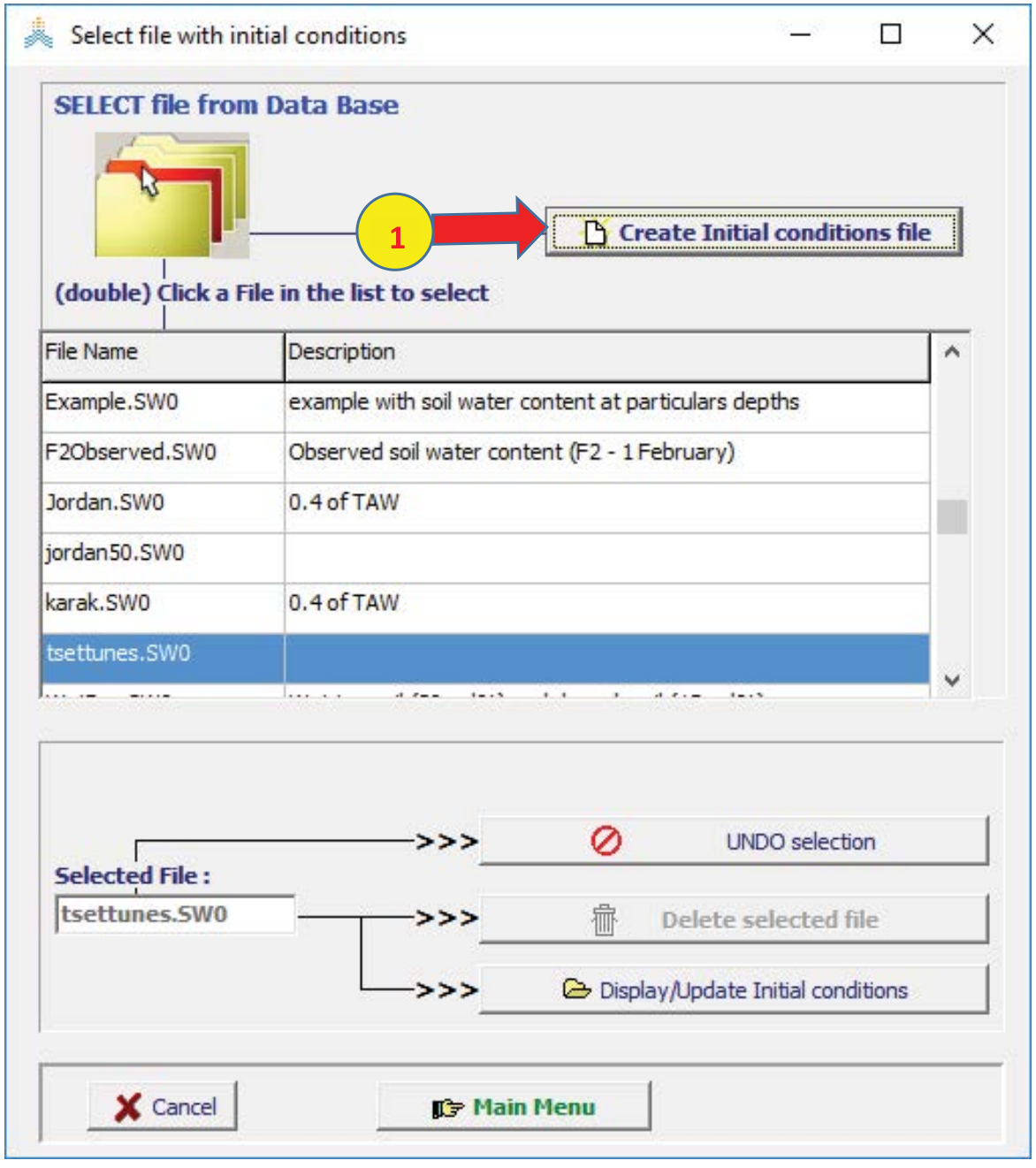
إنشاء المشروع

في القائمة الرئيسية: اختر ملف المناخ Tunis.CLI وملف المحصول WheatGDD.CRO وملف التربة SandyLoam.SOL

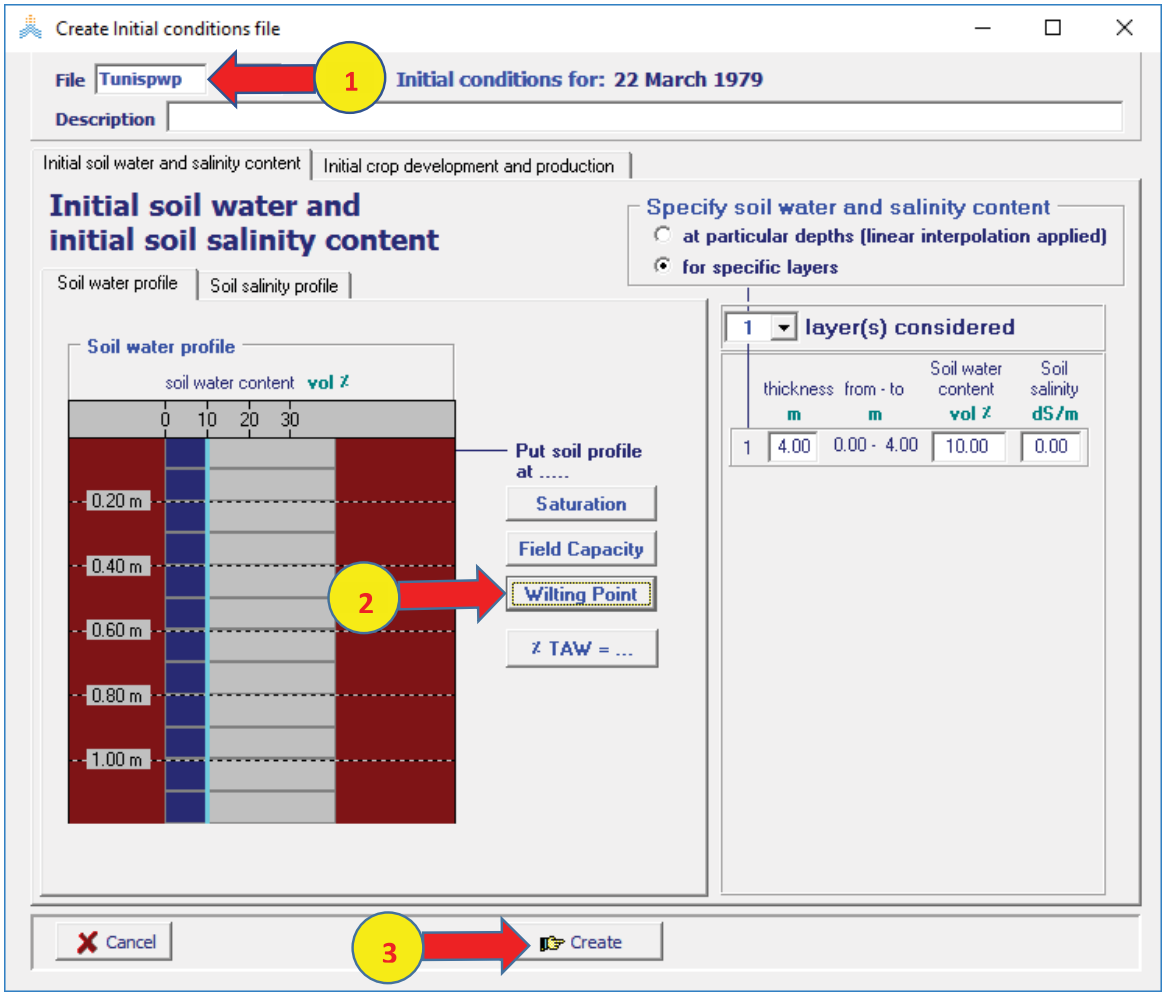
اختر الأمر Initial condition ثم الأمر Select/ Create initial condition



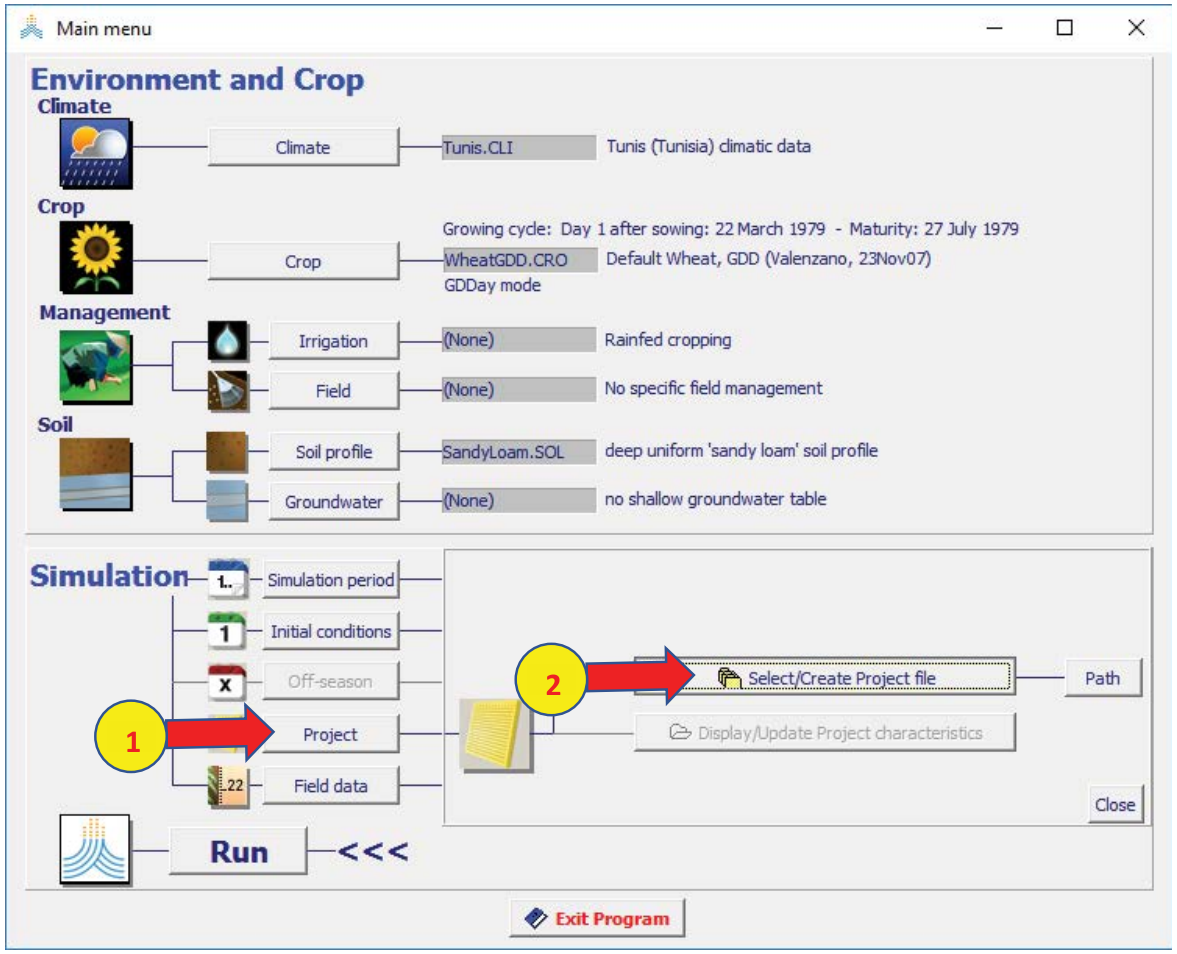
في القائمة select file with initial file condition:
اختر الأمر Create initial condition file



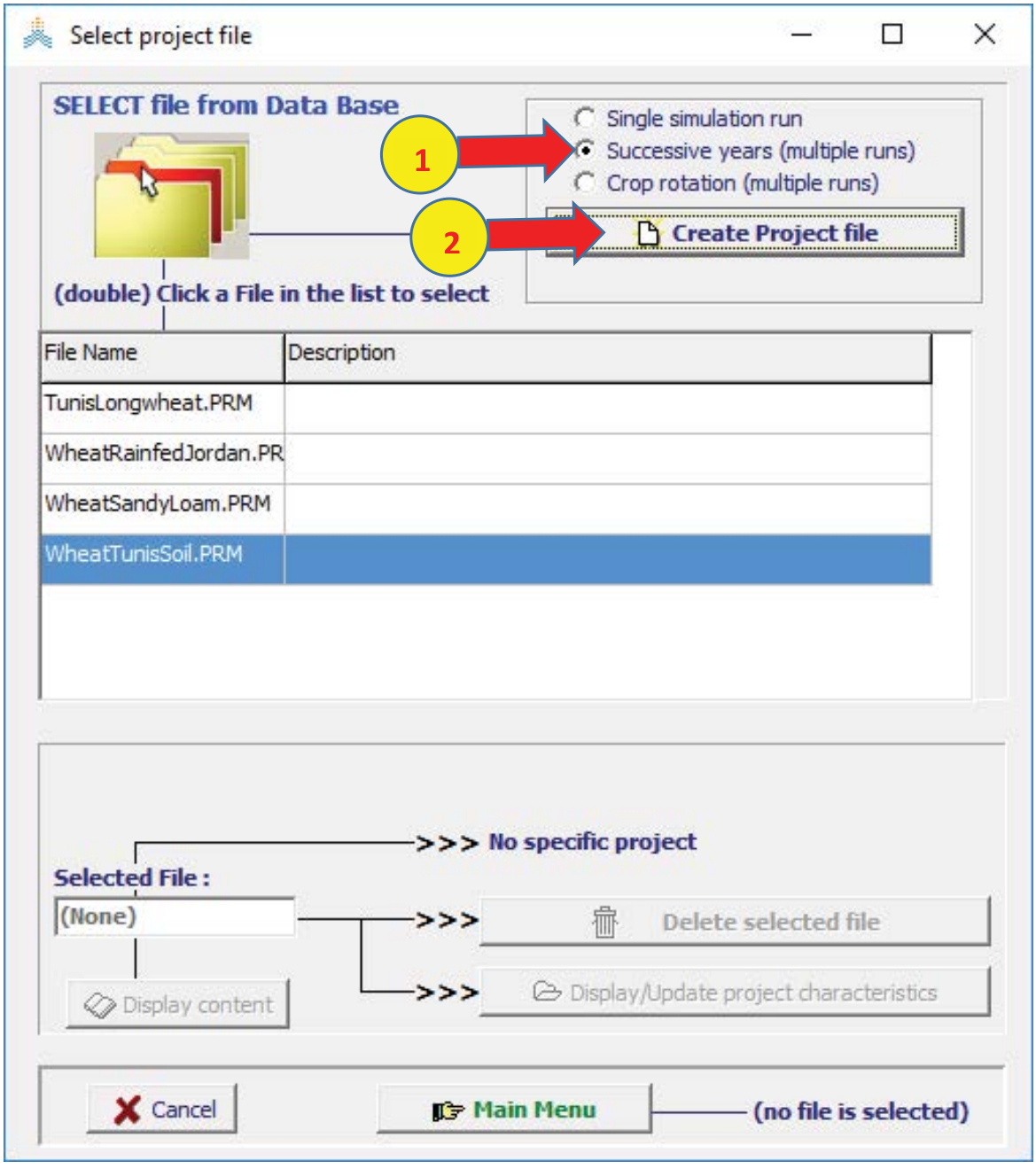
في القائمة Create initial condition file حدد اسم الملف Tunispwp
اختر الأمر Wilting Point لتحديد رطوبة كامل مقطع التربة عند حد الذبول
الدائم اختر الأمر Create.



في القائمة الرئيسية اختر الأمر project ثم الأمر select/create project

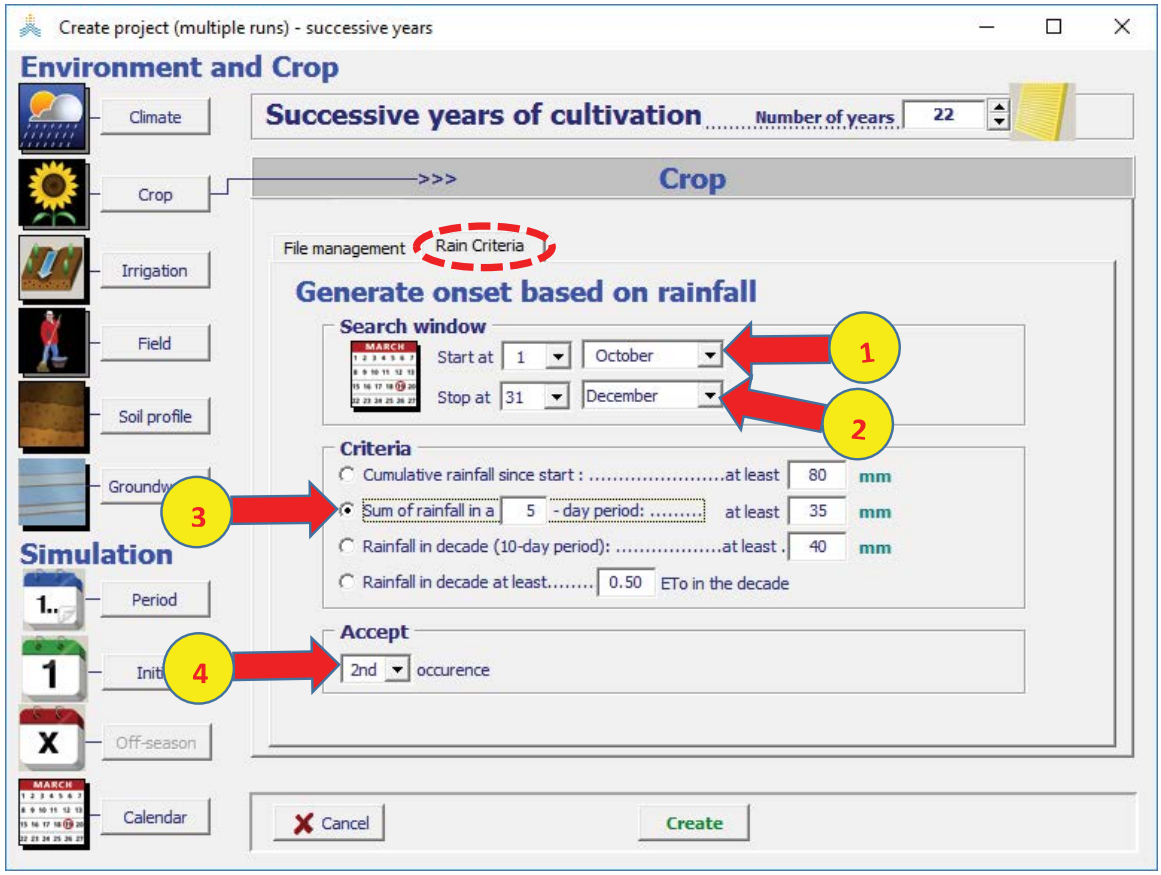


في القائمة select project file حدد الخيار successive years
ثم اختر الأمر Create project file

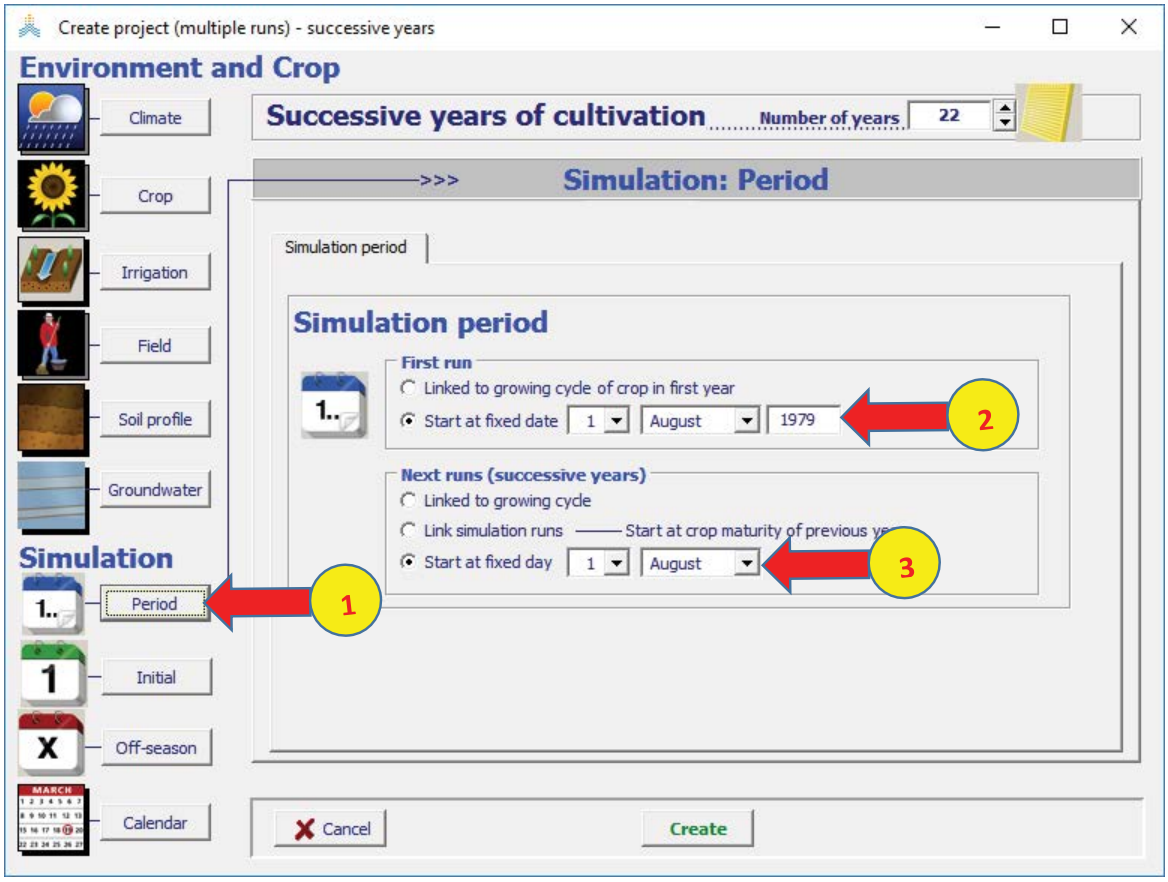


في القائمة create project اختر الأمر crop
ثم حدد الخيار Generate onset based on rainfall

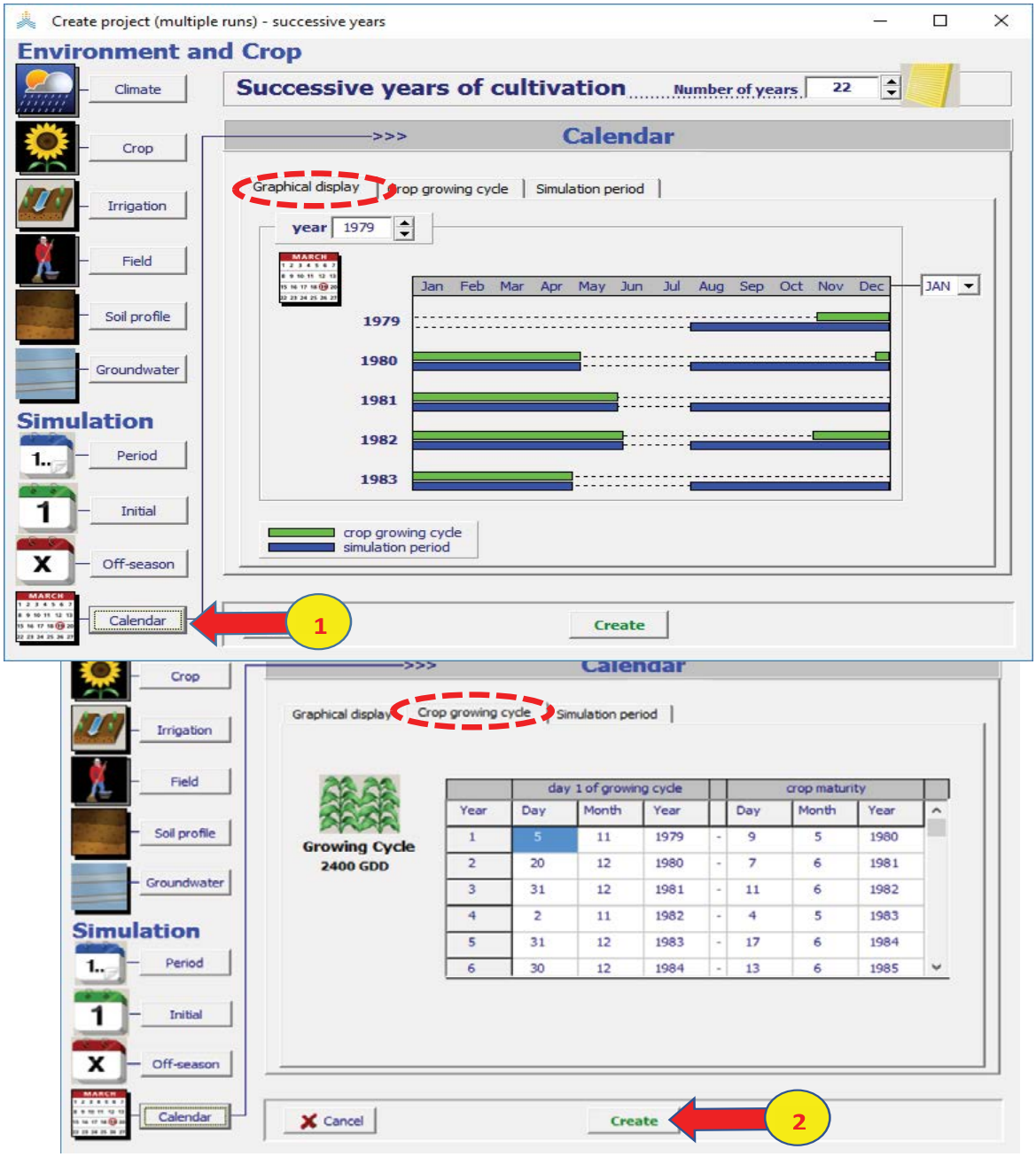
في لوحة Generate onset based on rainfall اختر الصفحة Rain Criteria
وحدد الخيارات الظاهرة في الشكل



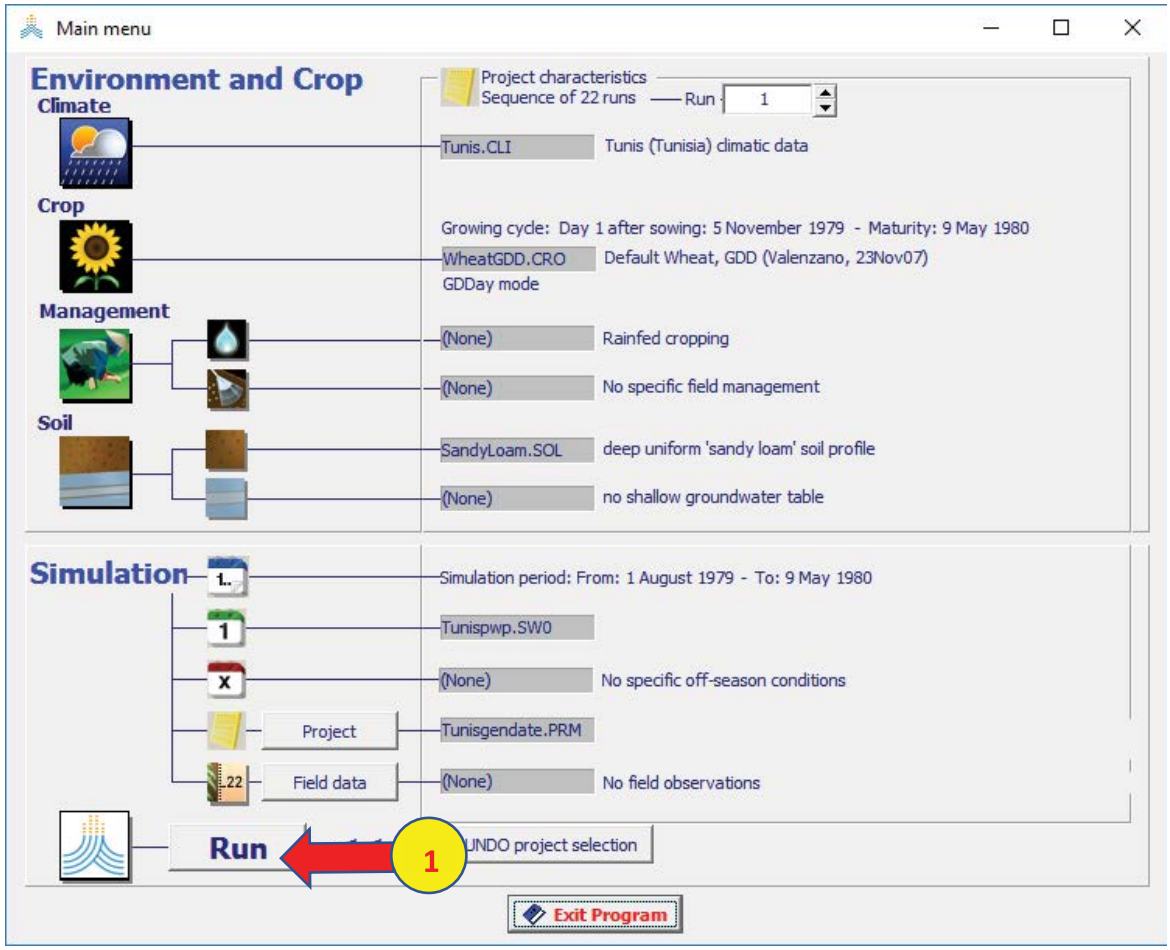
اختر الأمر Period، في لوحة Simulation period حدد بداية المحاكاة في Aug 1



اختر الأمر calendar وتحقق من إعدادات بداية المحاكاة (الخط باللون الأزرق)
وبداية موسم النمو (الخط باللون الأخضر) انتقل إلى الواجهة الفرعية
Crop growing cycle واستعرض بداية موسم النمو التي تم توليدها باستخدام
معيار الهطول المطري.
اختر الأمر Create واحفظ المشروع باسم Tunisgendate



اختر الأمر Run لتشغيل المحاكاة ثم احفظ النتائج



التمرين الرابع: إدارة الري

إعداد جدول ري

الهدف من التمرين: إعداد جداول ري لصنف محلي من محصول البندورة ينمو في تربة قوامها Sandy Loma في منطقة كفر الشيخ - مصر للفترة 2004 – 2013.

يبدأ الري في 1 أيلول/September بالخطوط وبمقنن مائي سيتم تحديده لإعادة رطوبة التربة عند السعة الحقلية في كل عملية ري.

المطلوب: إعداد جداول الري باستخدام المعايير التالية: استهلاك مسموح 60%RAW، 30%RAW، و80%RAW

وتحديد أفضل جدول بمقارنة إنتاجية المحصول وكمية الري الإجمالية وإنتاجية مياه التبخر-نتح

المعطيات

البيانات المناخية: ملف المناخ KafrELSHeikh.CLI .

خصائص المحصول: ملف البندورة TomatoEygGDD.CRO .

تاريخ الزراعة هو 1 أيلول / September.

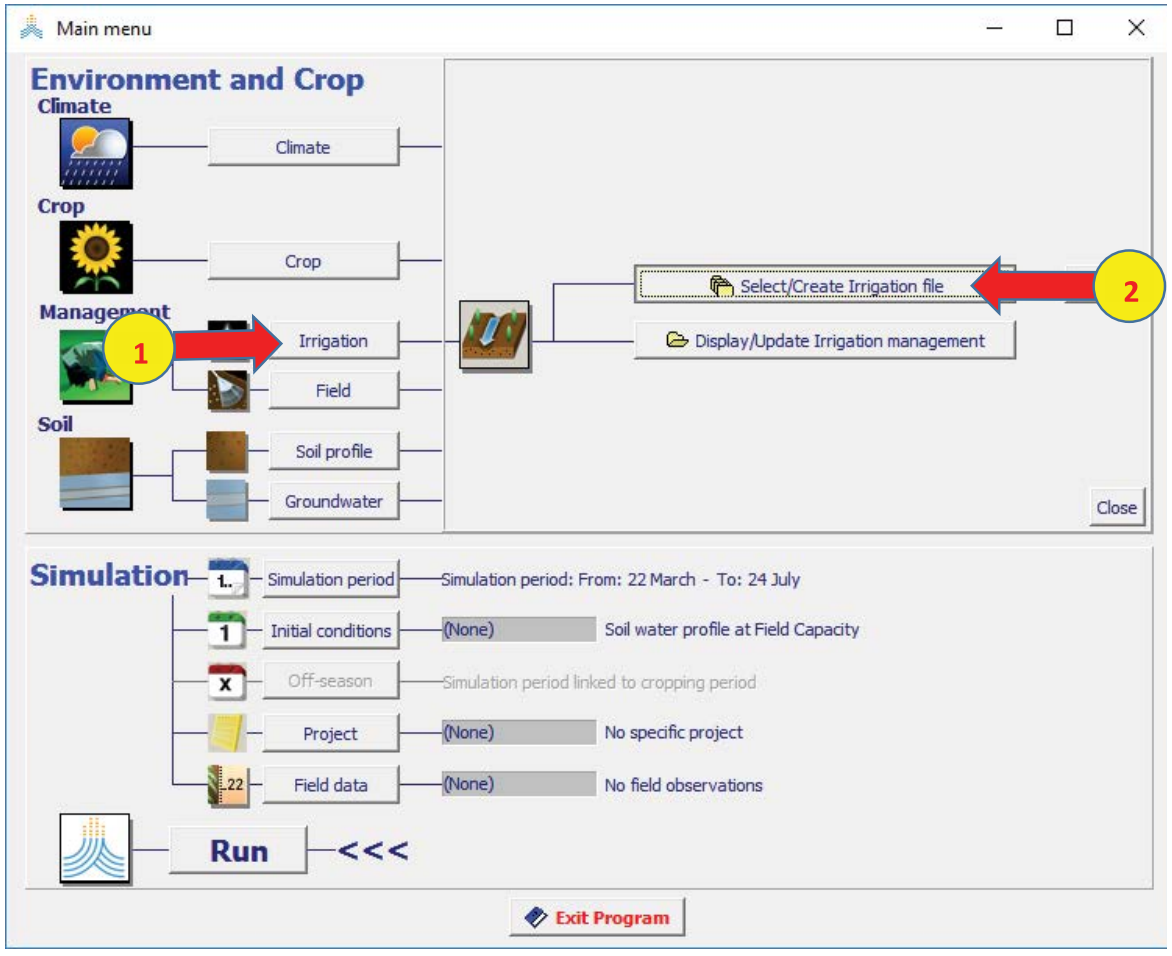
خصائص التربة: ملف التربة SandyLoam.SOL

بداية المحاكاة 1 أيلول / September

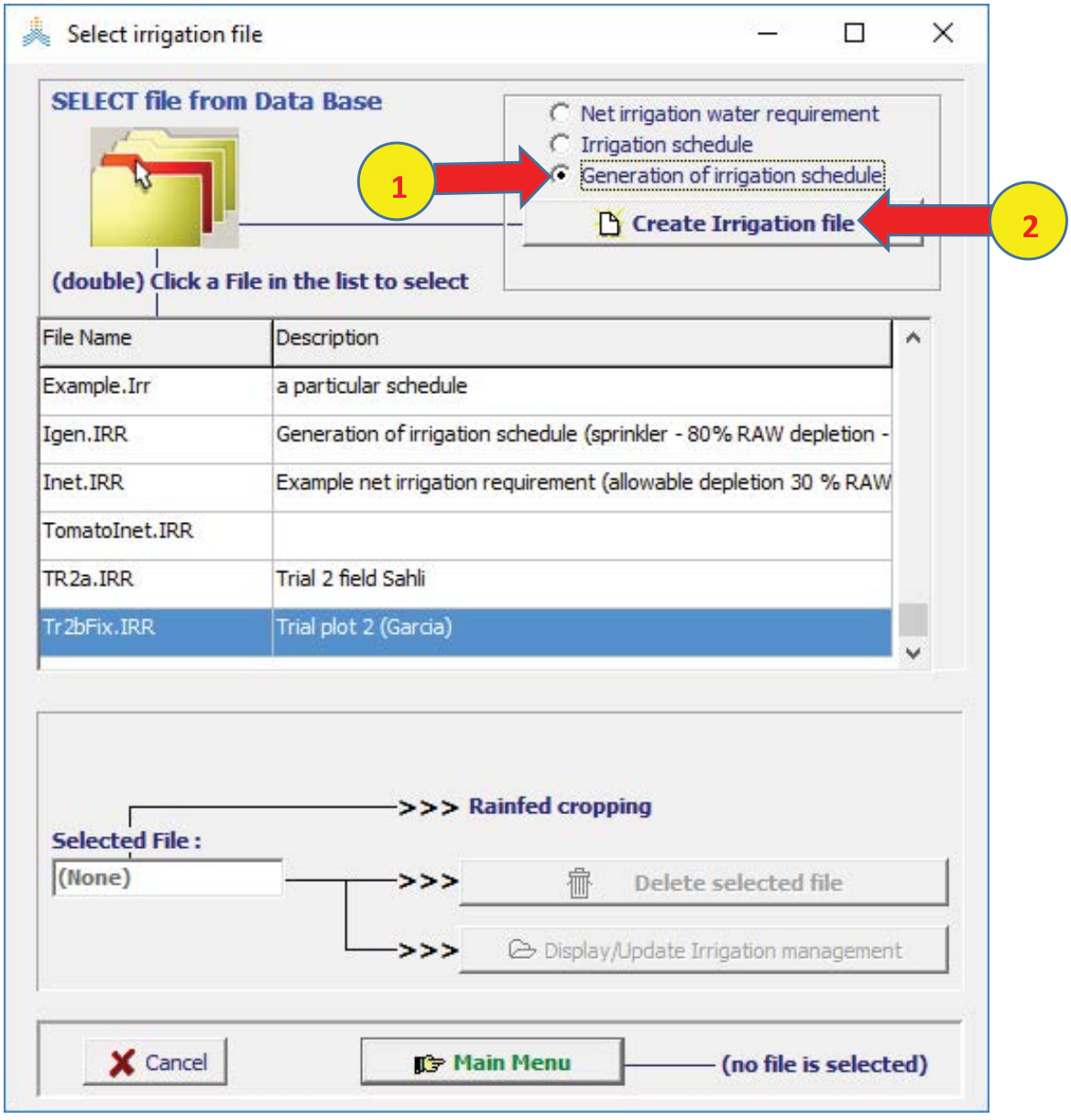
الشروط الابتدائية: رطوبة القسم العلوي (من 0-30 سم) عند السعة الحقلية بسبب وجود ري سابق لتاريخ الزراعة، ورطوبة القسم السفلي (من 30-200سم) عند حد الذبول.

معايير إعداد جداول الري: كمية مياه الري هي الكمية اللازمة لإعادة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية (back to field capacity) وموعد الري هو عند الوصول إلى استهلاك مسموح 60%RAW، 30%RAW، و80%RAW

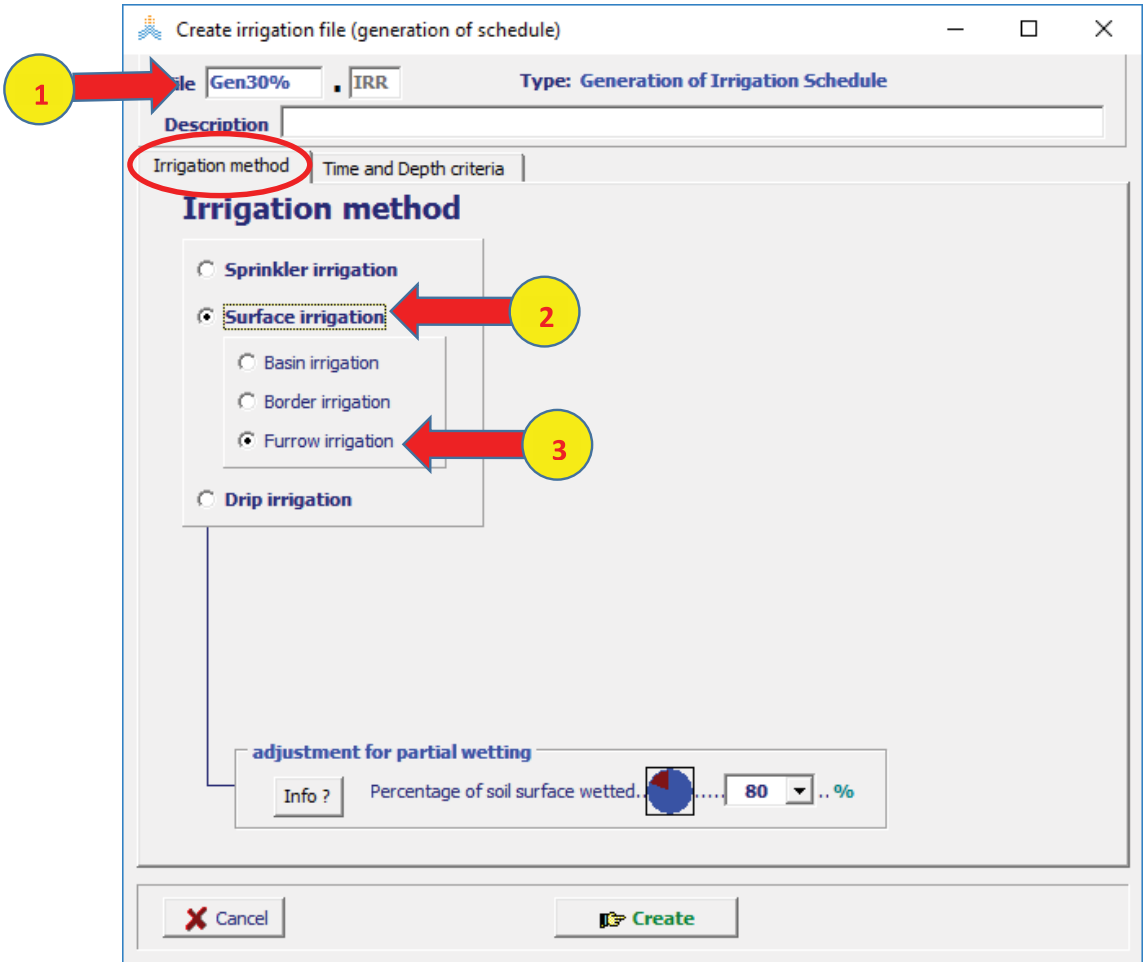
إعداد ملفات الري في القائمة الرئيسية اختر الأمر irrigation
ثم الأمر select/create irrigation file



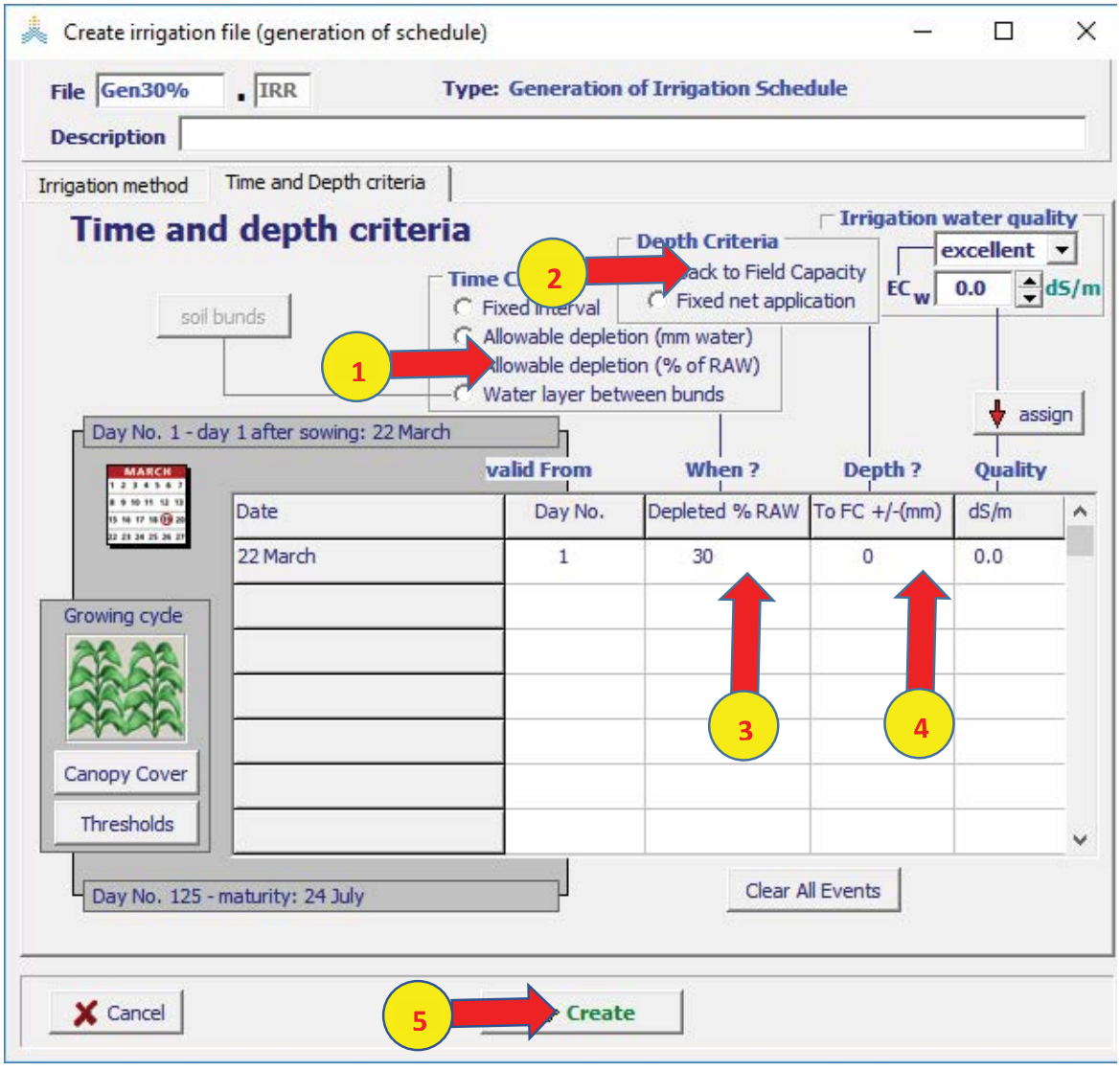
في قائمة select irrigation file
اختر الخيار Generation of irrigation schedule
ثم الأمر Create irrigation file



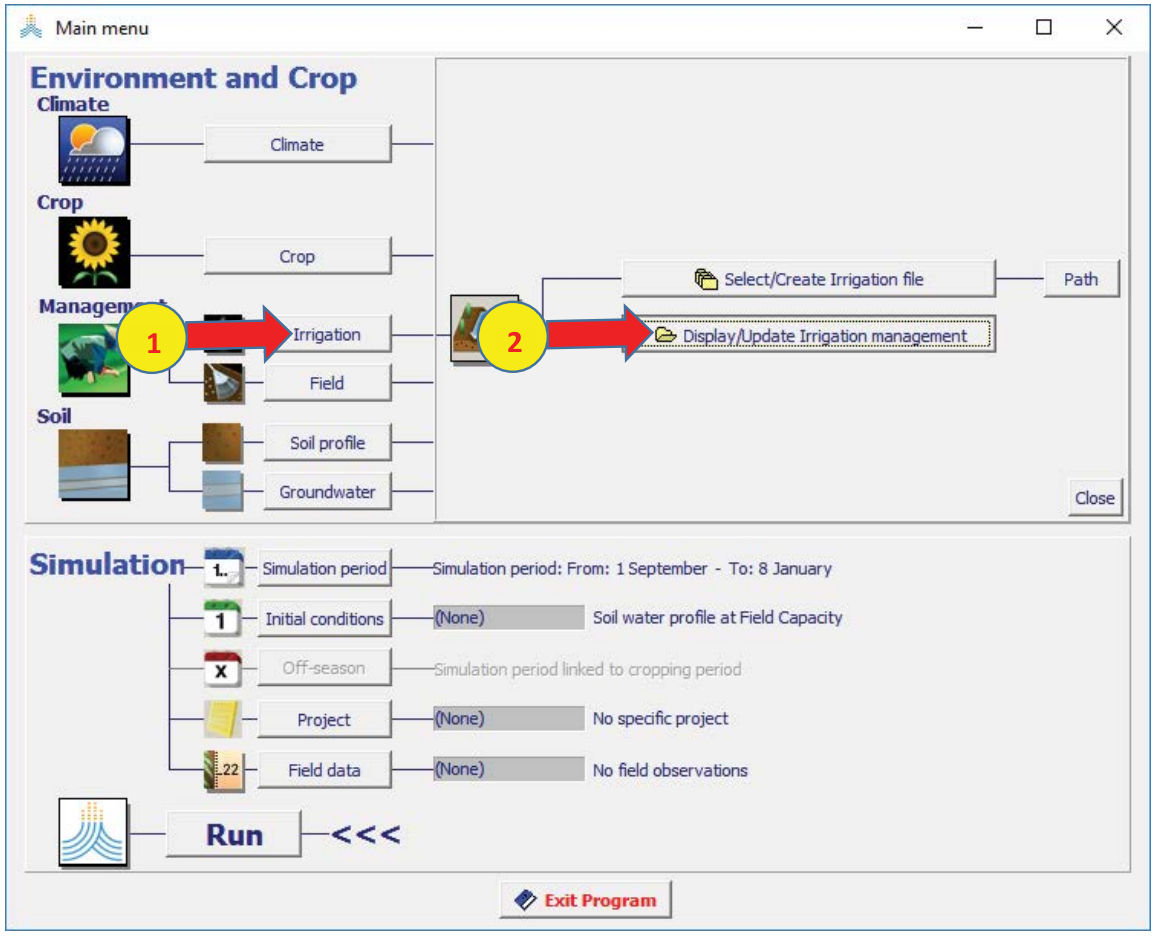
في قائمة create irrigation file: حدد اسم الملف Gen30%،
في صفحة irrigation method اختر الخيار surface irrigation
ثم الخيار Furrow irrigation



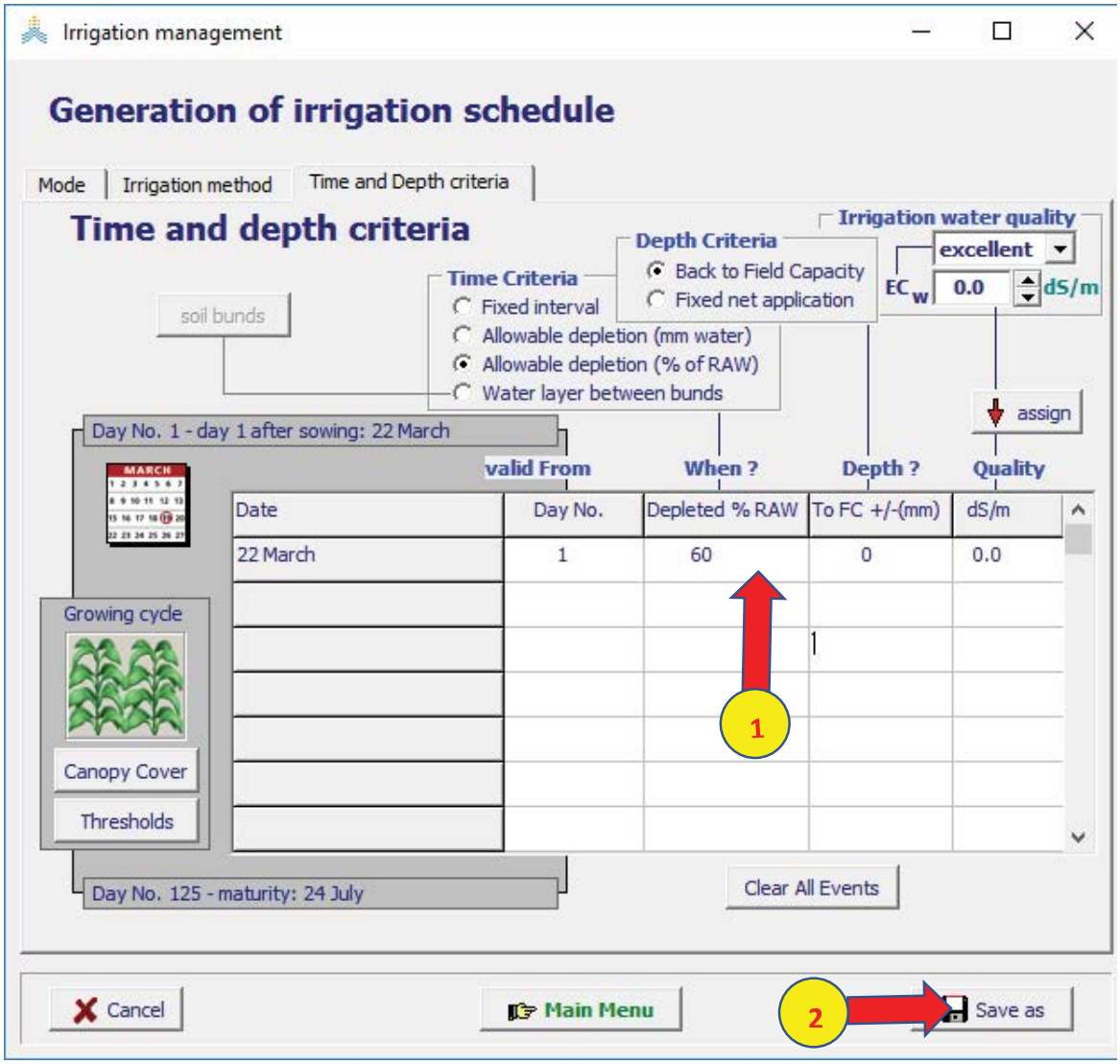
في قائمة create irrigation file: في صفحة time and depth criteria
اختر الخيارات الموضحة في الشكل وحدد القيم كما هي مبينة في الشكل
ثم اختر الأمر Create



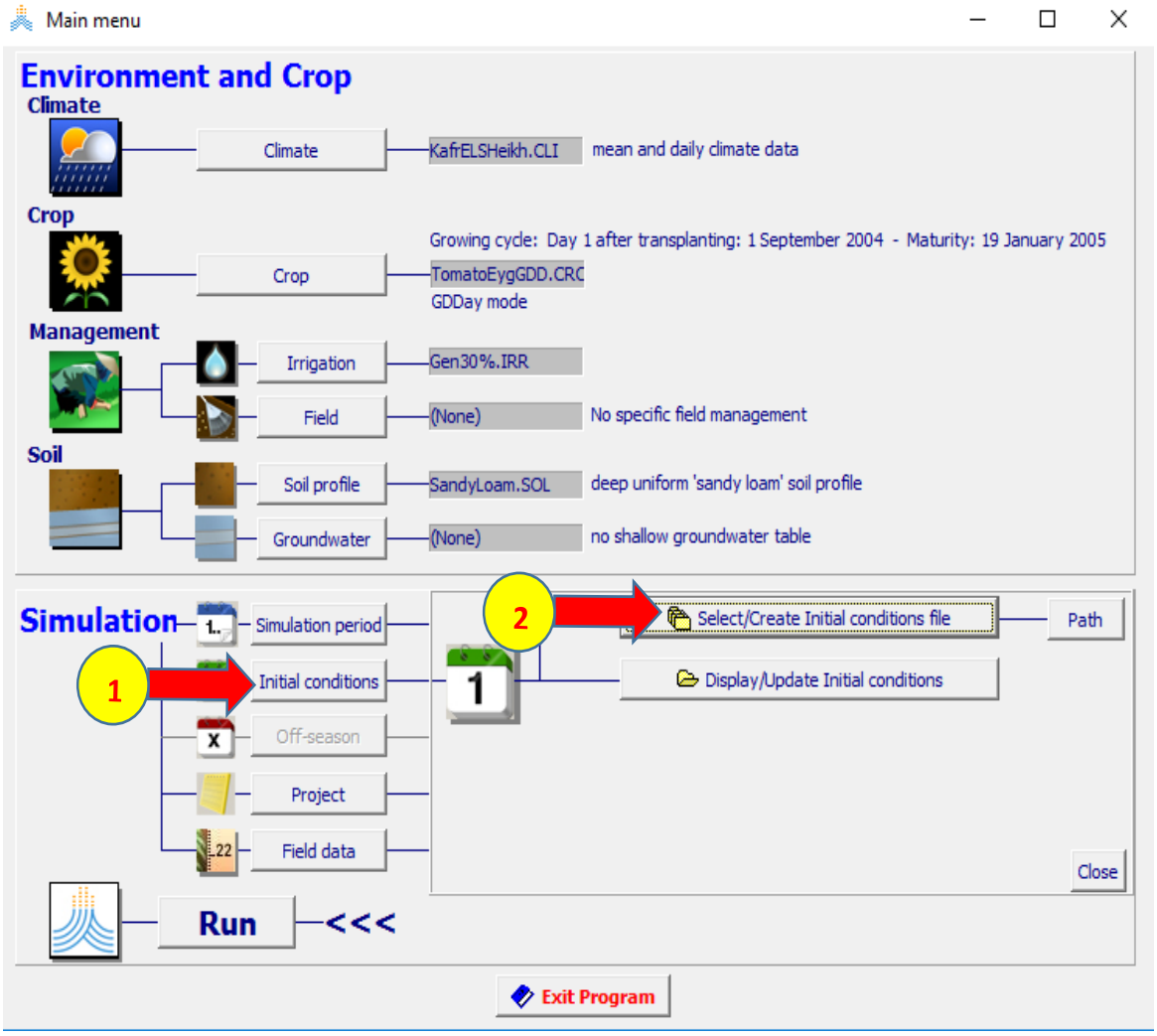
في القائمة main menu؛ اختر الأمر irrigation
ثم الأمر display/update irrigation management



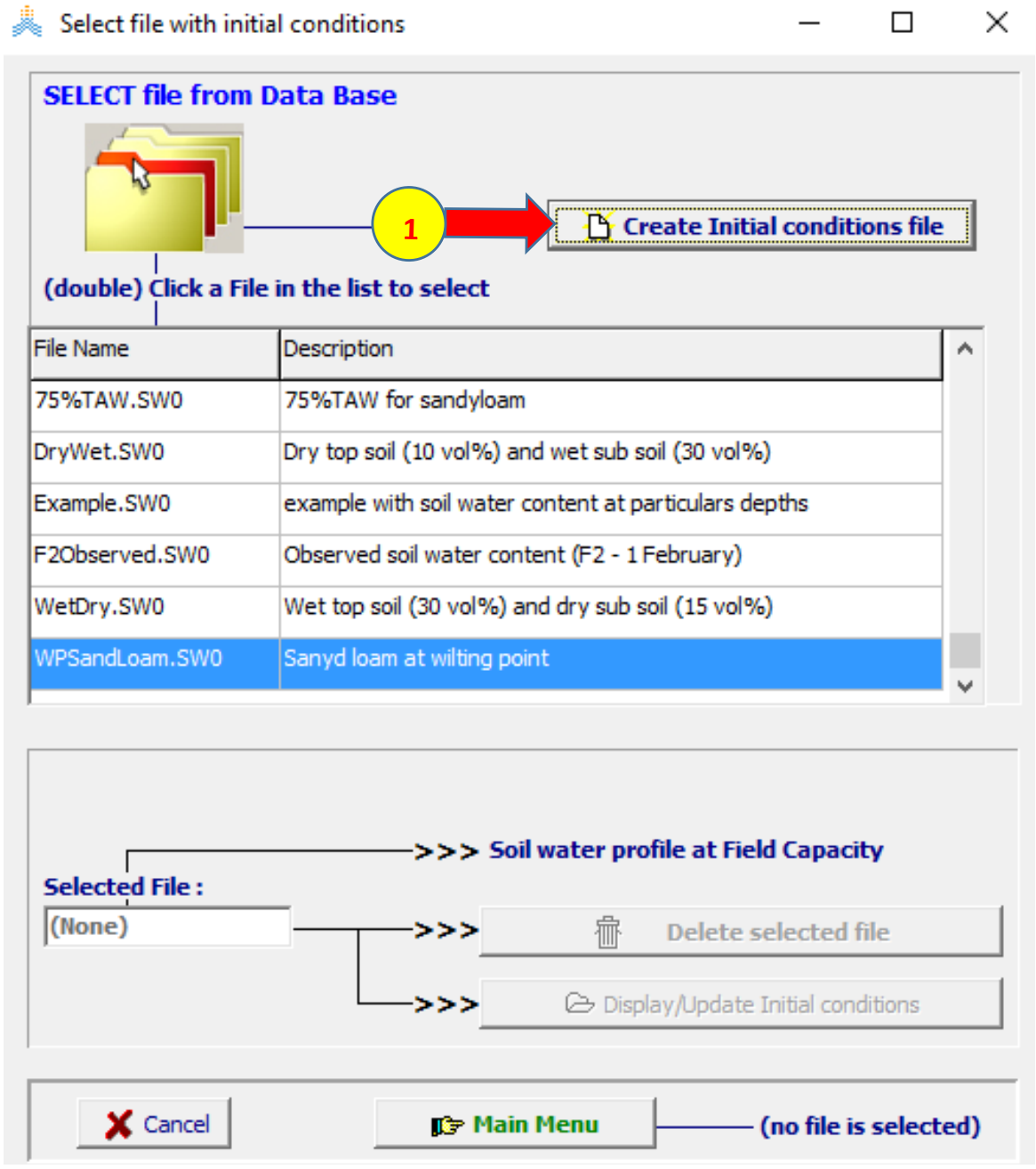
في القائمة irrigation management في الصفحة time and depth
criteria عدل قيمة depleted % RAW إلى 60 كما هو مبين في الشكل ثم
اختر الأمر save as واحفظ الملف باسم Gen60%. أعد نفس الخطوات لإنشاء
ملف ري للمعيار 80%RAW واحفظه باسم Gen80%



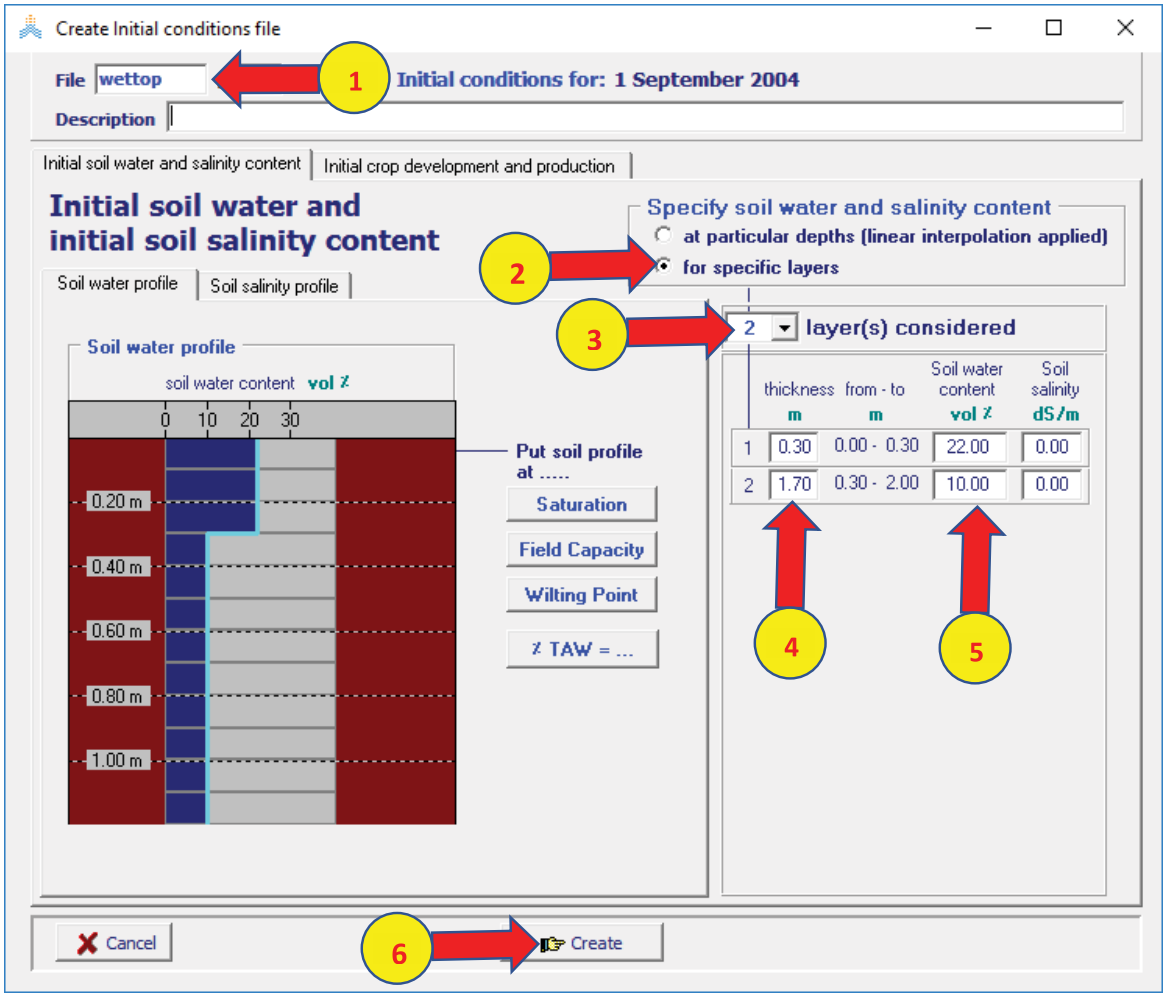
إنشاء المشروع في القائمة الرئيسية قم باختيار الملفات التالية:
ملف المناخ KafrELSHeikh.CLI .
ملف المحصول TomatoEygGDD.CRO وتاريخ الزراعة 1sep 2004 ملف الري
Gen30%.IRR ، ملف التربة SandyLoam.SOL
اختر الأمر Initial conditions ثم الأمر select/create initial condition file



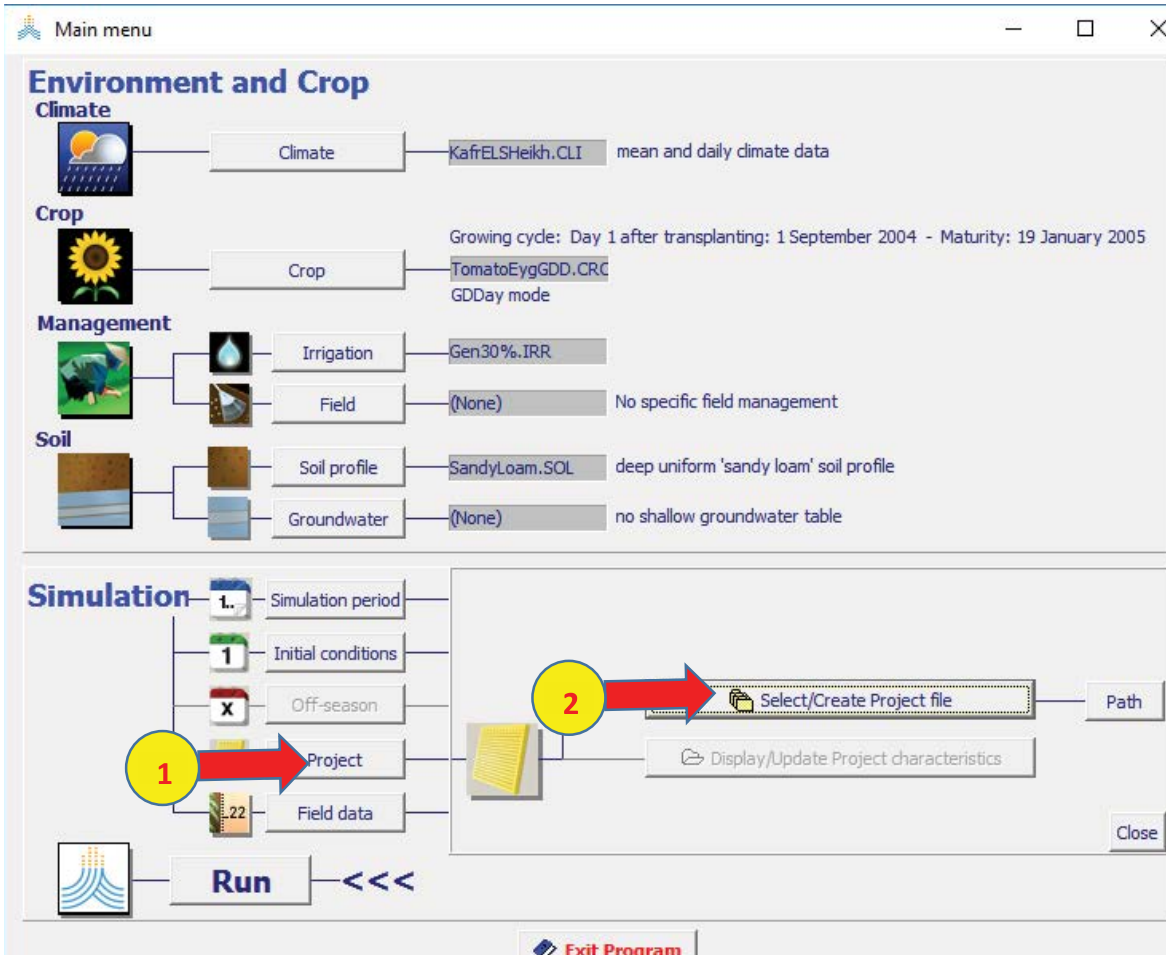
في القائمة select file with initial conditions:
اختر الأمر create initial condition file



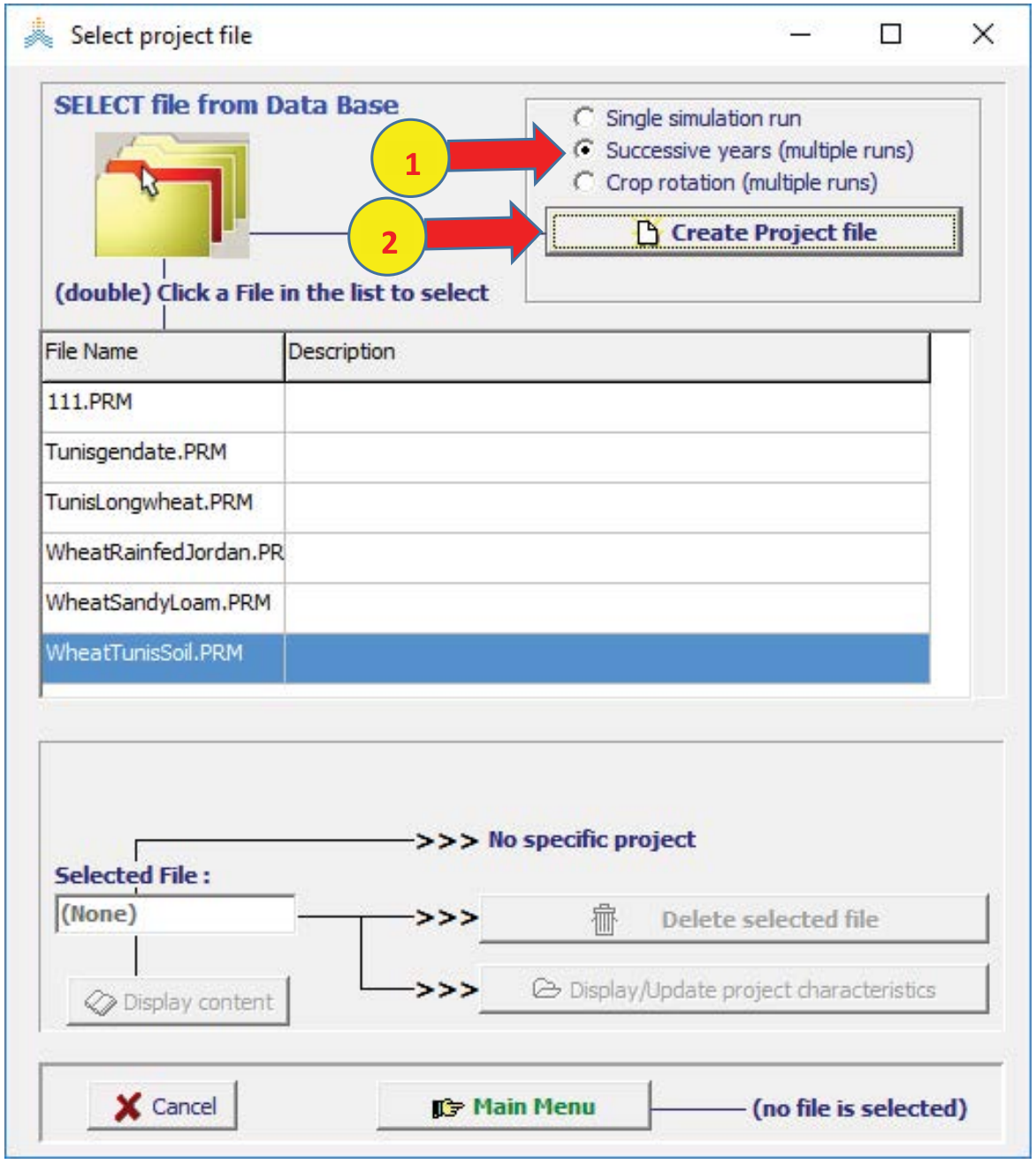
في القائمة create initial condition file: حدد اسم الملف wettop،
حدد الخيار for specific layers،(حدد 2) layer considered
ثم حدد thickness و Soil water content كما في الشكل.
اختر أمرcreate لإنشاء الملف



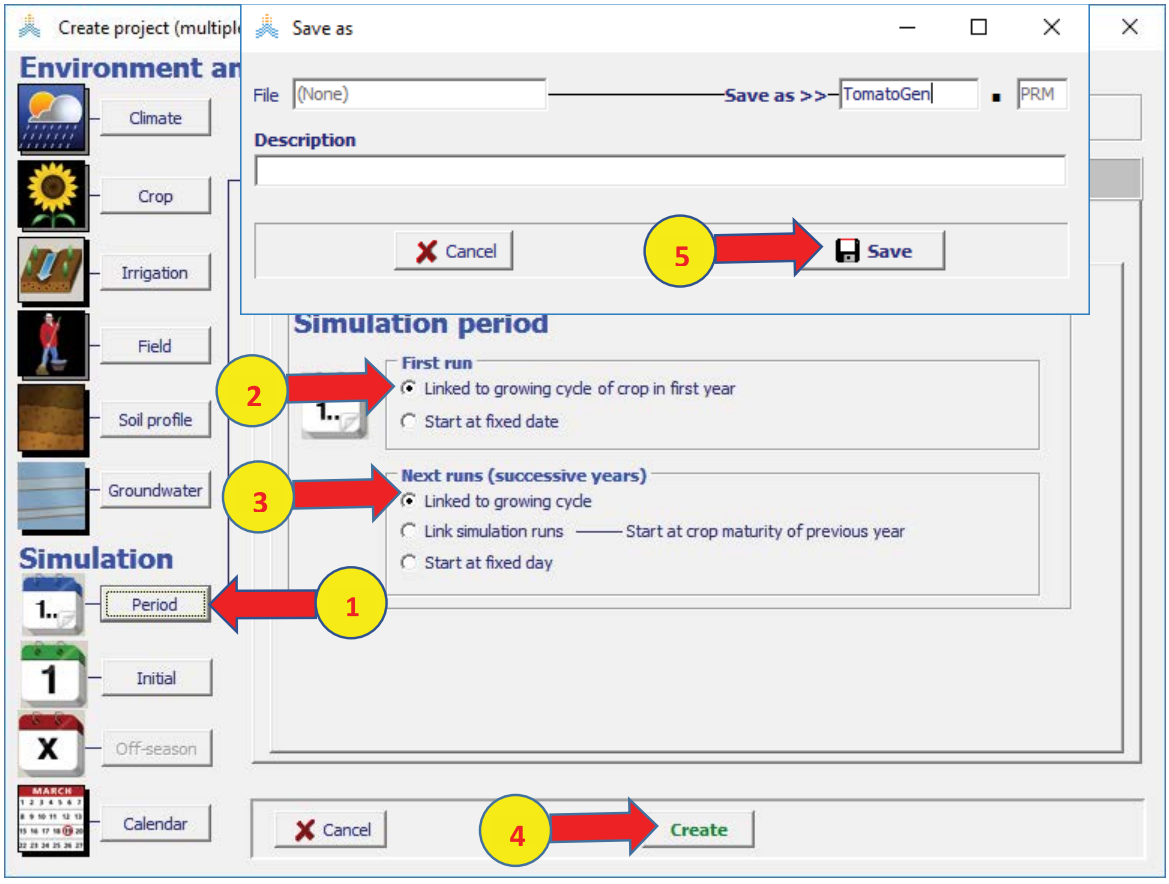
في القائمة الرئيسة اختر الأمر project ثم الأمر select/create project file



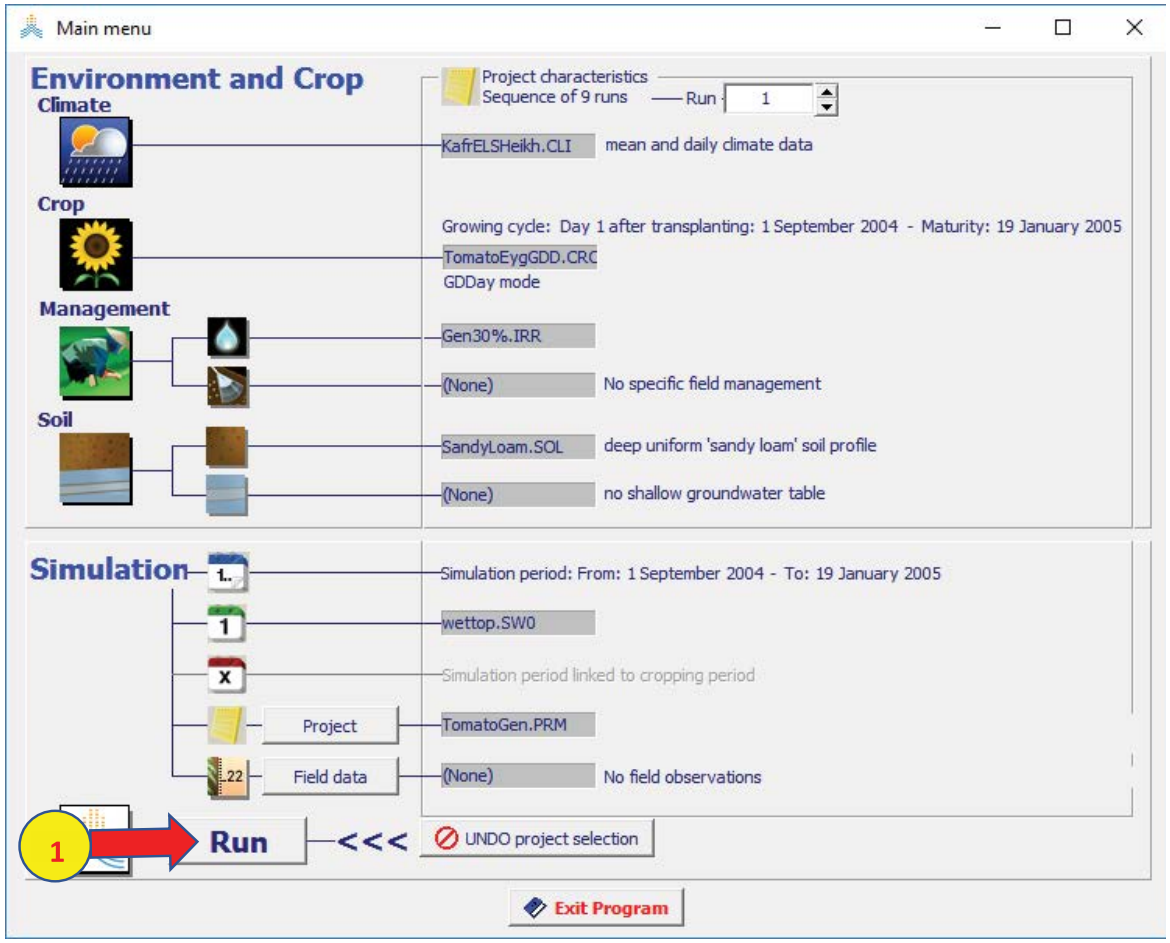
في قائمة select project file حدد الخيار successive years
اختر الأمر create project file



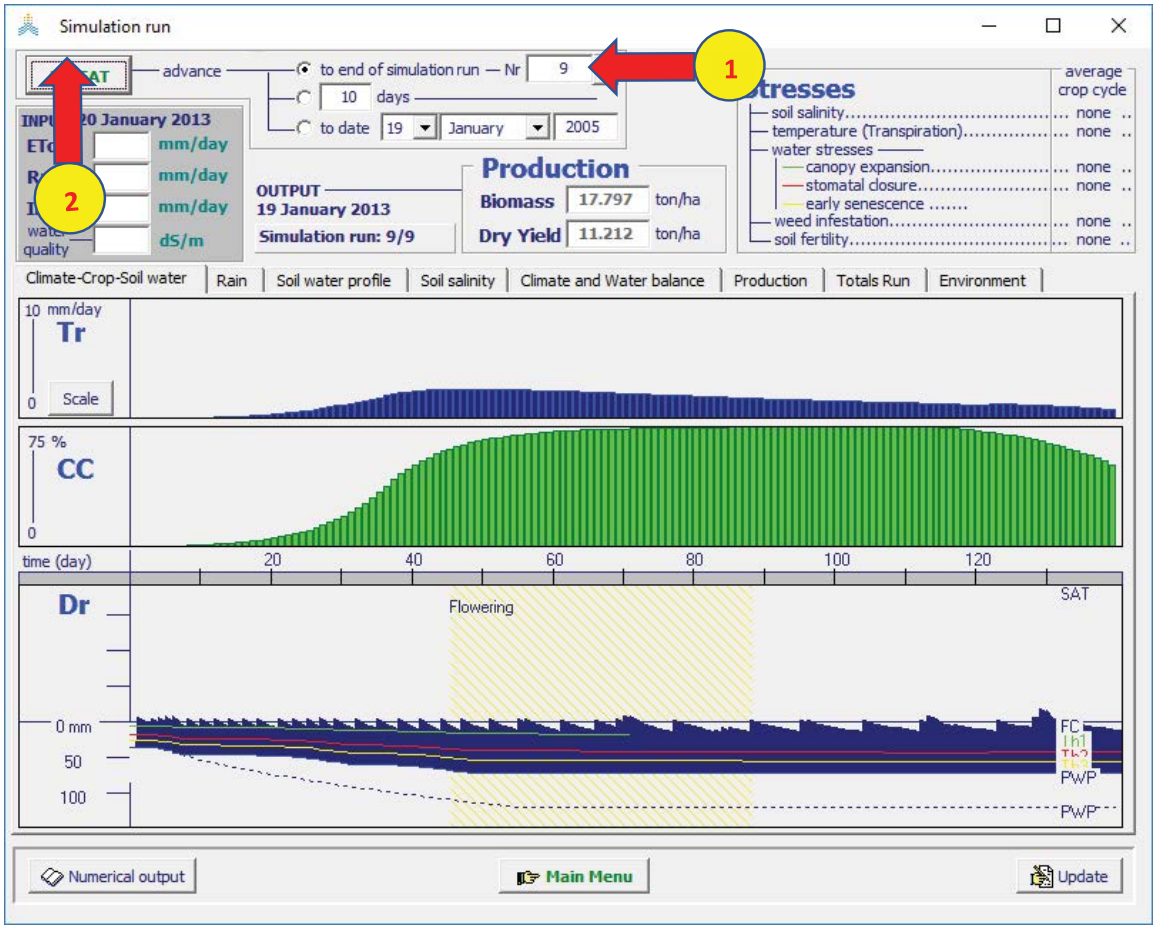
في قائمة create project اختر الأمر period وعدل الإعدادات كما هو مبين في الشكل ثم اختر الأمر create واحفظ المشروع باسم tomatoGen



في القائمة الرئيسية اختر الأمر Run لتشغيل المحاكاة



في القائمة simulation runحدد الخيار to end of simulation-Nr 9
ثم اختر الأمر start وعند انتهاء المحاكاة قم بحفظ النتائج



عدل المشروع tomatoGen باستبدال ملف الري Gen30% بالملف Gen60% واحفظ المشروع باسم tomatoGen60%، شغله حتى نهاية المحاكاة التاسعة واحفظ النتائج. عدل المشروع tomatoGen60% باستبدال ملف الري Gen60% بالملف Gen80% واحفظ المشروع باسم tomatoGen80% وشغله واحفظ النتائج

30%RAW			60%RAW			80%RAW			
WPet	Yield	Irri	WPet	Yield	Irri	WPet	Yield	Irri	
(kg/m³)	(t/ha)	(mm)	(kg/m³)	(t/ha)	(mm)	(kg/m³)	(t/ha)	(mm)	
2.95	10.835	359	3.37	10.823	285	3.59	10.738	259	2004-2005
2.98	10.886	378	3.4	10.874	301	3.64	10.789	282	2005-2006
3	10.933	374	3.44	10.921	298	3.68	10.834	260	2006-2007
3	10.975	388	3.45	10.963	321	3.71	10.878	282	2007-2008
3.02	11.017	376	3.47	11.005	304	3.72	10.919	282	2008-2009
3.04	11.066	389	3.5	11.054	322	3.77	10.968	282	2009-2010
3.05	11.114	375	3.49	11.101	303	3.74	11.015	259	2010-2011
3.05	11.158	360	3.49	11.146	284	3.74	11.059	257	2011-2012
3.07	11.212	347	3.5	11.2	265	3.72	11.112	235	2012-2013
3.02	11.02	3346	3.46	11.01	2683	3.70	10.92	2398	المجموع أو المتوسط

E (soil evaporation) mm			
30%RAW	60%RAW	80%RAW	
162	118	98	2004-2005
161	116	95	2005-2006
160	114	93	2006-2007
162	114	92	2007-2008
160	113	92	2008-2009
160	112	89	2009-2010
161	115	94	2010-2011
162	116	95	2011-2012
163	117	98	2012-2013
1451	1035	846	المجموع

الري الناقص

الهدف من التمرين: إعداد استراتيجية ري ناقص لمحصول البندورة في منطقة كفر الشيخ - مصر للفترة 2004 – 2013. حيث أن محدودية المياه المتوفرة لا تسمح بأكثر من عشر ريات خلال الموسم وبمقنن مائي ثابت 30 مم للرية الواحدة بالخطوط.

المطلوب: إعداد أكثر من استراتيجية ري ناقص وتحديد الأفضل بمقارنة إنتاجية المحصول وكمية الري الإجمالية وإنتاجية مياه التبخر-نتح

المعطيات

البيانات المناخية: ملف المناخ KafrELSHeikh.CLI .

خصائص المحصول: ملف البندورة TomatoEygGDD.CRO .

تاريخ الزراعة هو 1 March

خصائص التربة: ملف التربة SandyLoam.SOL

تاريخ بداية المحاكاة هو 1 March

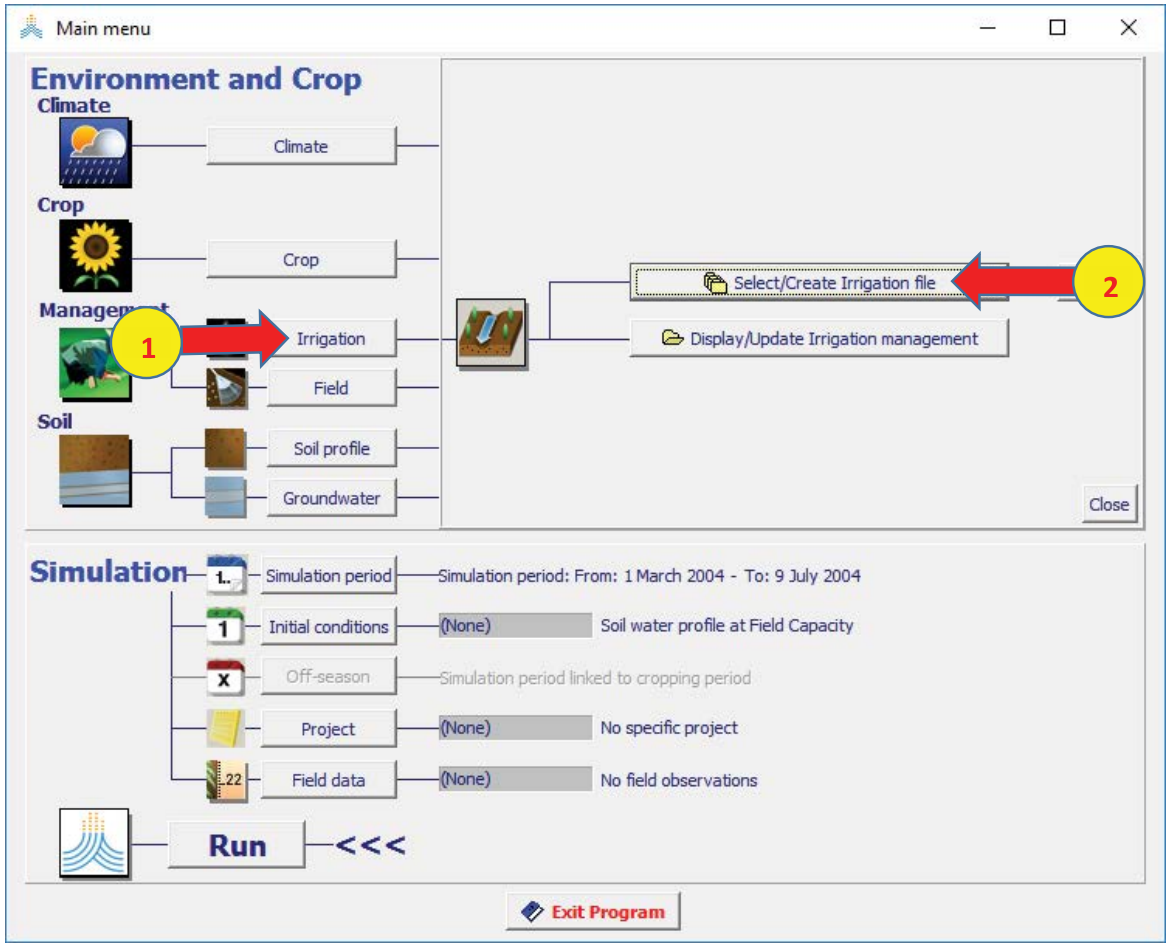
الشروط الابتدائية في 1 March: موجودة في الملف DryWet.SW0. (التربة جافة في الأعلى ورطبة في الأسفل)

عند إعداد جدول ري باستخدام معيار استهلاك مسموح مقداره 50%RAW يبدأ بتاريخ (1 March) وتشغيل المشروع بالمعطيات المحددة نحصل على النتائج التالية:

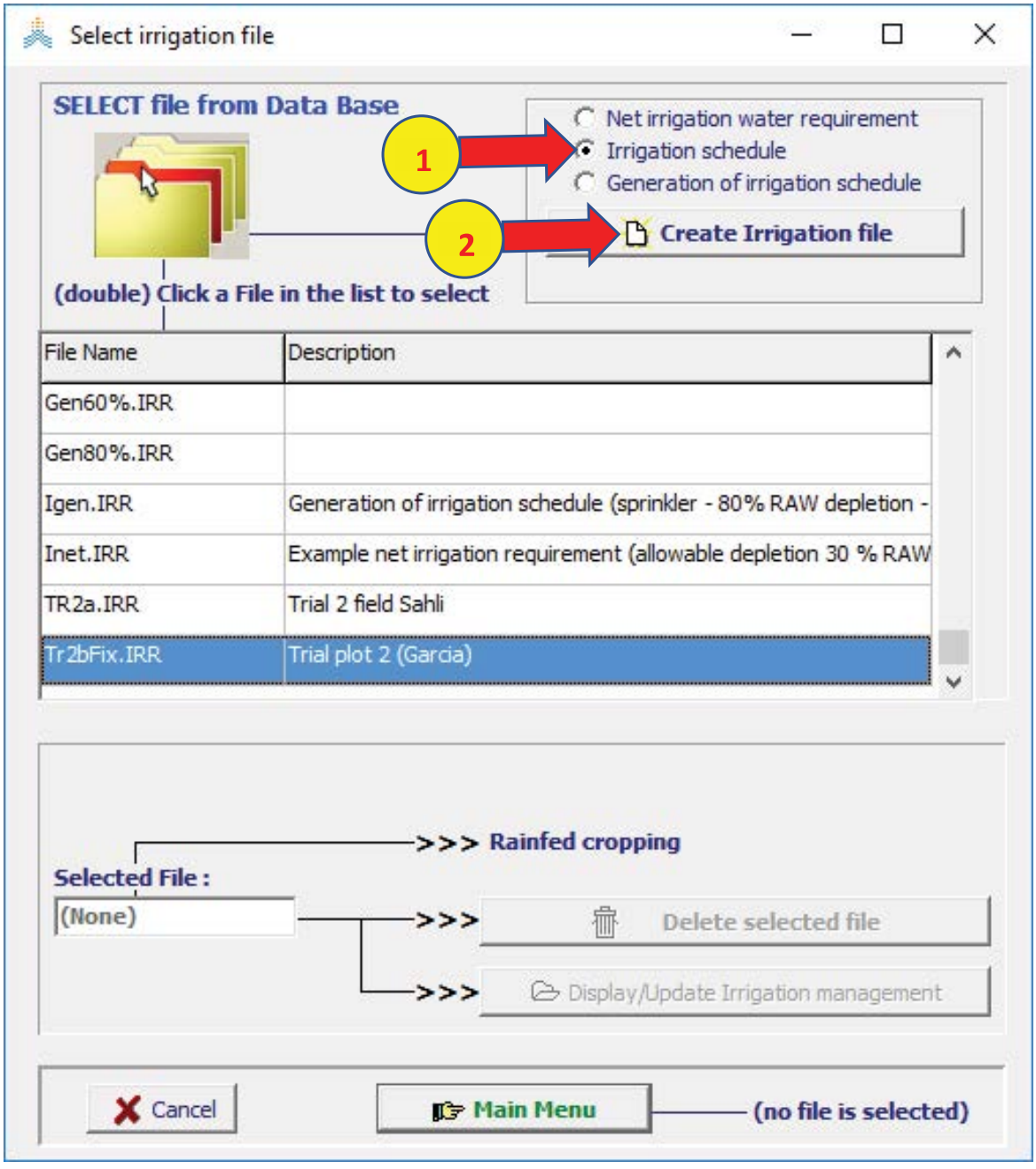
RAW 50%				
E	WPet	Yield	Irri	
mm	(kg/m³)	(t/ha)	(mm)	
141	1.55	7.195	475	2004
145	1.54	7.228	476	2005
163	1.5	7.272	480	2006
156	1.52	7.304	481	2007
139	1.58	7.317	478	2008
139	1.59	7.345	478	2009
139	1.6	7.382	477	2010
149	1.58	7.416	489	2011
147	1.59	7.452	459	2012
140	1.63	7.48	485	2013
1458	1.57	7.34	477.8	المجموع أو المتوسط

أي أن المحصول يحتاج وسطيا كمية 477.8 مم من مياه الري سنويا. بما أن الكمية المتاحة من مياه الري محدودة (300مم سنويا) موزعة على عشرة عمليات ري وبمقنن ثابت 30 مم في كل عملية ري، سيتم في هذا التمرين مقارنة جدولي ري ناقص يتغير فيها الفاصل الزمني بين عمليات الري وتحديد الجدول الأفضل للحصول على أعلى إنتاجية.

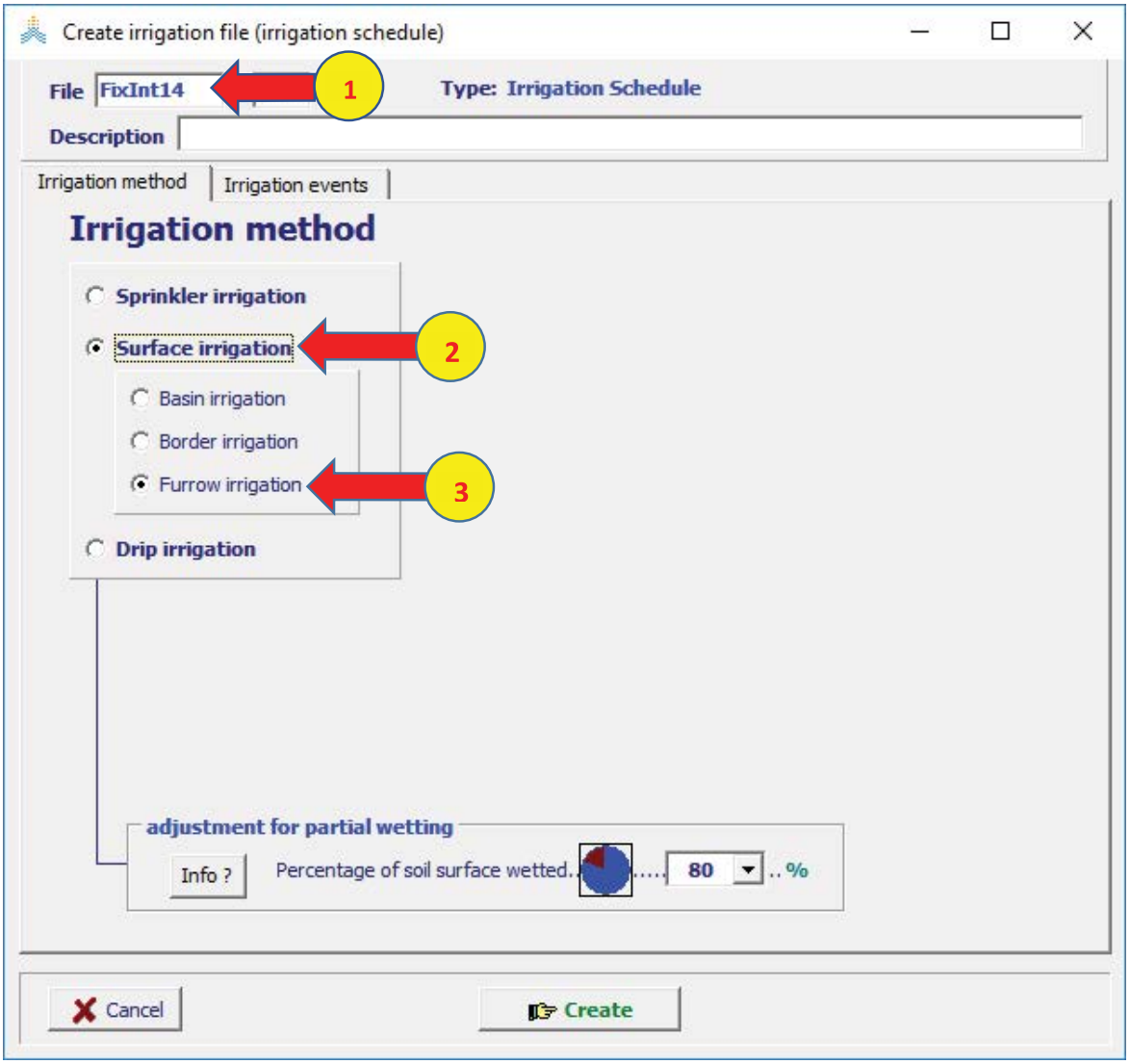
إعداد ملفات الري في القائمة الرئيسية: اختر ملف المناخ KafrELSHeikh.CLI.
ملف المحصول TomatoEygGDD.CRO، تاريخ الزراعة 1/Mar/ 2004
اختر الأمر irrigation ثم الأمر select/create irrigation file



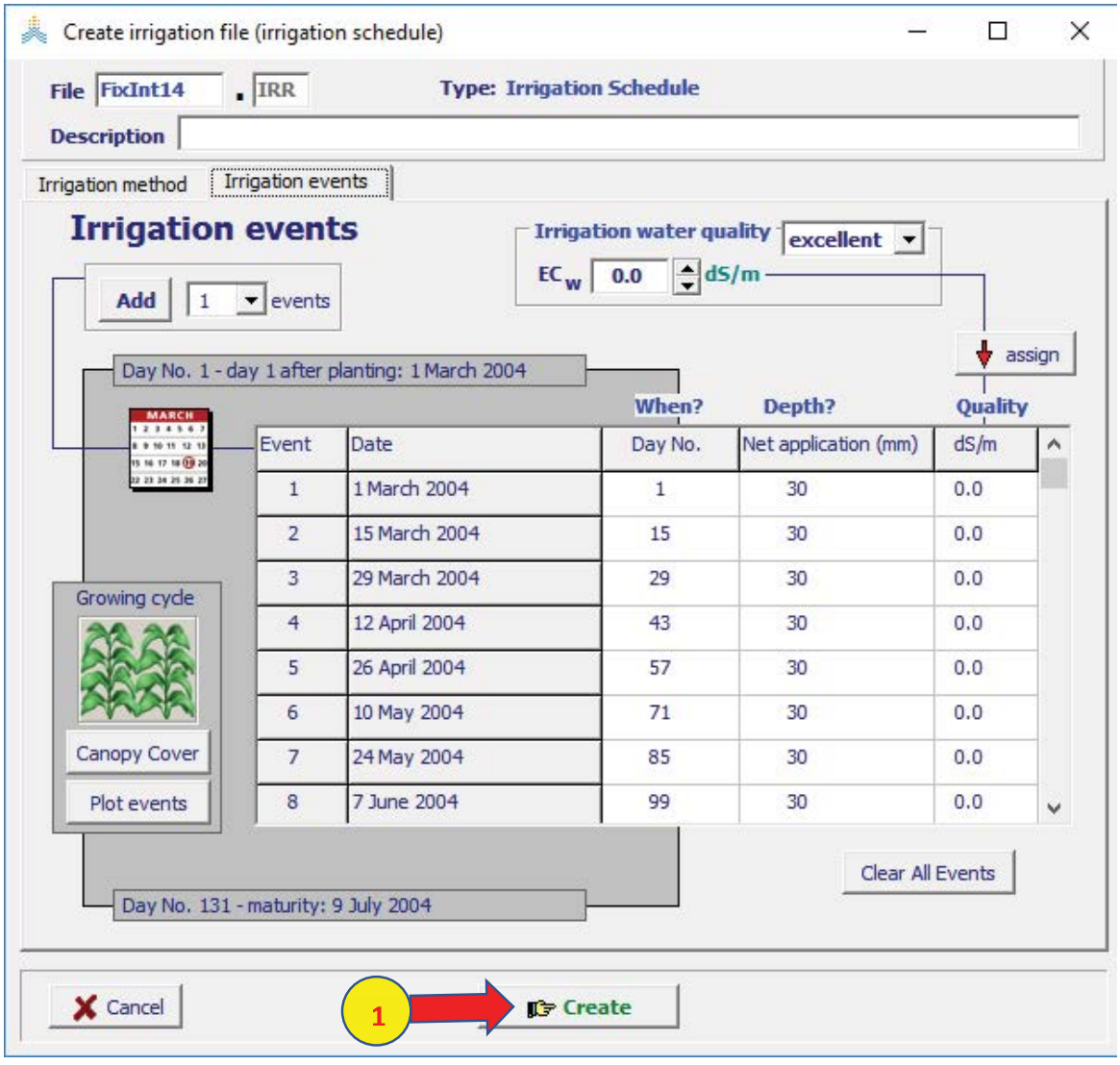
في قائمة select irrigation file اختر الخيار irrigation schedule
ثم الأمر create irrigation file



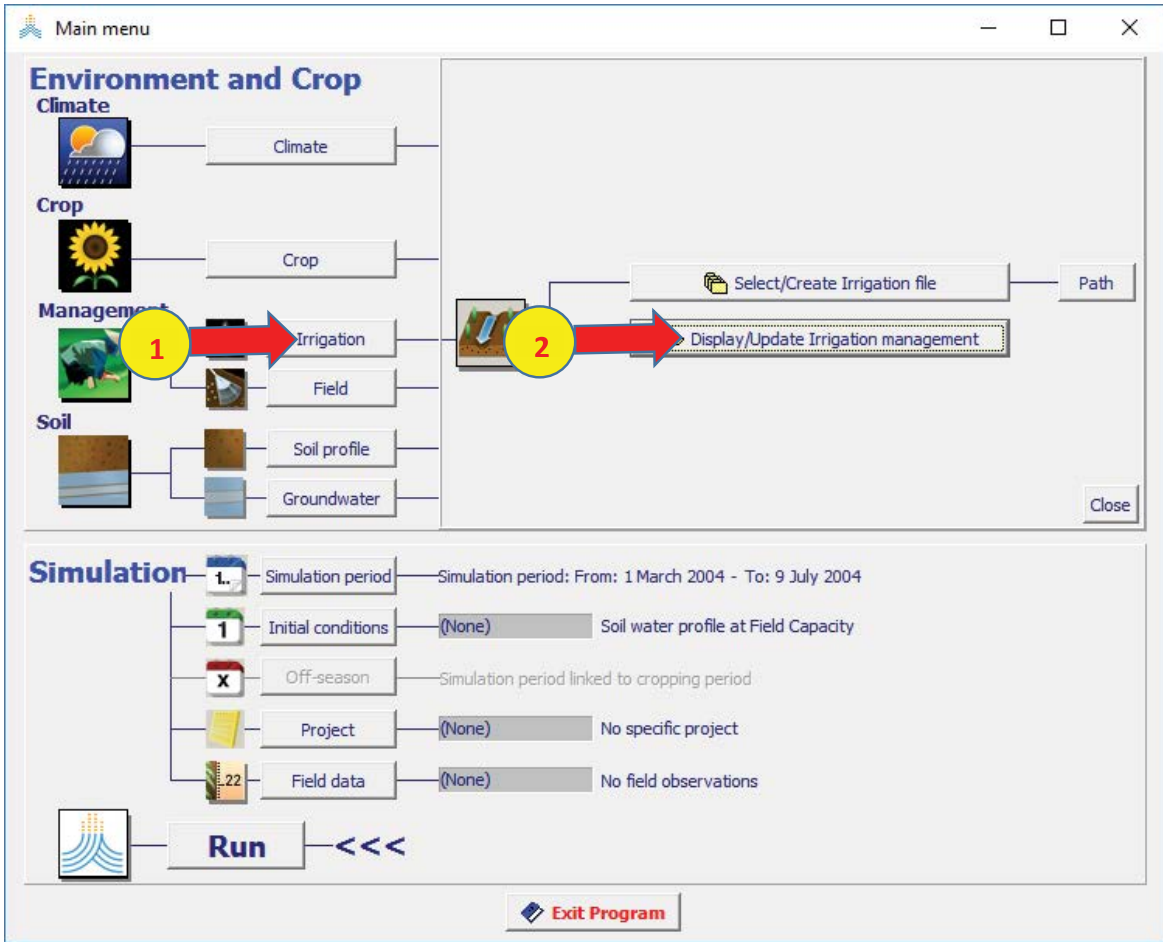
في قائمة create irrigation file: حدد اسم الملف FixInt14،
في واجهة irrigation method اختر الخيار surface irrigation
ثم الخيار Furrow irrigation



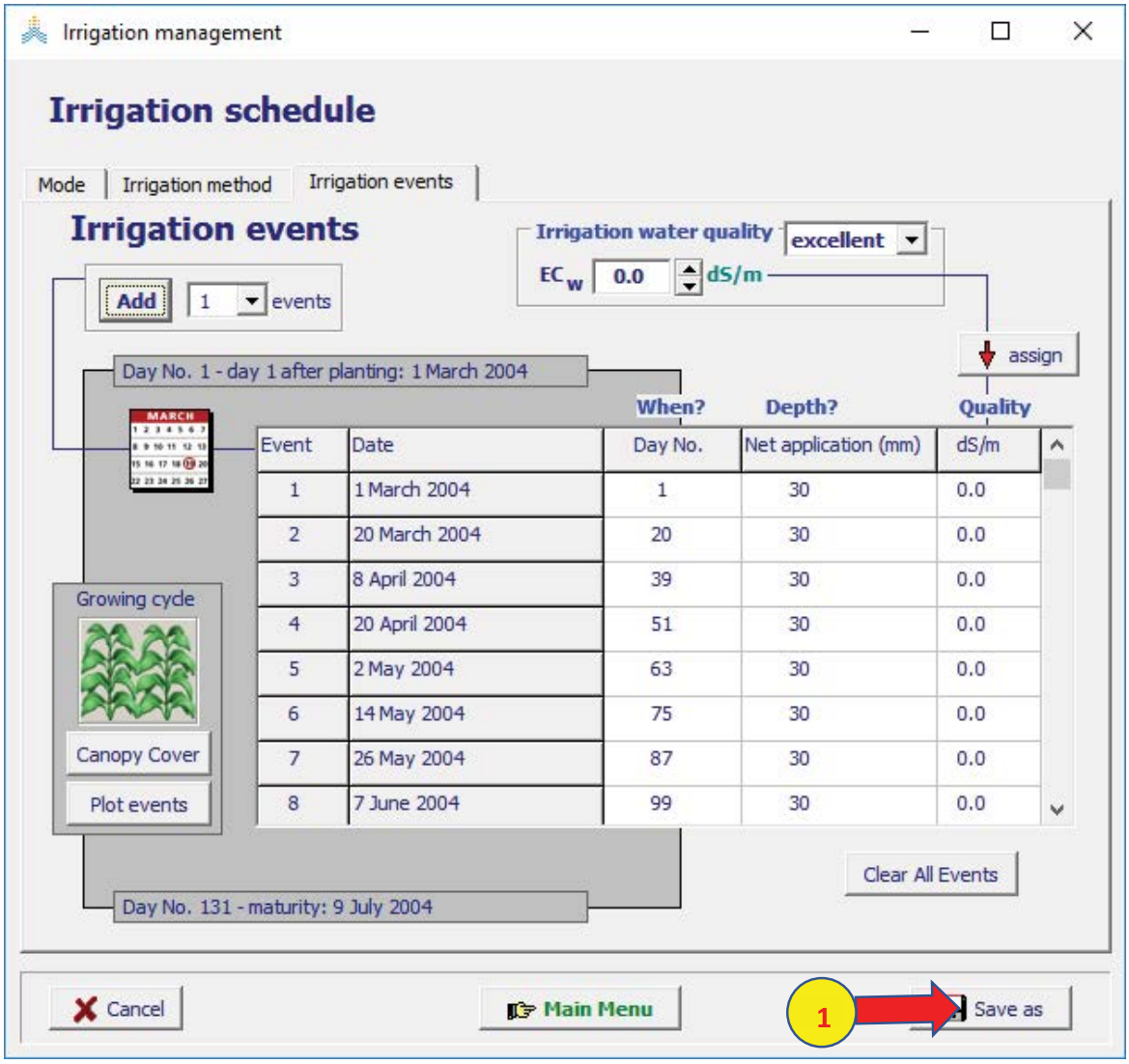
في قائمة create irrigation file: في واجهة irrigation events حدد عمليات الري بدءا من Day No 1 حتى Day No 127 بفاصل 14 يوما بين كل عمليتي ري كما هو موضح في الشكل ثم اختر أمر Create



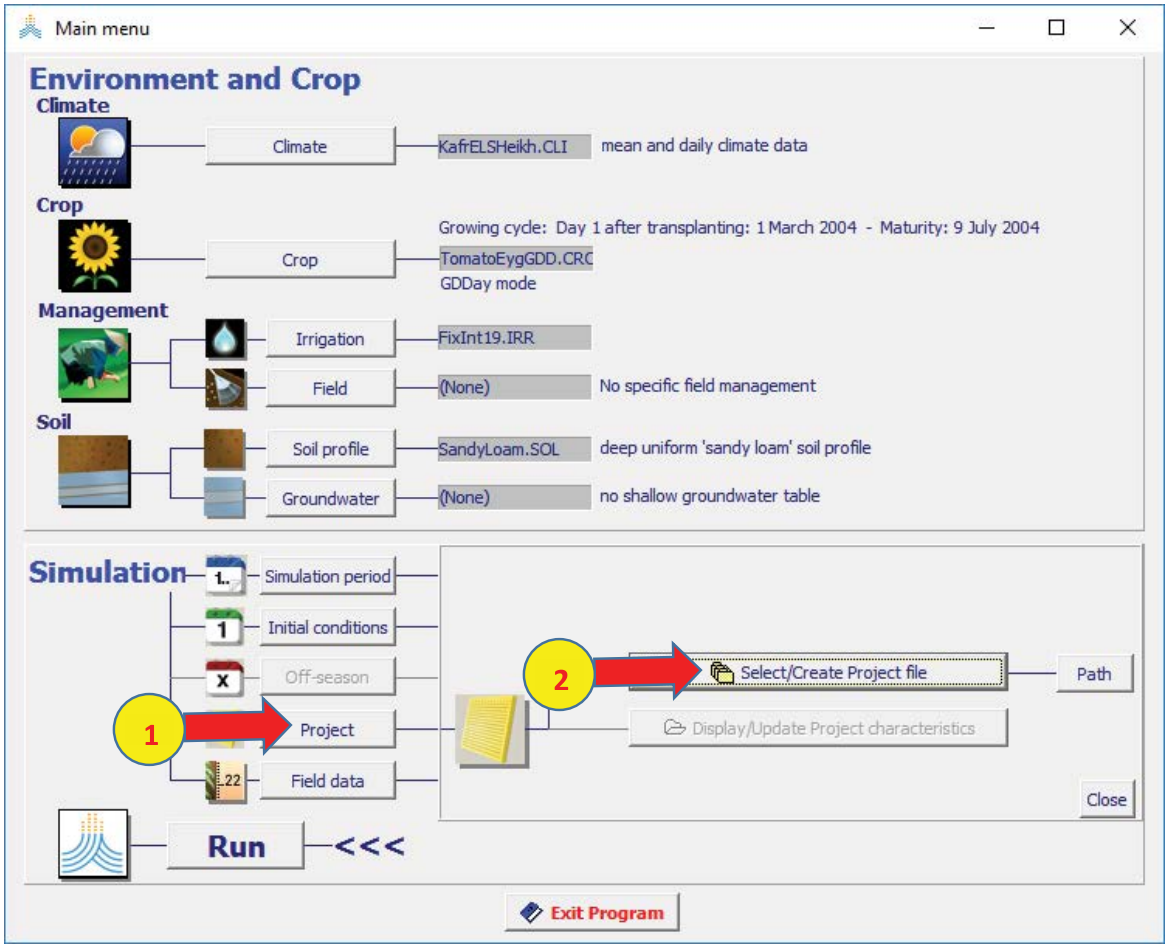
في القائمة main menu؛ اختر الأمر irrigation
ثم الأمر display/update irrigation management



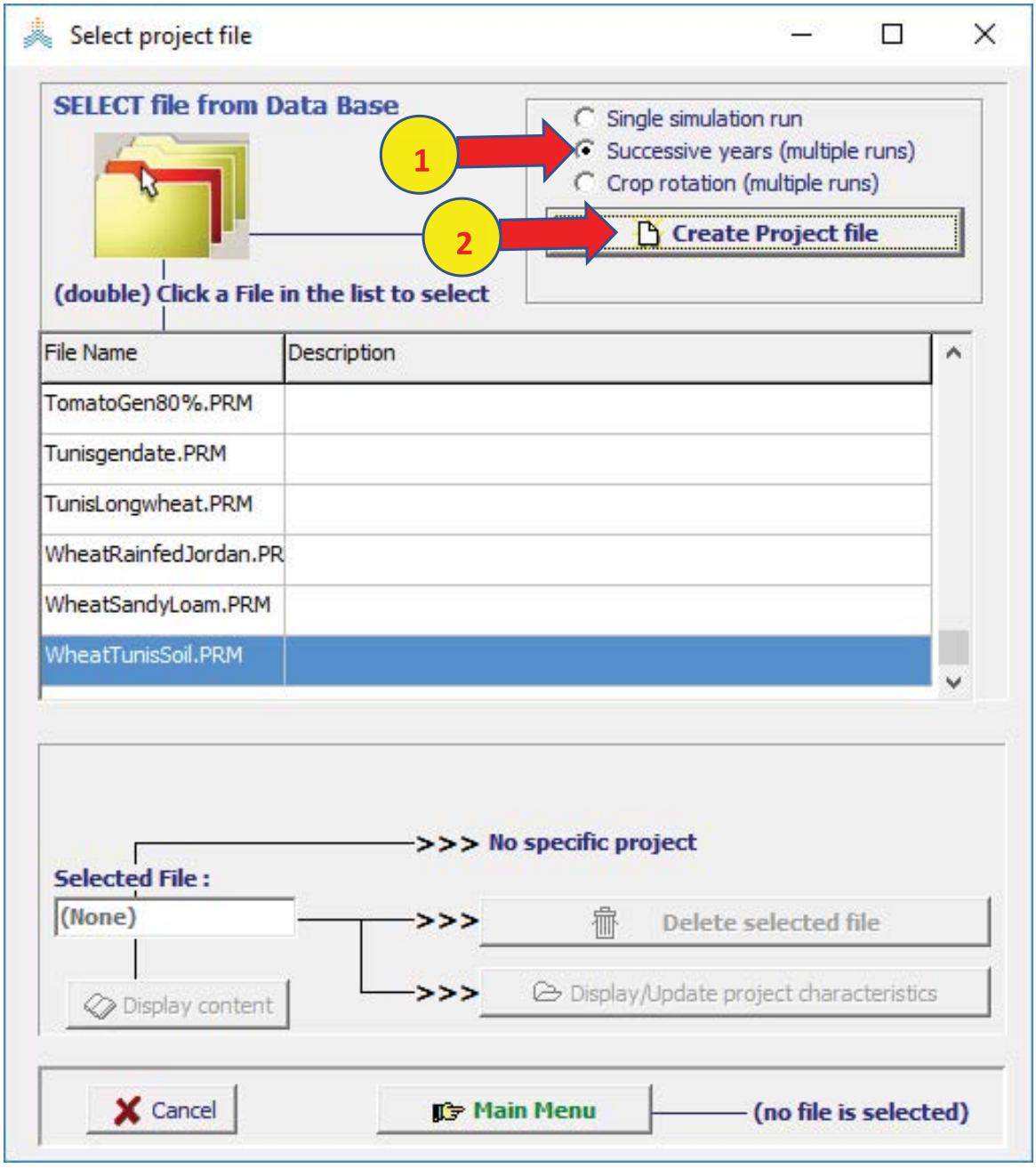
في قائمة irrigation management؛ عدل جدول الري ليكون الفاصل بين الريات 19 يوما في البداية من Day No 1 حتى Day No 39 ثم 12 يوما بعد عملية الري الثالثة حتى Day No 123 كما هو موضح في الشكل
ثم اختر أمر save as واحفظ الملف باسم FixInt19



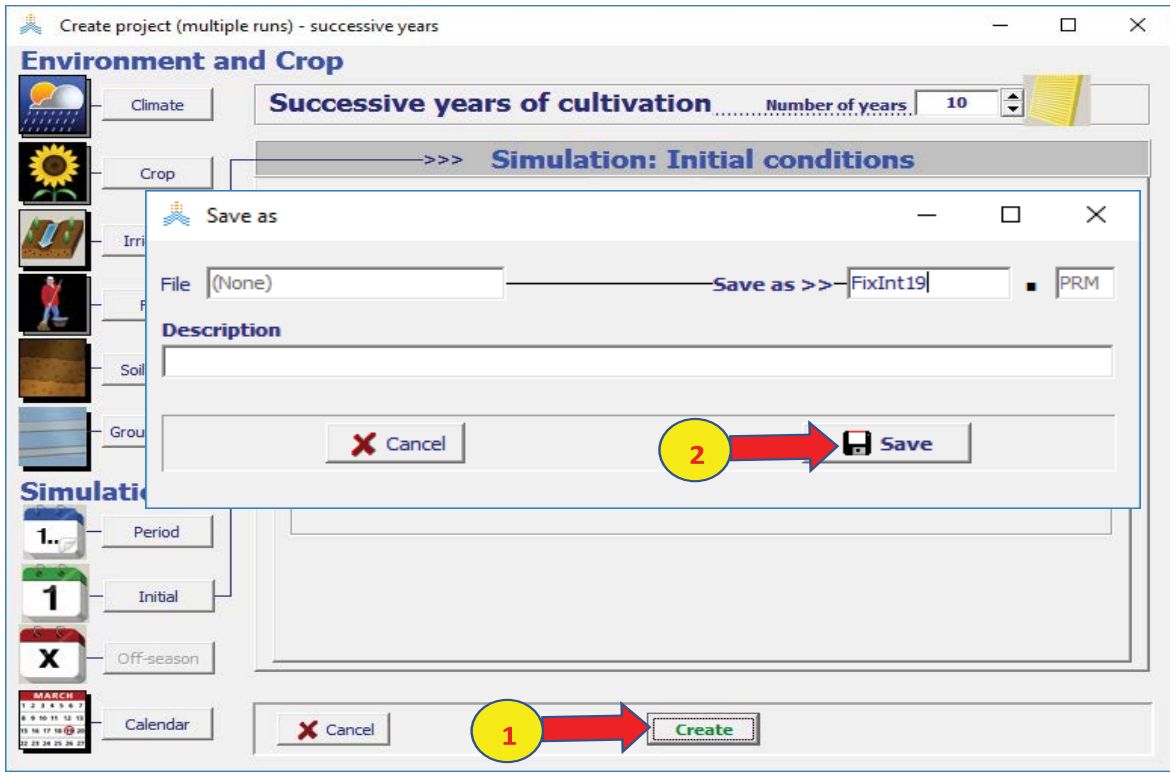
إنشاء المشروع في القائمة الرئيسية قم باختيار الملفات التالية:
ملف التربة sandyloam.SOL، ملف الشروط الابتدائية Drywet. Sw0
اختر الأمر project ثم الأمر select/create project file



في قائمة select project file حدد الخيار successive years
اختر الأمر create project file



في القائمة Create project تأكد من اختيار كل الملفات المطلوبة ثم اختر الأمر create واحفظ المشروع باسم FixInt19 ثم شغل المحاكاة حتى نهاية السنة الأخيرة واحفظ النتائج. بعد حفظ النتائج عدل المشروع باستبدال ملف الري FixInt19 بملف الري FixInt14 واحفظ المشروع باسم FixInt14 ثم شغله وقارن النتائج.



fixint14Run			fixint19Run			
WPet	Yield	Irri	WPet	Yield	Irri	
(kg/m³)	(t/ha)	(mm)	(kg/m³)	(t/ha)	mm	
1.44	4.62	300	1.52	5.143	300	
1.43	4.647	300	1.51	5.172	300	
1.35	4.67	300	1.44	5.2	300	
1.44	4.691	300	1.48	5.234	300	
1.48	4.715	300	1.57	5.254	300	
1.49	4.736	300	1.57	5.276	300	
1.49	4.763	300	1.58	5.307	300	
1.43	4.782	300	1.5	5.312	300	
1.48	4.809	300	1.51	5.361	300	
1.52	4.837	300	1.61	5.388	300	
1.455	4.727		1.529	5.2647		Average

التمرين الخامس: معايرة المحصول لإجهاد خصوبة التربة

معايرة المحصول لإجهاد خصوبة التربة

الهدف من التمرين: تقييم تأثير إجهاد خصوبة التربة على إنتاجية القمح البعل في تربة لومية رملية Sandy Loam بمقارنة إنتاجية القمح في حقل محدود الخصوبة بإنتاجية القمح في حقل تام الخصوبة.

يزرع المحصول بين October 1 و December 31 في موعد سيتم تحديده باستخدام معيار الهطول المطري التراكمي (ألا يقل عن 35 مم في خمسة أيام)

المطلوب: إنشاء مشروع لمحصول يتعرض لإجهاد الخصوبة ثم تعديل المشروع وتشغيله لنفس المحصول بدون إجهاد خصوبة ومقارنة النتائج

المعطيات

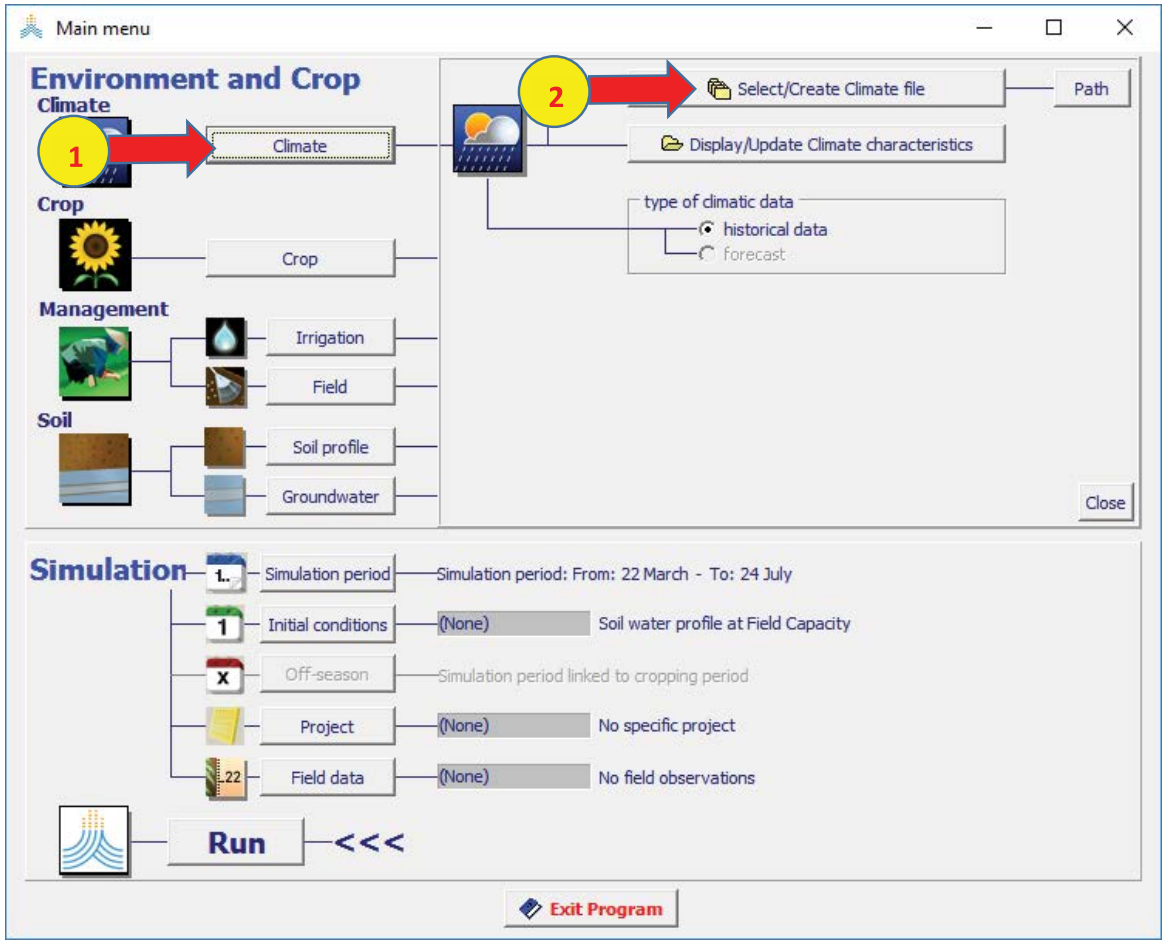
البيانات المناخية: ملف المناخ Tunis.CLI,

خصائص التربة: ملف التربة SandyLoam.SOL. خصوبة التربة معتدلة Moderate

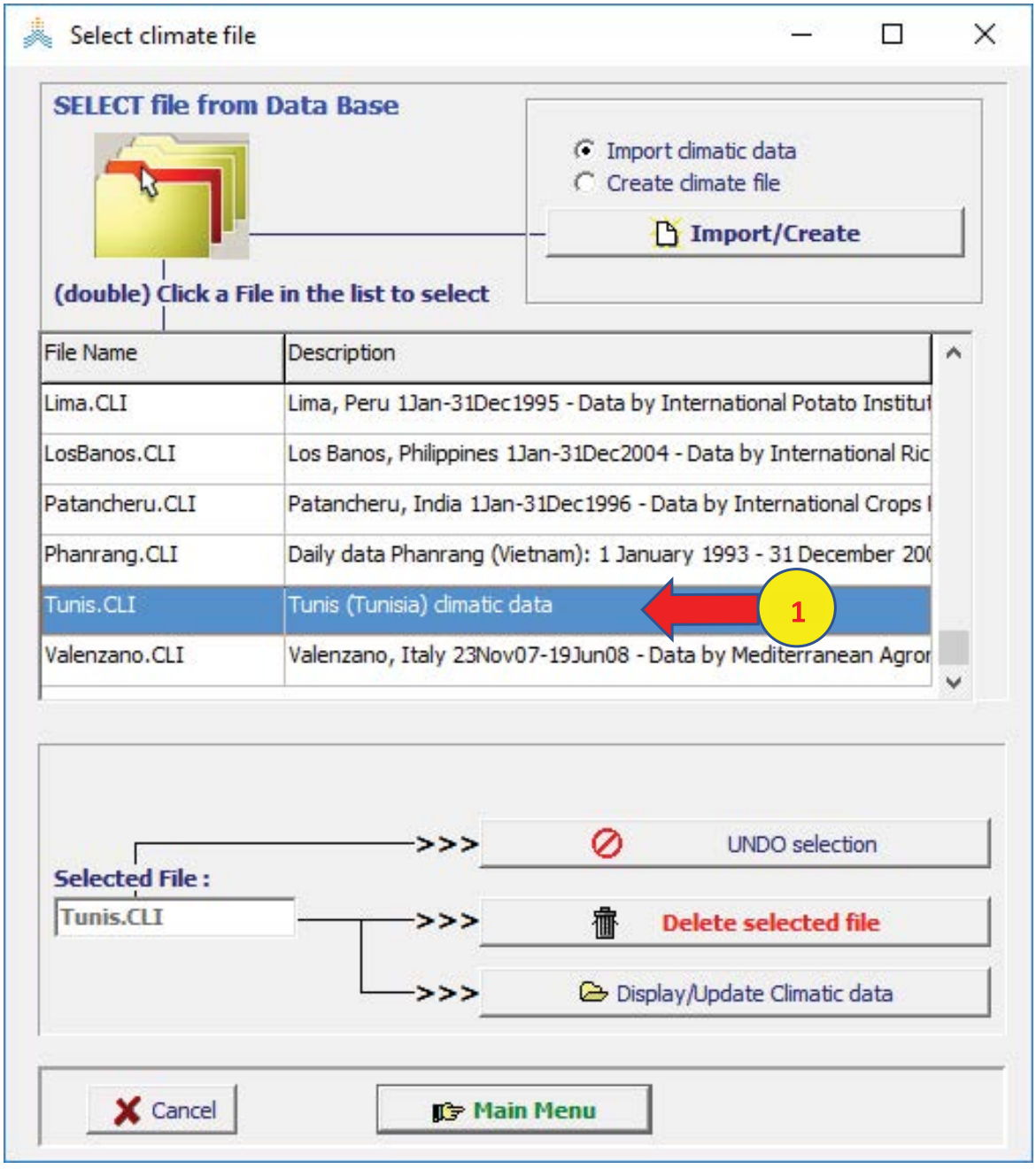
خصائص المحصول: ملف القمح WheatGDD.CRO الذي يعتمد تقويم حرارة النمو.

الشروط الابتدائية: رطوبة كامل مقطع التربة عند حد الذبول في أول Aug

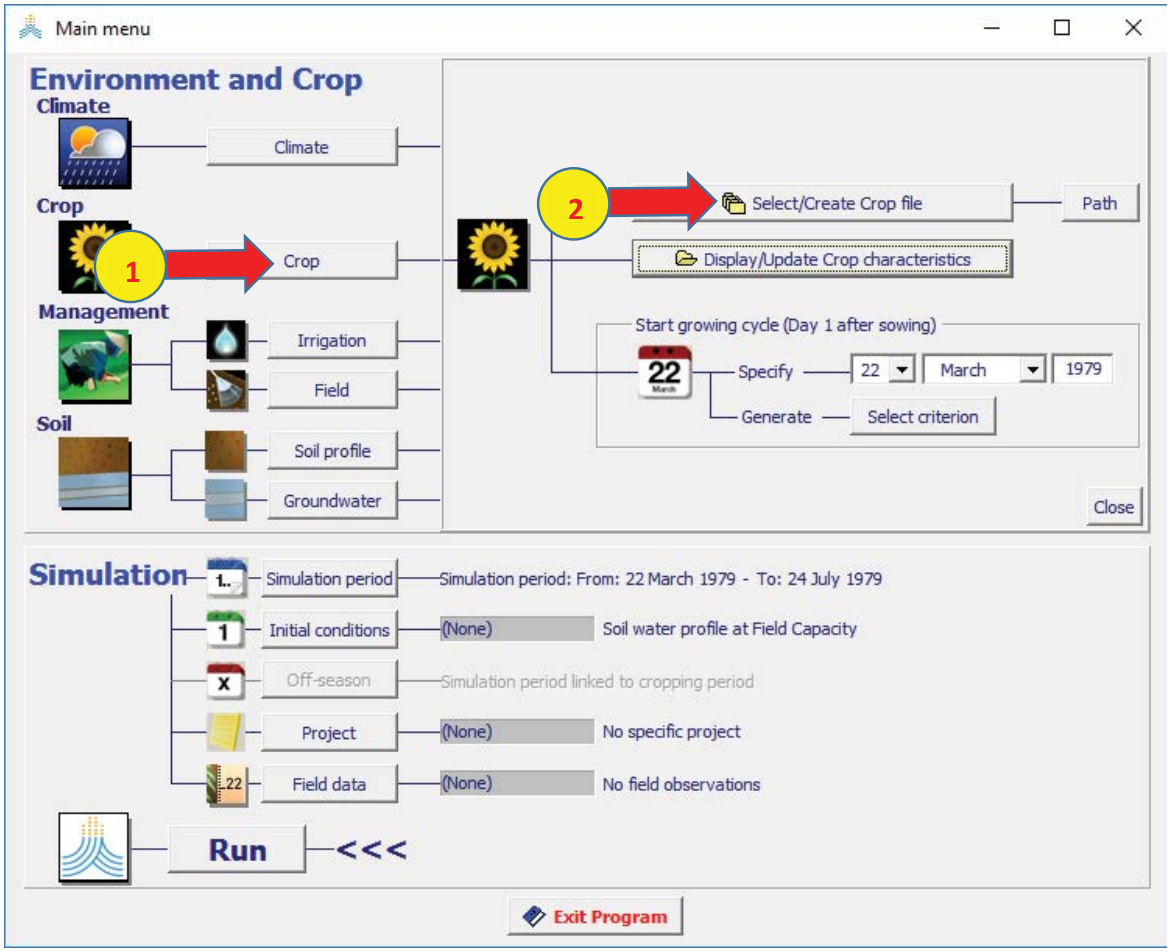
في القائمة الرئيسية اختر الأمر climate ثم الأمر select/create climate file



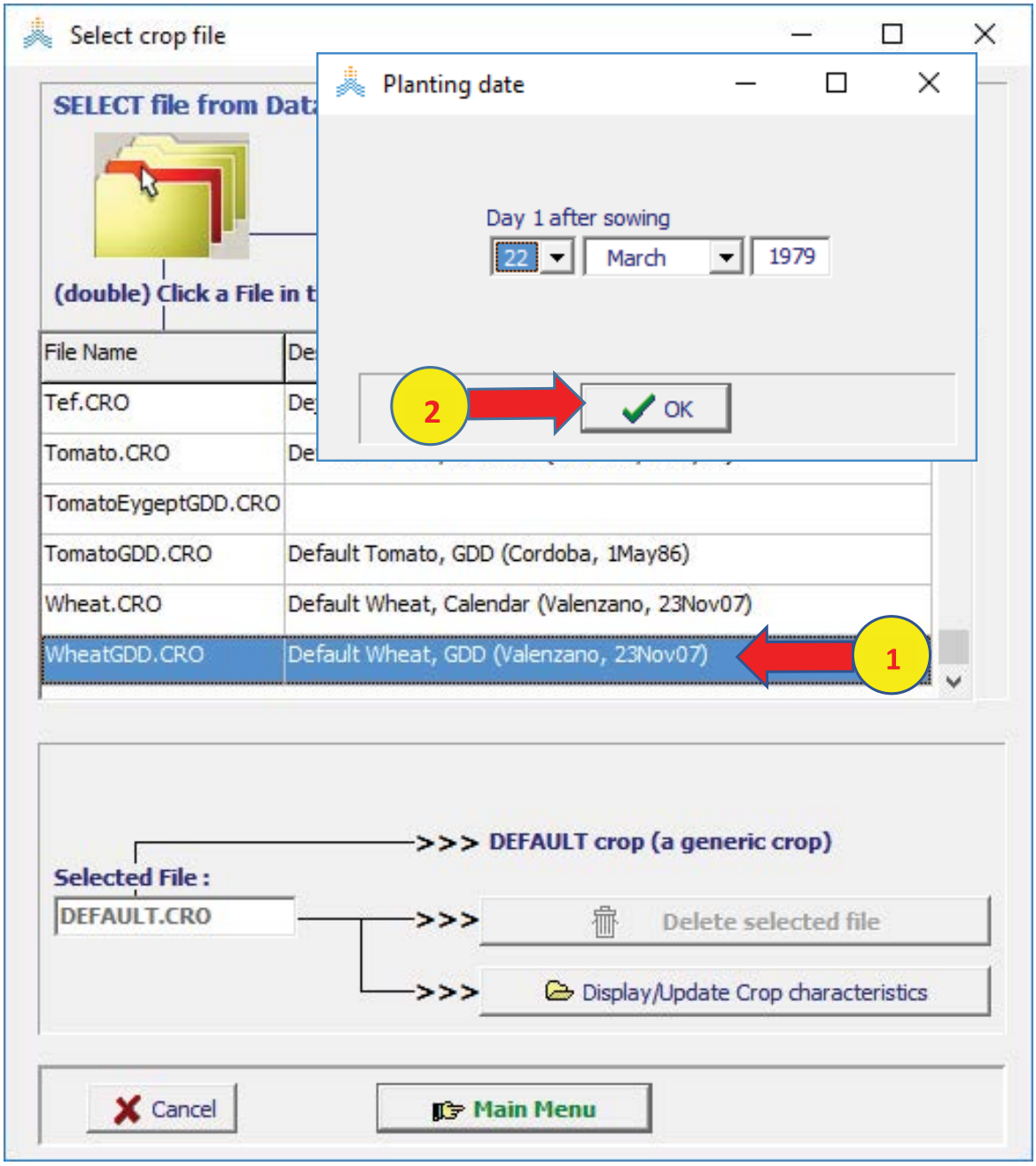
في القائمة select climate file اختر ملف المناخ Tunis.CLI



في القائمة الرئيسية اختر الأمر Crop ثم الأمر select/create Crop file

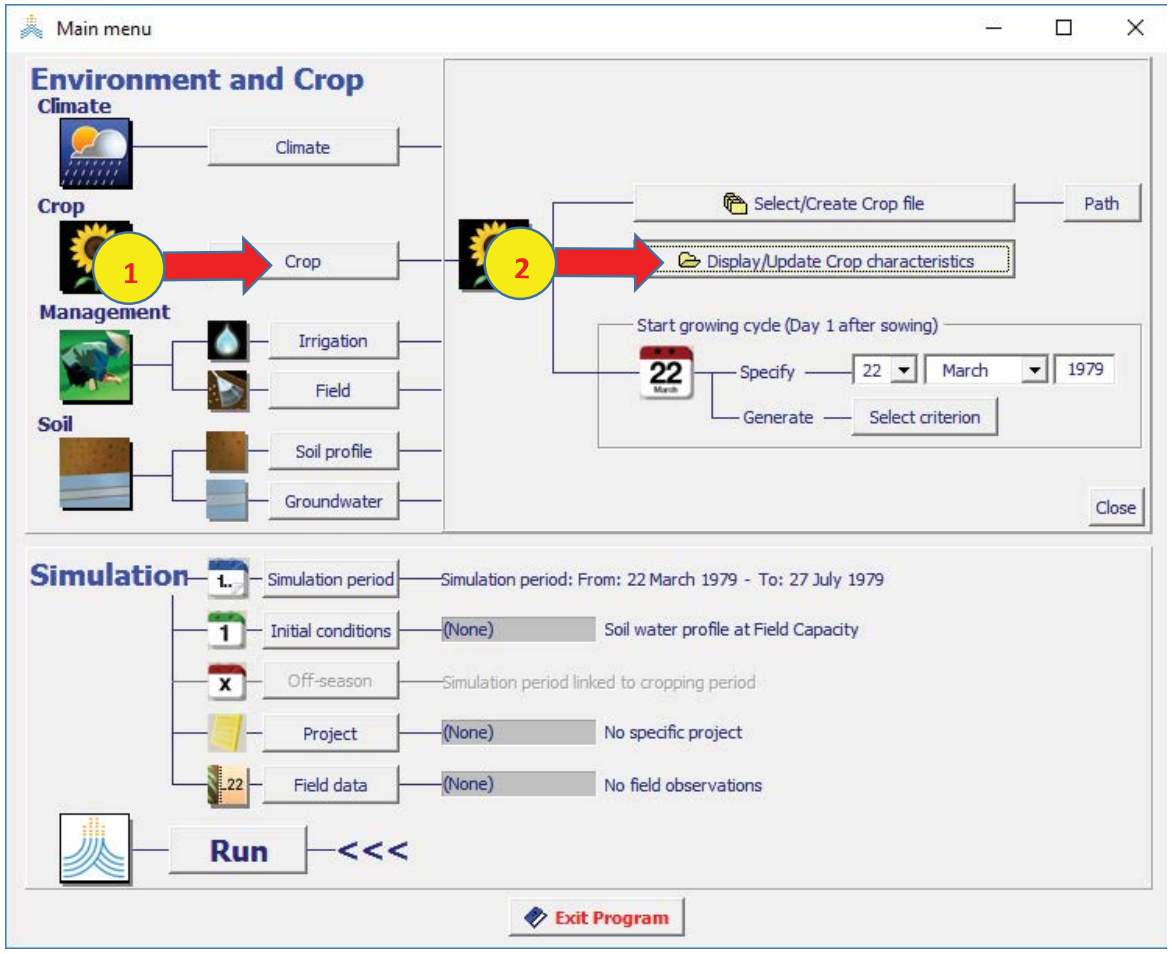


في القائمة select Crop file اختر ملف المحصول WheatGDD.CRO ، وافق على تاريخ الزراعة لأنه سيتم تعديله لاحقا بناء على معيار الهطول المطري

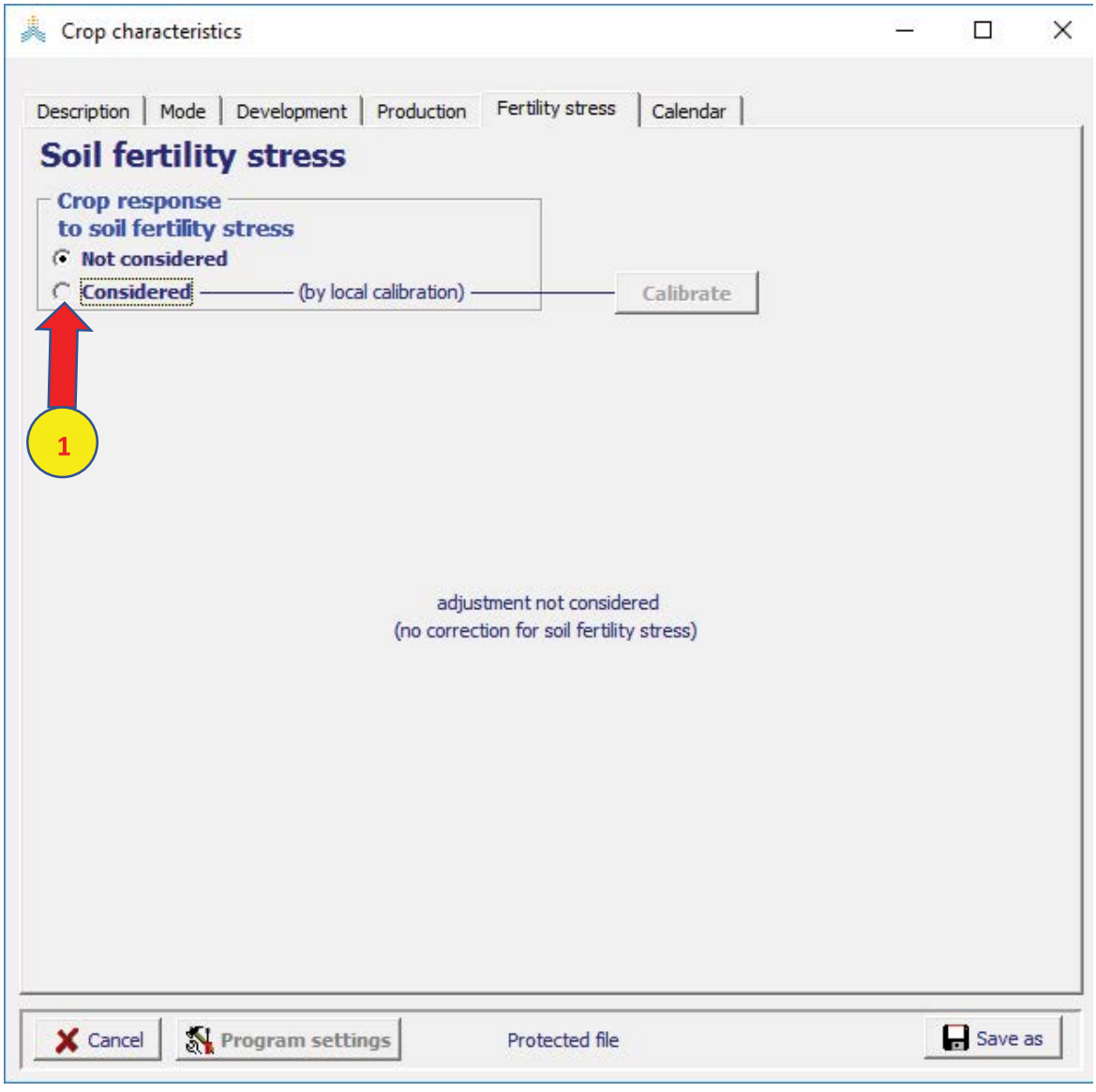


معايرة المحصول لإجهاد خصوبة التربة

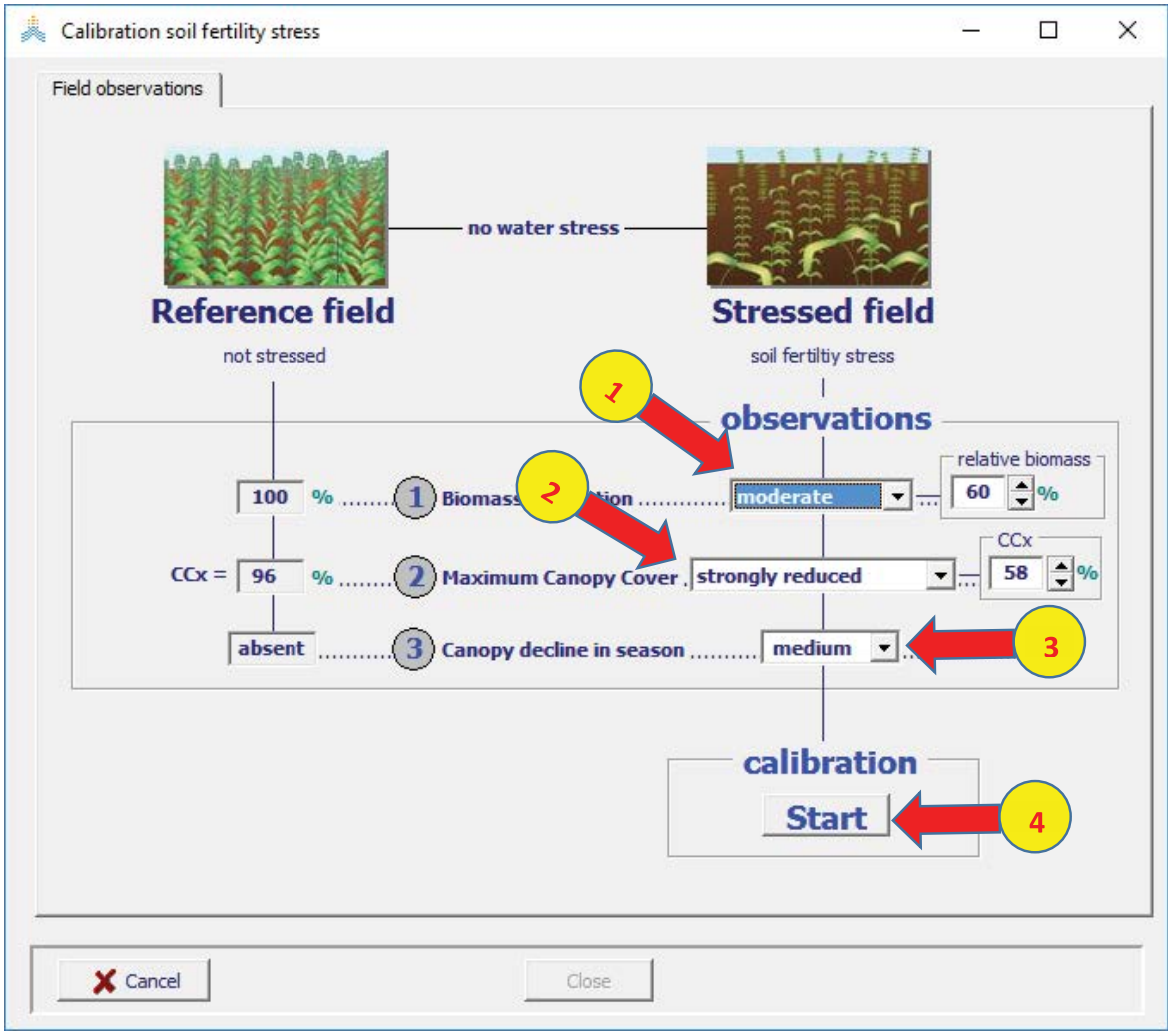
في القائمة الرئيسية اختر الأمر Crop ثم الأمر display/update crop characteristic



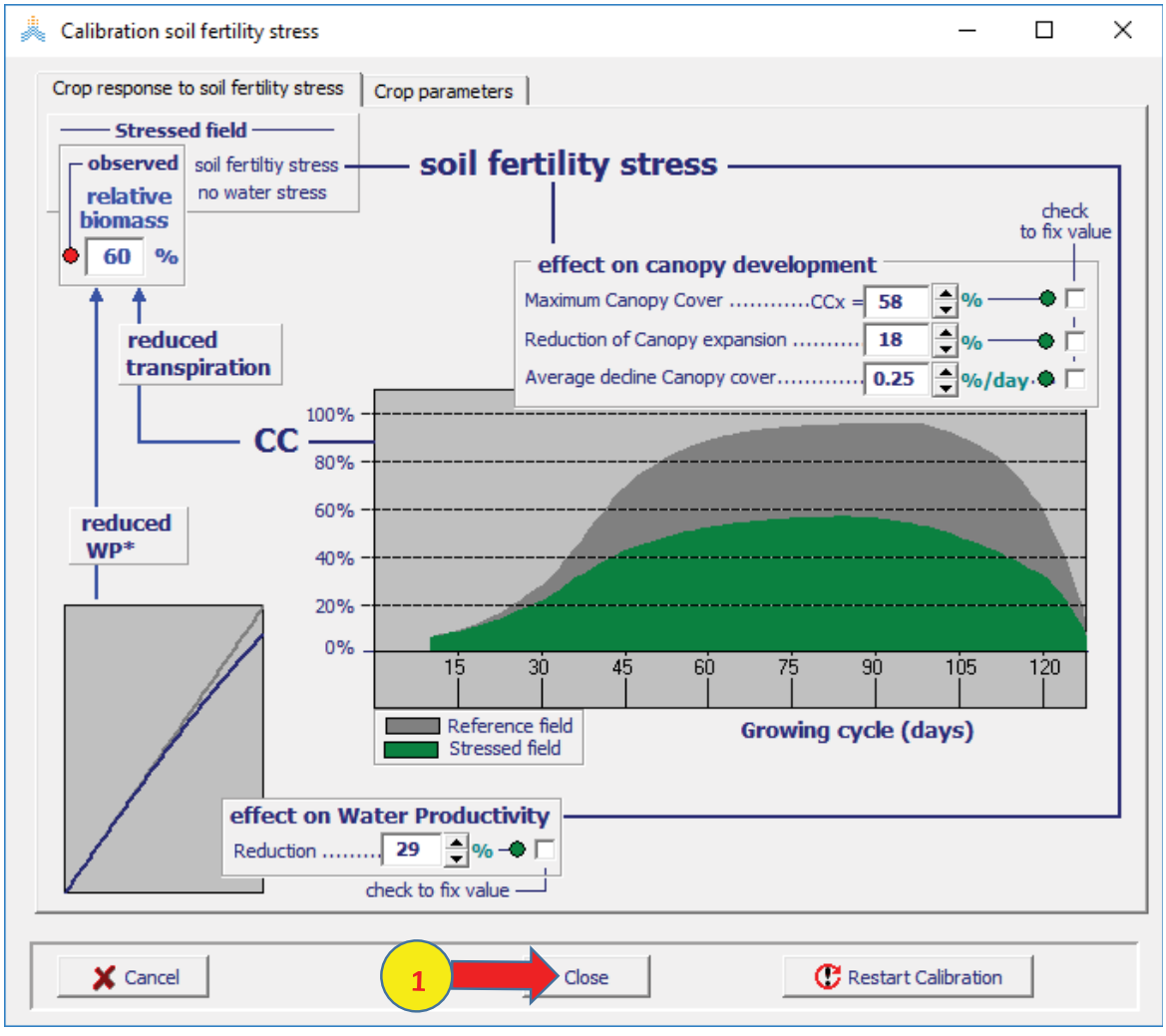
في قائمة Crop characteristic اختر الواجهة Fertility stress
وعدل خيار crop response to soil fertility stress من not considered
إلى considered



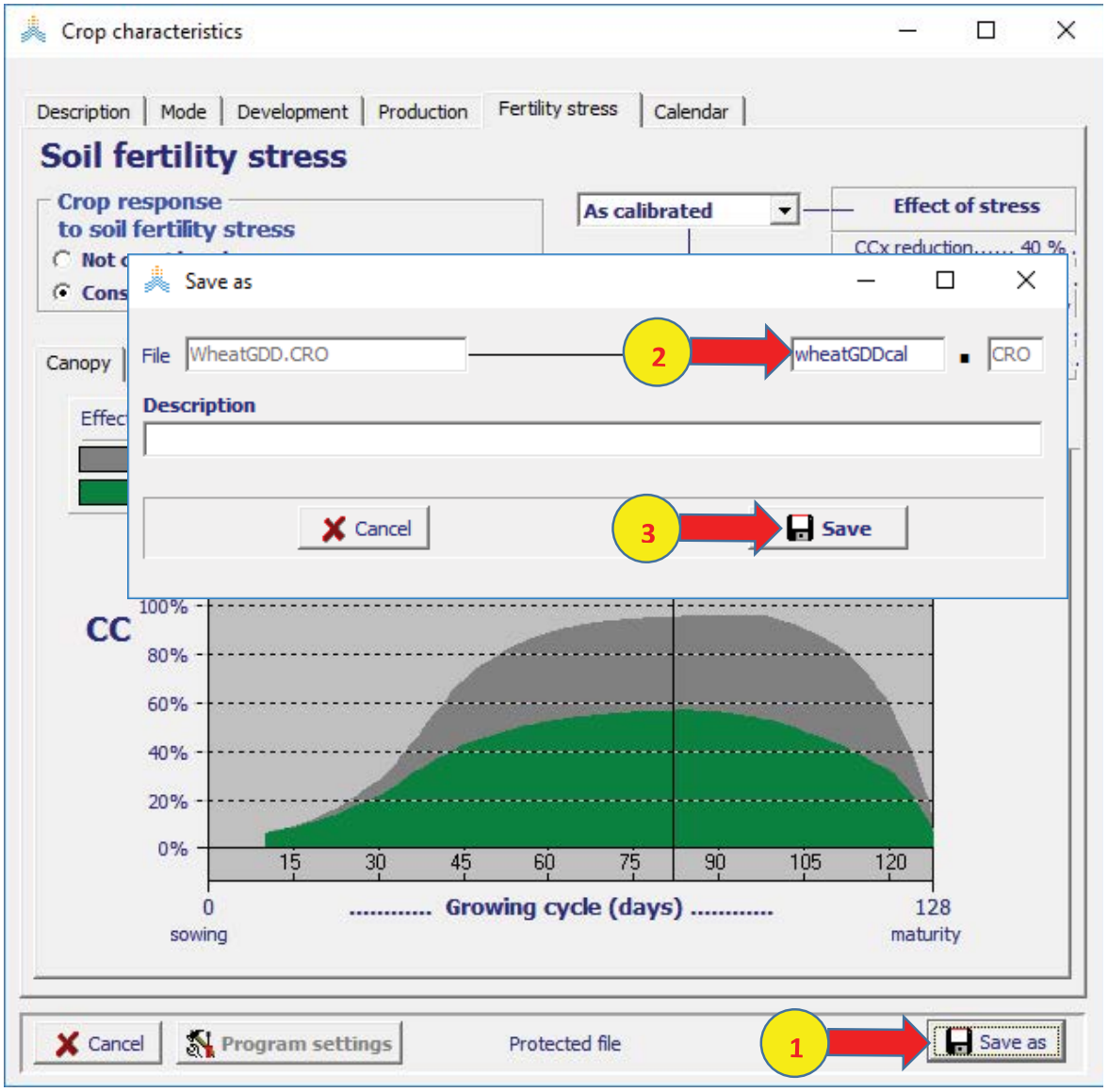
في قائمة Calibration soil fertility stress عدل فئات Observation كما هو مبين بالشكل ثم اختر الأمر start calibration



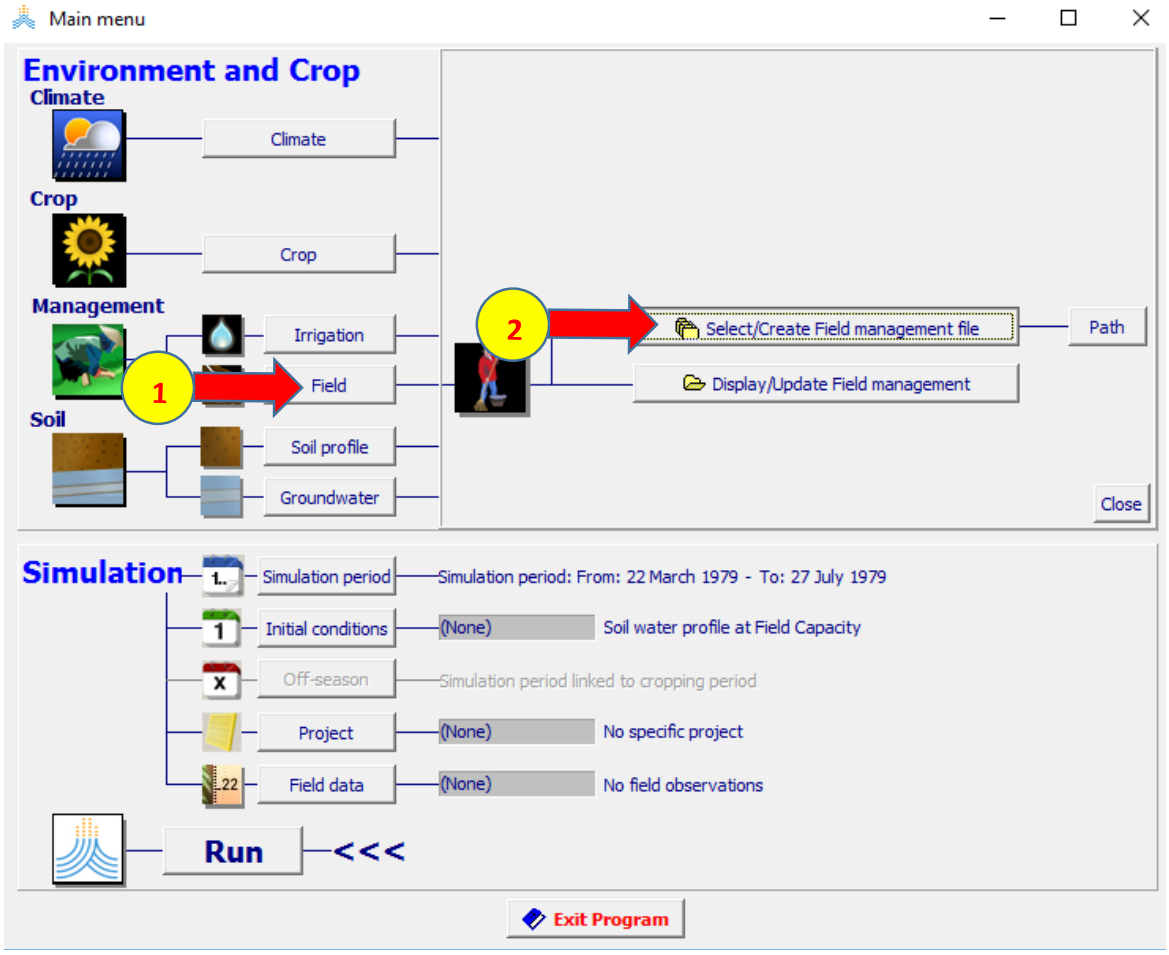
يظهر تأثير إجهاد خصوبة التربة على نمو الغطاء النبات وعلى الإنتاجية المائية،
اختر Close للعودة إلى قائمة crop characteristics



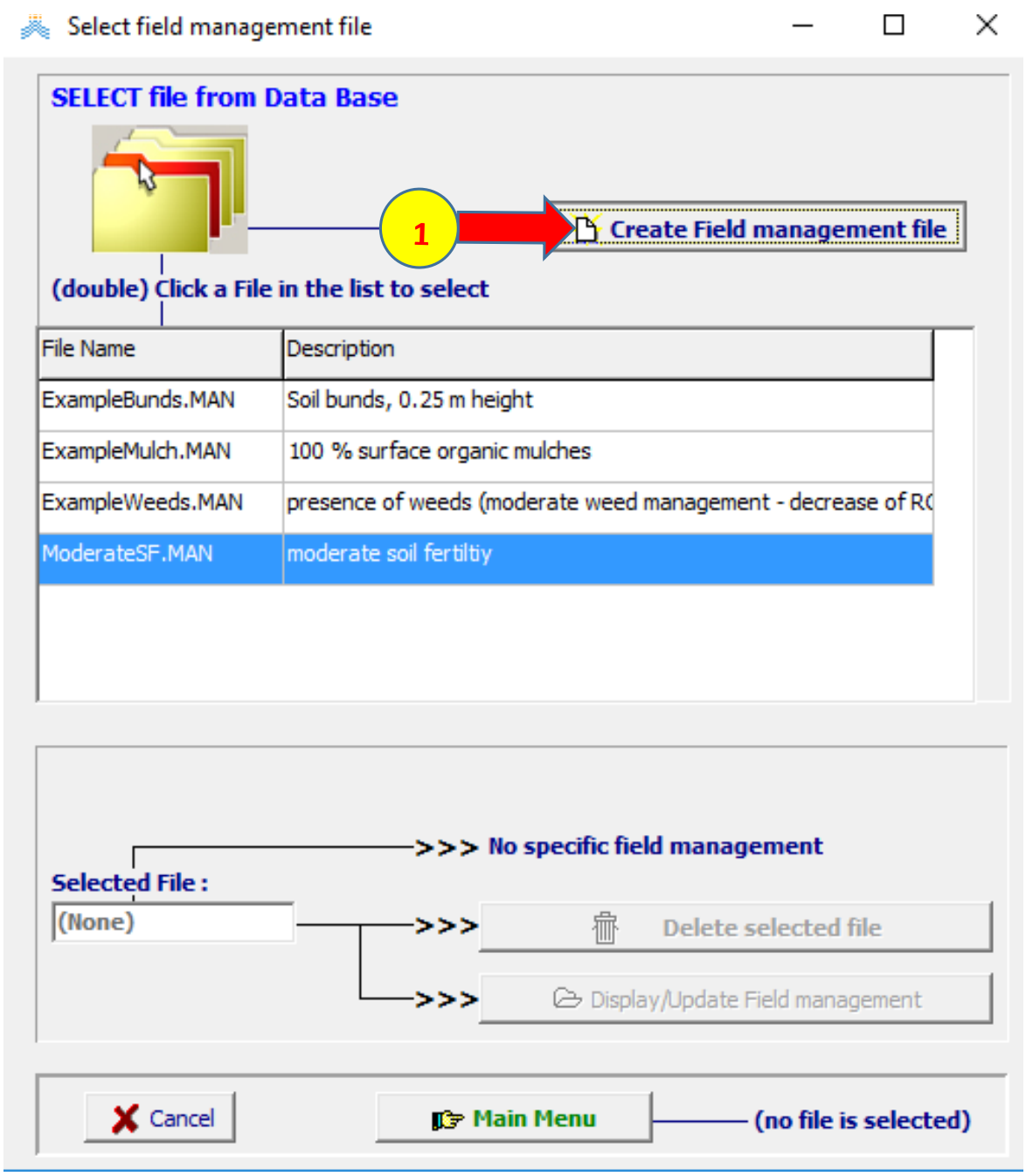
في قائمة crop characteristics اختر الأمر save as
واحفظ المحصول باسم wheatGDDcal



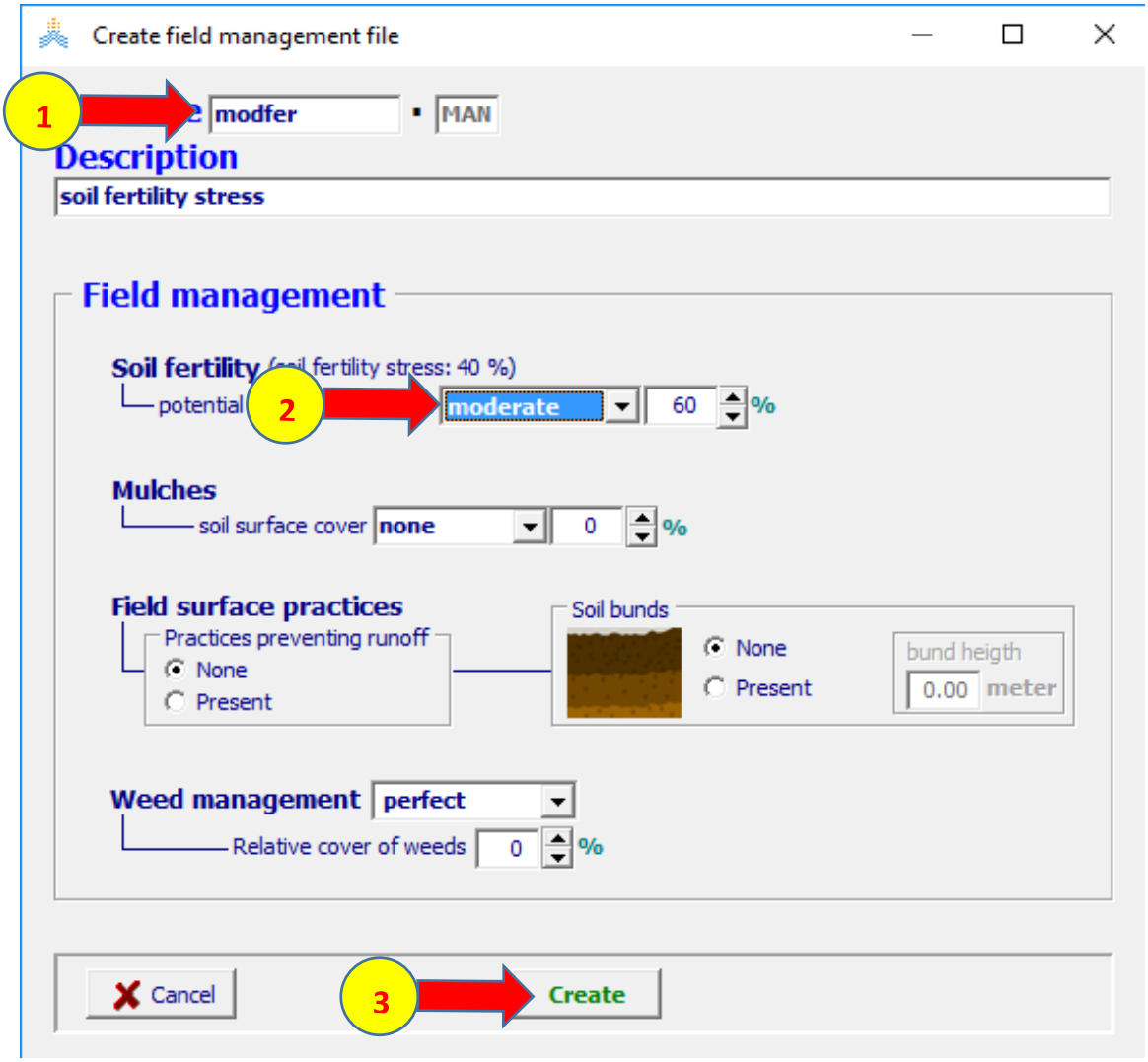
في القائمة الرئيسية اختر الأمر Field
ثم الأمر select/create field management file



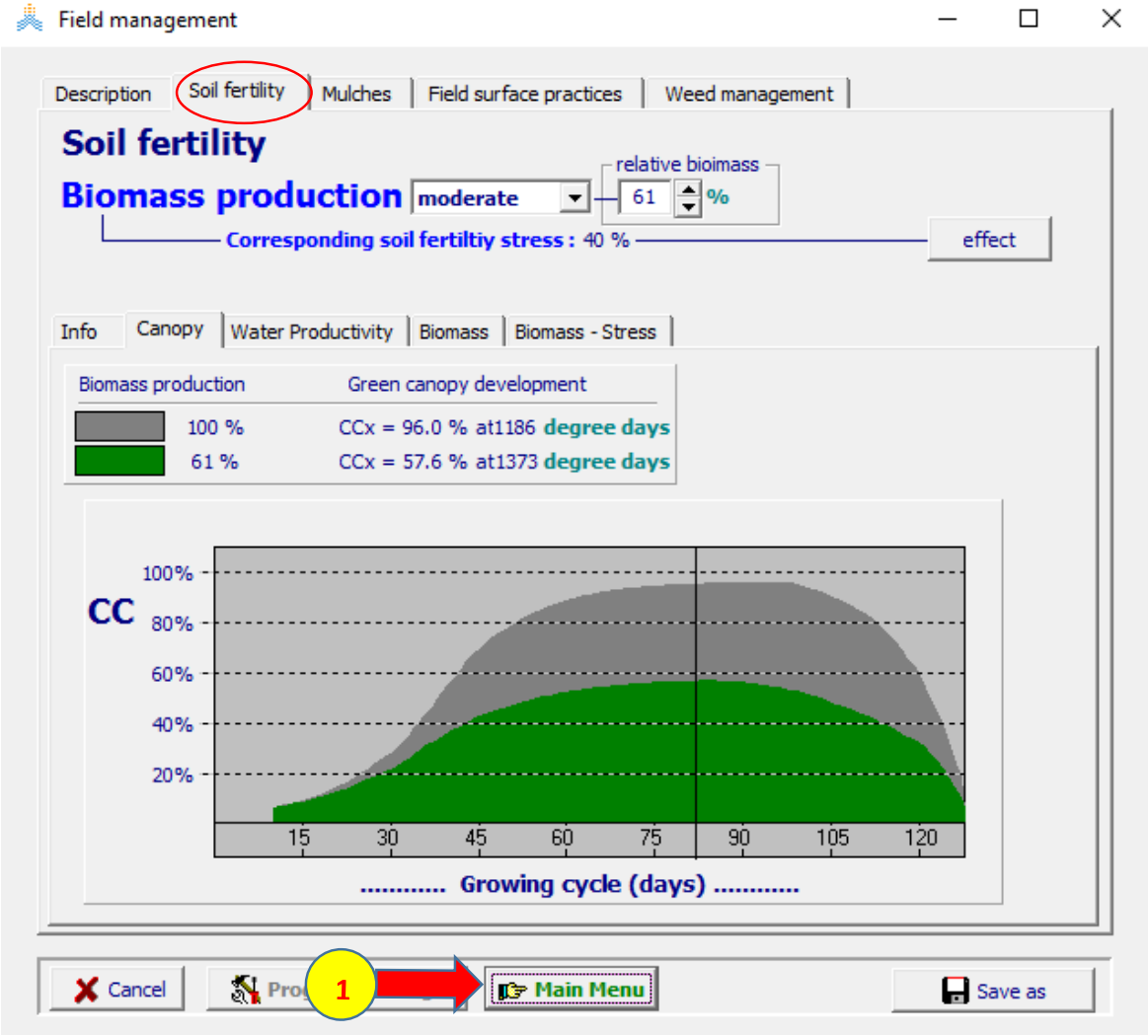
في القائمة Select field management file
اختر الأمر Create Field management file



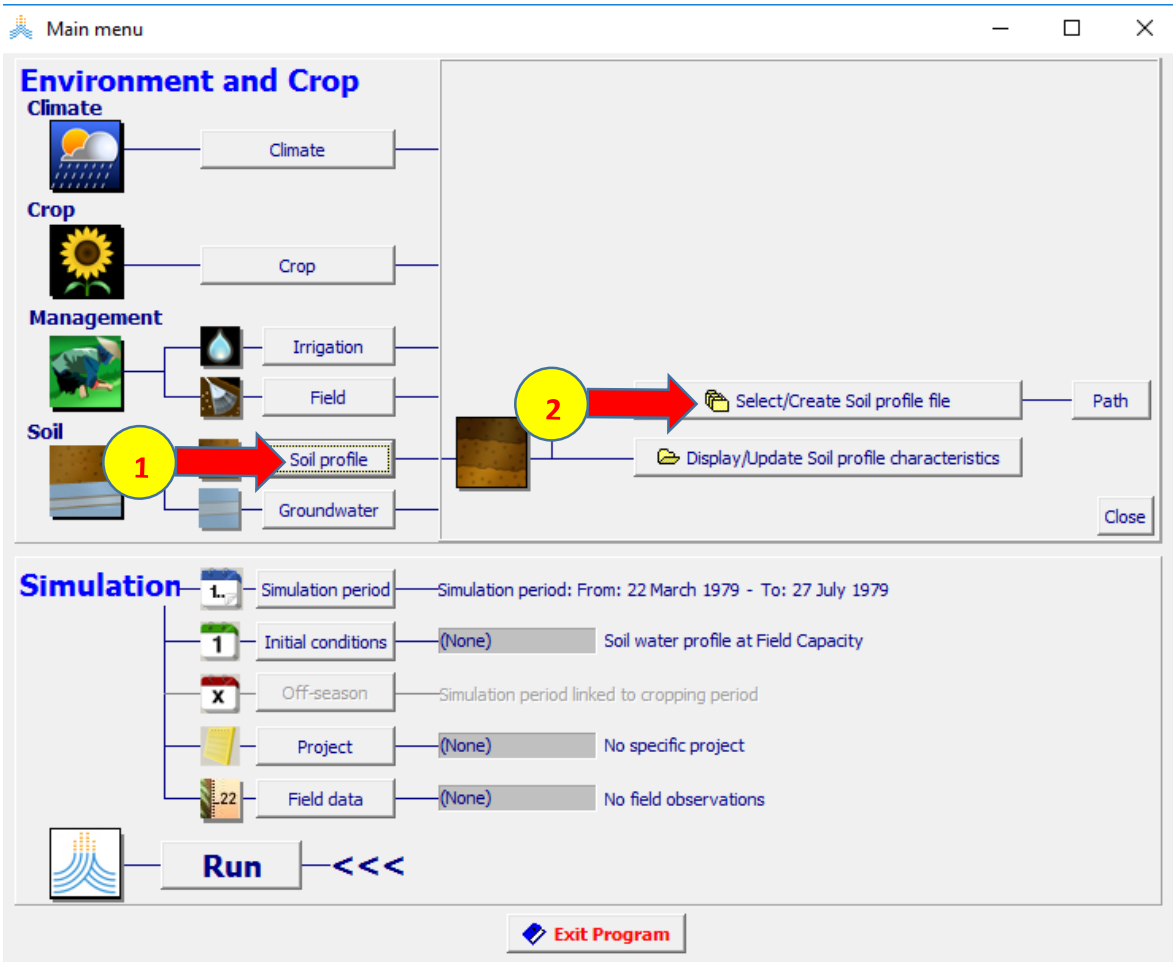
في القائمة create field management file حدد اسم الملف modfer،
حدد Soil fertility (moderate) ثم اختر الأمر create



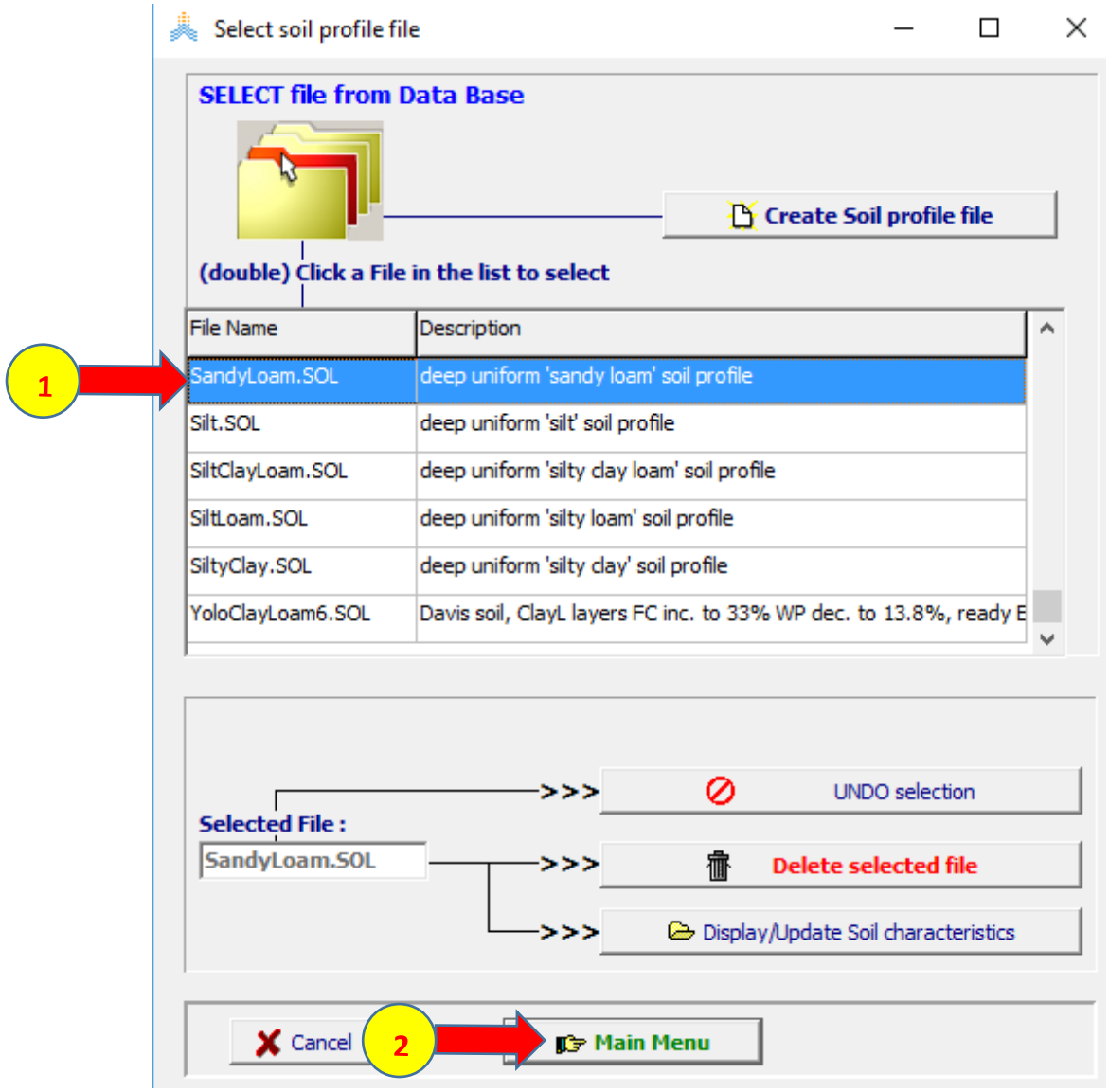
تظهر قائمة field management حيث يمكن استعراض تأثير إجهاد الخصوبة
في الواجهة soil fertility
اختر الأمر main menu للعودة إلى القائمة الرئيسية



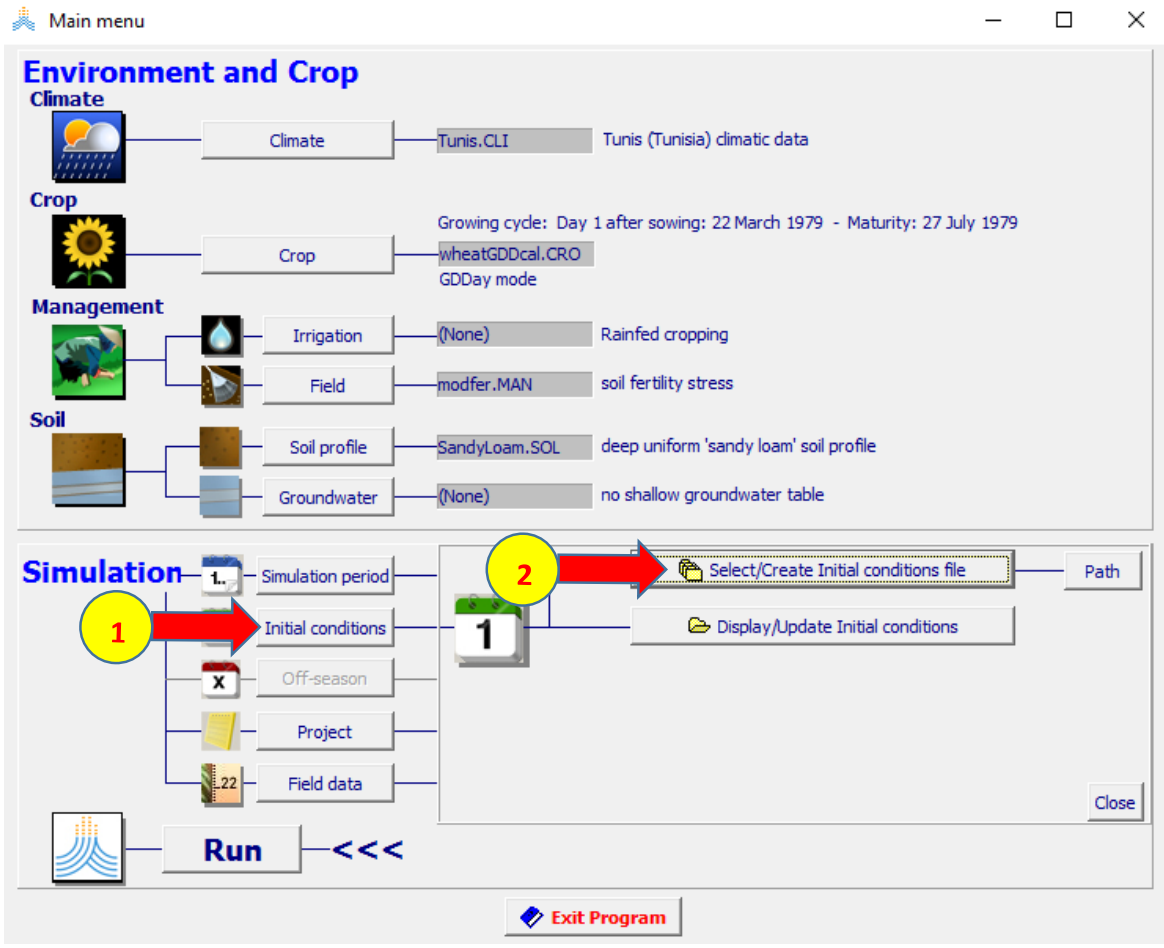
في القائمة الرئيسية اختر الأمر soil profile
ثم الأمر Select/Create soil profile fil



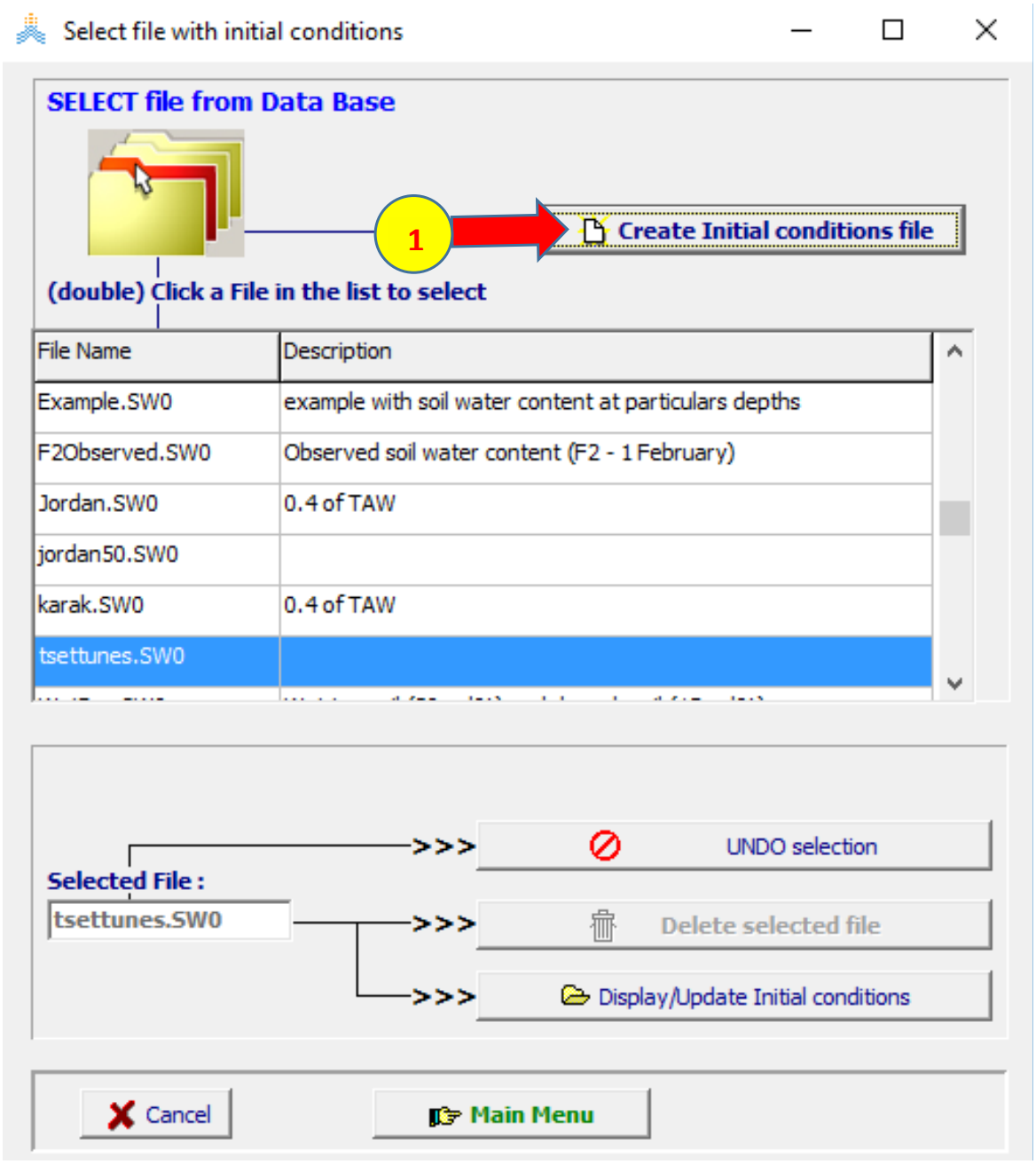
اختر ملف التربة SandyLoam.SOL ثم الأمر main menu



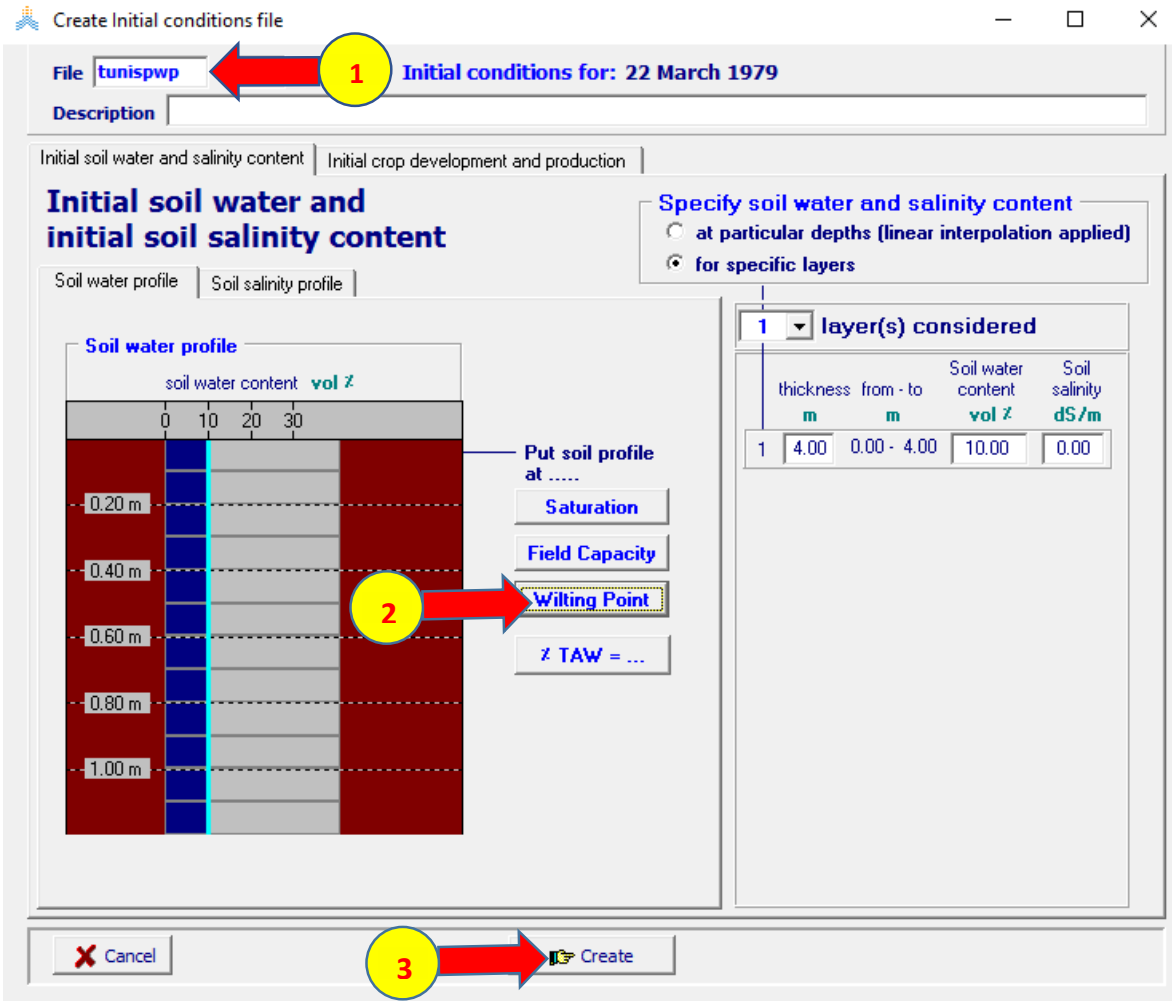
في القائمة الرئيسة اختر الأمر initial condition
ثم الأمر select/create initial conditions file



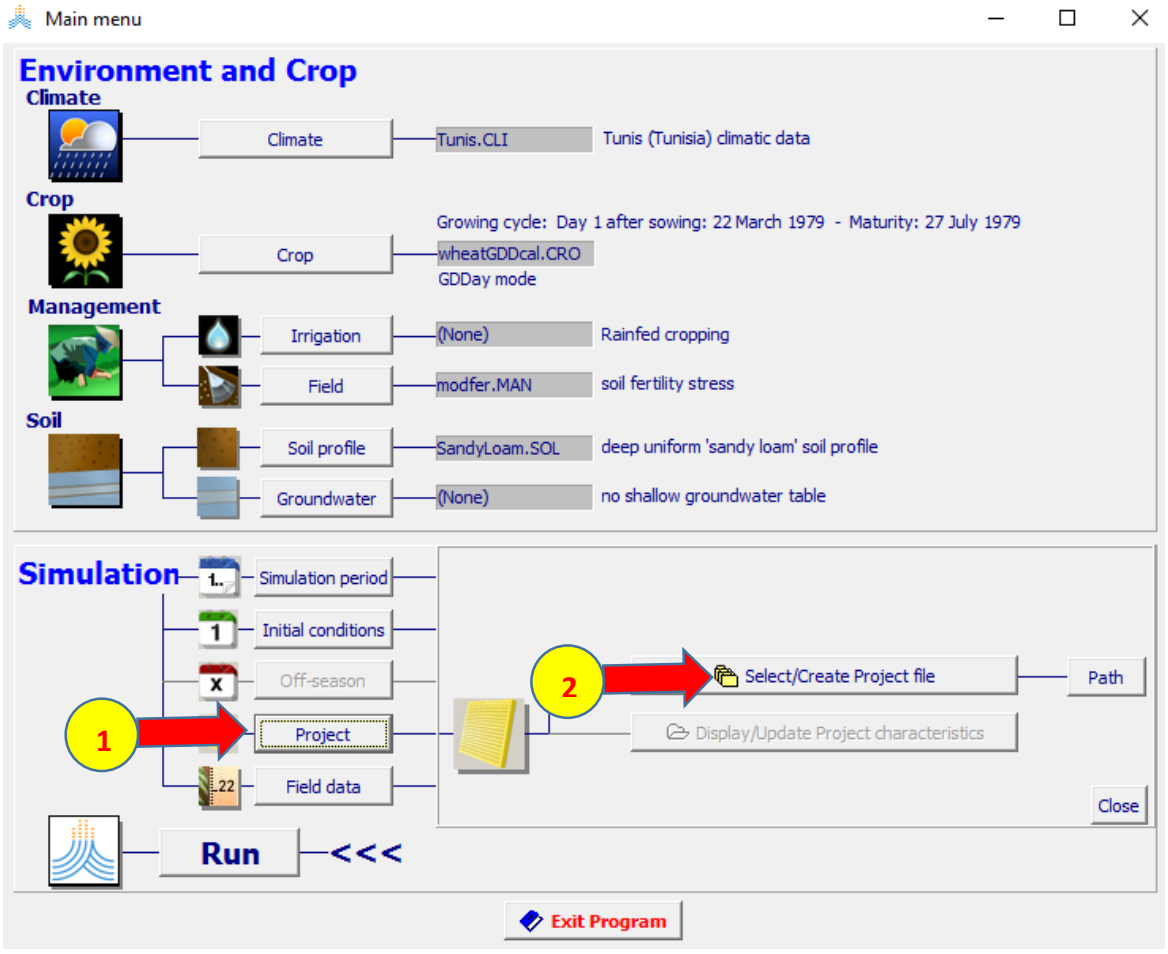
في القائمة select file with initial file condition:
اختر الأمر create initial condition file



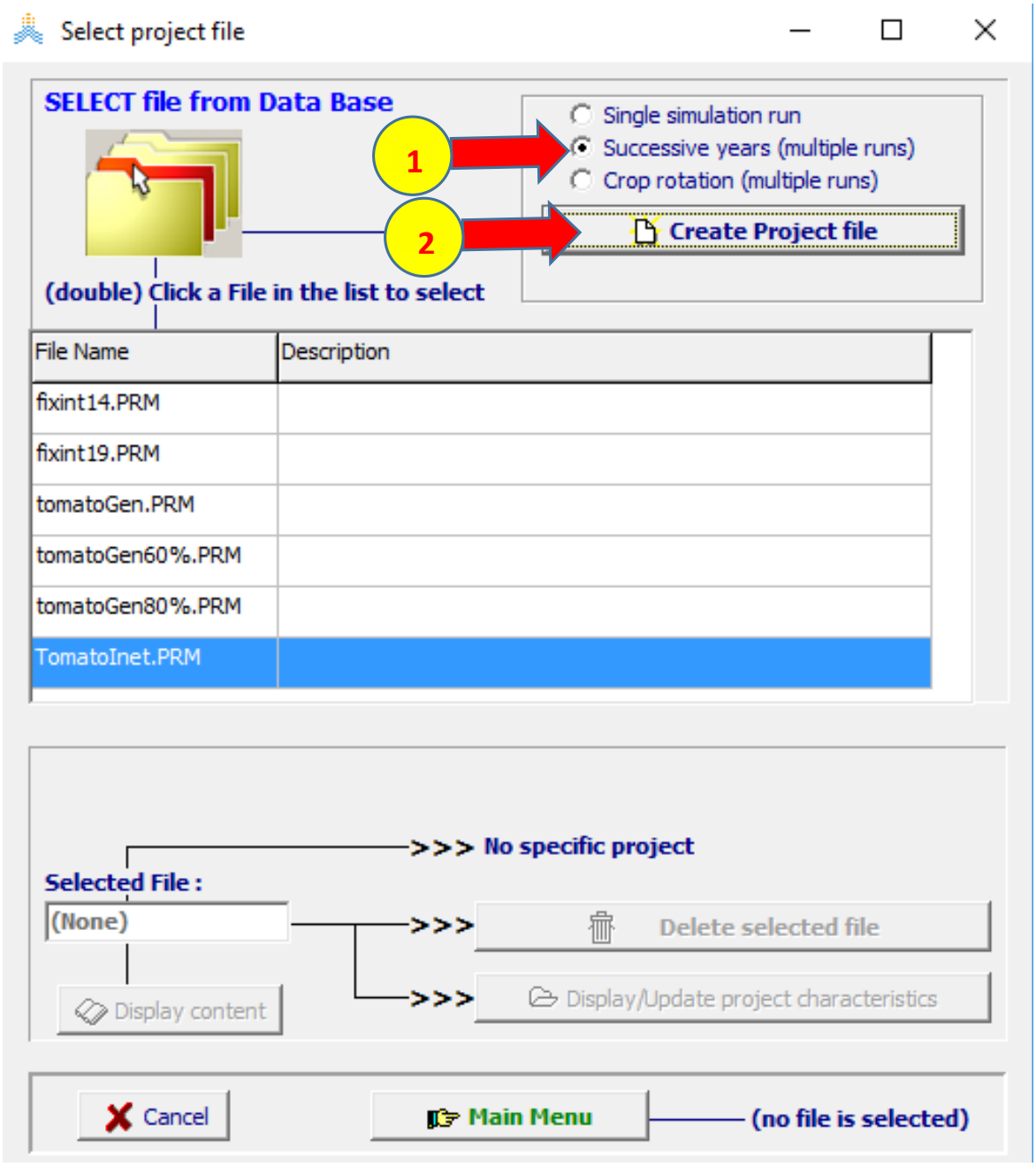
في القائمة create initial condition file حدد اسم الملف tunispwp
واختر الأمر wilting point لتحديد رطوبة كامل مقطع التربة عند حد الذبول
ثم اختر الأمر Create



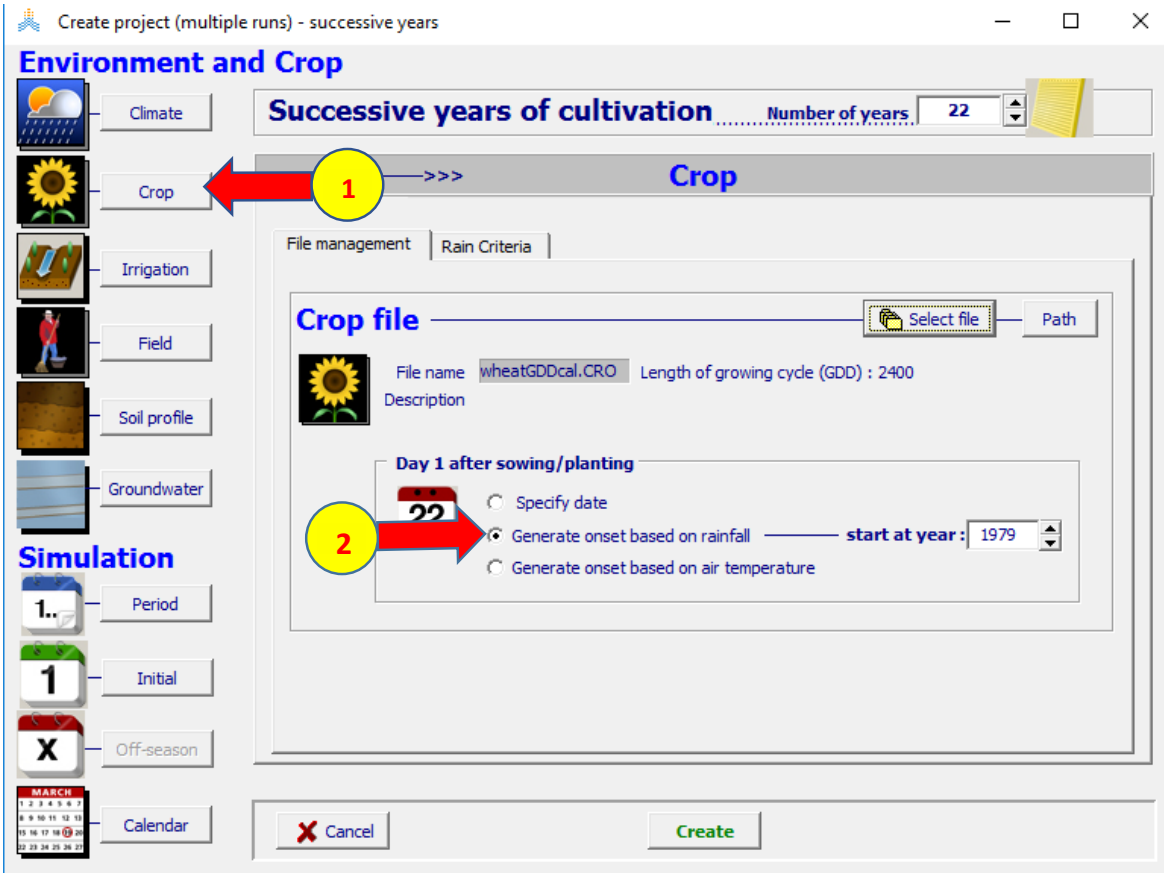
في القائمة الرئيسية اختر الأمر project ثم الأمر select/create project



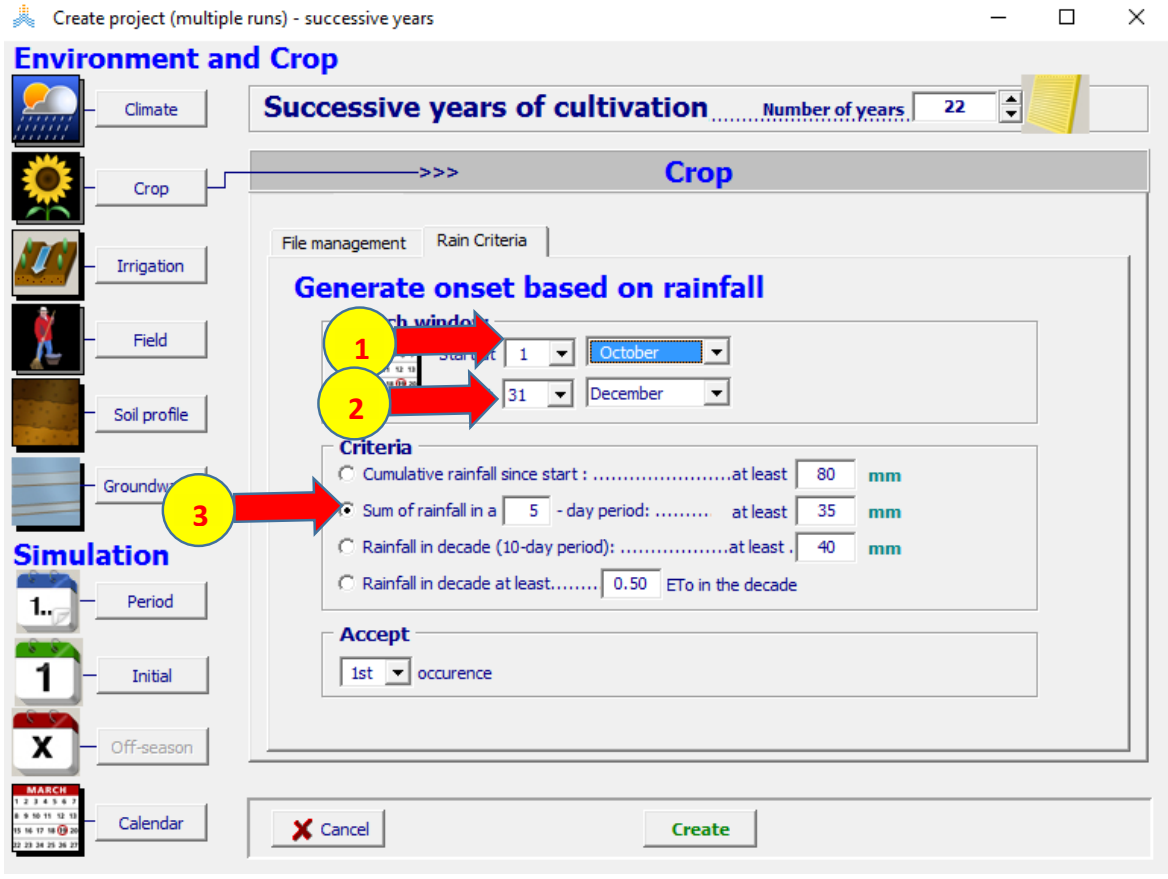
في القائمة select project file حدد الخيار successive years
ثم اختر الأمر Create project file



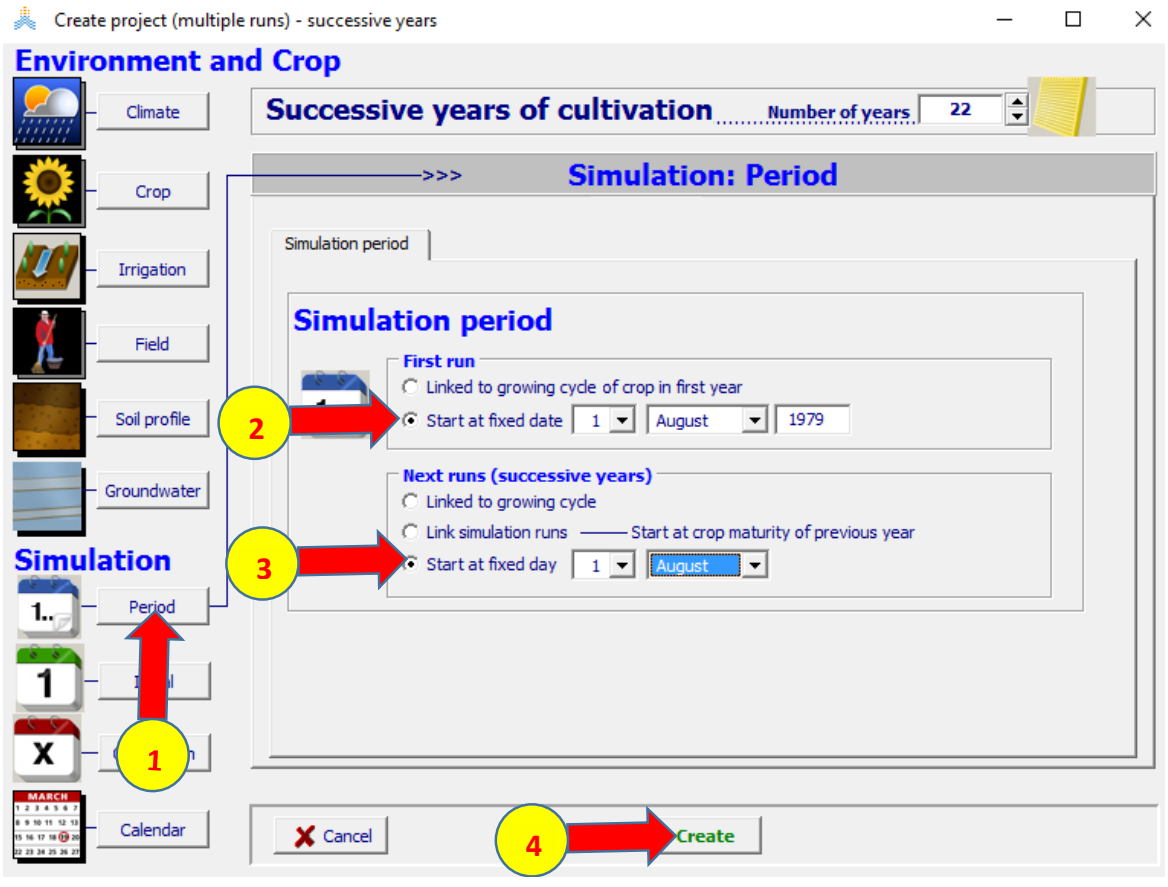
في قائمة create project اختر الأمر crop
ثم حدد generate onset based on rainfall



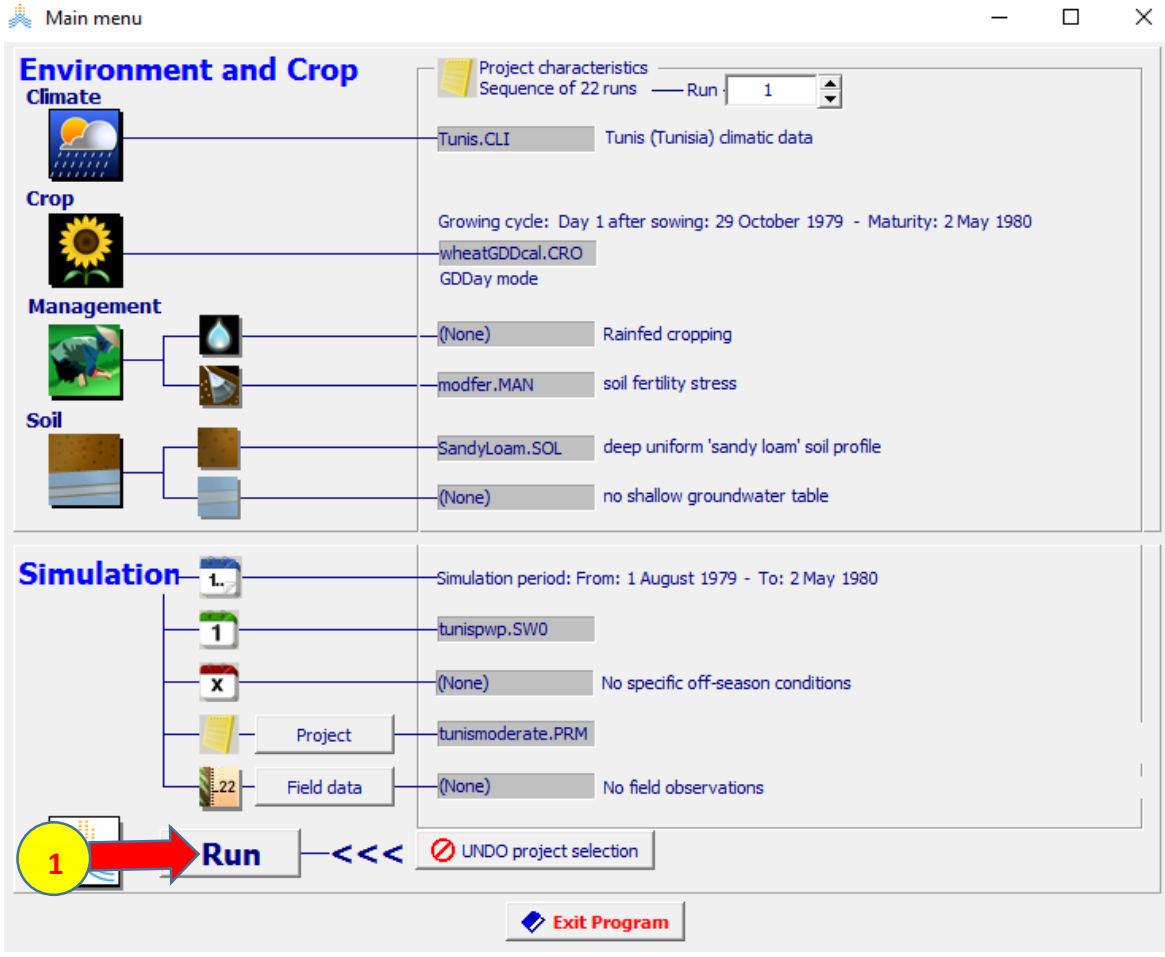
في الصفحة rain criteria حدد الخيارات الظاهرة في الشكل



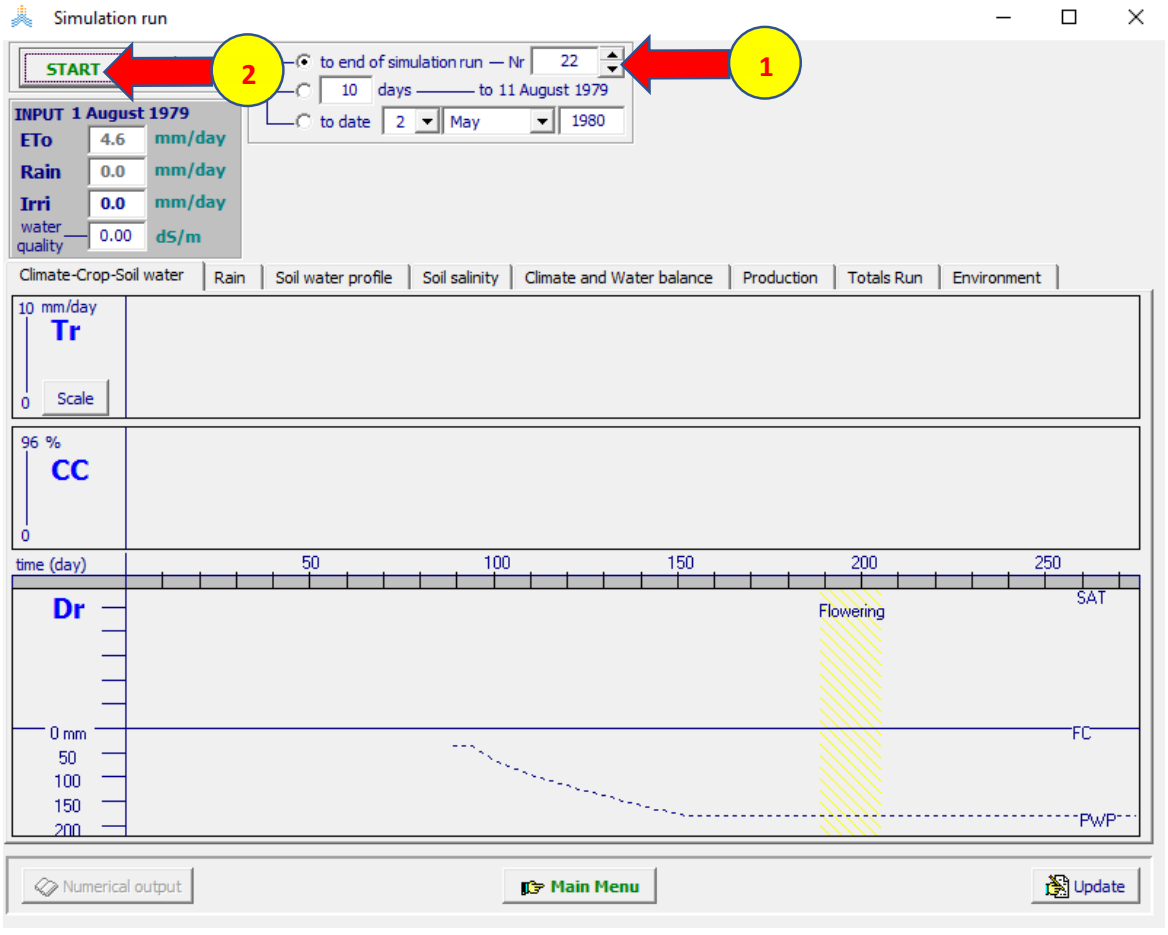
اختر الأمر period وحدد في لوحة simulation period الخيارات المبينة وتاريخ بداية المحاكاة ثم اختر أمر create واحفظ المشروع باسم tunismoderate



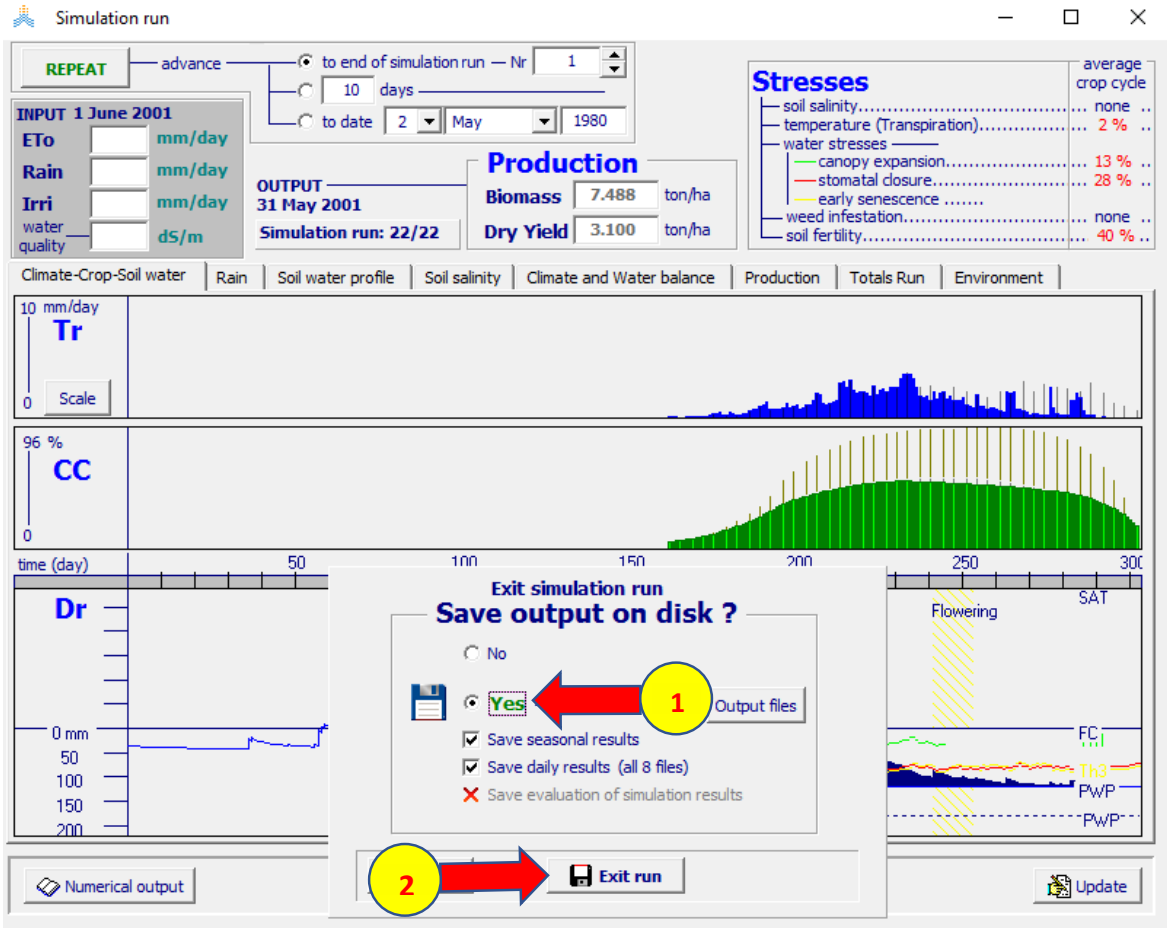
اختر الأمر run لتشغيل المحاكاة



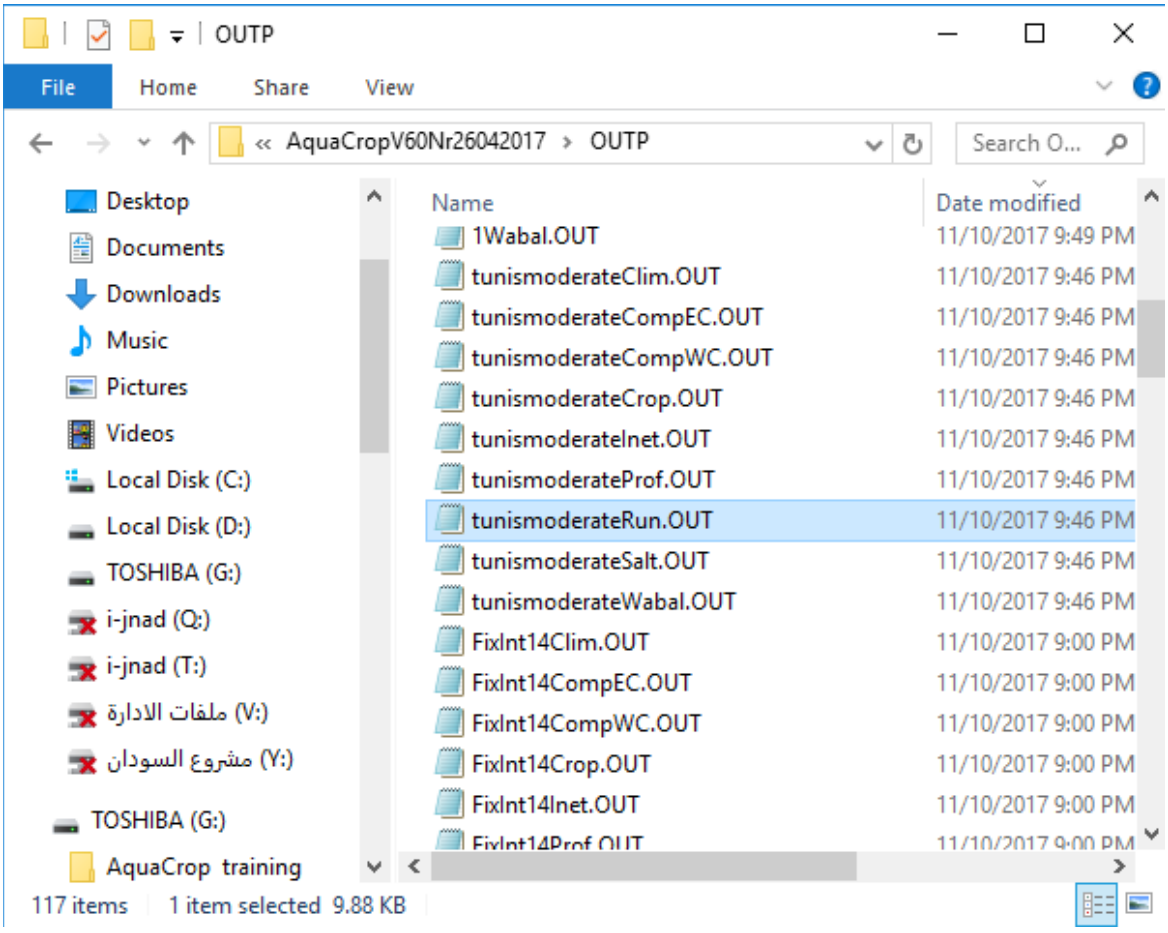
في قائمة simulation run حدد المحاكاة حتى Nr 22 ثم اختر الأمر start



عند انتهاء المحاكاة اختر الأمر main menu في أسفل القائمة
واختر yes لحفظ نتائج المحاكاة ثم اختر الأمر Exit run



استعرض النتائج من المجلد OUTP



اعد تشغيل التمرين باستخدام ملف المحصول wheatGDD.CRO (الذي لم تتم معايرته لإجهاد الخصوبة)

وذلك باستبدال ملف المحصول wheatGDDcal.CRO
بالملف wheatGDD.CRO واحفظه باسم جديد وشغله وقارن النتائج

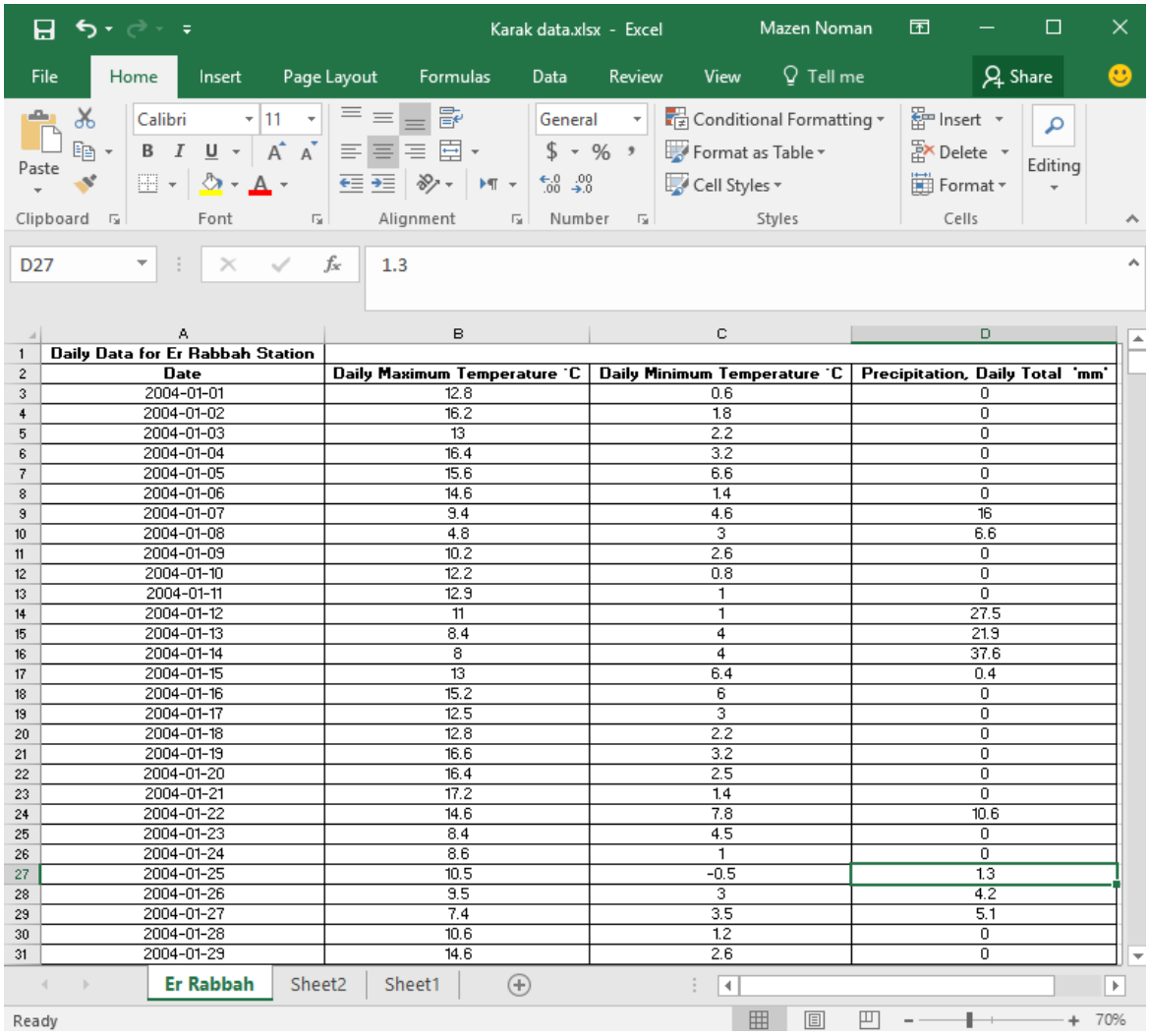
full fertility	moderate fertility	season
8.804	5.339	1980-1979
6.199	4.462	1981-1980
5.186	3.966	1982-1981
8.757	5.282	1983-1982
8.434	5.209	1984-1983
8.076	5.005	1985-1984
0.035	0.305	1986-1985
8.894	5.341	1987-1986
0.011	0.016	1988-1987
0.888	0.794	1989-1988
4.995	4.033	1990-1989
8.964	5.503	1991-1990
9.203	5.558	1992-1991
4.327	3.869	1993-1992
0.073	0.778	1994-1993
2.261	2.206	1995-1994
7.777	4.983	1996-1995
0.672	1.047	1997-1996
5.01	3.806	1998-1997
7.572	5.041	1999-1998
3.845	3.252	2000-1999
3.728	3.1	2001-2000
5.17	3.59	Average

التمرين السادس: إنشاء ملف مناخ للنموذج AquaCropلمنطقة الكرك في الأردن

إنشاء ملف مناخ (.Cli) لمنطقة الكرك في الأردن

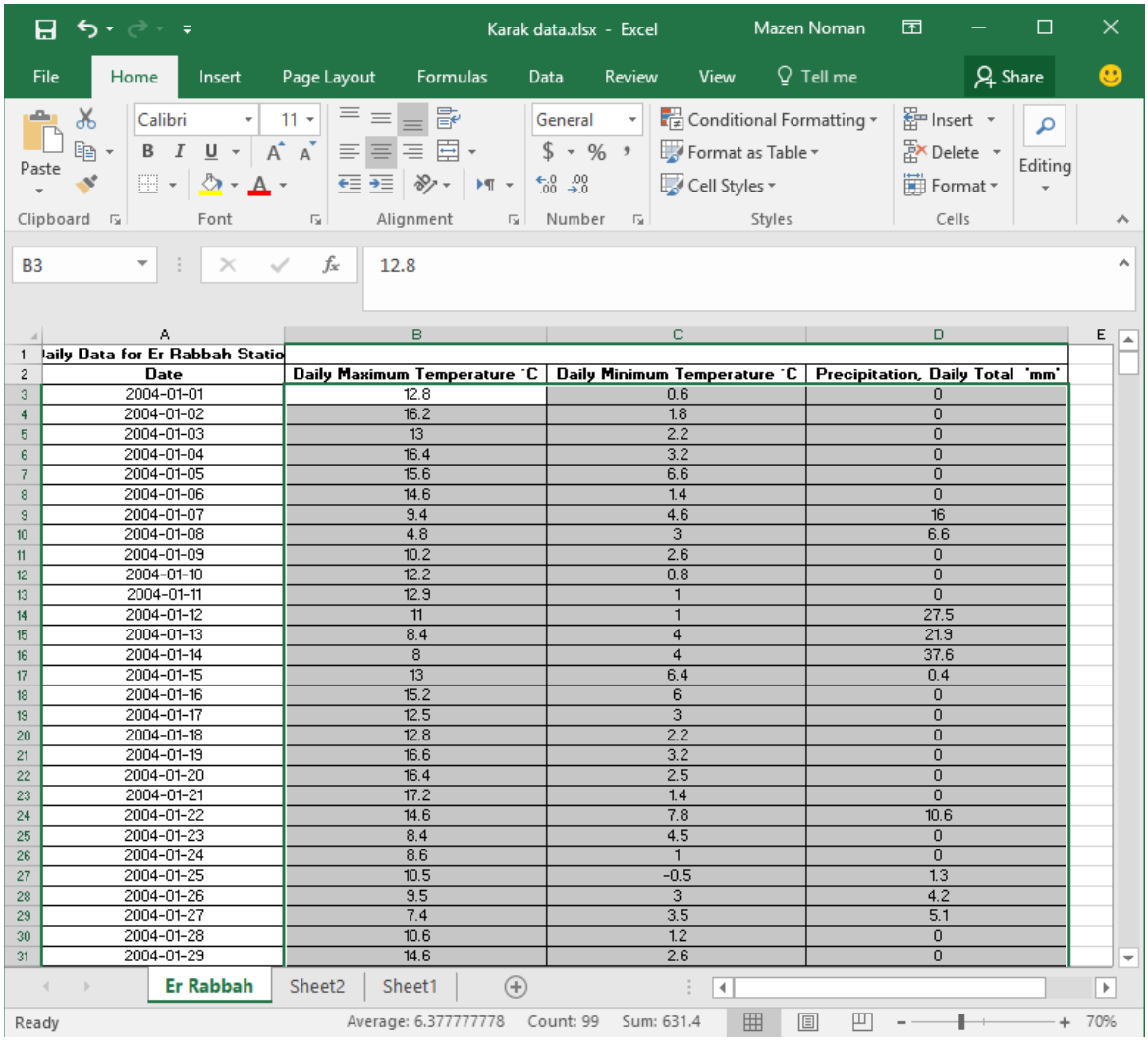
البيانات المتوفرة:

إحداثيات المحطة Alt.: 1000 m.a.s.l Long.: 35.73° E Lat.: 31.26° N.
الملف 'Karak data.xlsx' الذي يحوي بيانات هطول مطري، ودرجات حرارة عظمى ودنيا يومية للفترة 2004-2014



	A	B	C	D
1	Daily Data for Er Rabbah Station			
2	Date	Daily Maximum Temperature °C	Daily Minimum Temperature °C	Precipitation, Daily Total °mm°
3	2004-01-01	12.8	0.6	0
4	2004-01-02	16.2	1.8	0
5	2004-01-03	13	2.2	0
6	2004-01-04	16.4	3.2	0
7	2004-01-05	15.6	6.6	0
8	2004-01-06	14.6	1.4	0
9	2004-01-07	9.4	4.6	16
10	2004-01-08	4.8	3	6.6
11	2004-01-09	10.2	2.6	0
12	2004-01-10	12.2	0.8	0
13	2004-01-11	12.9	1	0
14	2004-01-12	11	1	27.5
15	2004-01-13	8.4	4	21.9
16	2004-01-14	8	4	37.6
17	2004-01-15	13	6.4	0.4
18	2004-01-16	15.2	6	0
19	2004-01-17	12.5	3	0
20	2004-01-18	12.8	2.2	0
21	2004-01-19	16.6	3.2	0
22	2004-01-20	16.4	2.5	0
23	2004-01-21	17.2	1.4	0
24	2004-01-22	14.6	7.8	10.6
25	2004-01-23	8.4	4.5	0
26	2004-01-24	8.6	1	0
27	2004-01-25	10.5	-0.5	1.3
28	2004-01-26	9.5	3	4.2
29	2004-01-27	7.4	3.5	5.1
30	2004-01-28	10.6	1.2	0
31	2004-01-29	14.6	2.6	0

إنشاء ملف نصي للبيانات المناخية
افتح الملف Karak data.xlsx وانسخ قيم البيانات المناخية فقط



Karak data.xlsx - Excel — Mazen Noman

File | Home | Insert | Page Layout | Formulas | Data | Review | View | Tell me | Share

Paste | Calibri | 11 | General | Conditional Formatting | Format as Table | Cell Styles | Insert | Delete | Format | Editing

Clipboard | Font | Alignment | Number | Styles | Cells

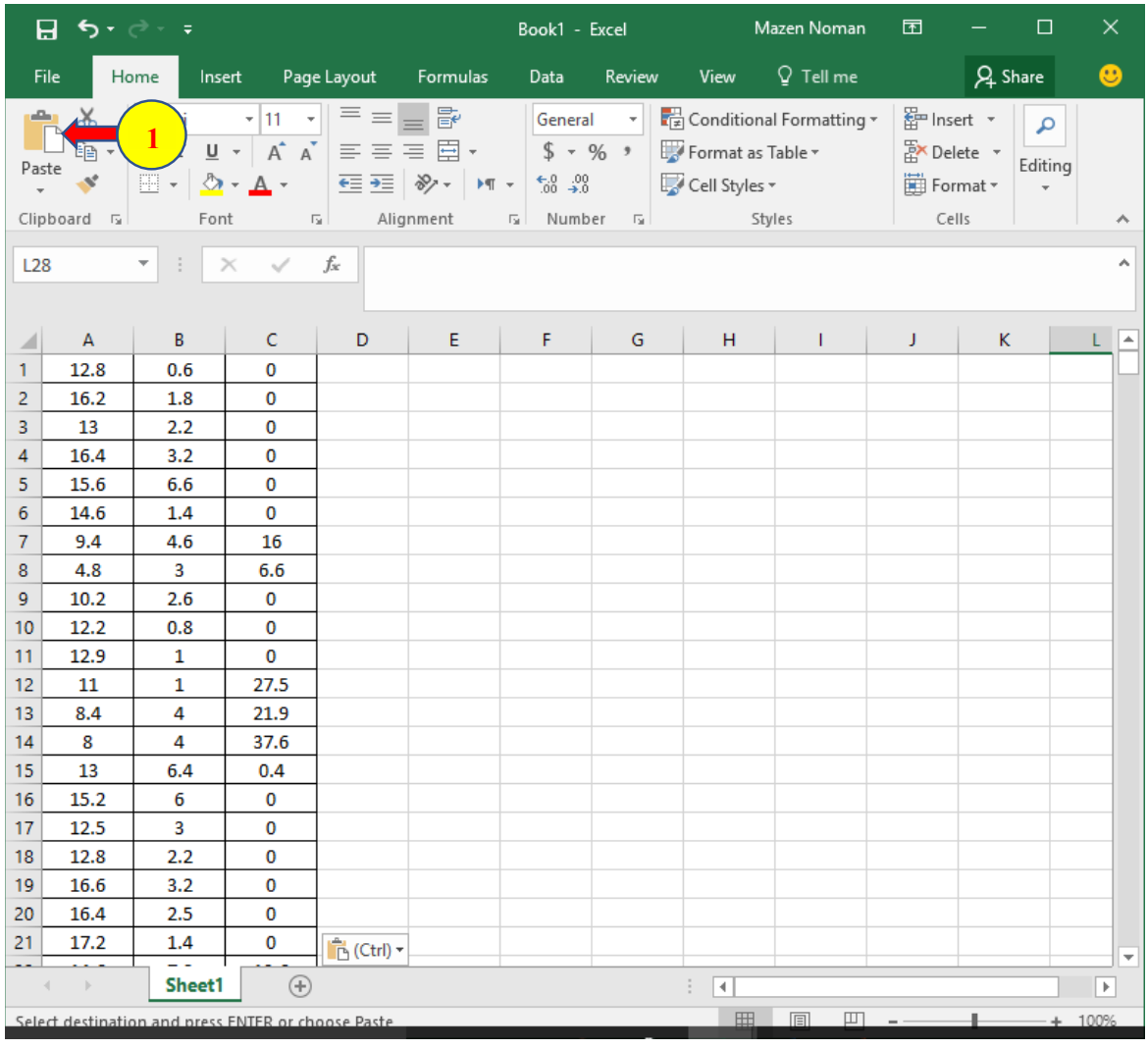
B3 | 12.8

	A	B	C	D
1	aily Data for Er Rabbah Statio			
2	Date	Daily Maximum Temperature °C	Daily Minimum Temperature °C	Precipitation, Daily Total °mm°
3	2004-01-01	12.8	0.6	0
4	2004-01-02	16.2	1.8	0
5	2004-01-03	13	2.2	0
6	2004-01-04	16.4	3.2	0
7	2004-01-05	15.6	6.6	0
8	2004-01-06	14.6	1.4	0
9	2004-01-07	9.4	4.6	16
10	2004-01-08	4.8	3	6.6
11	2004-01-09	10.2	2.6	0
12	2004-01-10	12.2	0.8	0
13	2004-01-11	12.9	1	0
14	2004-01-12	11	1	27.5
15	2004-01-13	8.4	4	21.9
16	2004-01-14	8	4	37.6
17	2004-01-15	13	6.4	0.4
18	2004-01-16	15.2	6	0
19	2004-01-17	12.5	3	0
20	2004-01-18	12.8	2.2	0
21	2004-01-19	16.6	3.2	0
22	2004-01-20	16.4	2.5	0
23	2004-01-21	17.2	1.4	0
24	2004-01-22	14.6	7.8	10.6
25	2004-01-23	8.4	4.5	0
26	2004-01-24	8.6	1	0
27	2004-01-25	10.5	-0.5	1.3
28	2004-01-26	9.5	3	4.2
29	2004-01-27	7.4	3.5	5.1
30	2004-01-28	10.6	1.2	0
31	2004-01-29	14.6	2.6	0

Er Rabbah | Sheet2 | Sheet1

Ready — Average: 6.377777778 — Count: 99 — Sum: 631.4 — 70%

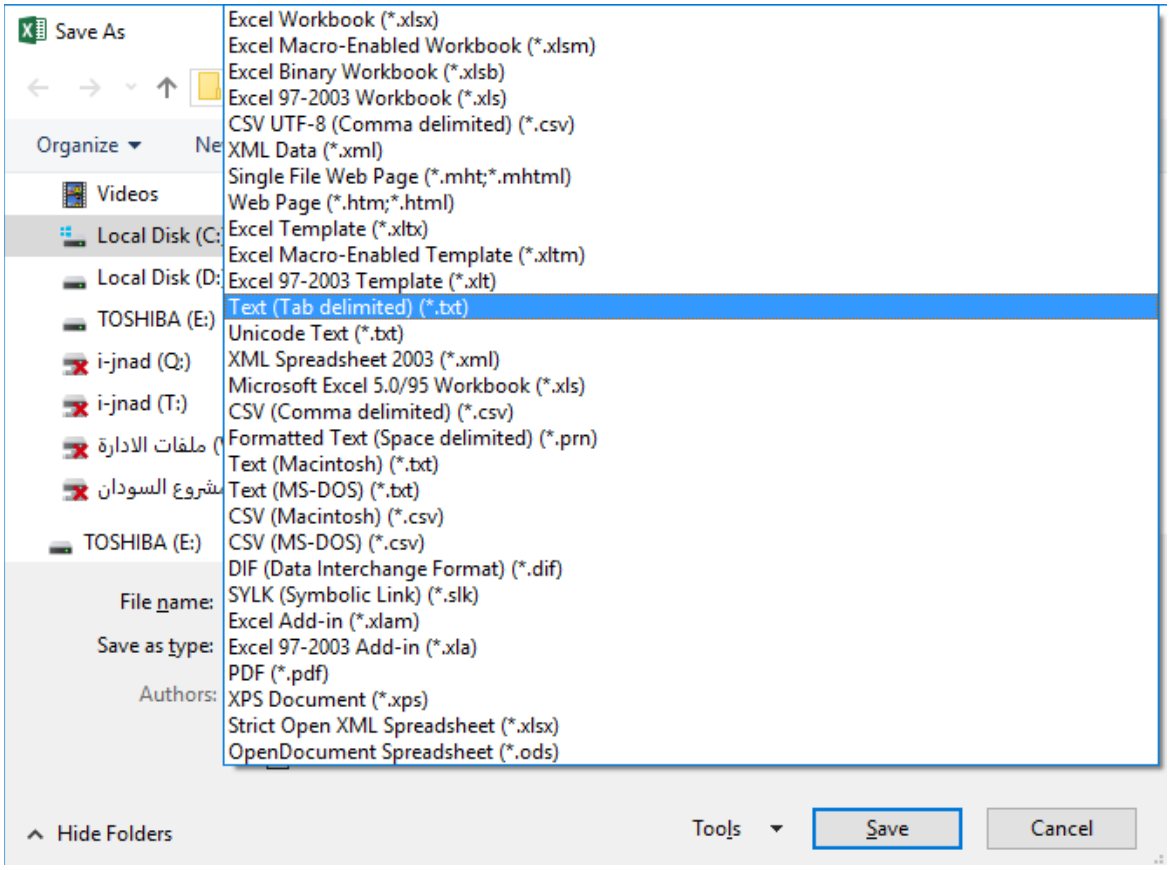
افتح ملف جديد وألصق البيانات المنسوخة باستخدام الأمر past



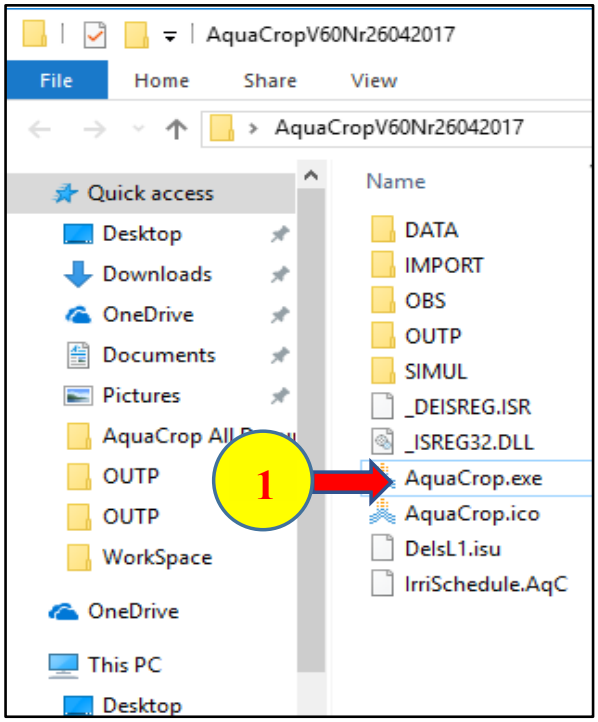
	A	B	C
1	12.8	0.6	0
2	16.2	1.8	0
3	13	2.2	0
4	16.4	3.2	0
5	15.6	6.6	0
6	14.6	1.4	0
7	9.4	4.6	16
8	4.8	3	6.6
9	10.2	2.6	0
10	12.2	0.8	0
11	12.9	1	0
12	11	1	27.5
13	8.4	4	21.9
14	8	4	37.6
15	13	6.4	0.4
16	15.2	6	0
17	12.5	3	0
18	12.8	2.2	0
19	16.6	3.2	0
20	16.4	2.5	0
21	17.2	1.4	0

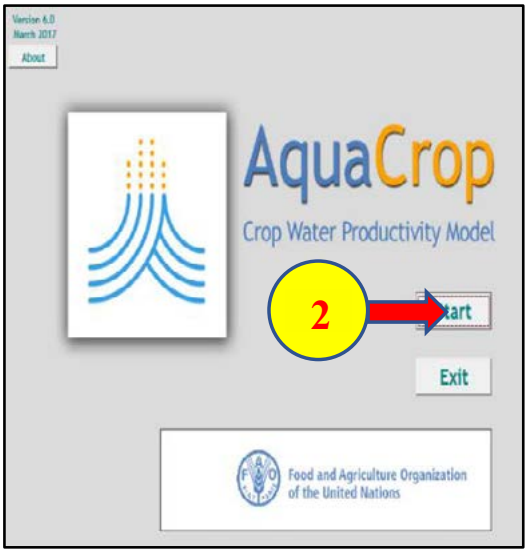
احفظ الملف في المجلد IMPORT في مجلد AquaCrop باسم Karak
باستخدام الأمر Save As وتحديد نوع الملف في الخيار

Save as Type: Text (tab delimited) (*.txt)

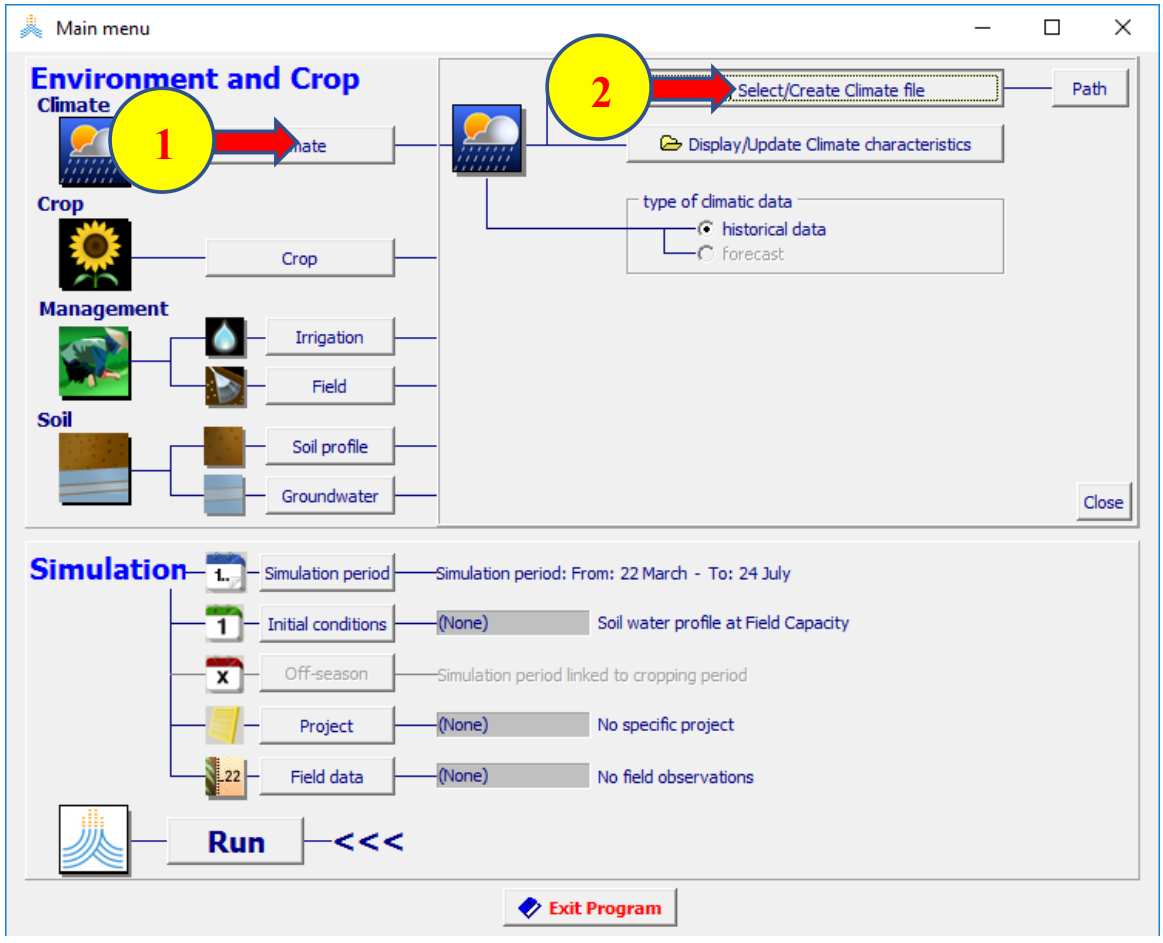


شغل برنامج AquaCrop من الملف التنفيذي AquaCrop.exe ثم باختيار الأمر ابدأ <Start> في واجهة البرنامج

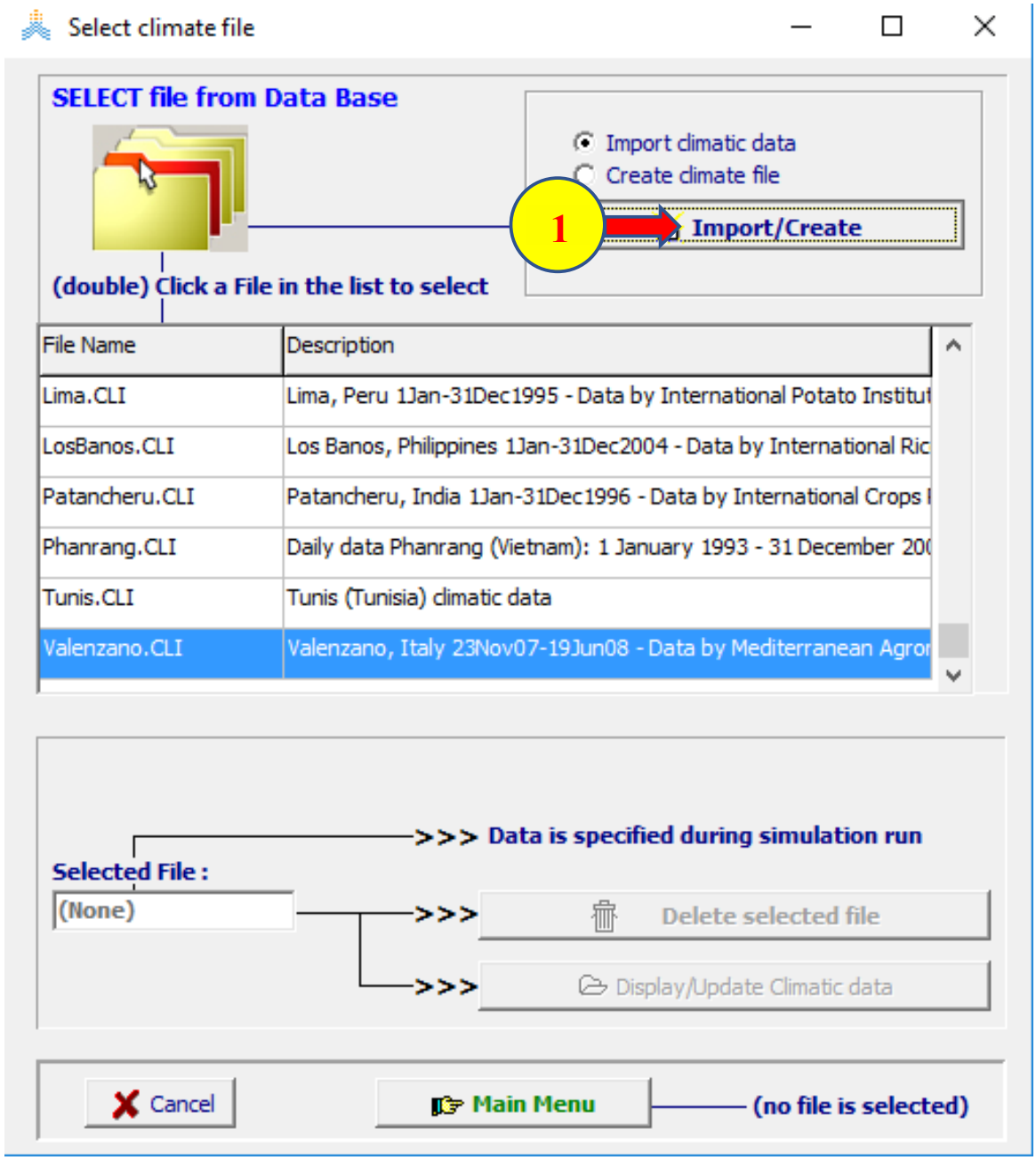




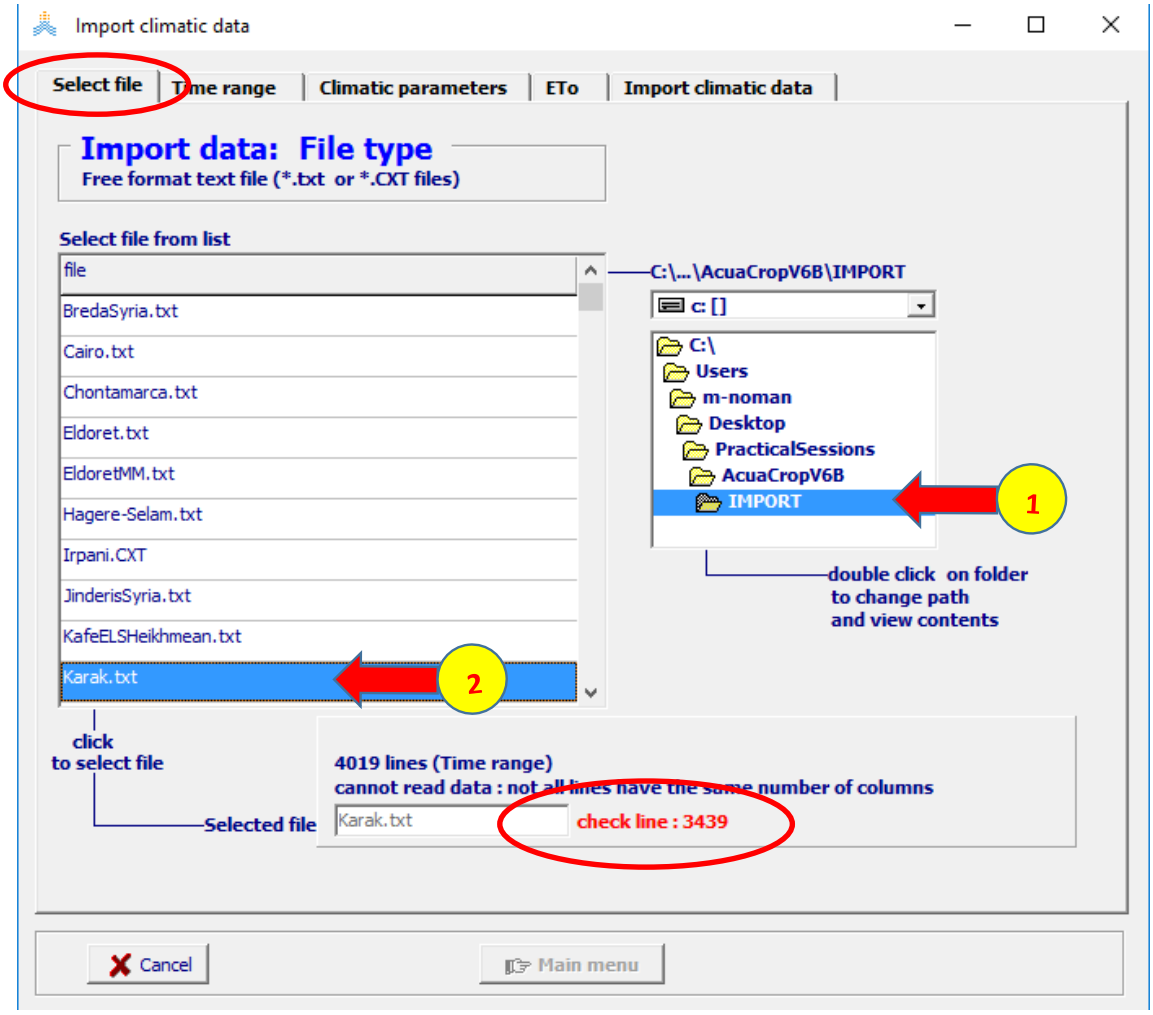
اختر الأمر Climate ثم الأمر Select/Create Climate File



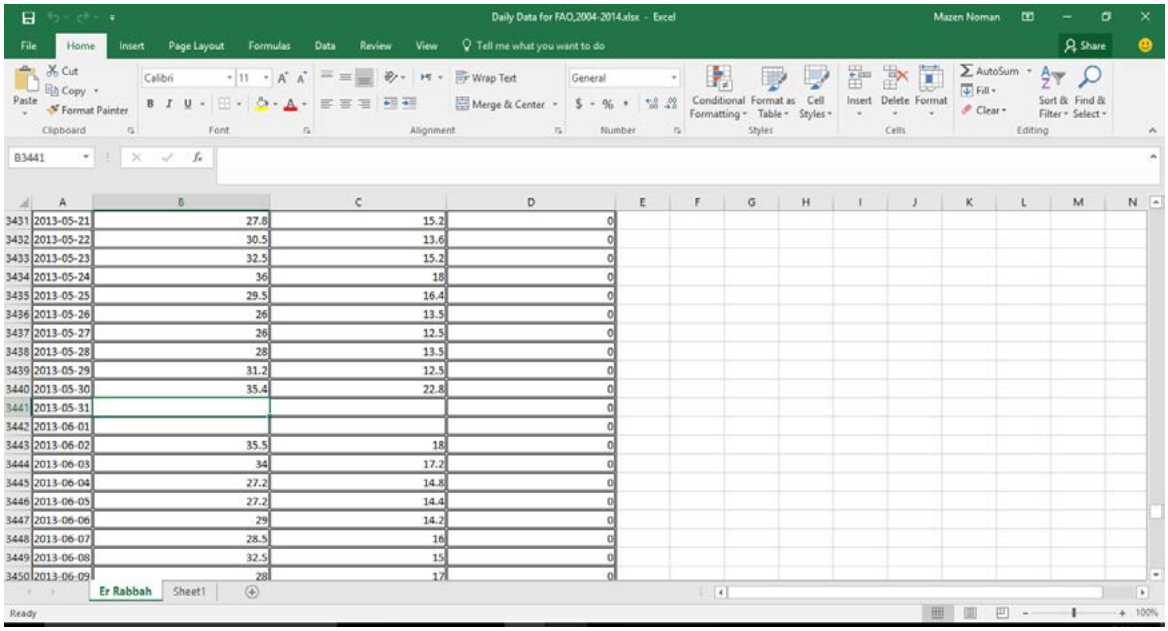
في قائمة Select Climate file اختر الأمر Import / Create



اختر واجهة Select file من القائمة import Climate Data: حدد المسار إلى المكتبة المحفوظ فيها الملف Karak.txt ثم قم باختياره،
تظهر رسالة تنبيه: (check line:3439)

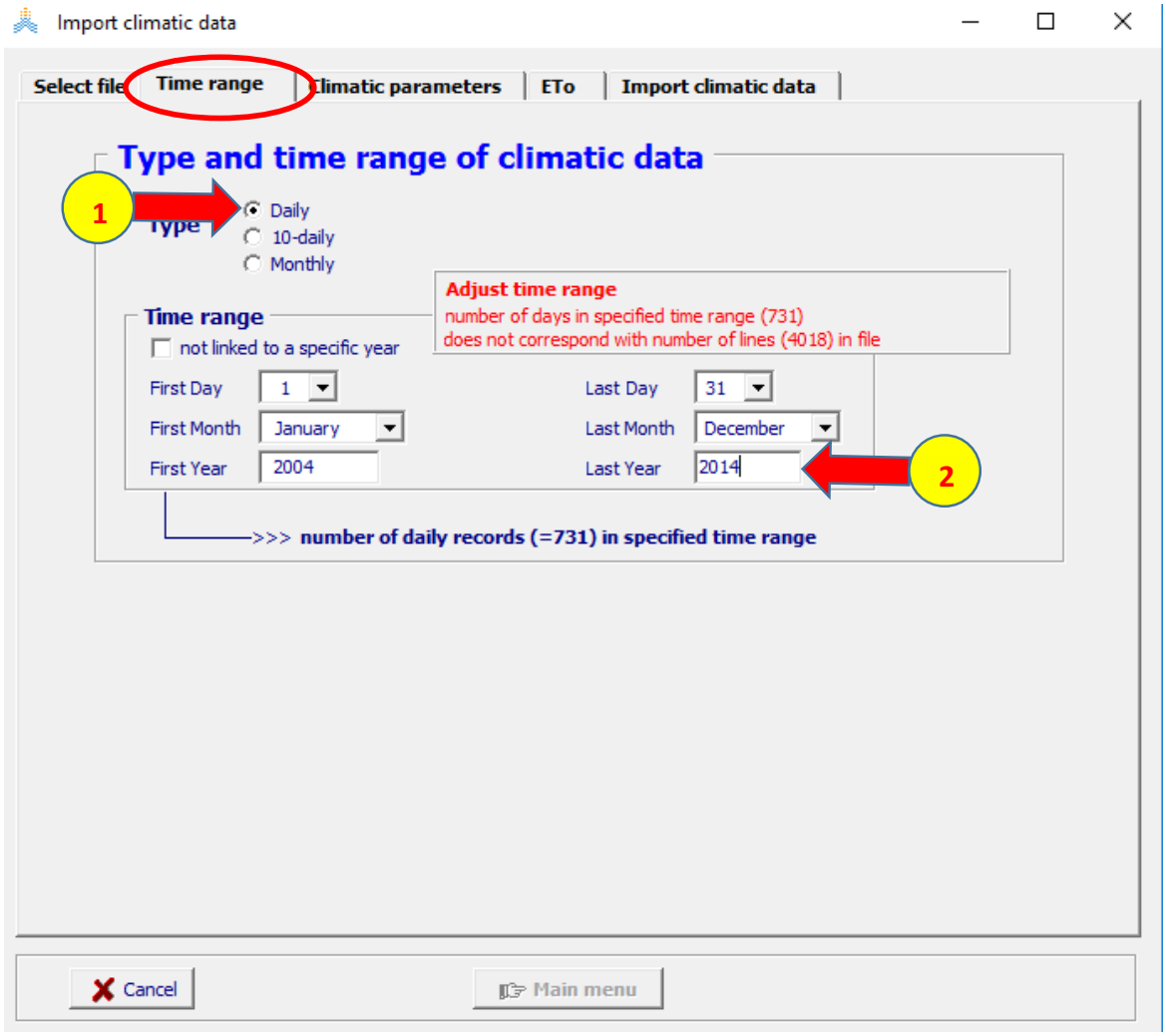


عد إلى الملف Karak data.xlsx تجد حقول فارغة في عمودي الحرارة الدنيا والحرارة العظمى لذلك لا يمكن استيراد الملف إلى البرنامج Aquacrop.
قم بتقدير القيم المفقودة واحفظ الملف وأعد الخطوات السابقة

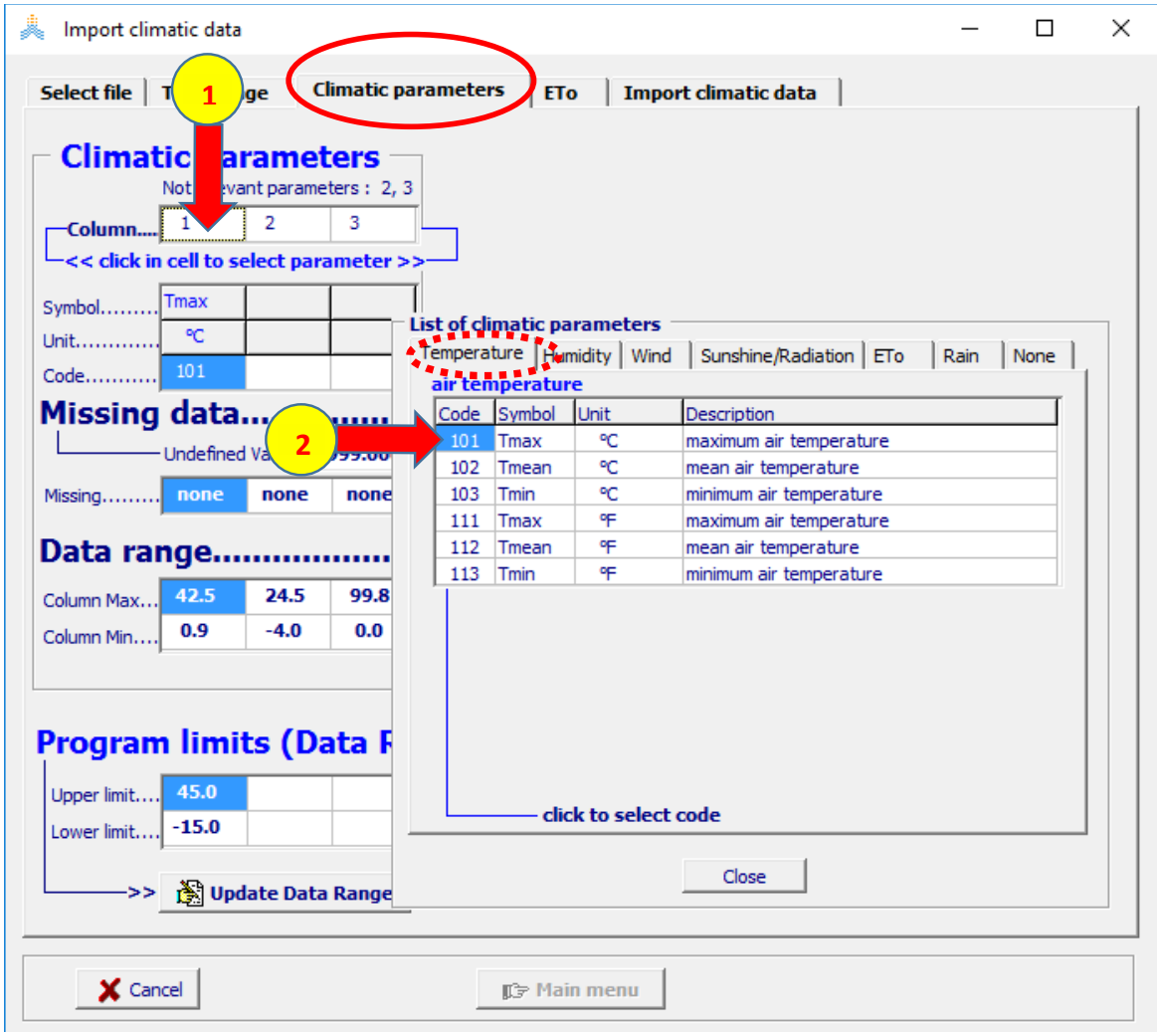


	A	B	C	D
3431	2013-05-21	27.8	15.2	0
3432	2013-05-22	30.5	13.6	0
3433	2013-05-23	32.5	15.2	0
3434	2013-05-24	36	18	0
3435	2013-05-25	29.5	16.4	0
3436	2013-05-26	26	13.5	0
3437	2013-05-27	26	12.5	0
3438	2013-05-28	28	13.5	0
3439	2013-05-29	31.2	12.5	0
3440	2013-05-30	35.4	22.8	0
3441	2013-05-31			0
3442	2013-06-01			0
3443	2013-06-02	35.5	18	0
3444	2013-06-03	34	17.2	0
3445	2013-06-04	27.2	14.8	0
3446	2013-06-05	27.2	14.4	0
3447	2013-06-06	29	14.2	0
3448	2013-06-07	28.5	16	0
3449	2013-06-08	32.5	15	0
3450	2013-06-09	28	17	0

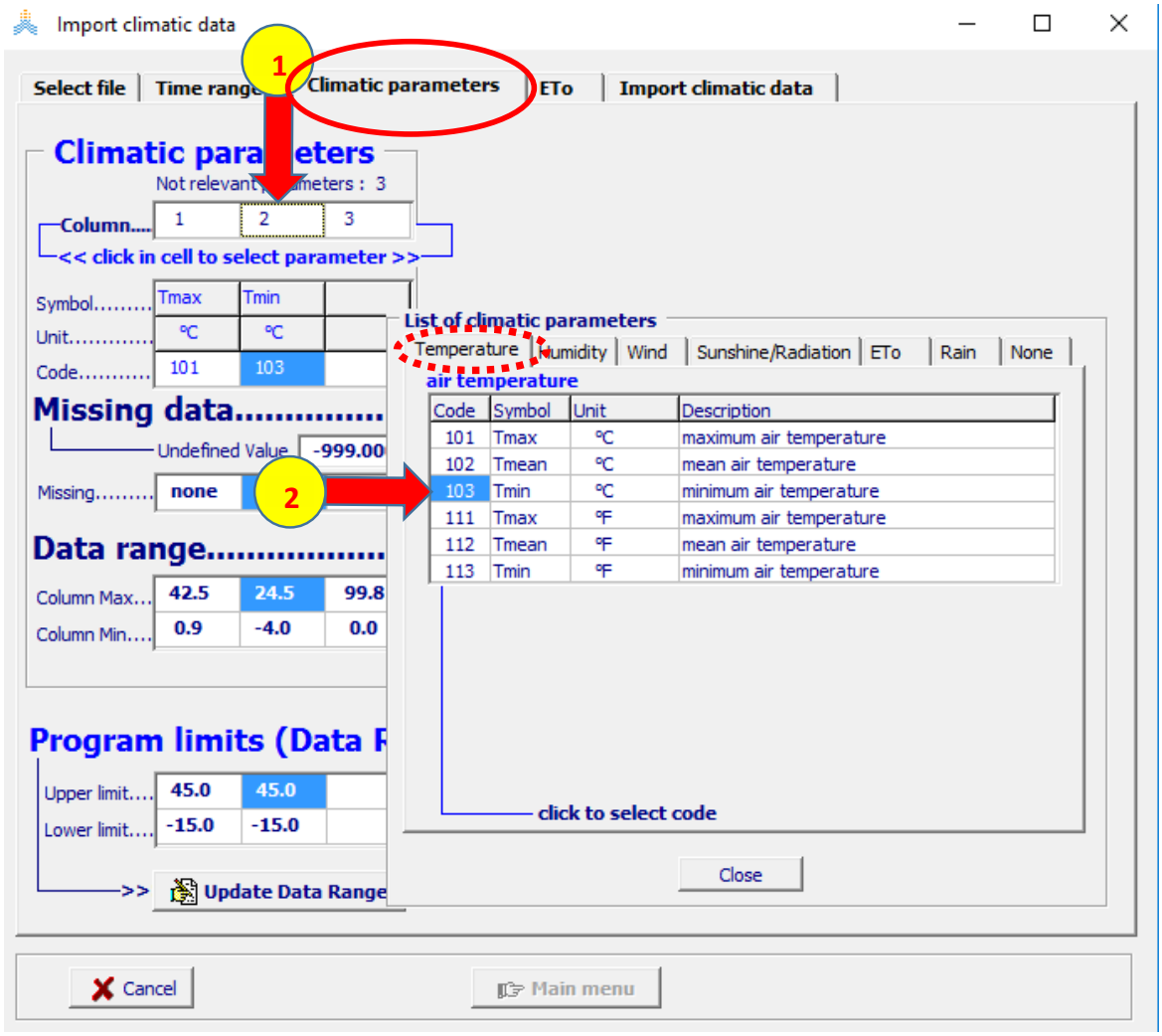
اختر الواجهة Time Rangeمن القائمة import Climate Data
حدد Type(Daily) ثم حدد Time Rang كما في الشكل



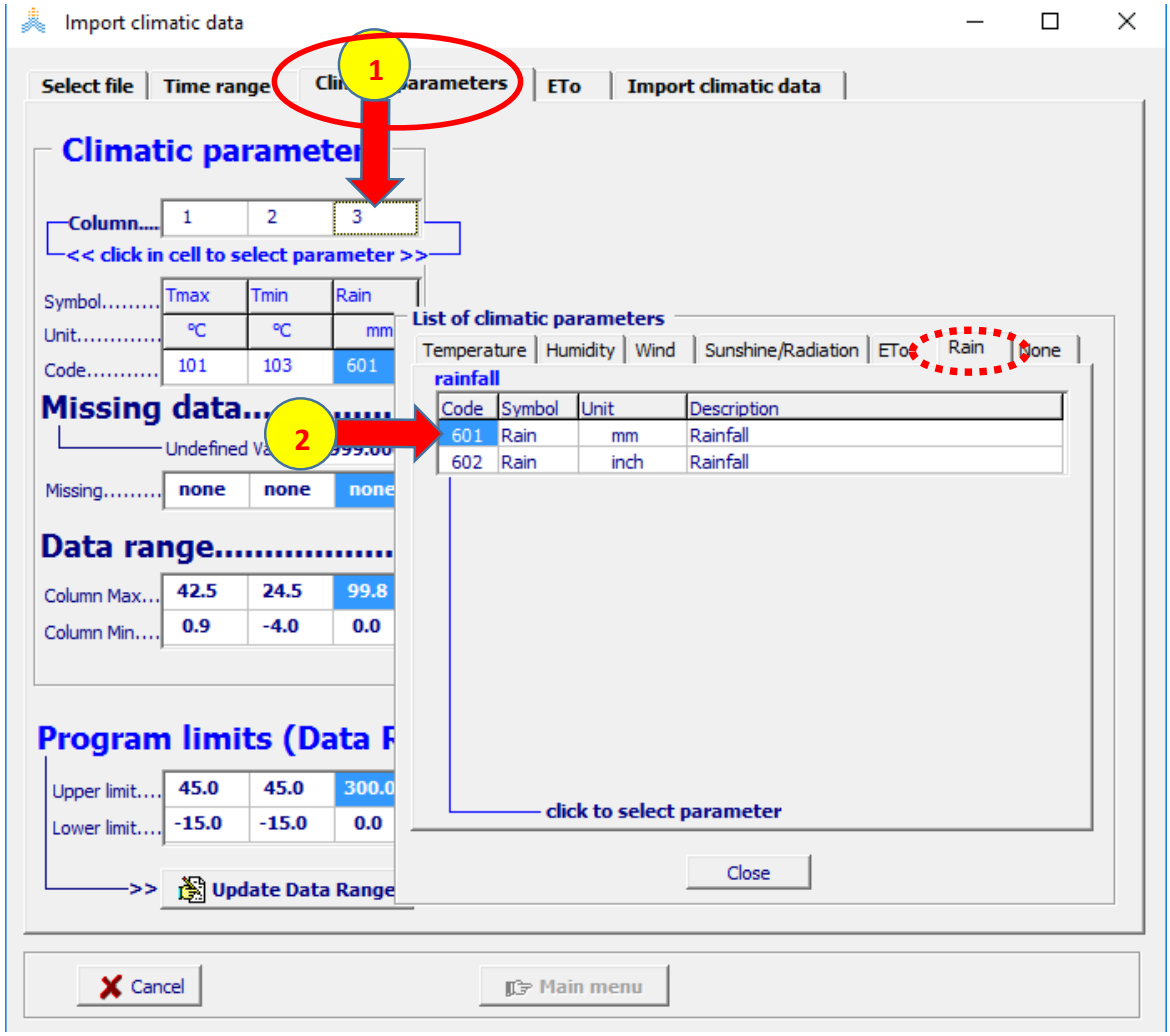
اختر الواجهة climatic parameters من القائمة import Climate Data:
اختر column1 من أعمدة العوامل المناخية ثم اختر temperature من قائمة العوامل المناخية وقم باختيار السطر الأول (Tmax)



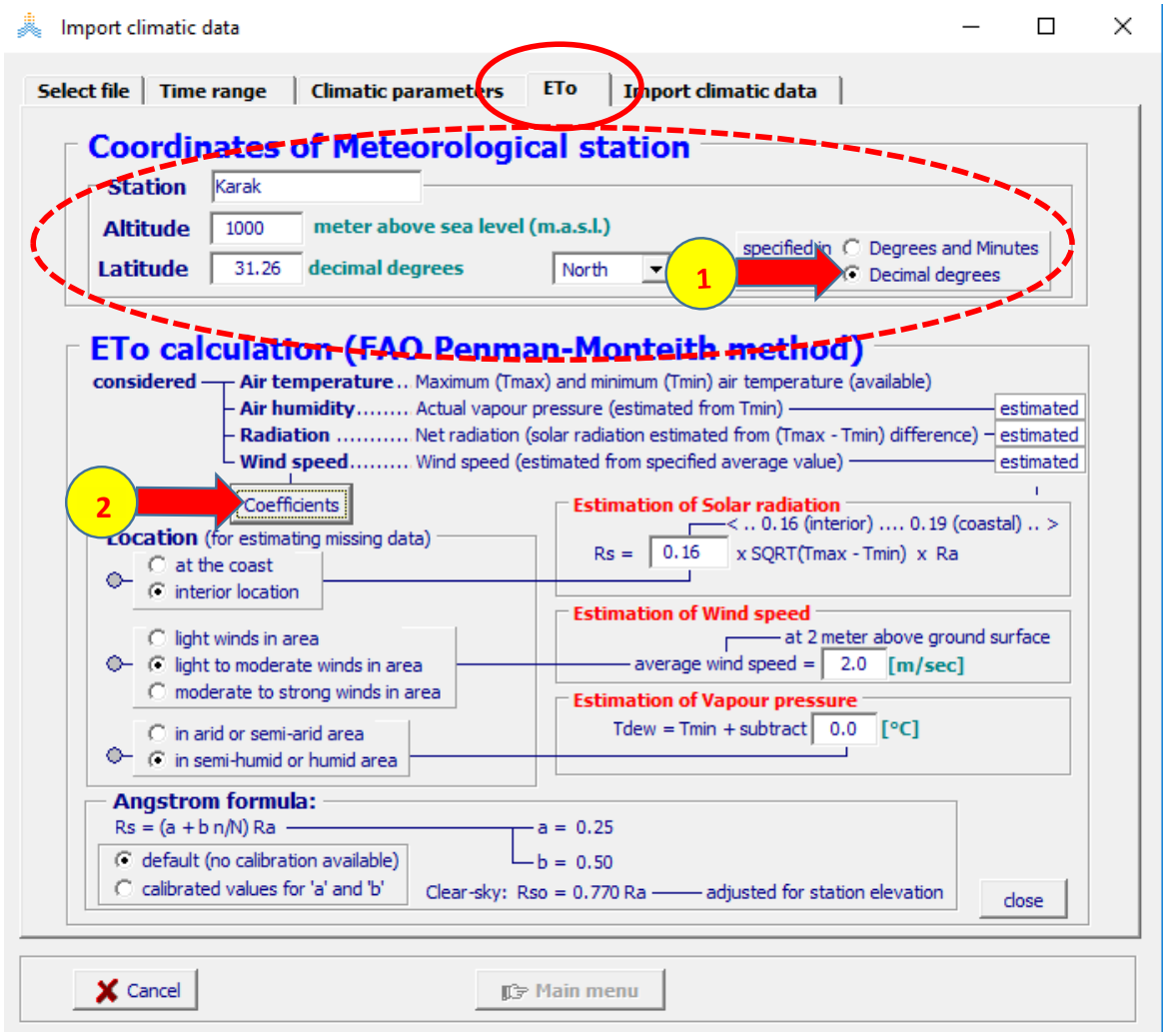
اختر Column 2 من أعمدة العوامل المناخية ثم اختر Temperature من قائمة العوامل المناخية وقم باختيار السطر الثالث (Tmin)



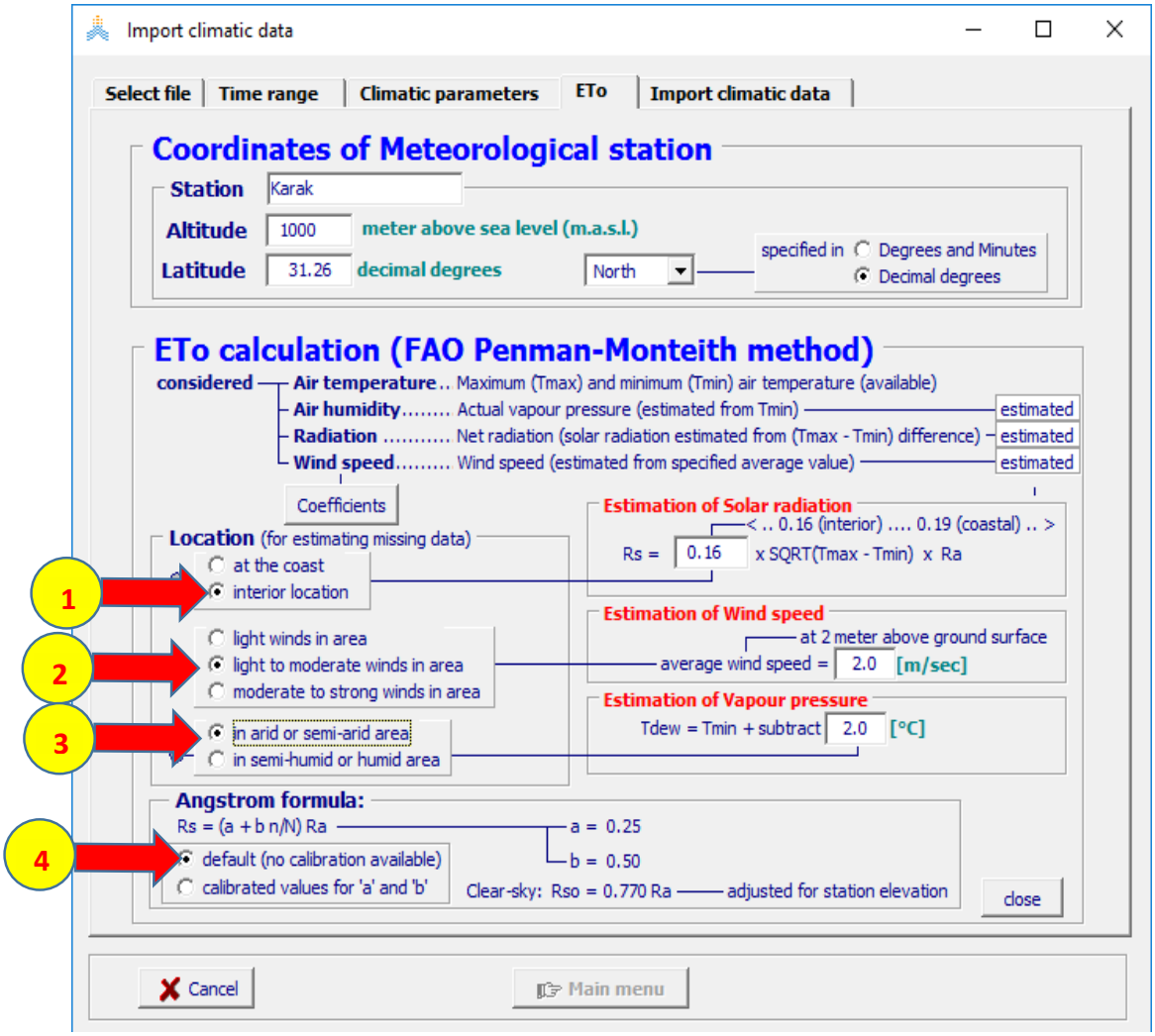
اختر column 3 من أعمدة العوامل المناخية ثم اختر Rain من قائمة العوامل المناخية وقم باختيار السطر الأول (Rain mm)



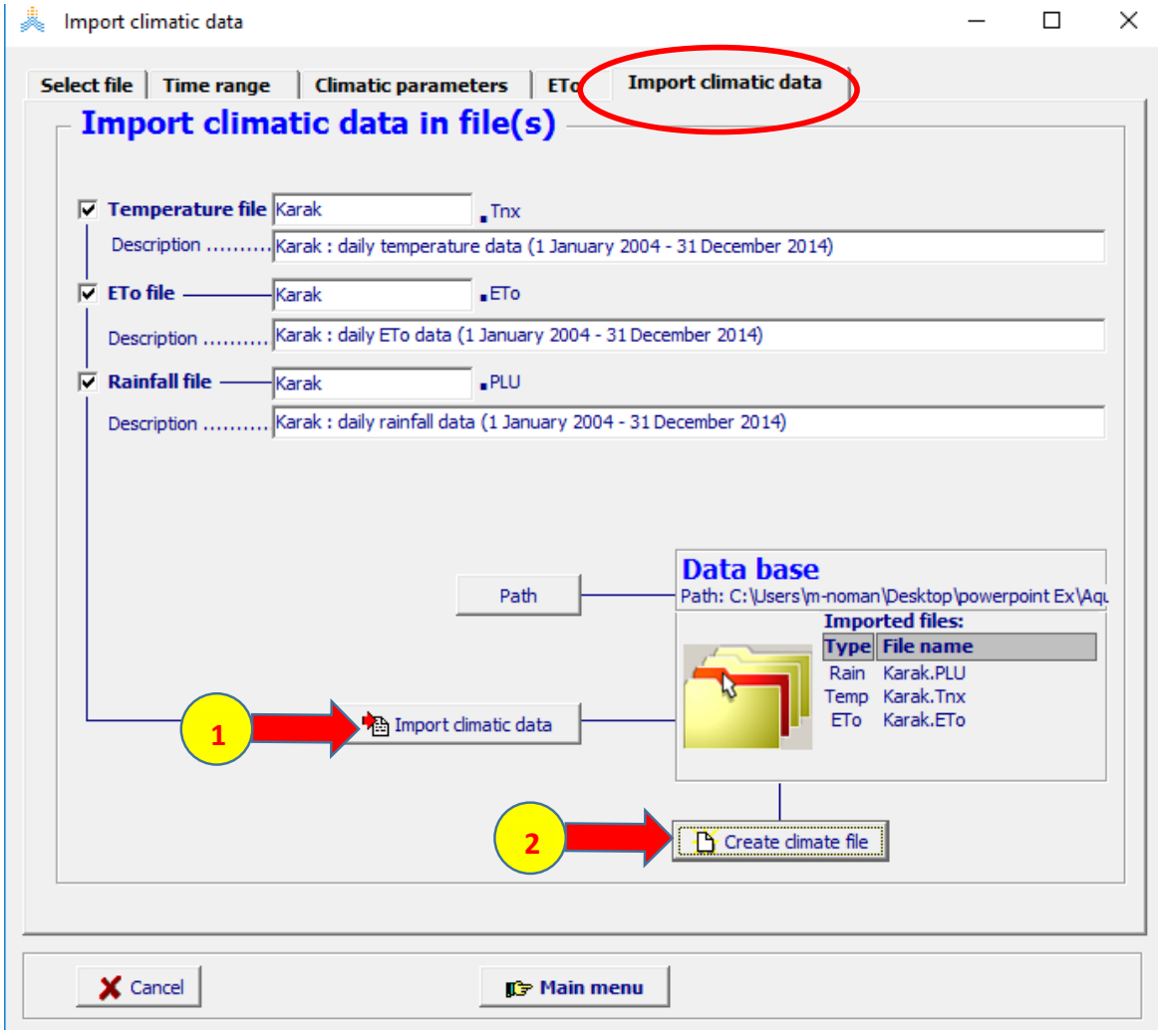
اختر الواجهة ETo من القائمة import Climate Data: حدد إحداثيات المحطة،
حول من خيار Degrees and minutes إلى الخيار Decimal degrees
حدد Altitude (1000) حدد Latitude (31.26)
ثم اختر Coefficients لإظهار خيارات تحديد الموقع.



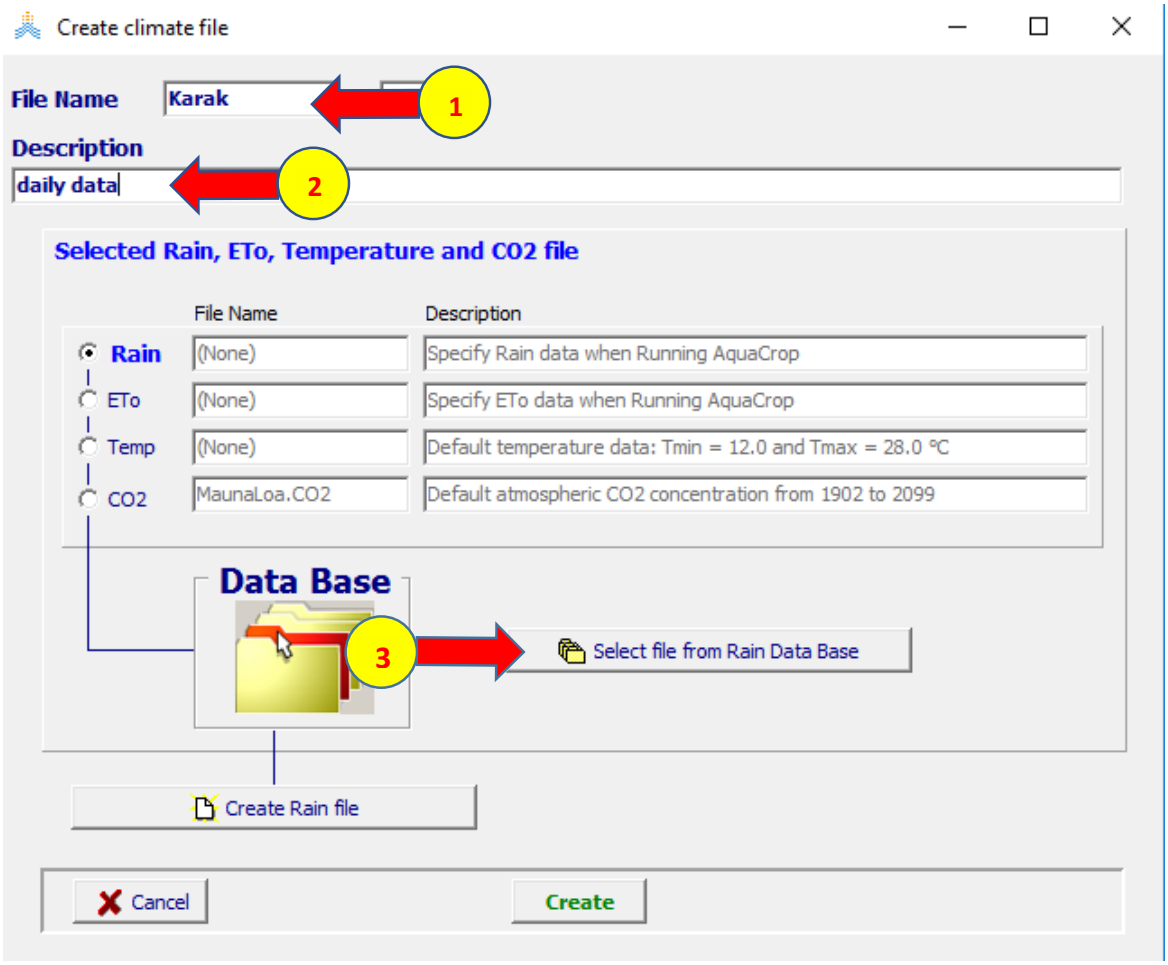
حافظ على الخيارات 1و 2 و4 وحدد الخيار 3 (in arid or semi-arid area)



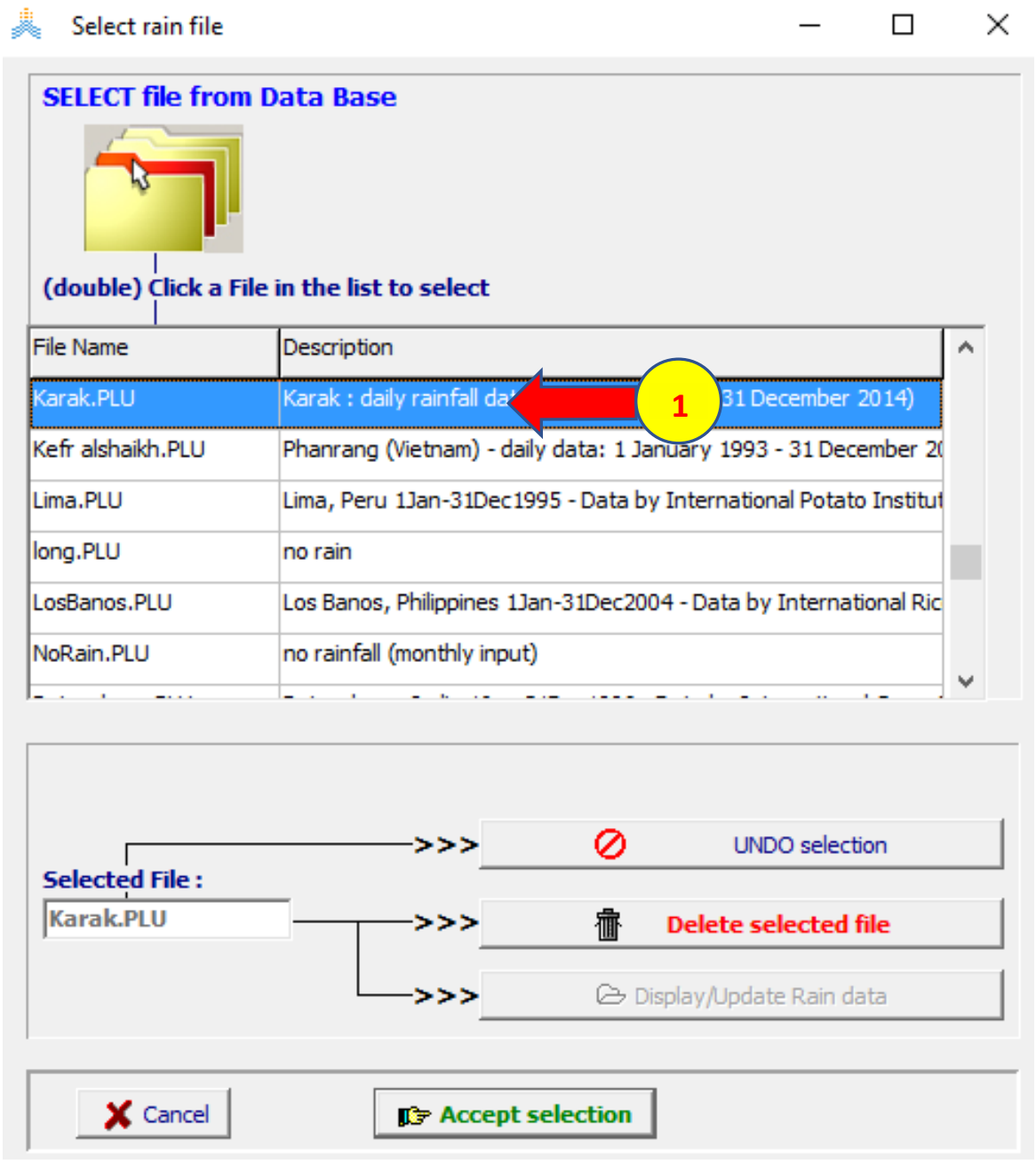
اختر الأمر import Climate Data من الواجهة import Climate Data:
اختر الأمر import Climate Data فيتم إنشاء ملفات الهطول المطري
Karak.PLU ودرجة الحرارة. Karak.Tnx والتبخر- نتح المرجعي Karak.ETO.
بعد ذلك اختر الأمر Create Climate Data.



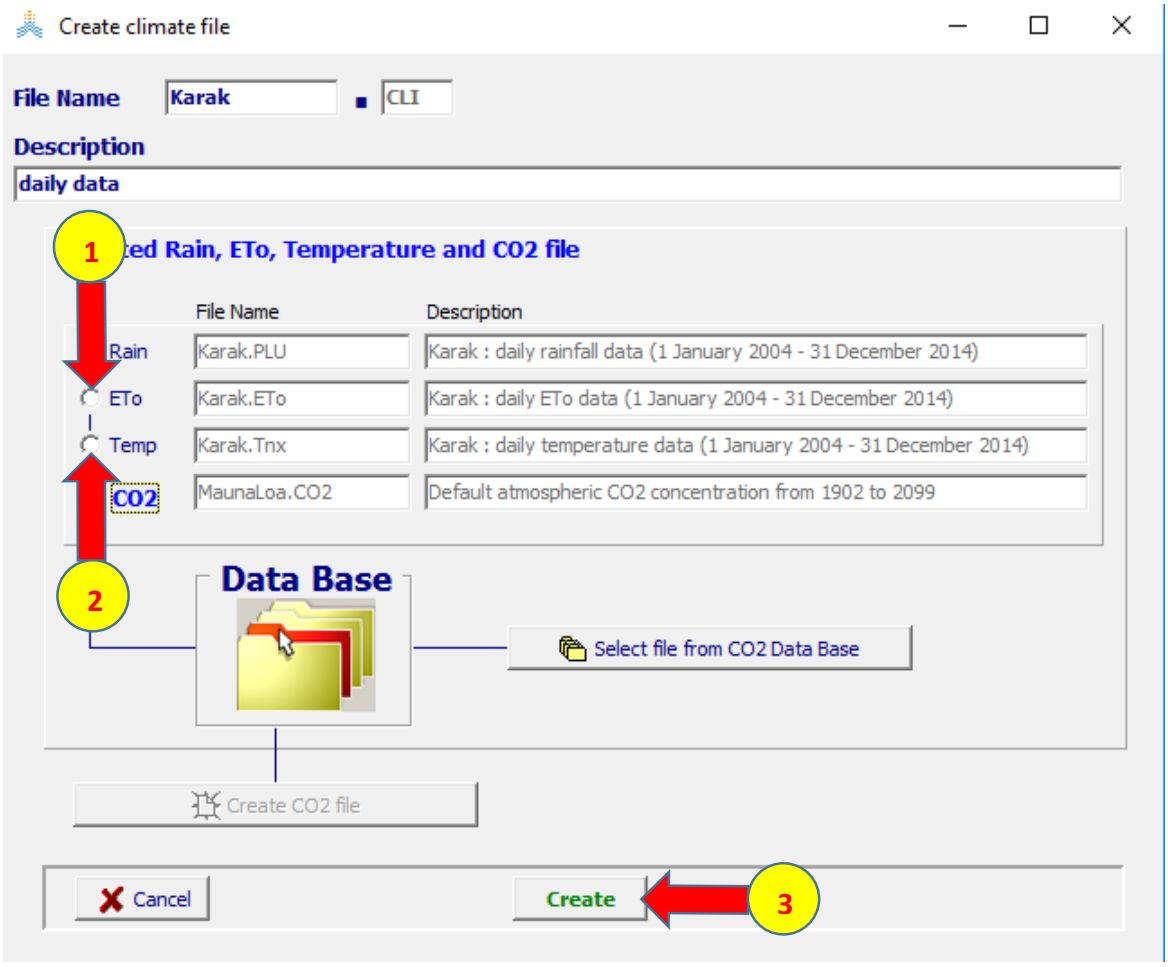
حدد File Name Descriptiong كما هو مبين في الشكل.
ثم اختر الأمر Select file from rain data base



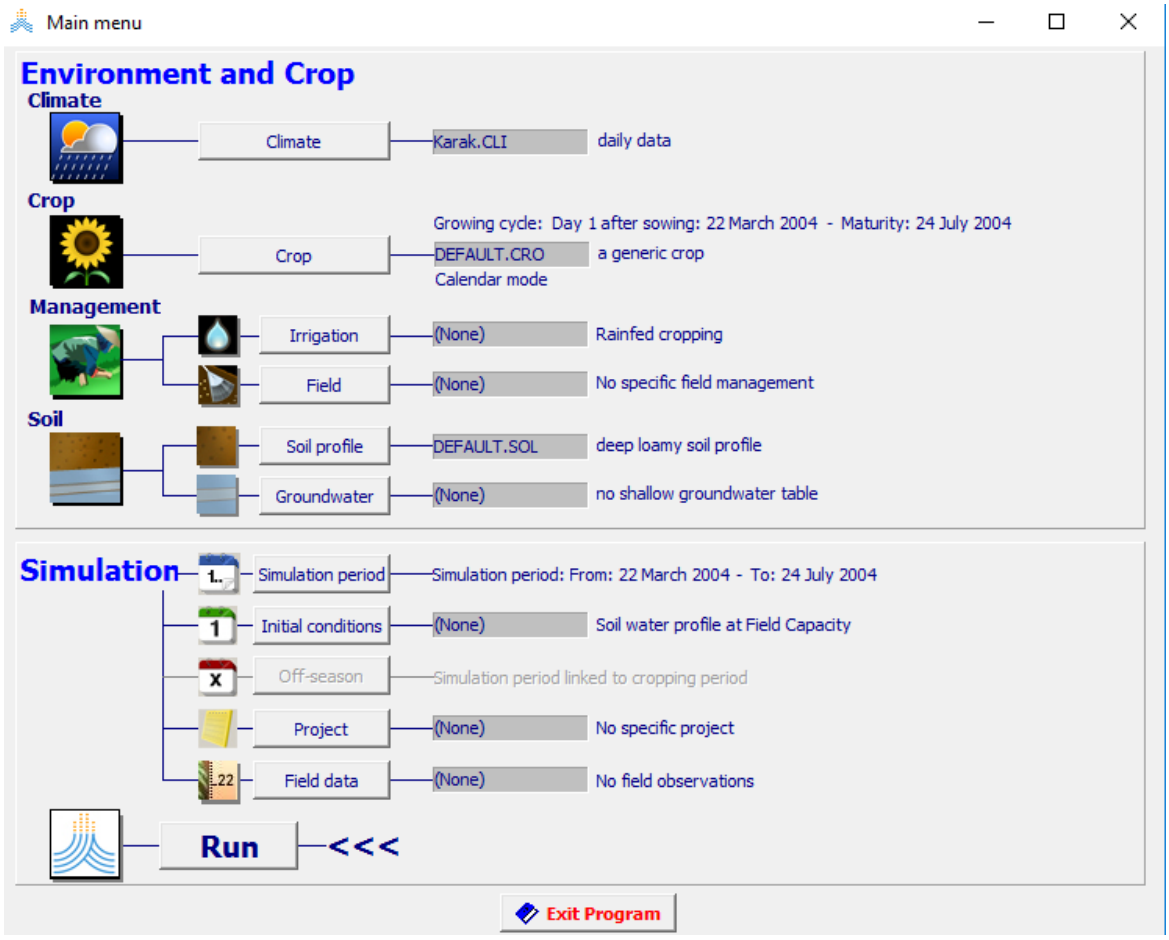
اختر الملف Karak.PLU



اعد نفس الخطوات لاختيار الملفين Karak.Tnx و Karak.Eto
ثم اختر الأمر Create لإنشاء ملف المناخ



يعود البرنامج إلى Main Menu ويعرض اسم ملف المناخ الذي تم إنشاؤه karak.CLI



التمرين السابع: المعايرة

معايرة إنتاجية محصول القمح البعل في الكرك-الأردن

الهدف من التمرين: معايرة إنتاجية محصول القمح البعل في الكرك بمقارنتها ببيانات إنتاجية مقاسة للفترة 2005-2013.

المطلوب: أنشئ مشروعا لمحاكاة إنتاجية القمح البعل في منطقة الكرك في ظروف ابتدائية مختلفة وظروف إدارة حقل مختلفة وقارن النتائج مع الإنتاجية المقاسة.

المعطيات

البيانات المناخية: ملف المناخ Jordan.CLI (يتضمن البيانات المناخية للفترة 2004-2013)

خصائص المحصول: محصول القمح البعل وخصائصه موجودة في الملف wheatRainfedJordan.CRO الذي يعتمد تقويم حرارة النمو

تاريخ الزراعة هو 1 December.

ادارة الحقل: ملف الحقل: Jordan.MAN

خصائص التربة: ملف التربة Jordan.SOL

إنتاجية محصول القمح الفعلية

observed yield ton/ha	year
1.2	2005
0.9	2006
0.9	2007
0.5	2008
0	2009
0.6	2010
0.8	2011
0.5	2012
0.9	2013

يمكن أن تتم المعايرة بتعديل أي مما يلي (إذا لم تكن قيمها من ضمن المعطيات المقاسة حقليا):

1. معاملات المحصول.
2. الخصائص الفيزيائية للتربة.
3. معاملات إدارة الحقل.
4. الظروف الابتدائية عند بداية المحاكاة.

معاملات المحصول التي يمكن تعديلها

1. معاملات تتعلق بطريقة الزراعة او الادارة

- (Size of transplant seedling) if crop is transplanted

1. Plant density (to determine CCo)
2. Maximum canopy cover (CCx)
3. Time to 90% seedling emergence (CCo)

2. المراحل الفينولوجية للمحصول (Phenology)

4. Time to reach maximum canopy cover (CCx)
5. Time to beginning of canopy senescence
6. Time to physiological maturity
7. Time to start of flowering
8. Duration of flowering

3. معاملات تتعلق بخواص مقطع التربة

9. Maximum effective rooting depth (Zx)
10. Time to reach maximum effective rooting depth

4. معاملات تتعلق بالصنف

- Reference harvest index (Hlo)

5. معاملات تتعلق بالتربة والادارة

- Responses to soil fertility and/or soil salinity stress

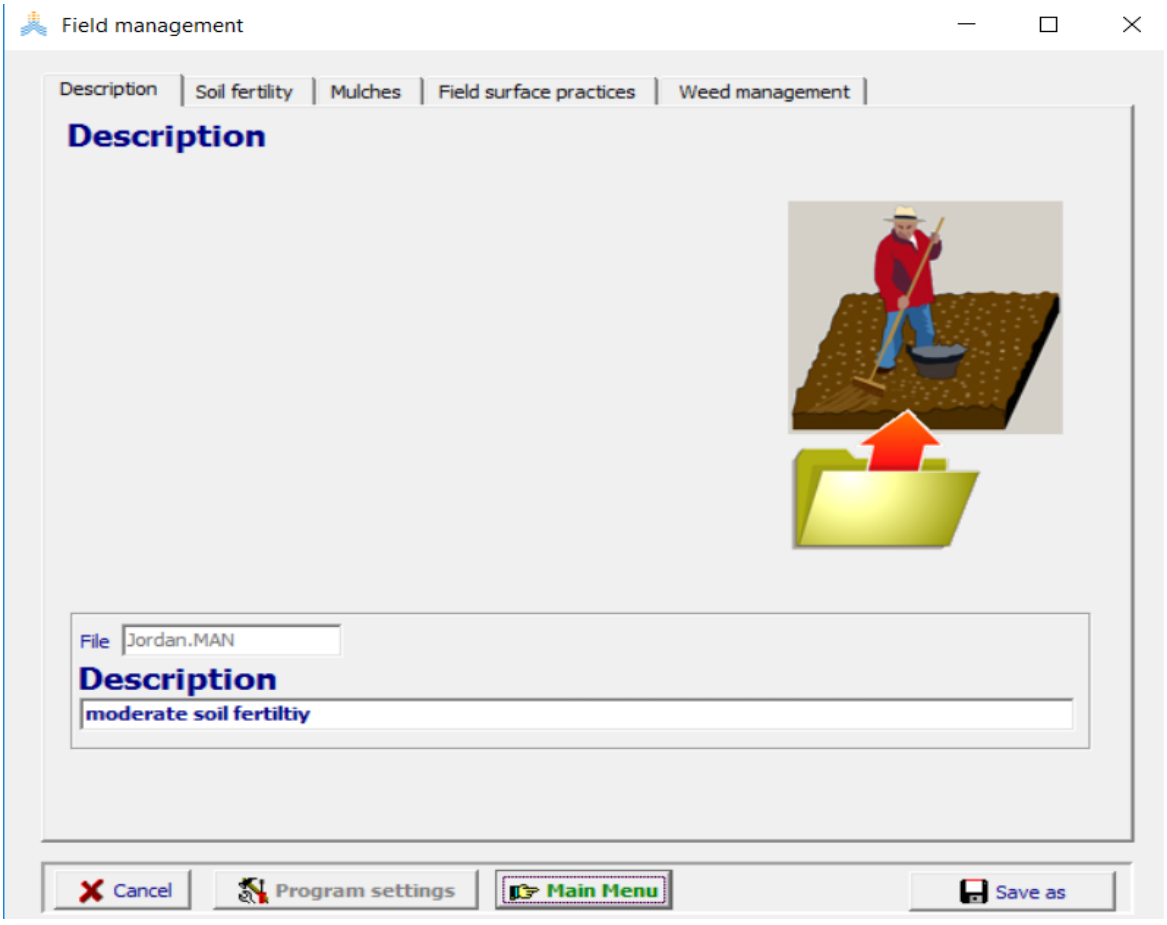
الخصائص الفيزيائية للتربة:

الاجراء	معلومات التربة
الموازنة المائية للتربة	• رطوبة التربة عند: الاشباع، (Θ_{SAT}) السعة الحقلية، (Θ_{FC}) حد الذبول الدائم، (Θ_{PWP}) • نسبة الحصى (اذا كانت موجودو) • قابلية الاختراق (في حال وجود طبقة صلبة)
حركة الماء في التربة	• الناقلية الهيدرولوكية المشبعة (Ksat) • نوع التربة • يستنتج من Θ_{SAT} ، Θ_{FC} و Θ_{PWP}

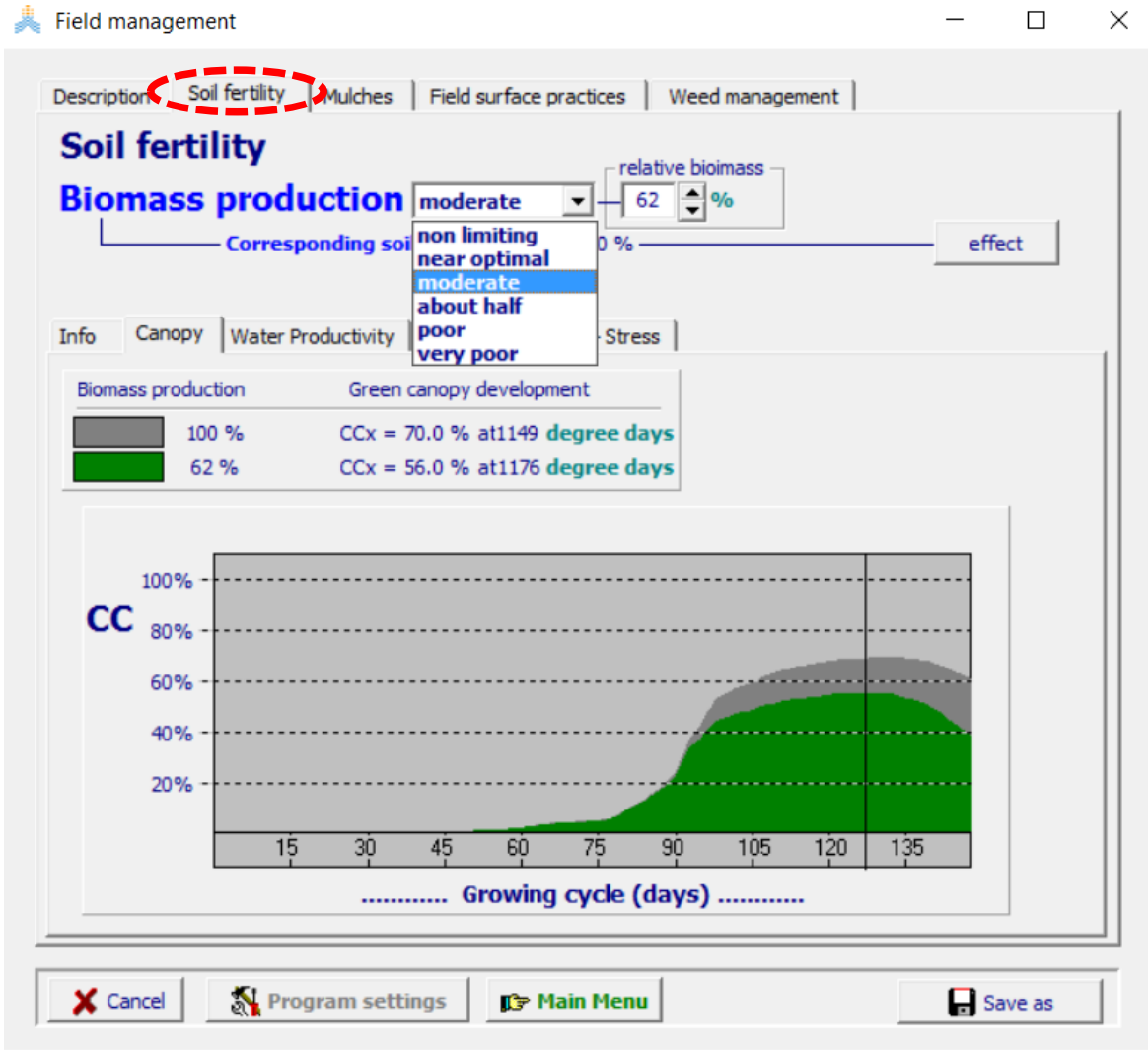
معاملات إدارة الحقل

يمكن تعديل ما يلي في قائمة إدارة الحقل Field Management

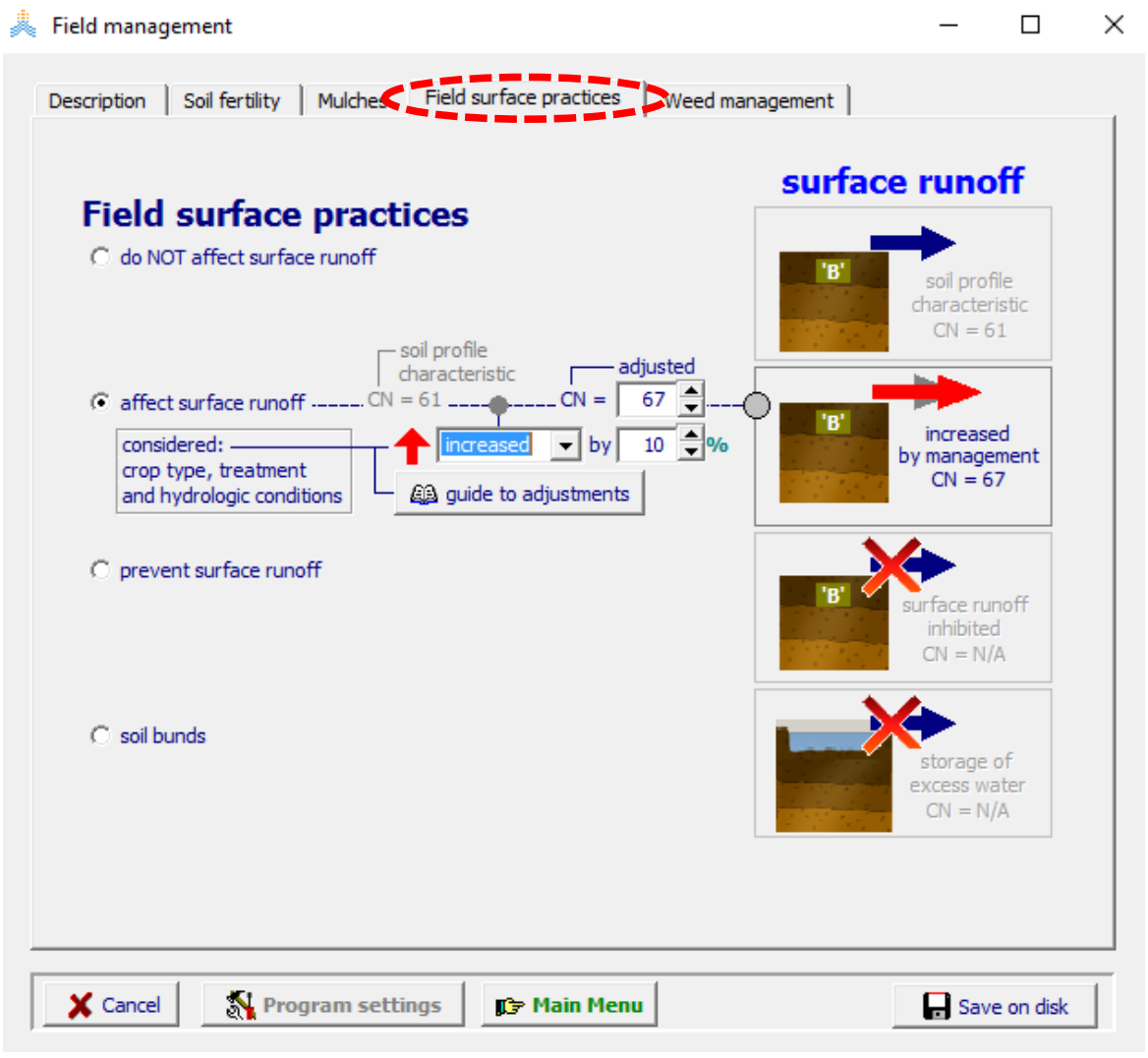
1. مستوى خصوبة التربة Soil fertility.
2. إجراءات تشكيل سطح الحقل Field surface practices.



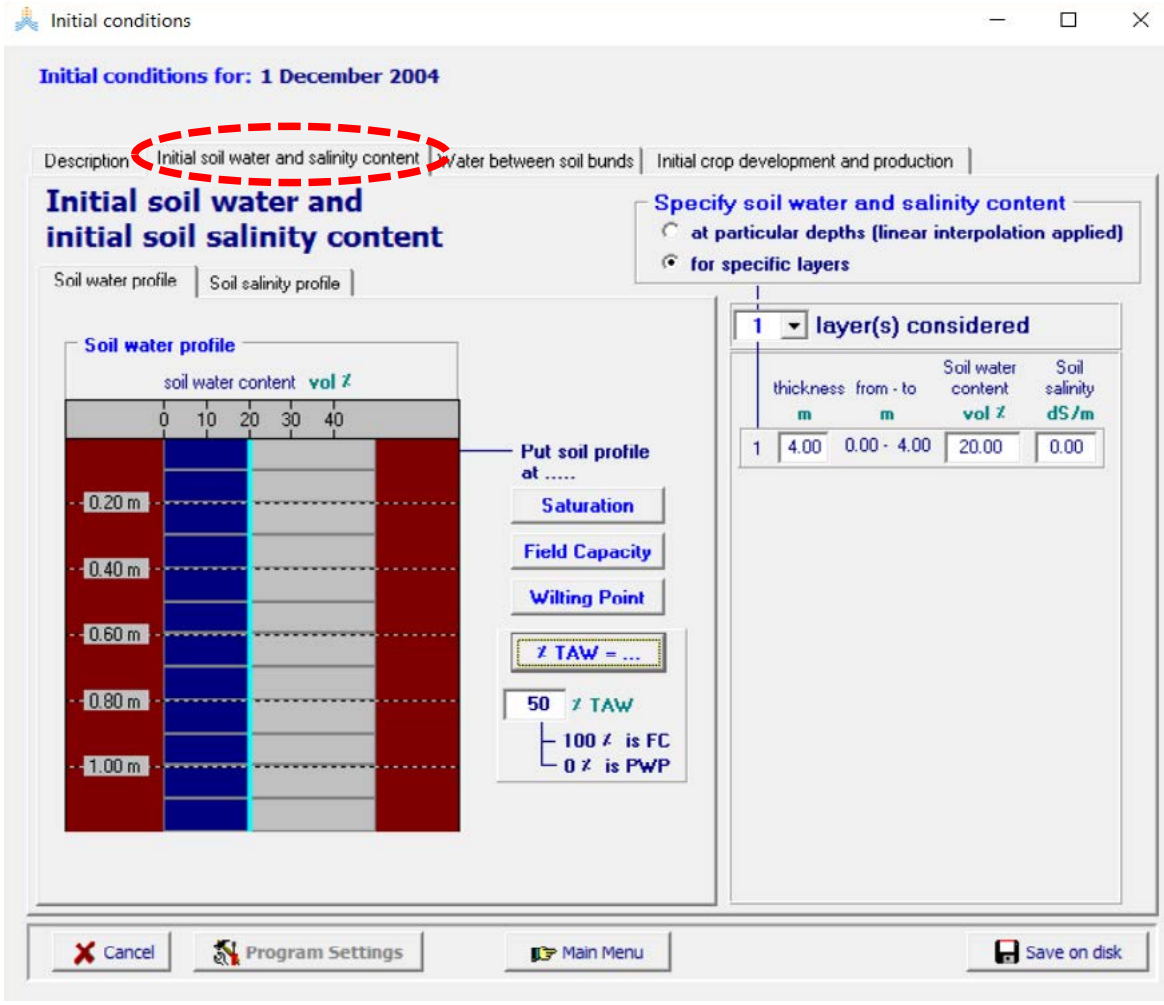
تحديد مستوى خصوبة التربة Soil fertility.



تحديد إجراءات تشكيل سطح الحقل Field surface practices.



تحديد الرطوبة الابتدائية عند بداية المحاكاة



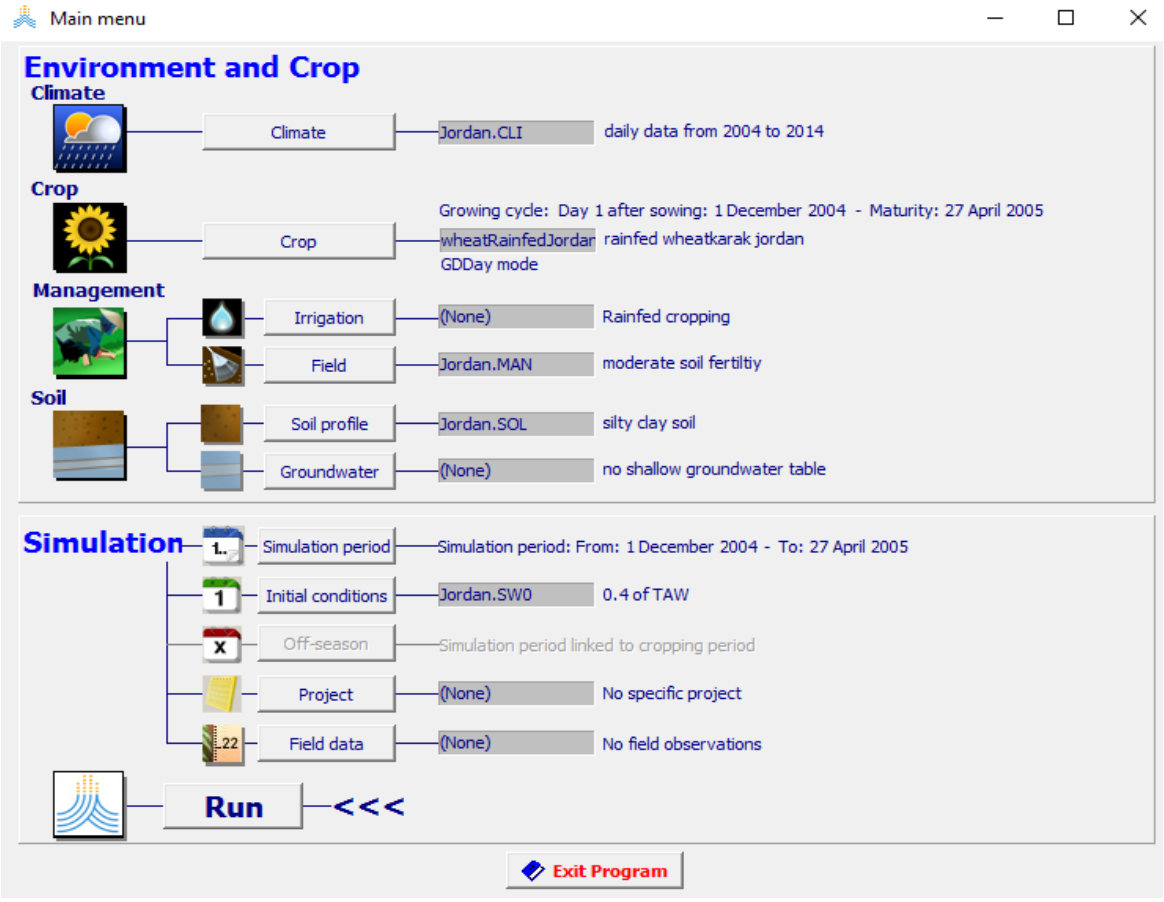
تحديد معاملات المعايرة

معاملات المحصول للقمح البعل في الكرك والمراحل الفينولوجية وخصائص التربة الفيزيائية هي قيم مقاسة يجب عدم تعديلها.

من أجل إجراء المعايرة يمكن تعديل العوامل التالية:

1. الرطوبة الابتدائية.
2. خصوبة التربة.

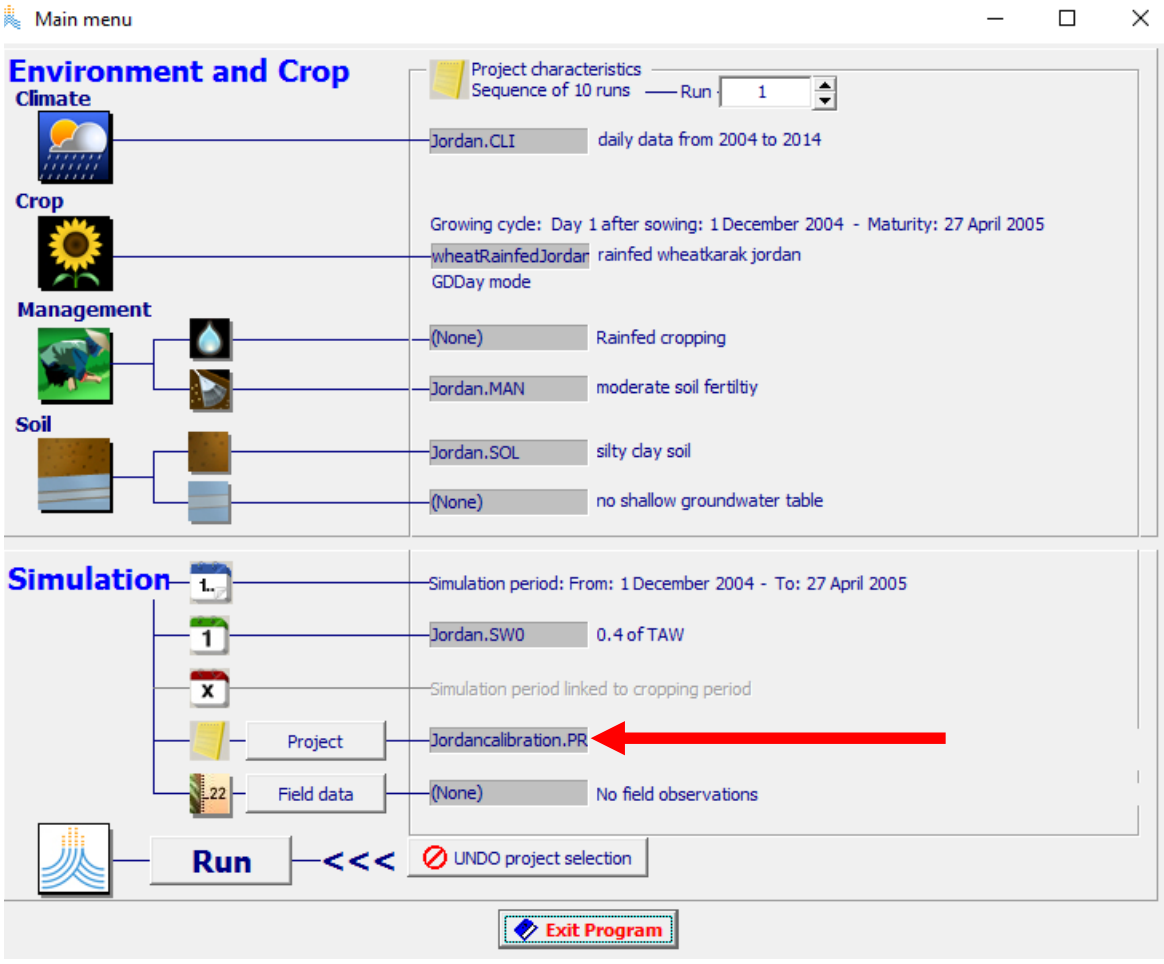
أدخل الملفات المختلفة كما هو موضح بالشكل



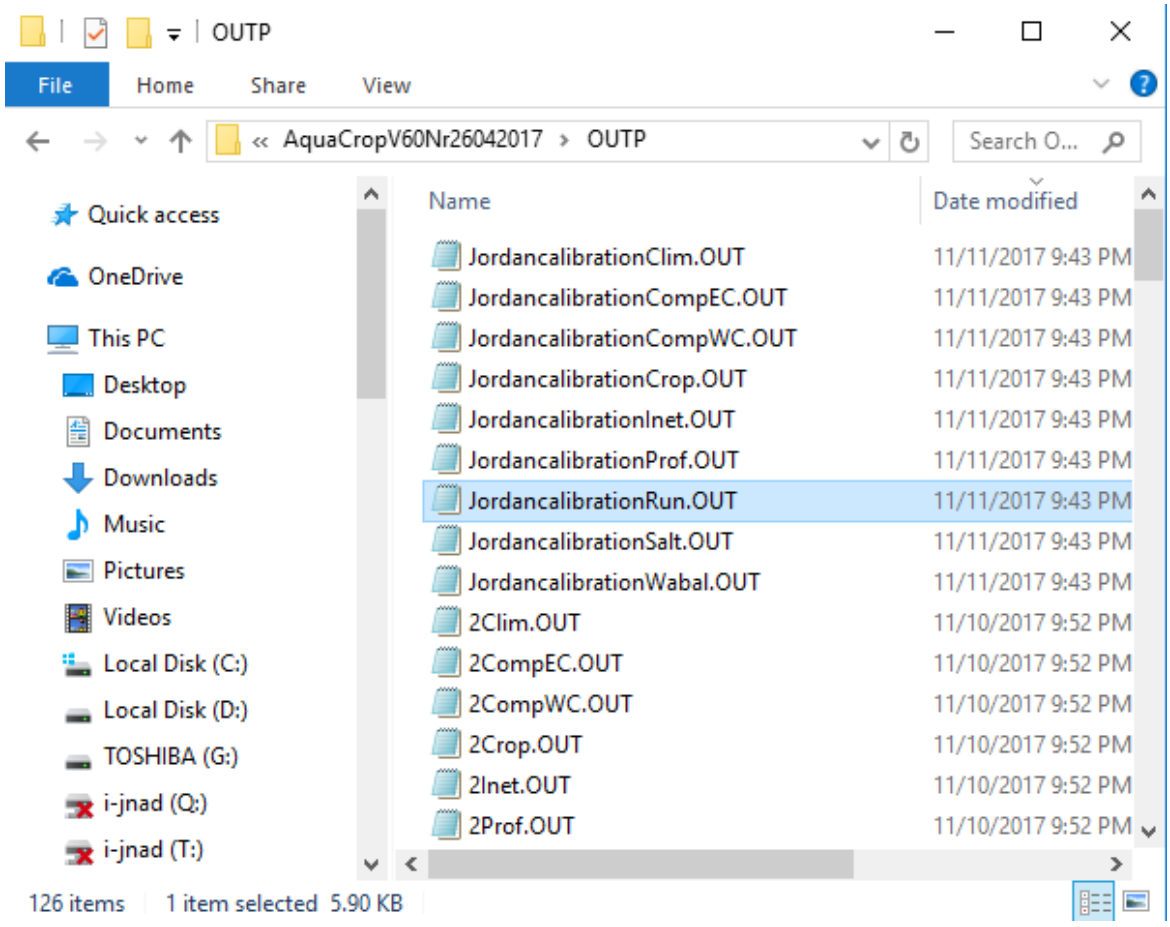
تأكد من المدخلات التالية:

- initial soil moisture: 70% TAW.
- Fertility: near optimal

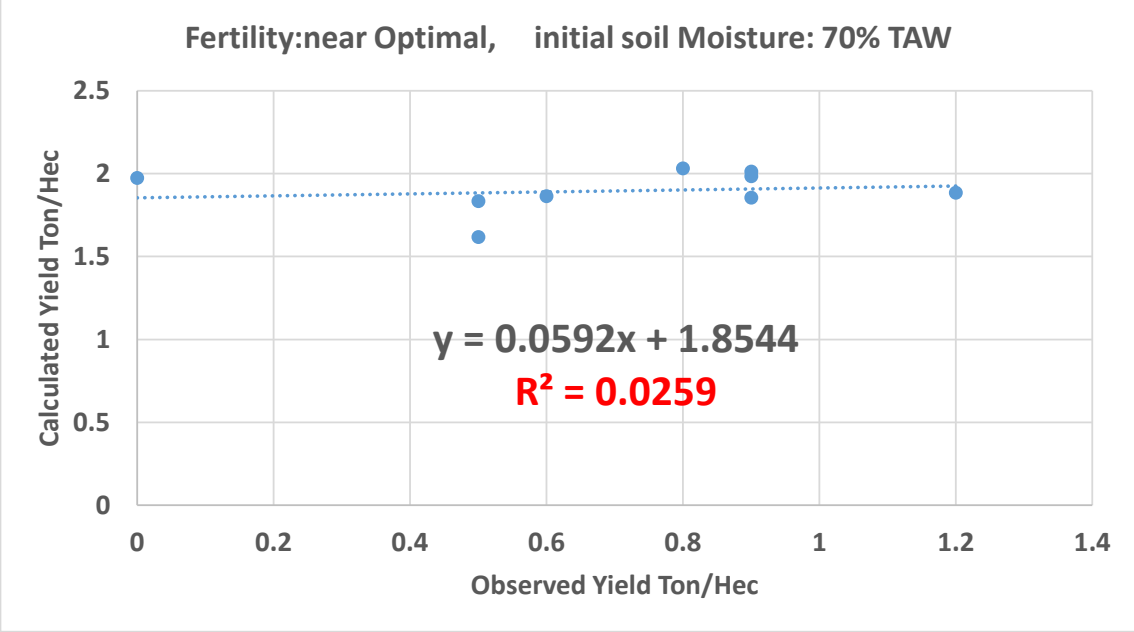
أنشئ مشروعا واحفظه باسم jordancalibration



شغل المحاكاة حتى نهاية السنة العاشرة، عند انتهاء المحاكاة احفظ النتائج.
استعرض نتائج المحاكاة من الملف JordancalibrationRun.OUT المحفوظ
في المسار المبين في الشكل:

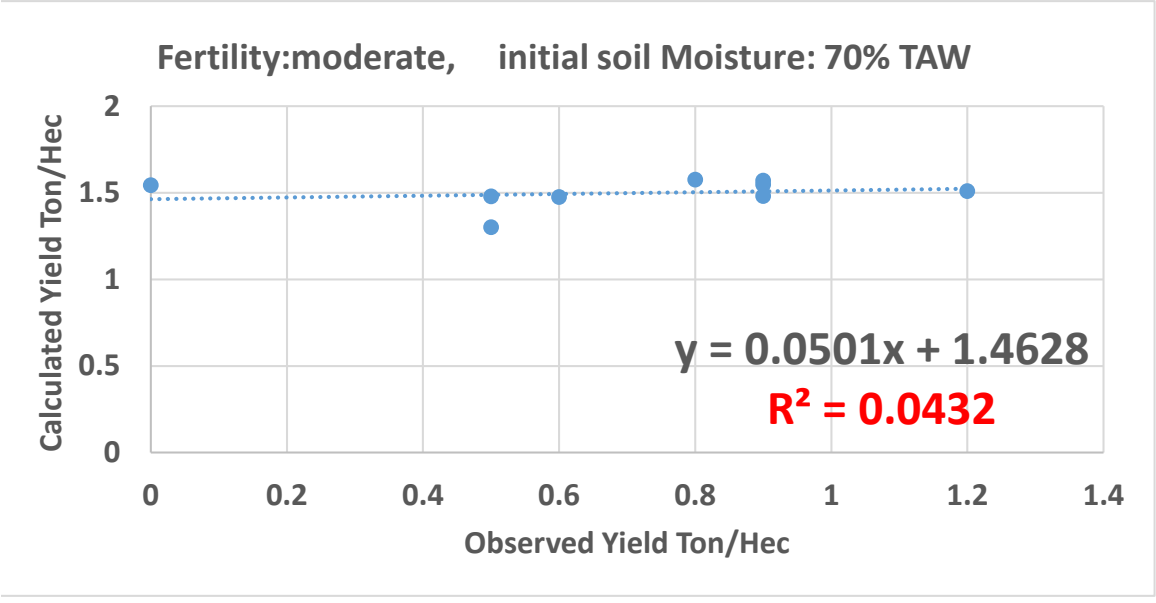


قارن القيم الناتجة من النموذج مع القيم المقاسة فعليا للإنتاجية وارسم العلاقة بينهما باستخدام برنامج Excel وحدد معامل الارتباط (R^2)



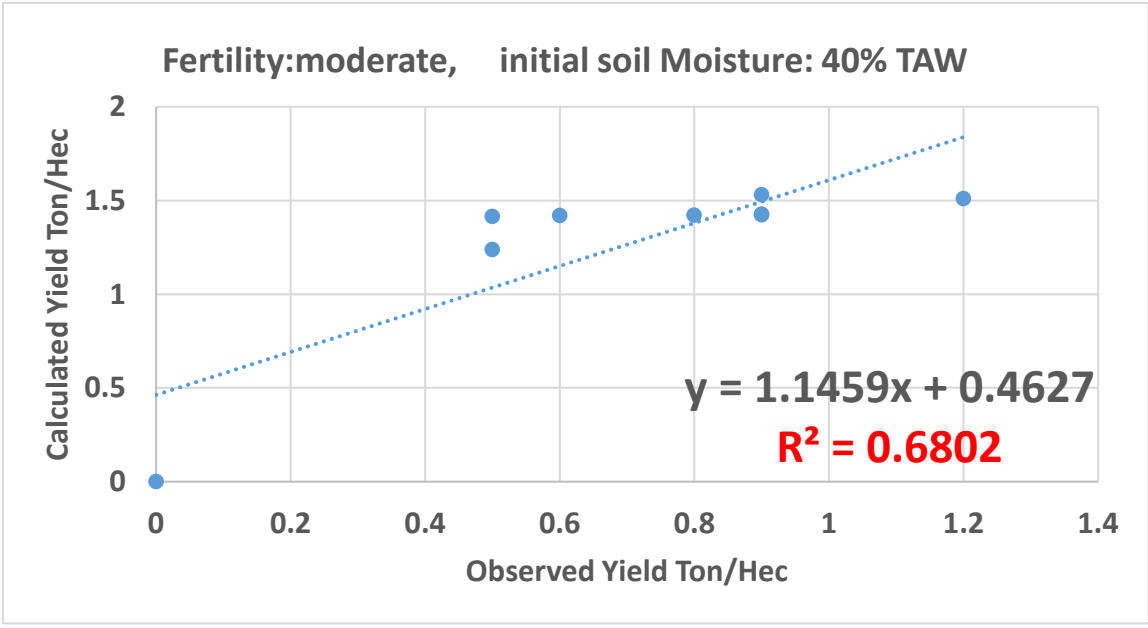
أعد الحل من أجل:
initial soil moisture: 70% TAW
Fertility: moderate

قارن القيم الناتجة من النموذج مع القيم المقاسة فعليا للإنتاجية وارسم العلاقة بينهما وحدد معامل الارتباط (R^2)



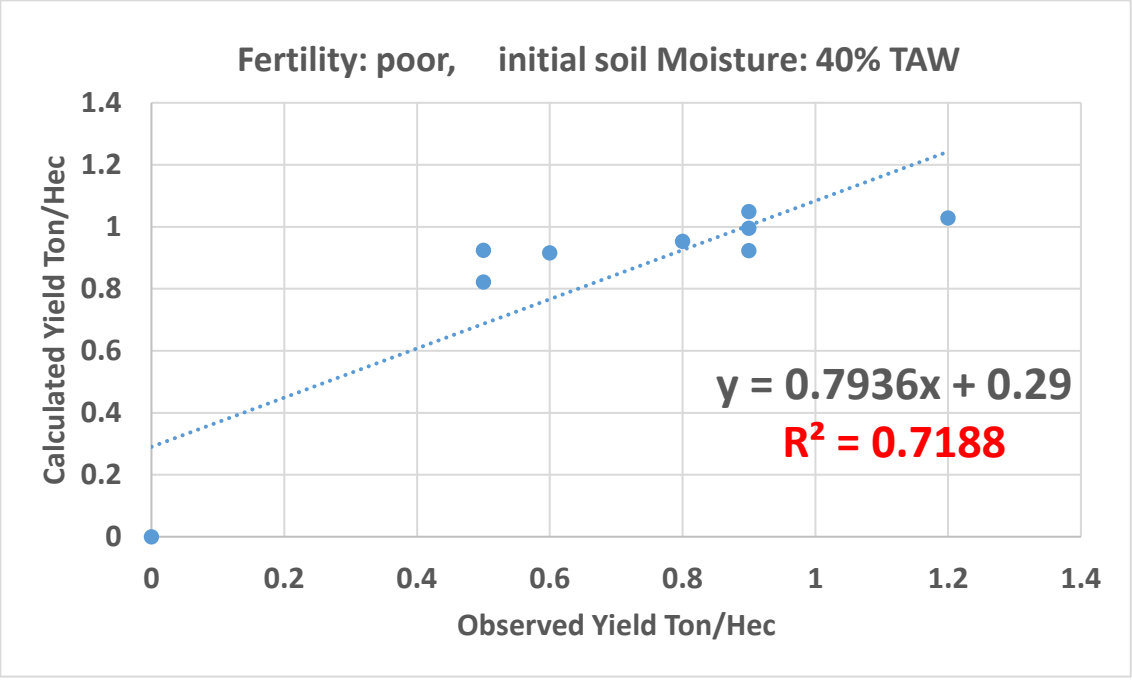
أعد الحل من أجل:
initial soil moisture: 40% TAW
Fertility: moderate

قارن القيم الناتجة من النموذج مع القيم المقاسة فعليا للإنتاجية وارسم العلاقة بينهما وحدد معامل الارتباط (R^2)



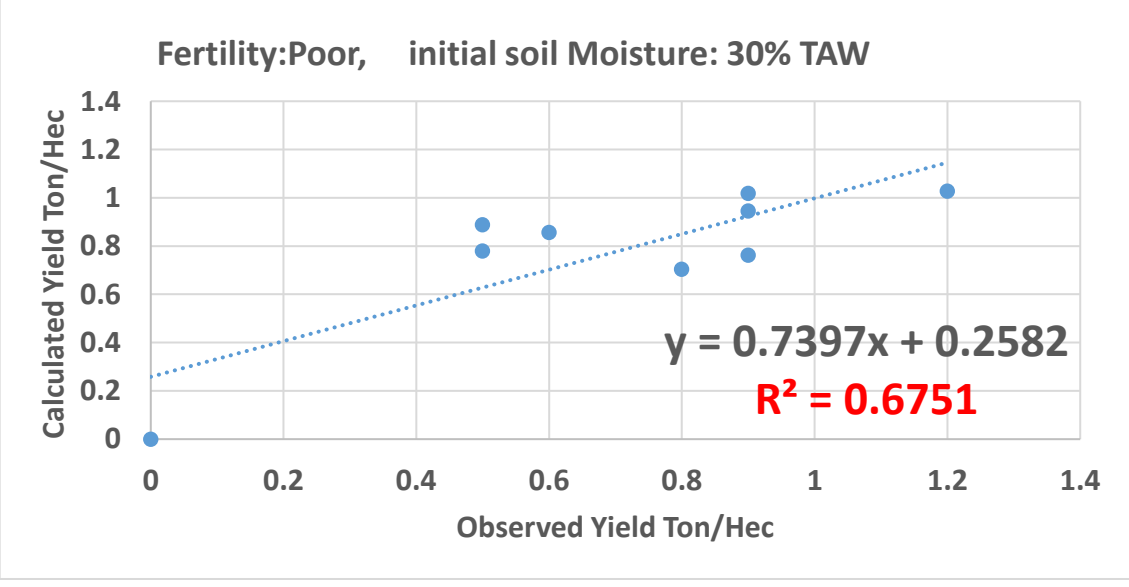
أعد الحل من أجل:
initial soil moisture: 40% TAW
Fertility: poor

قارن القيم الناتجة من النموذج مع القيم المقاسة فعليا للإنتاجية وارسم العلاقة بينهما وحدد معامل الارتباط (R^2)



أعد الحل من أجل:
initial soil moisture: 30% TAW
Fertility: poor

قارن القيم الناتجة من النموذج مع القيم المقاسة فعليا للإنتاجية وارسم العلاقة بينهما وحدد معامل الارتباط (R^2)



التمرين الثامن: حالة دراسية حول تأثير التغيرات المناخية على إنتاج القمح البعل في محافظة الكرك - الأردن

الهدف من التمرين: تحديد أثر التغيرات المناخية على إنتاجية القمح البعل والاستهلاك المائي له وطول موسم النمو

المطلوب:

أولا -أنشئ مشروعا لمحاكاة إنتاج القمح البعل في منطقة الكرك باستخدام ملف المناخ cli-ch-ec-earth8.5.CLI وحدد أثر التغيرات المناخية على:

1) إنتاجية المحصول، 2) الاستهلاك المائي، 3) طول موسم النمو

ثانيا – اعد نفس خطوات الحل باستخدام ملف المناخ cli-ch-ec-earth8.5f.CLI لحالة قيم ثابته لتركيز CO2 تساوي 350 ppm

المعطيات

البيانات المناخية: ملف المناخ cli-ch-ec-earth8.5.CLI يتضمن بيانات المناخ من النموذج المناخي EC-Earth للسيناريو RCP8.5 للفترة (1985-2099)

خصائص المحصول: محصول القمح البعل وخصائصه موجودة في الملف wheatRainfedJordan.CRO الذي يعتمد تقويم حرارة النمو

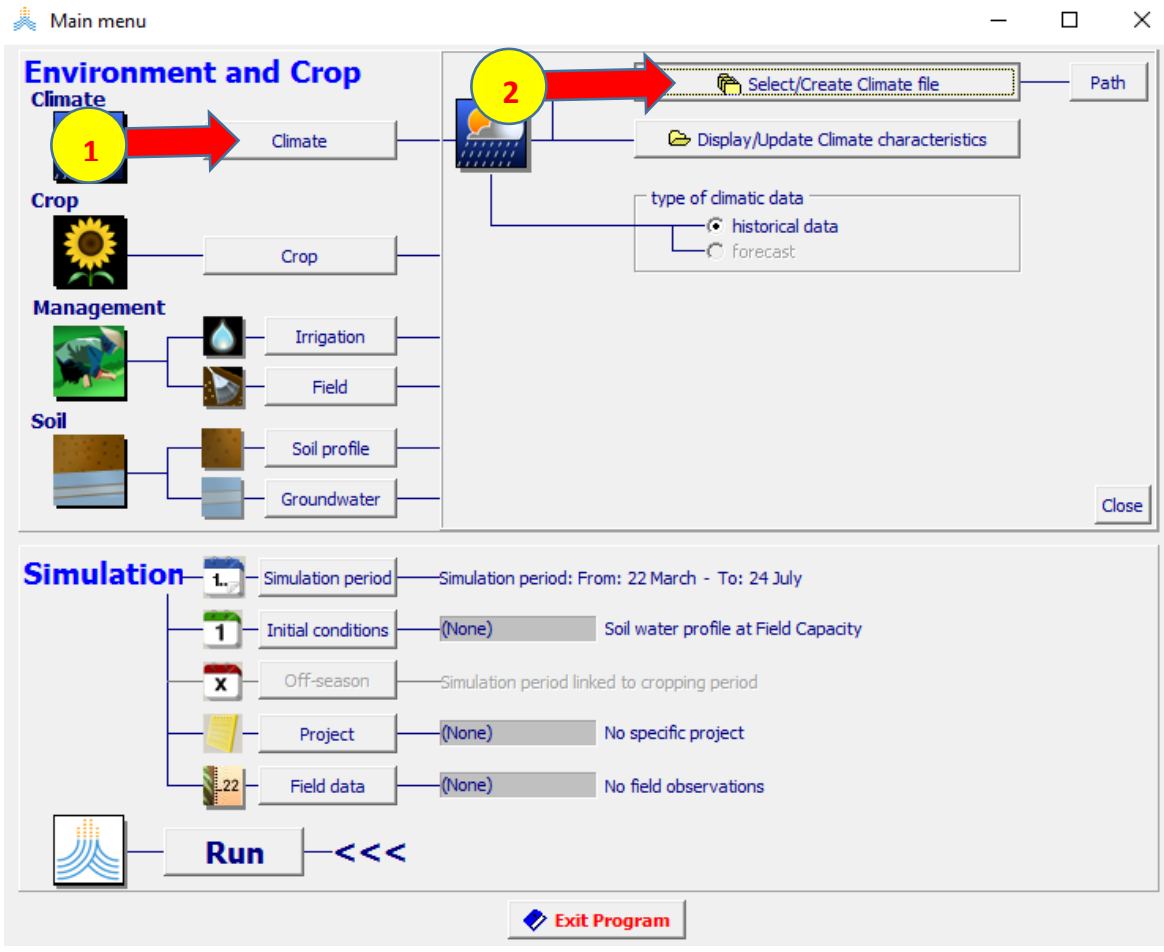
تاريخ الزراعة هو 1 December.

ادارة الحقل: ملف الحقل: Jordan.MAN

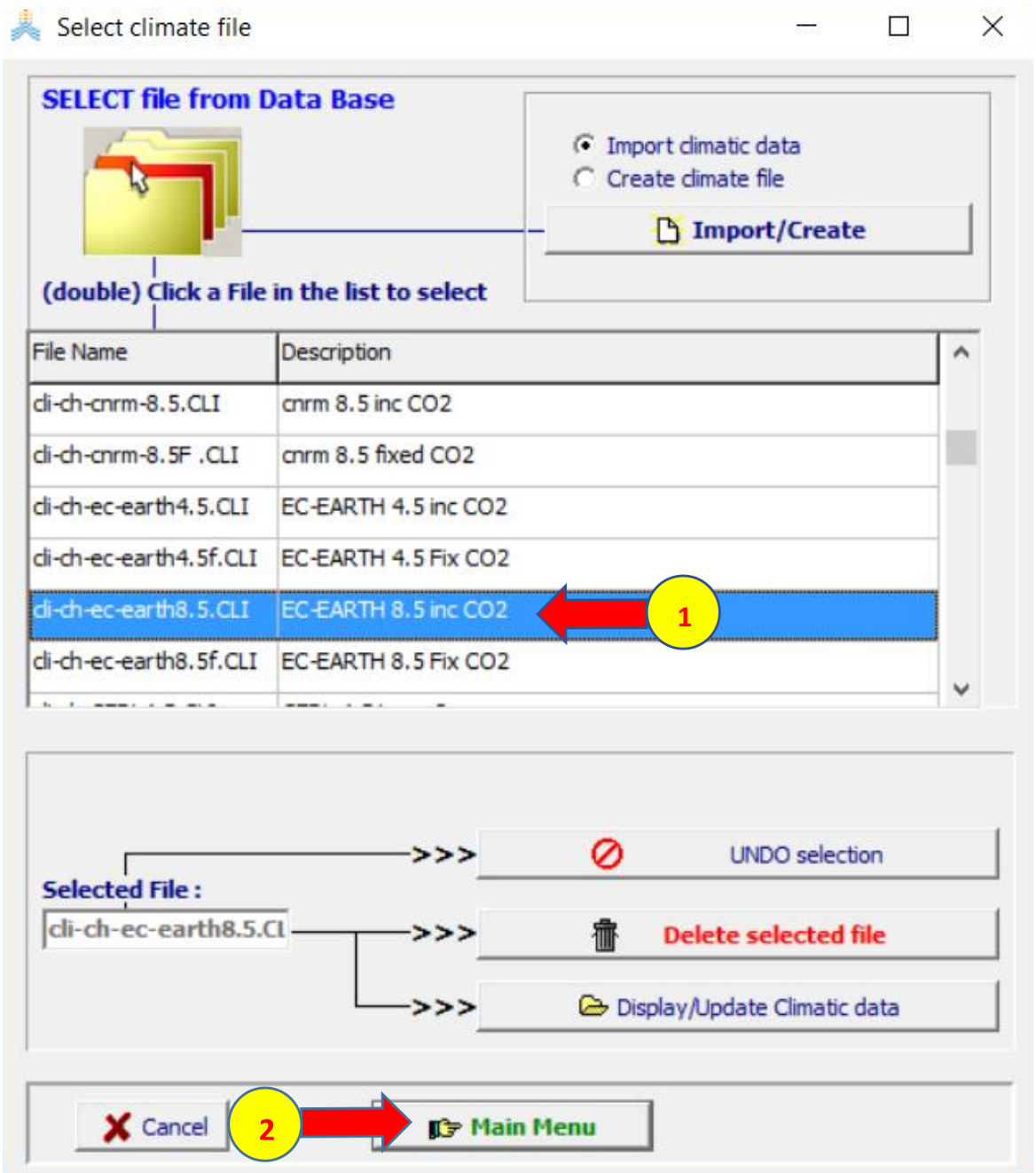
خصائص التربة: ملف التربة Jordan.SOL

الشروط الابتدائية: الملف Jordan.SW0 (الرطوبة الابتدائية = 40% من TAW)

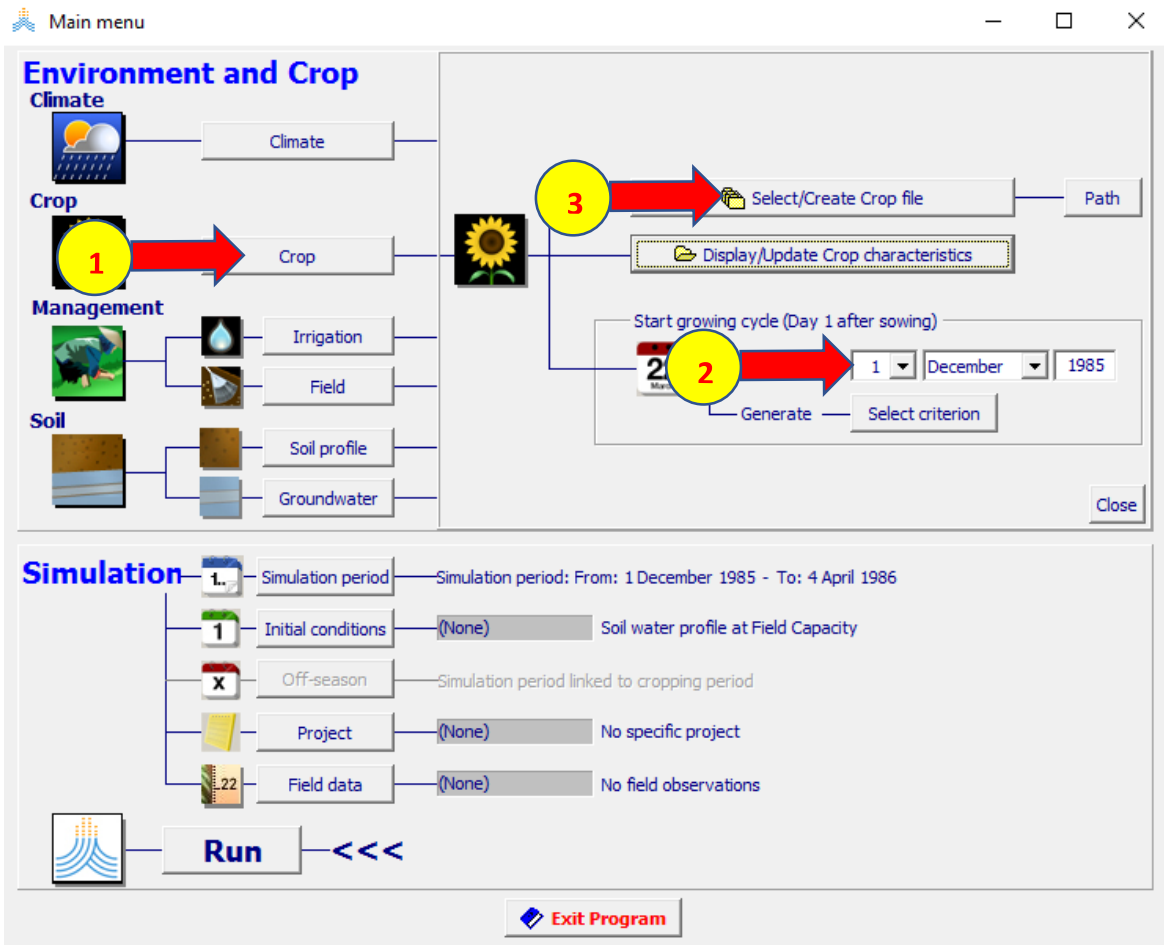
في القائمة main menu: اختر الأمر Climate
ثم اختر الأمر select/create climate file



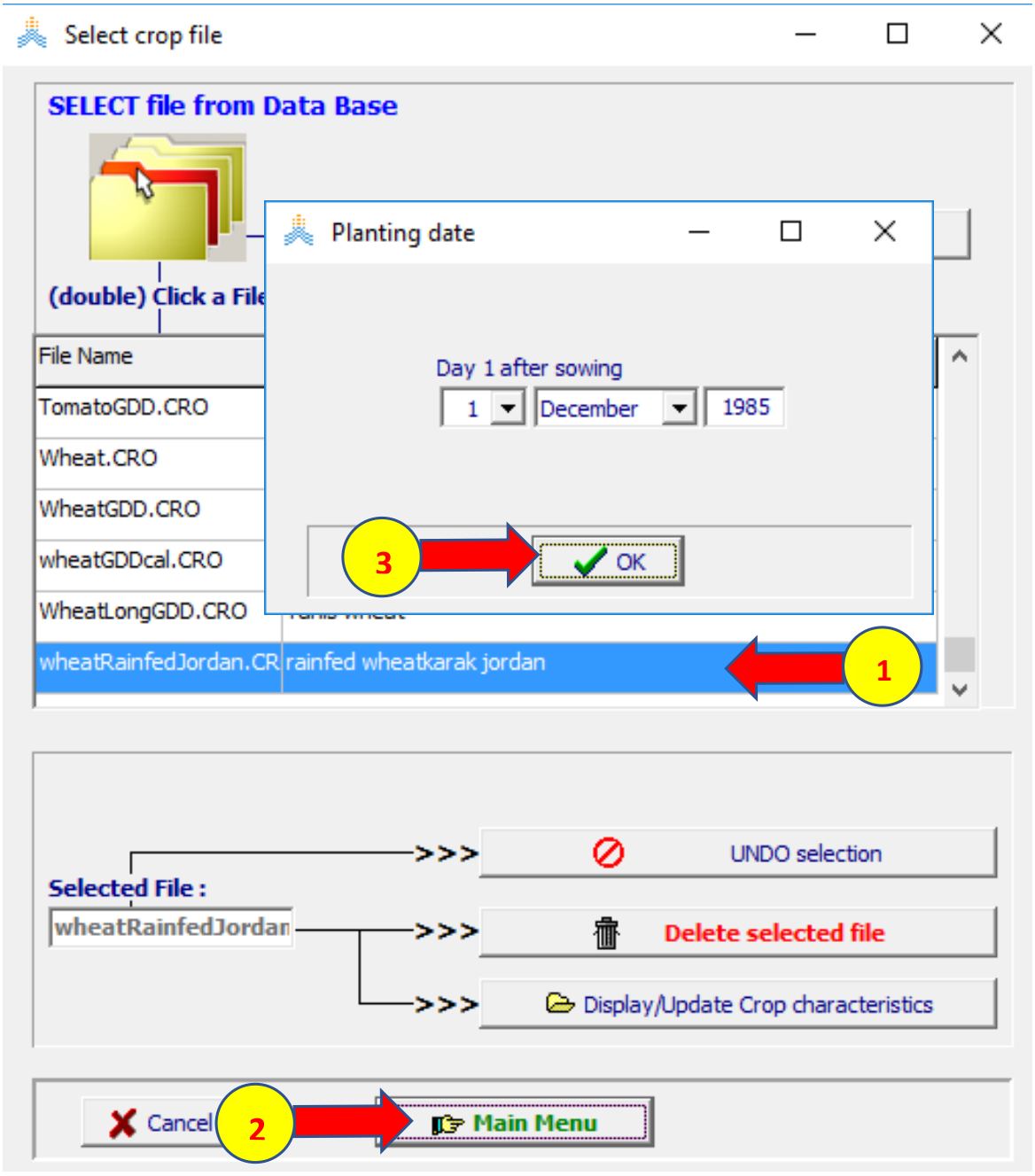
في القائمة select climate file: اختر الملف cli-ch-ec-earth8.5.CLI
ثم اختر الأمر Main Menu



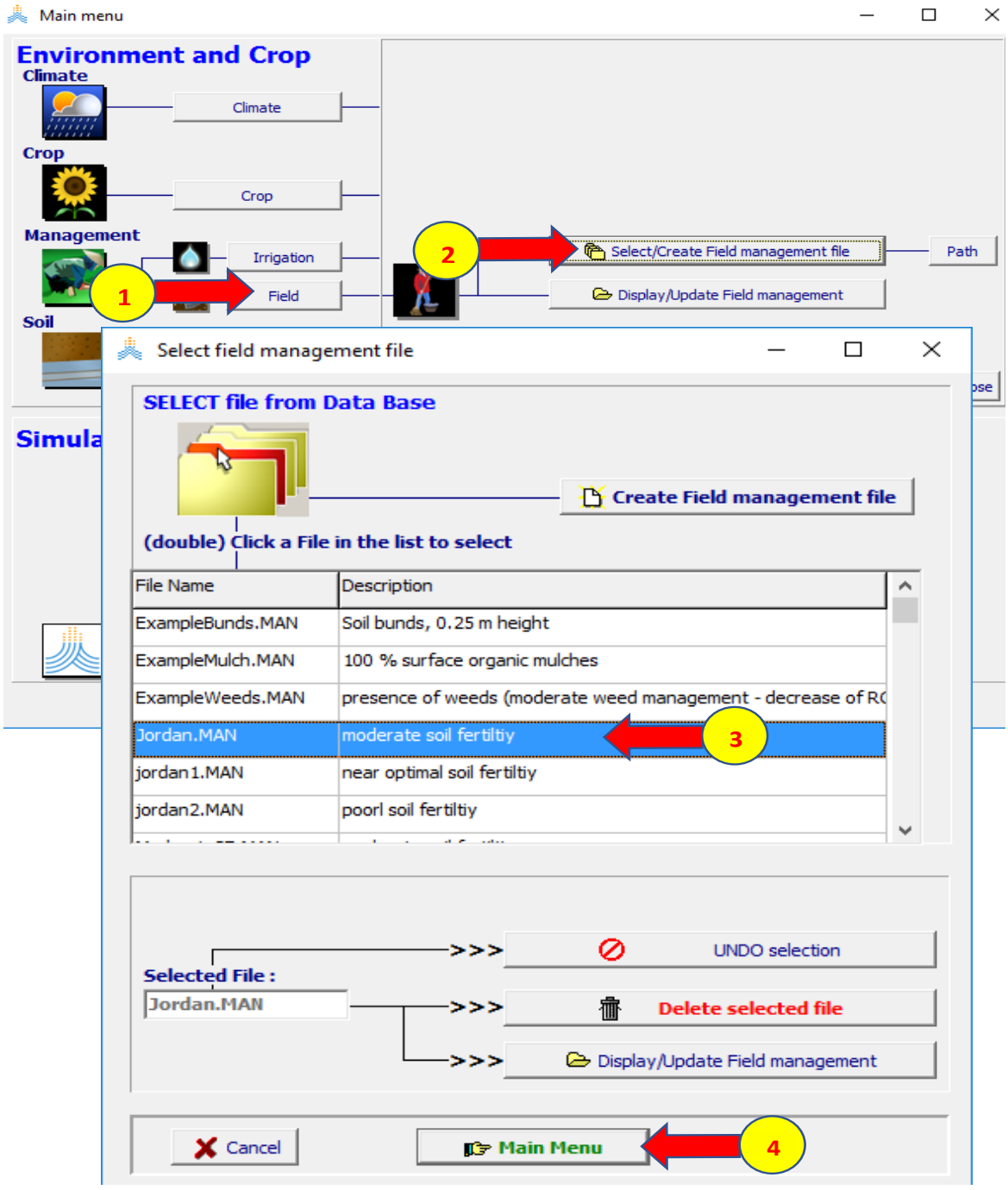
في القائمة main menu: اختر الأمر Crop،
حدد start growing cycle (day 1 after sowing)
بتاريخ 1December 1985 ثم اختر الأمر select/create crop file



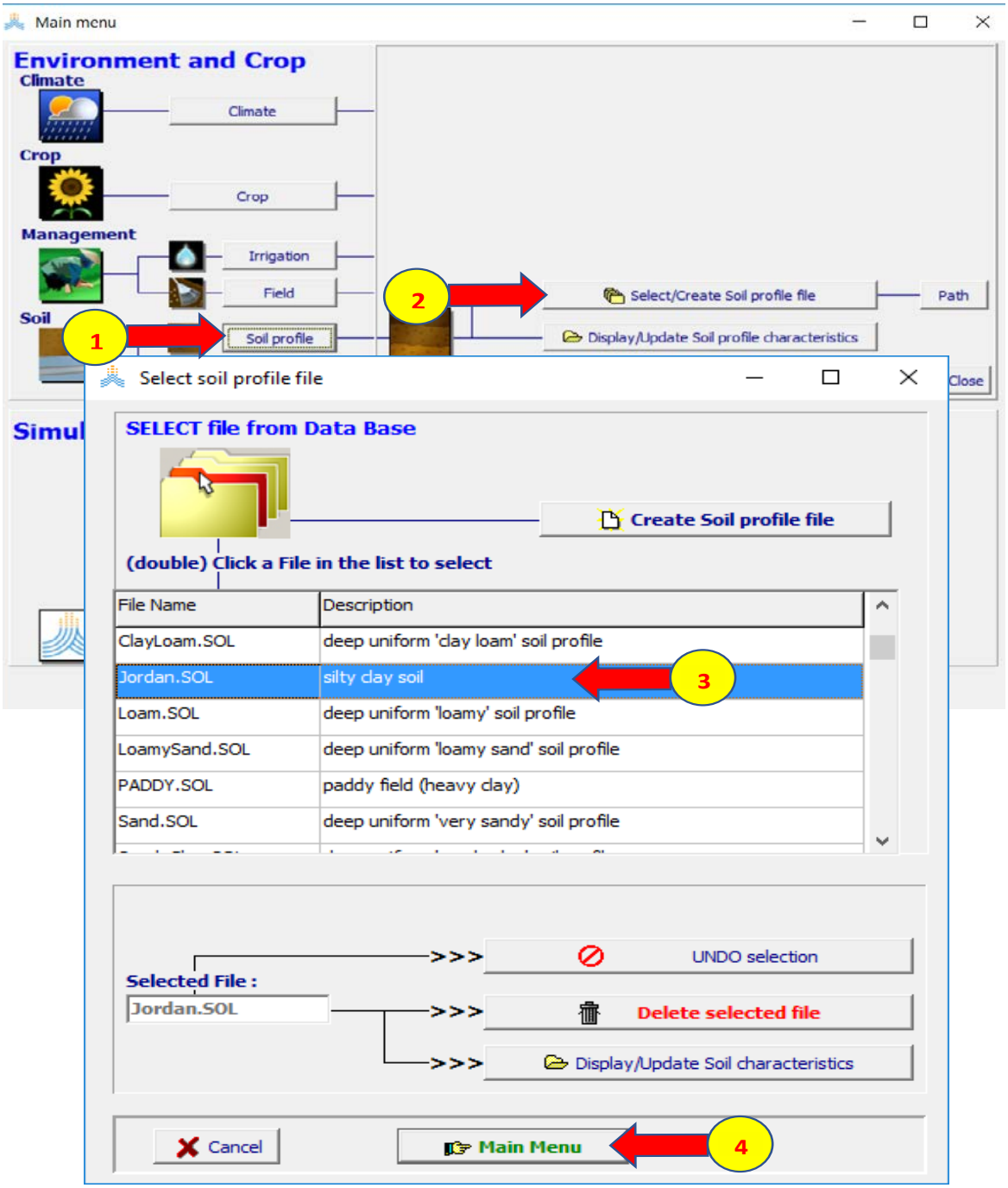
في القائمة select crop file: اختر الملف wheatRainfedJordan.CRO
ثم اختر الأمر Main Menu
فتظهر نافذةplanting date اختر ok لتأكيد تاريخ الزراعة



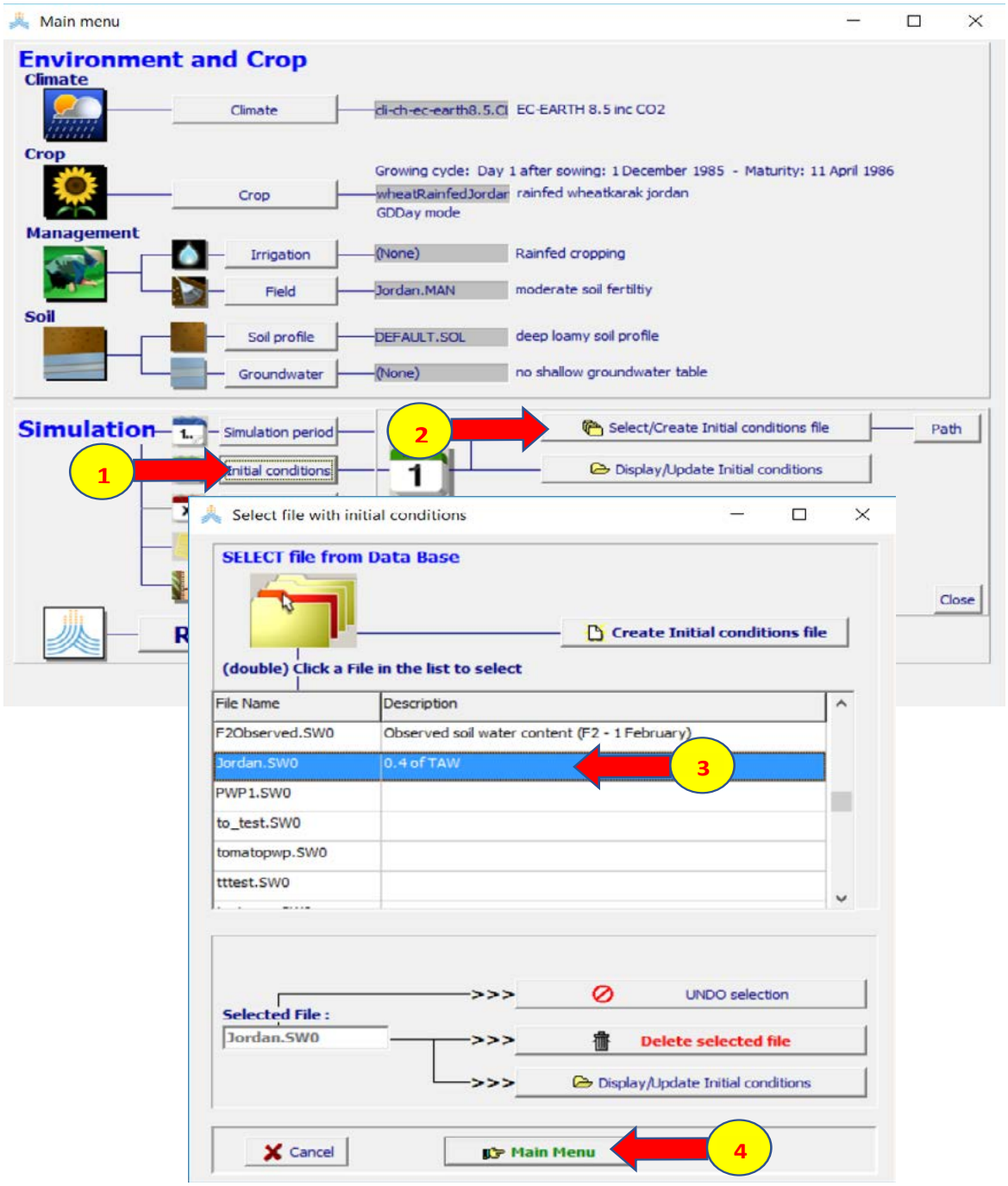
في القائمة Main Menu: اختر الأمر Field
ثم الأمر select/create Field management file
اختر الملف Jordan.MAN
ثم الأمر Main Menu



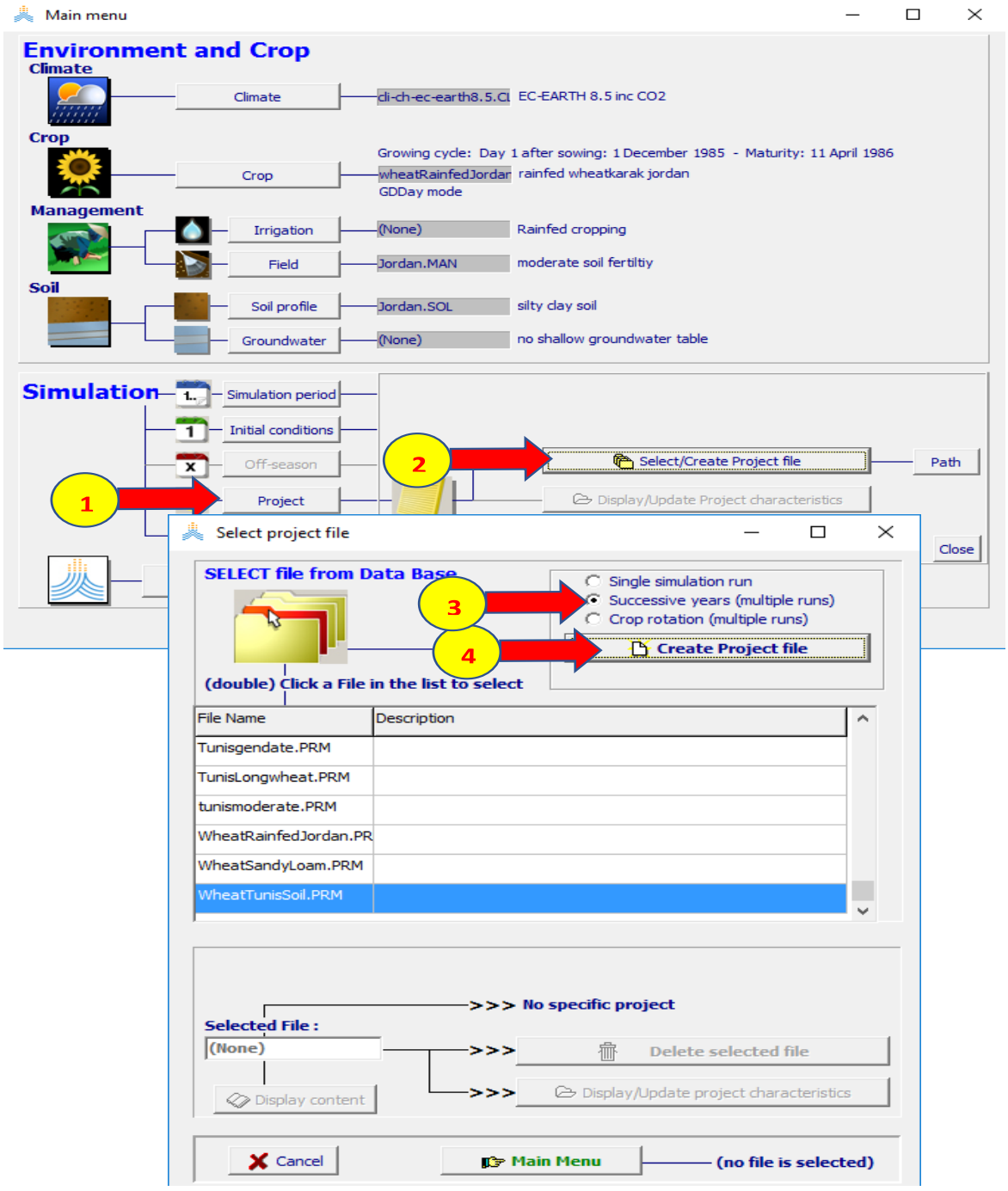
في القائمة Main Menu: اختر الأمر Soil Profile
ثم اختر الأمر select/create soil profile file
في القائمة select soil profile file: اختر الملف Jordan.SOL
ثم اختر الأمر main menu



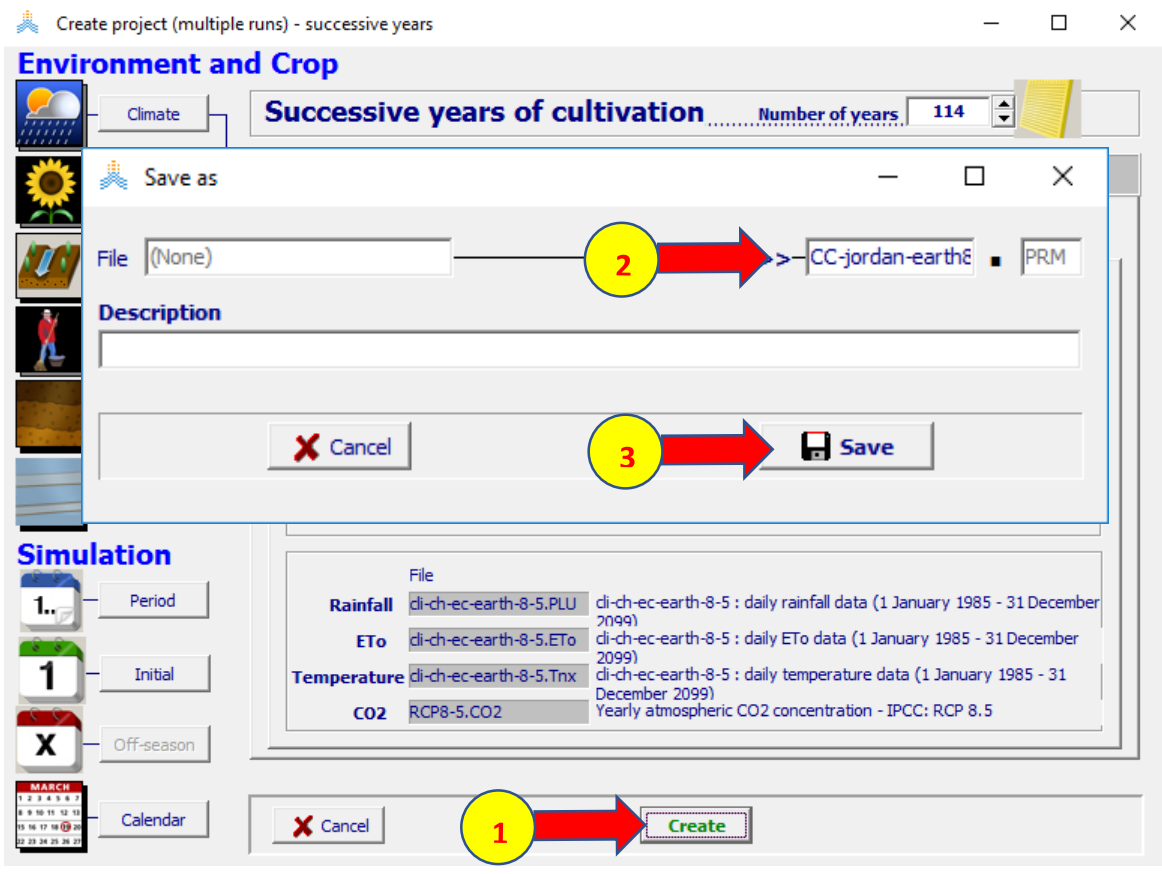
في القائمة Main Menu: اختر الأمر initial conditions
ثم اختر الأمر select/create initial condition file
في القائمة select file with initial Condition:
اختر الملف Jordan.SW0 ثم اختر الأمر main menu



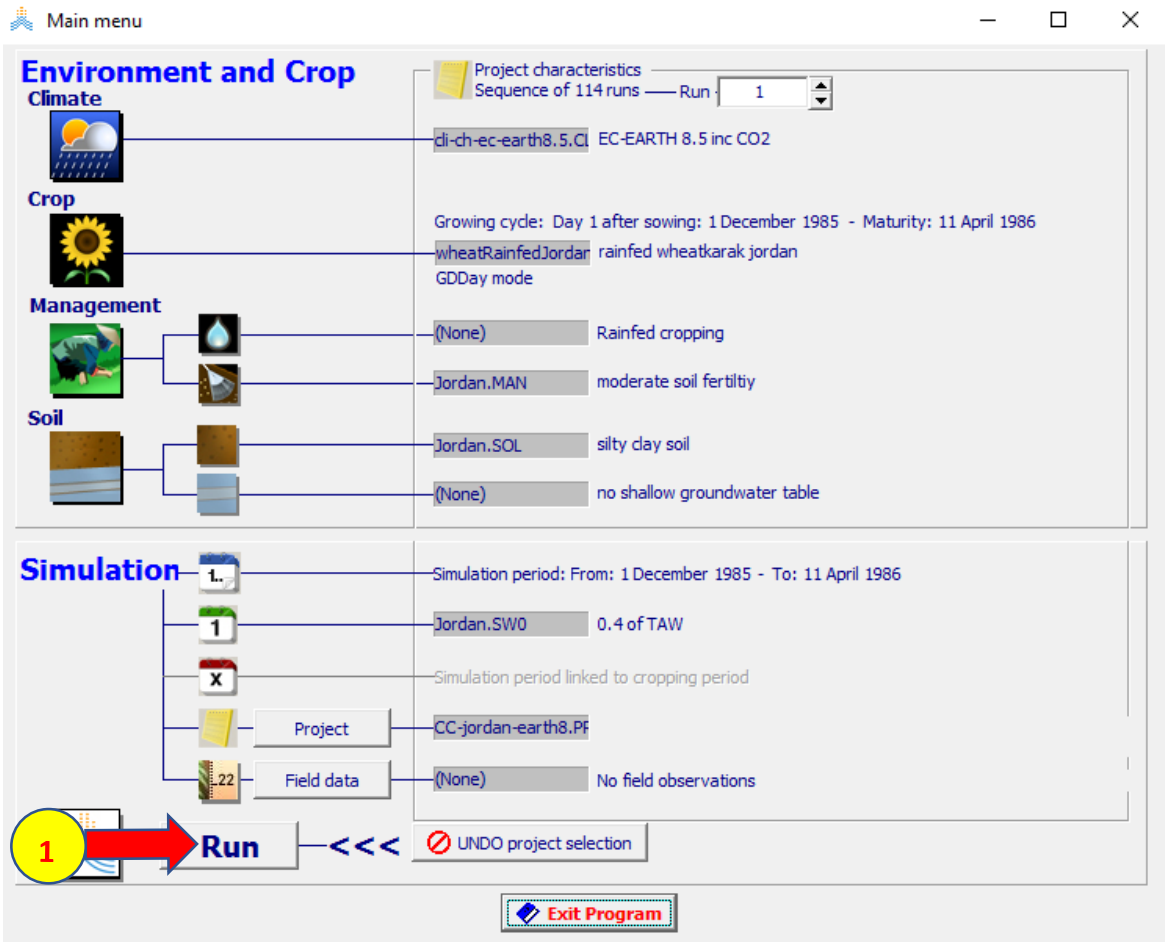
في قائمة Main Menu اختر الأمر project
ثم الأمر select/create project file
في قائمة select project file حدد الخيار successive years
ثم اختر الأمر create project file



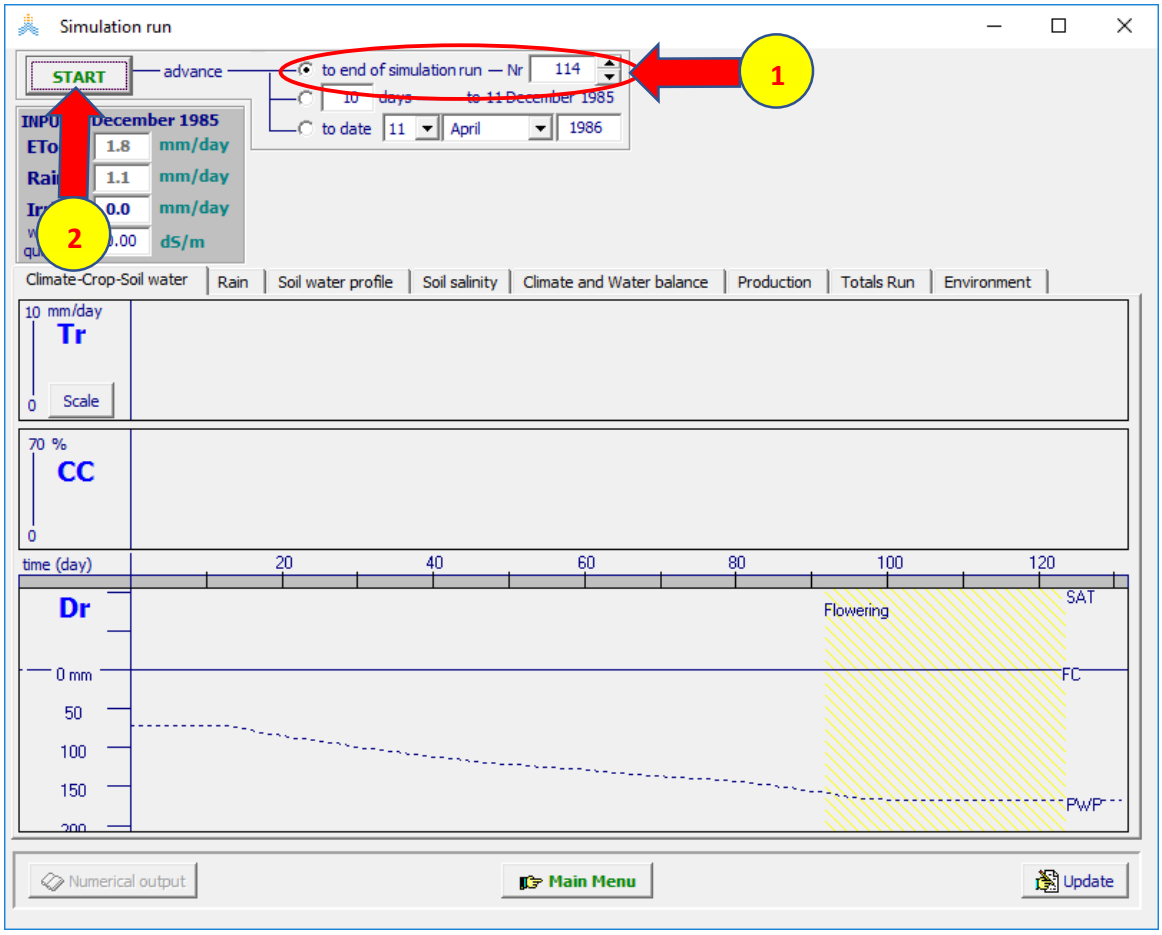
اختر الأمر create واحفظ المشروع باسم CC-jordan-ecearth8



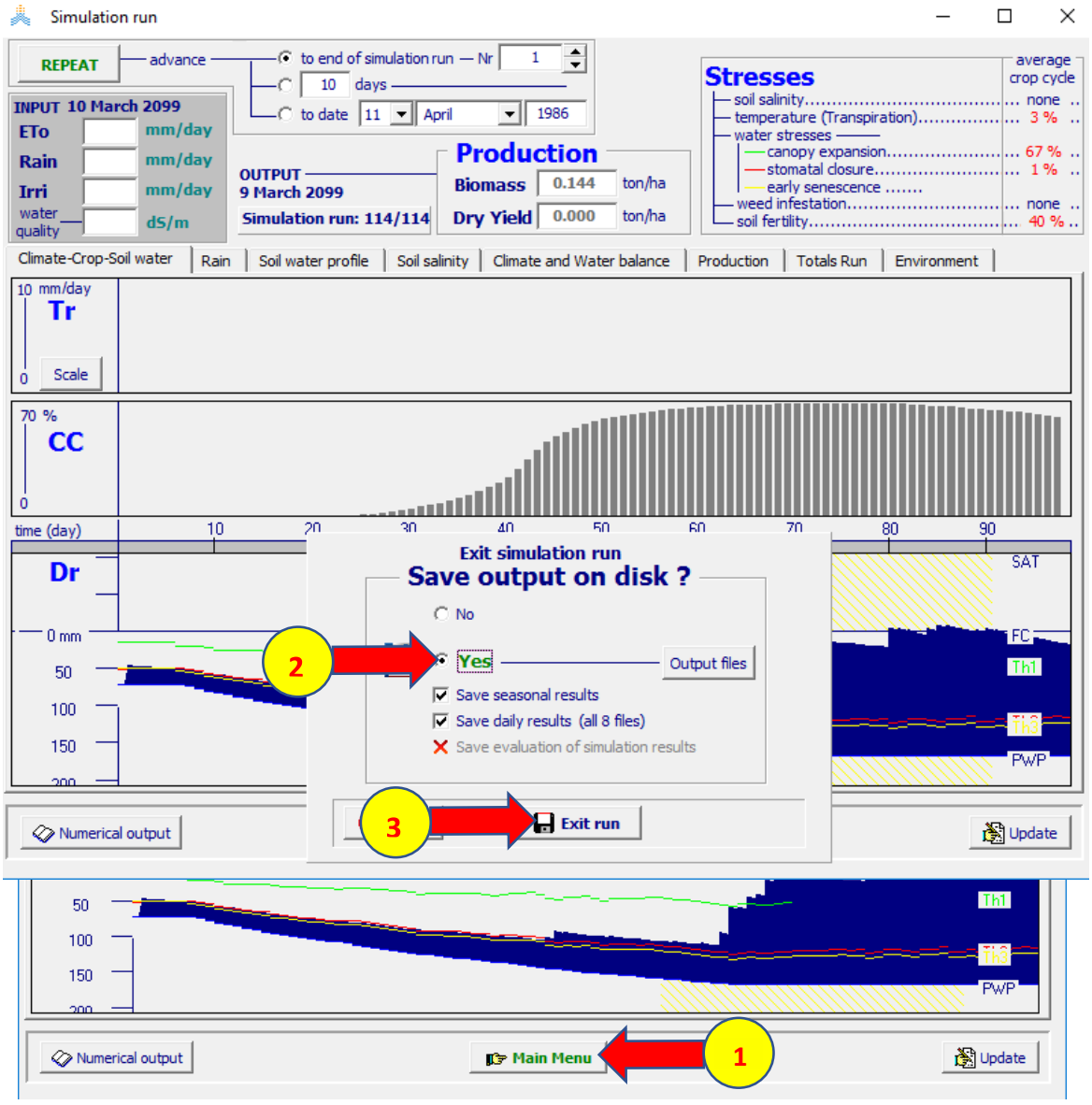
في القائمة الرئيسية اختر الأمر Run لتشغيل المحاكاة



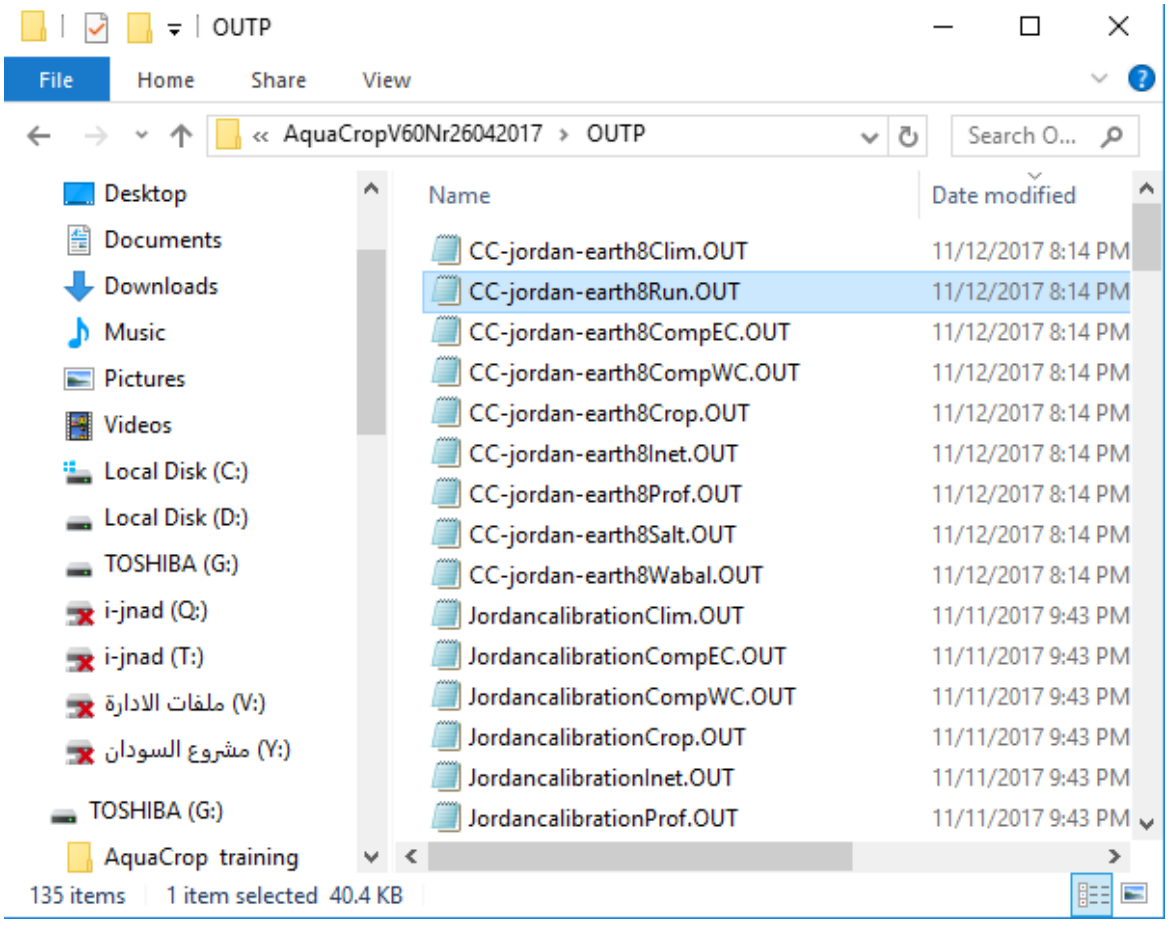
اختر الخيار حتى نهاية المحاكاة رقم (to end of simulation run-Nr)
وحدد رقم المحاكاة 114 ثم اختر الأمر ابدأ START



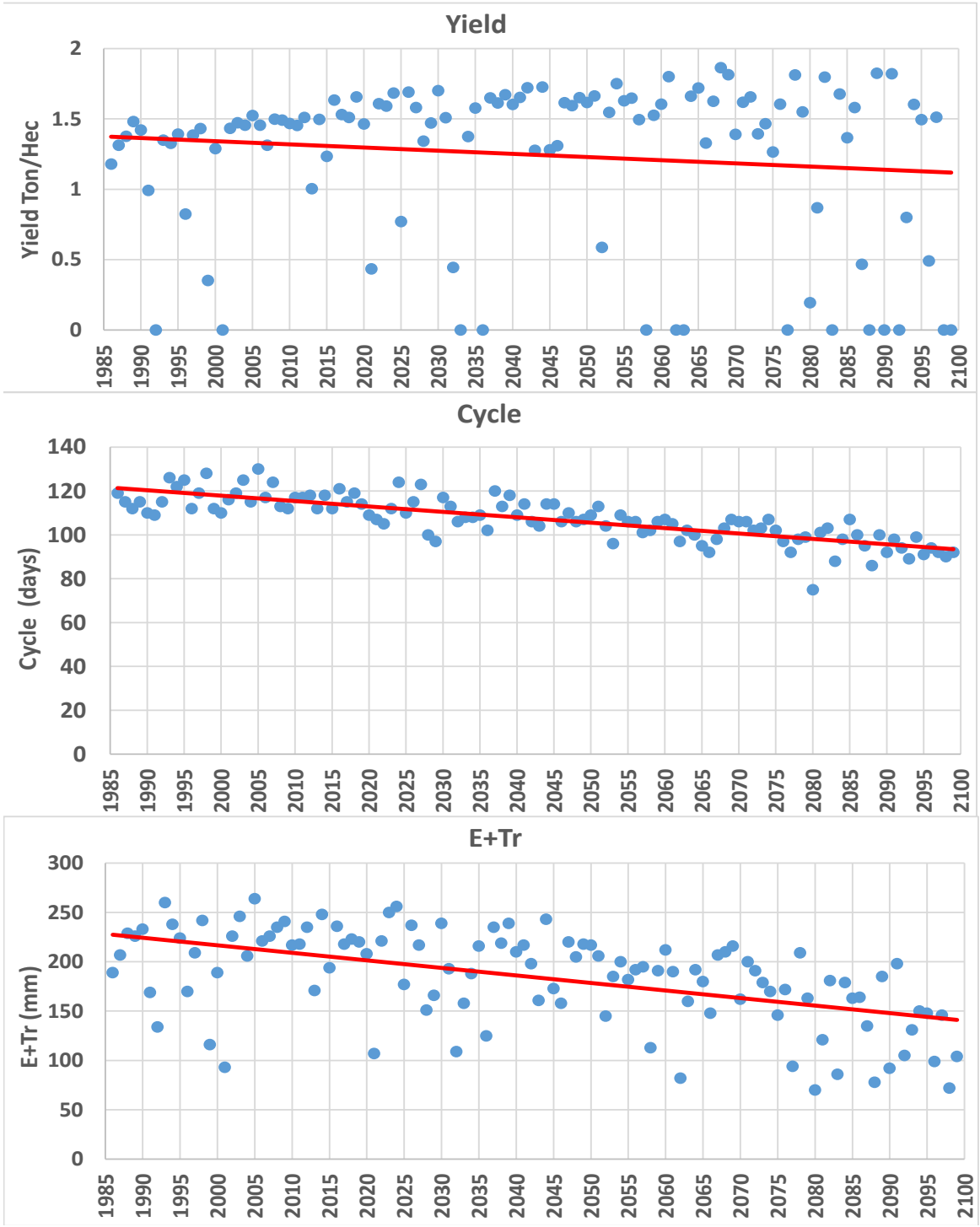
عند انتهاء المحاكاة اختر الأمر القائمة الرئيسية main menu
اختر موافق yes ثم اختر خروج Exit Run لحفظ نتائج المحاكاة



تحفظ النتائج افتراضيا في المجلد OUTP ضمن مجلد AquaCrop كما هو ظاهر في الشكل

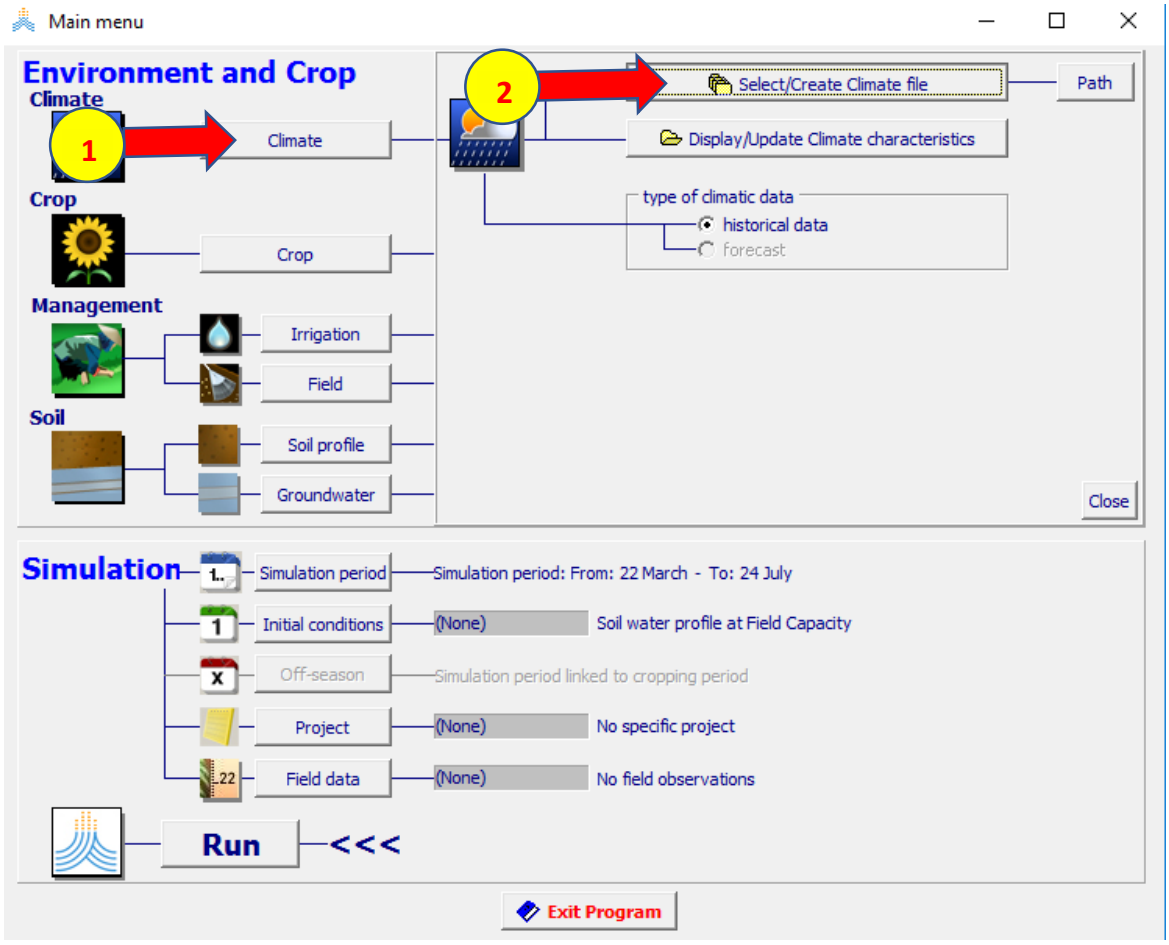


رسم العلاقة بين السنوات وكل من الإنتاجية (Yield) وطول موسم النمو (cycle) والاستهلاك المائي الفعلي (E+Tr) باستخدام برنامج Excel

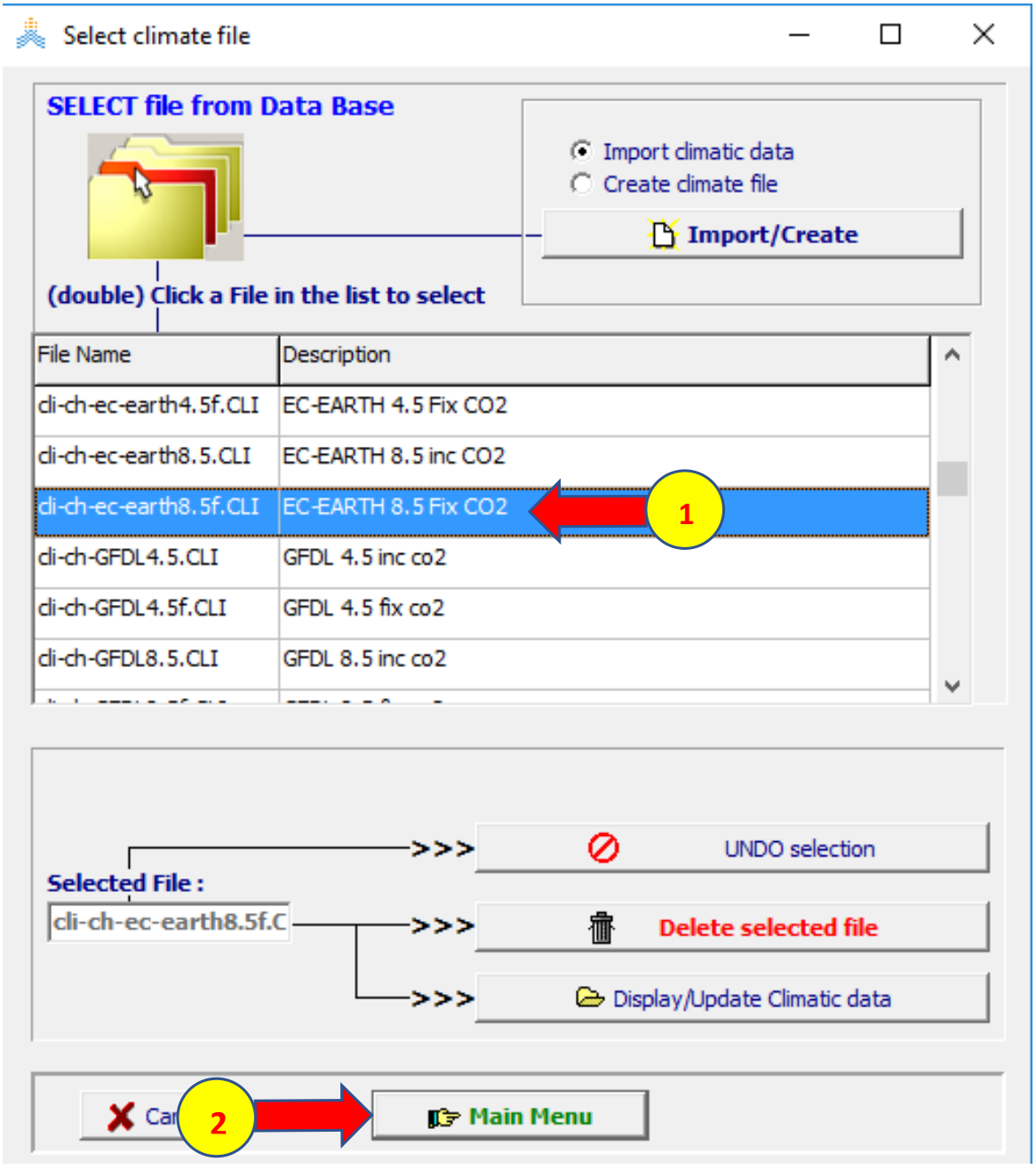


أعد الحل باستخدام قيمة ثابته لتركيز CO2 يساوي 350 ppm

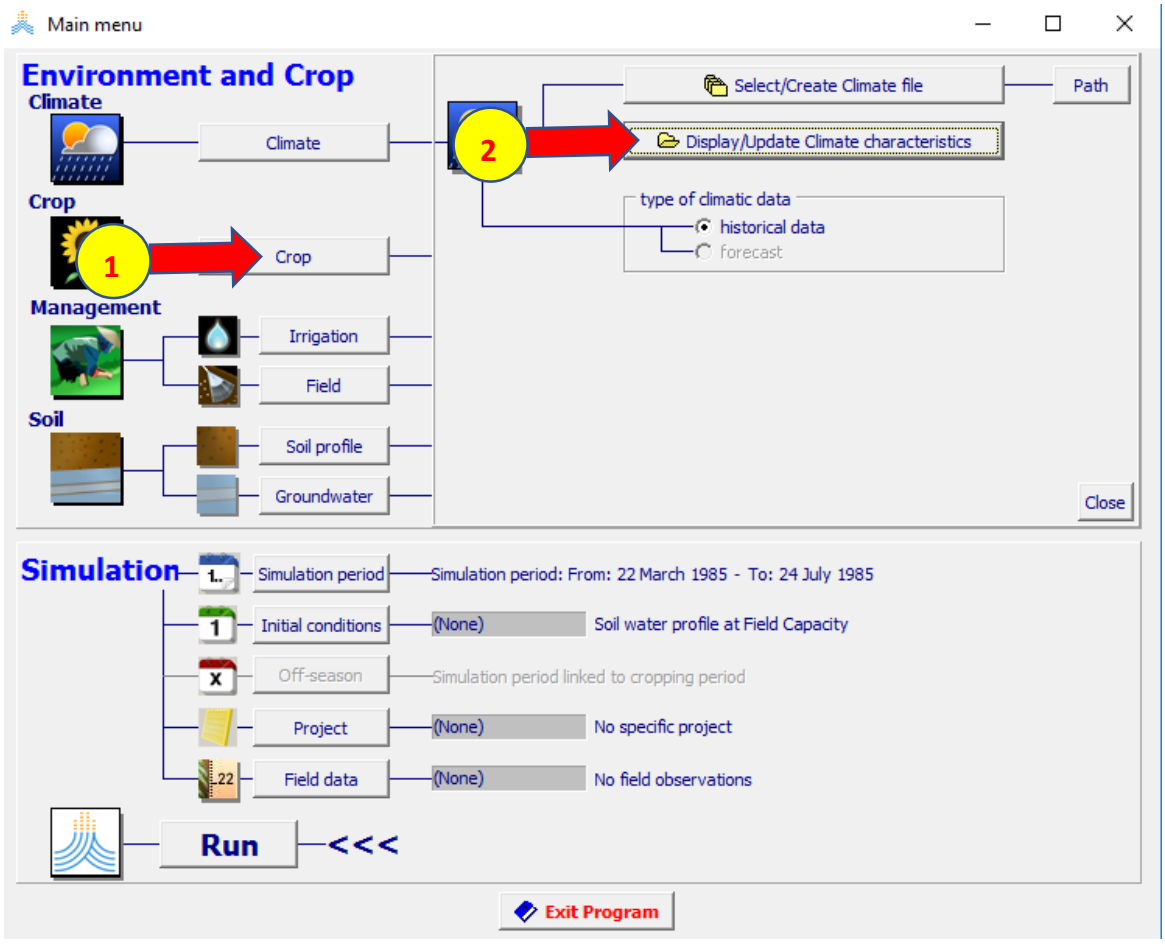
في القائمة main menu: اختر الأمر Climate
ثم اختر الأمر select/create climate file



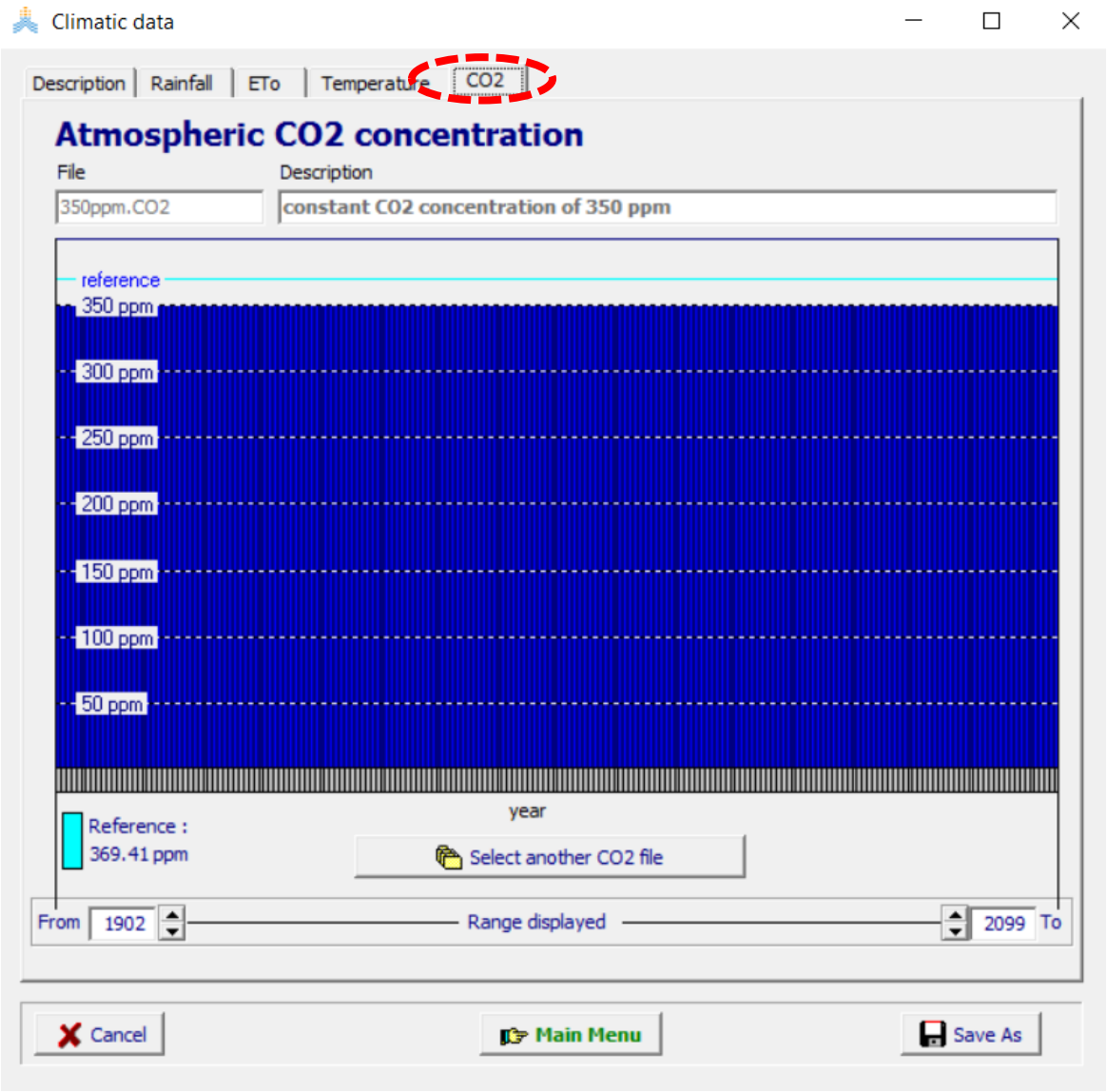
في القائمة select climate file: اختر الملف cli-ch-ec-earth8.5f.CLI
ثم اختر الأمر Main Menu



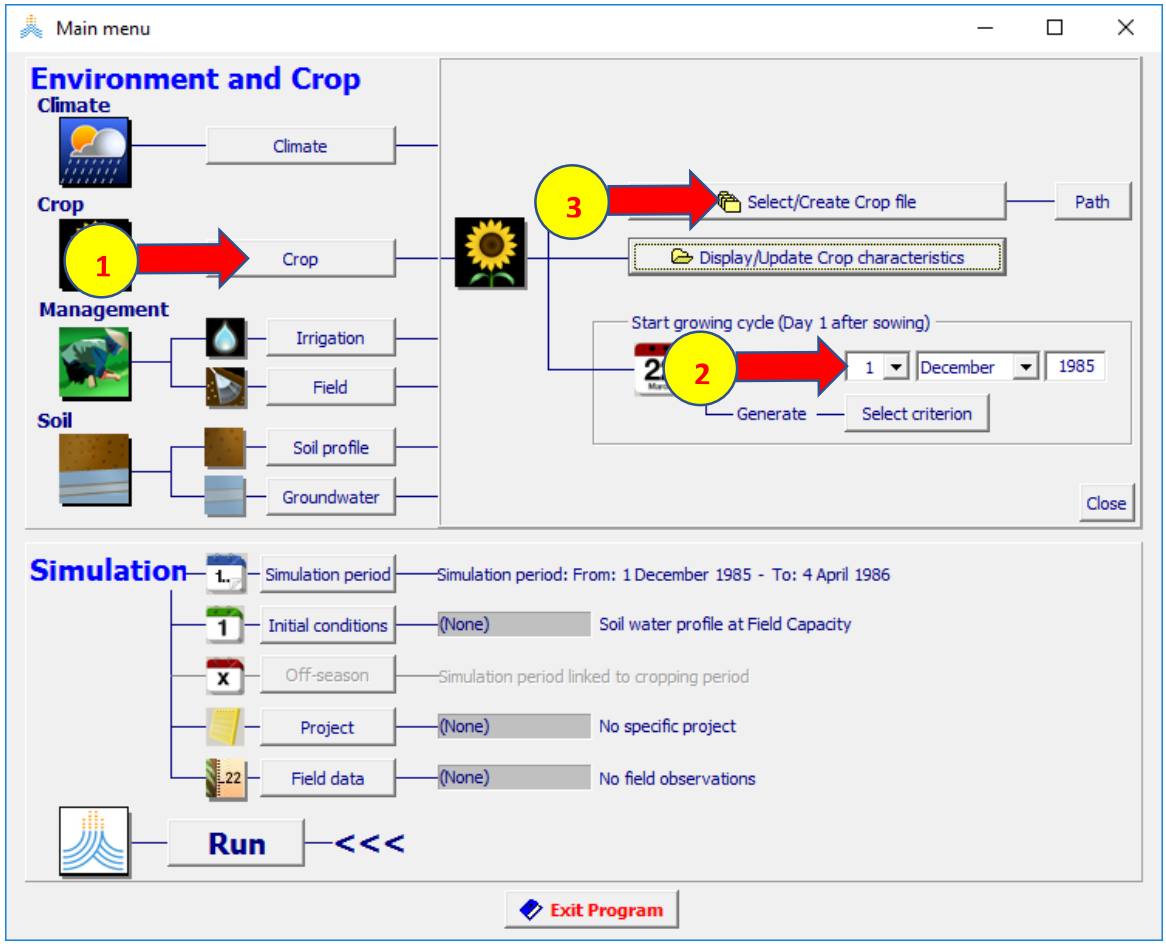
في القائمة main menu: اختر الأمر Climate
ثم اختر الأمر Display/Update climate characteristics



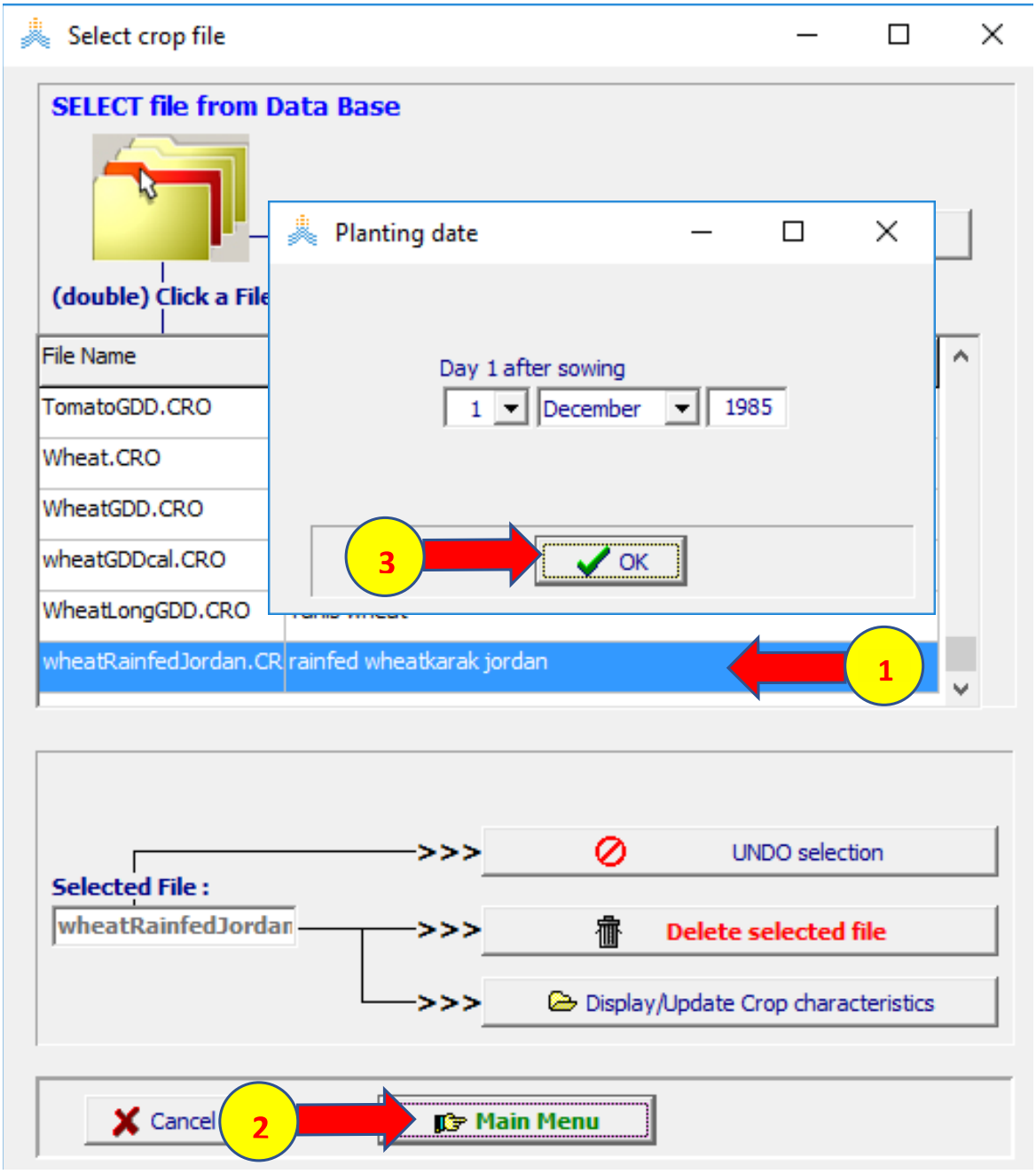
في القائمة Climatic Data اختر الواجهة CO2 وتأكد ان تركيز CO2 ثابت



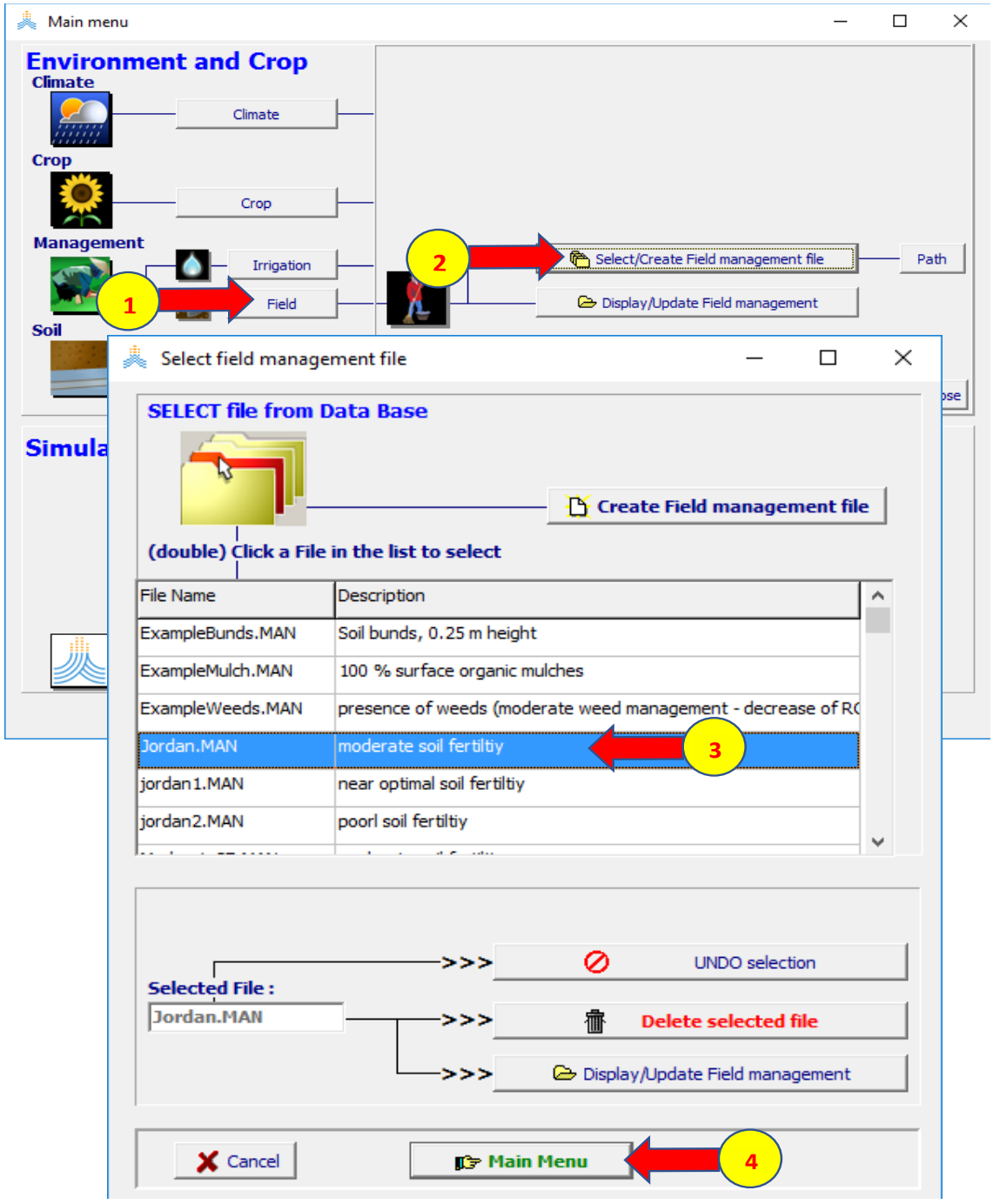
في القائمة main menu: اختر الأمر Crop،
حدد start growing cycle (day 1 after sowing)
بتاريخ 1December 1985 ثم اختر الأمر select/create crop file



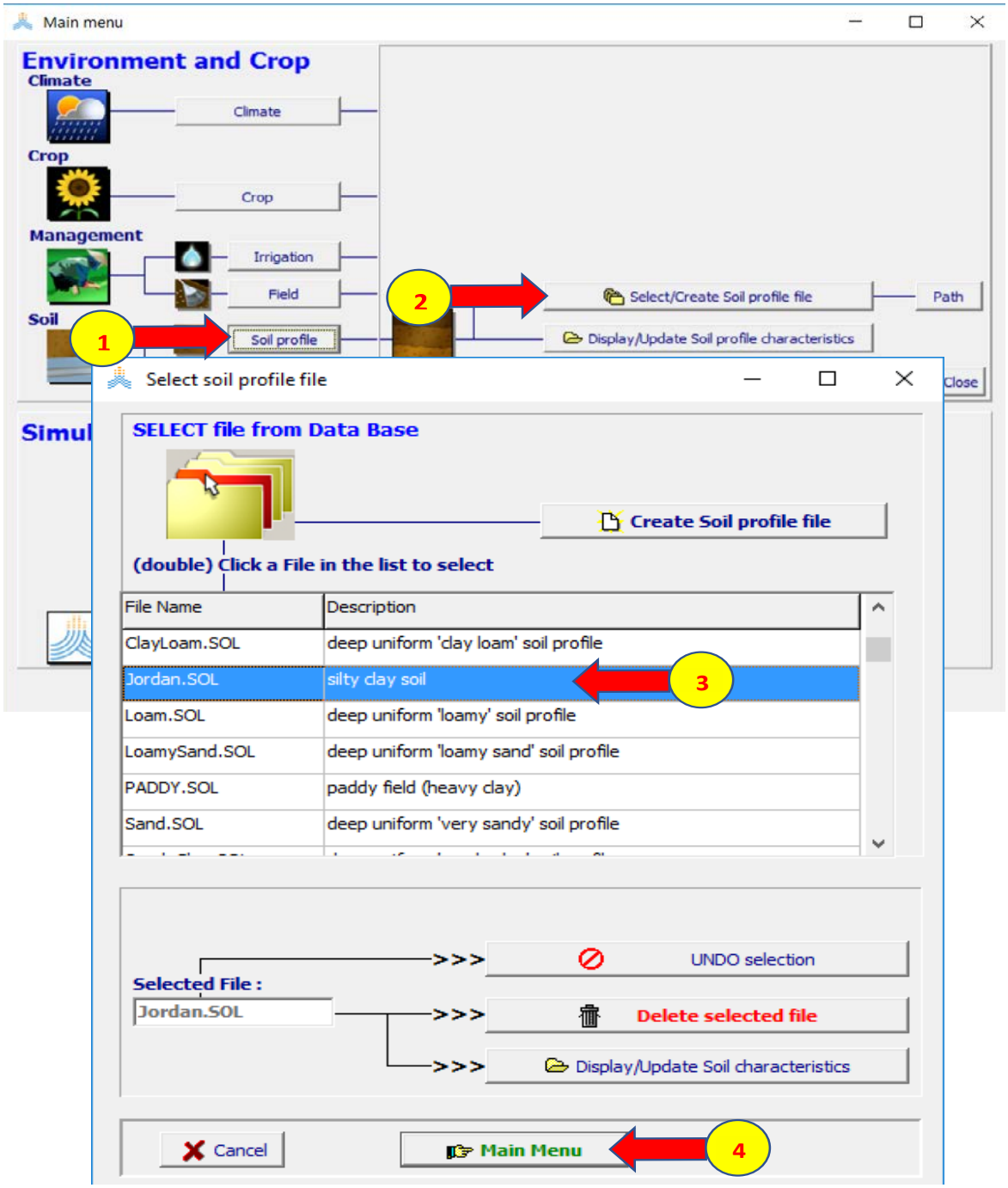
في القائمة select crop file: اختر الملف wheatRainfedJordan.CRO
ثم اختر الأمر Main Menu
فتظهر نافذةplanting date اختر ok لتأكيد تاريخ الزراعة



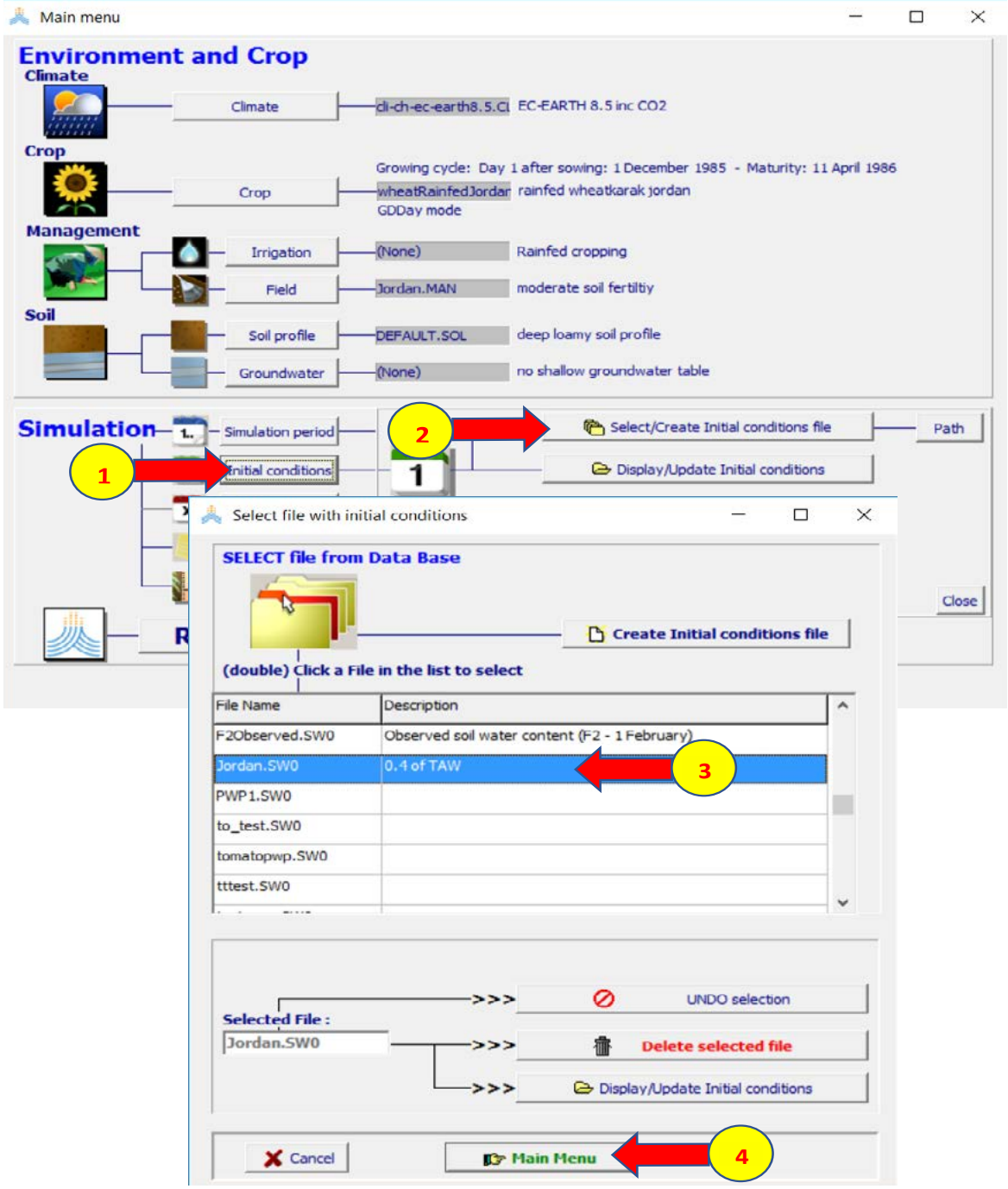
في القائمة Main Menu: اختر الأمر Field
ثم الأمر Select/Create Field management file
اختر الملف Jordan.MAN
ثم الأمر Main Menu



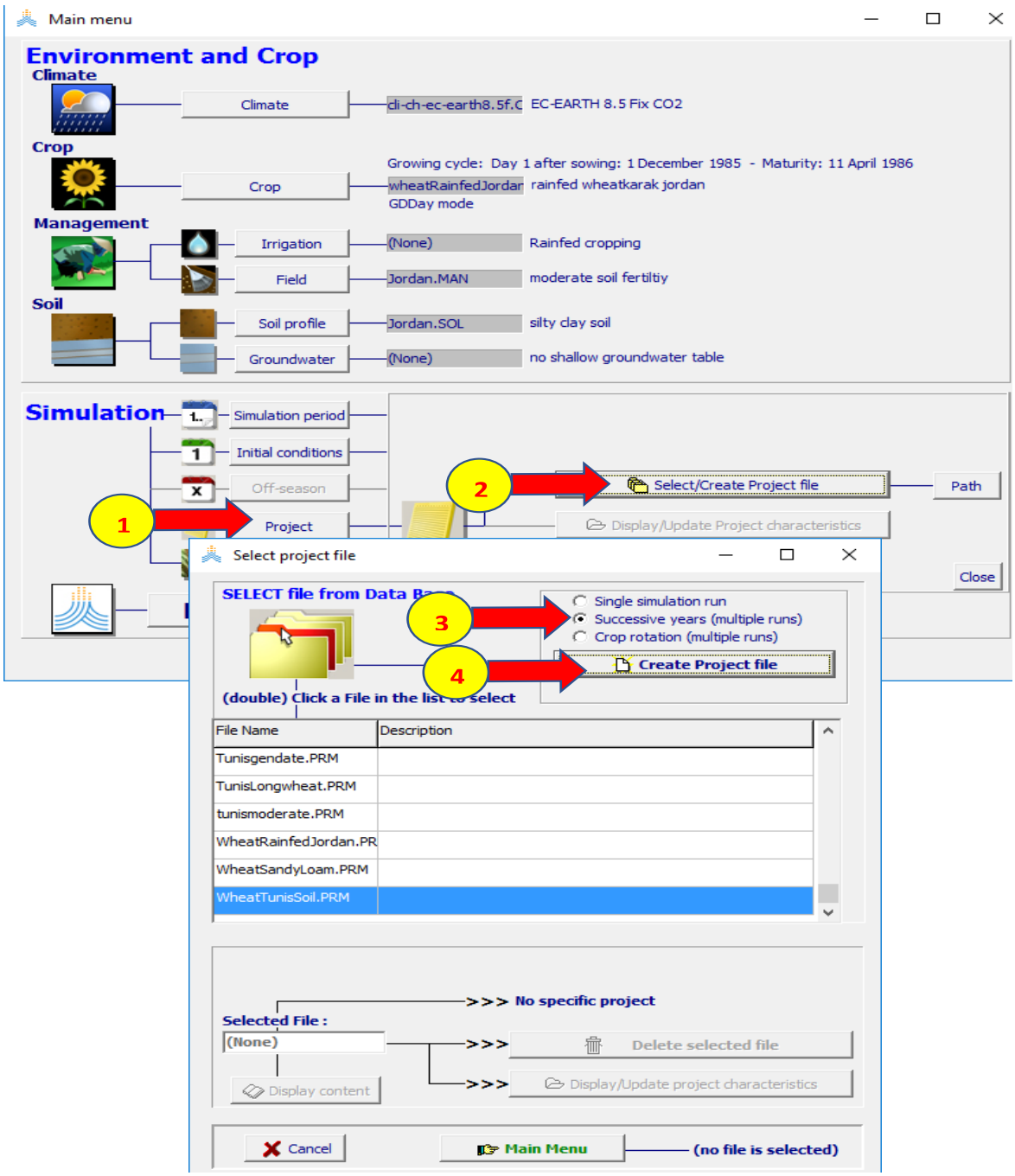
في القائمة Main Menu: اختر الأمر Soil Profile
ثم اختر الأمر select/create soil profile file
في القائمة select soil profile file: اختر الملف Jordan.SOL
ثم اختر الأمر main menu



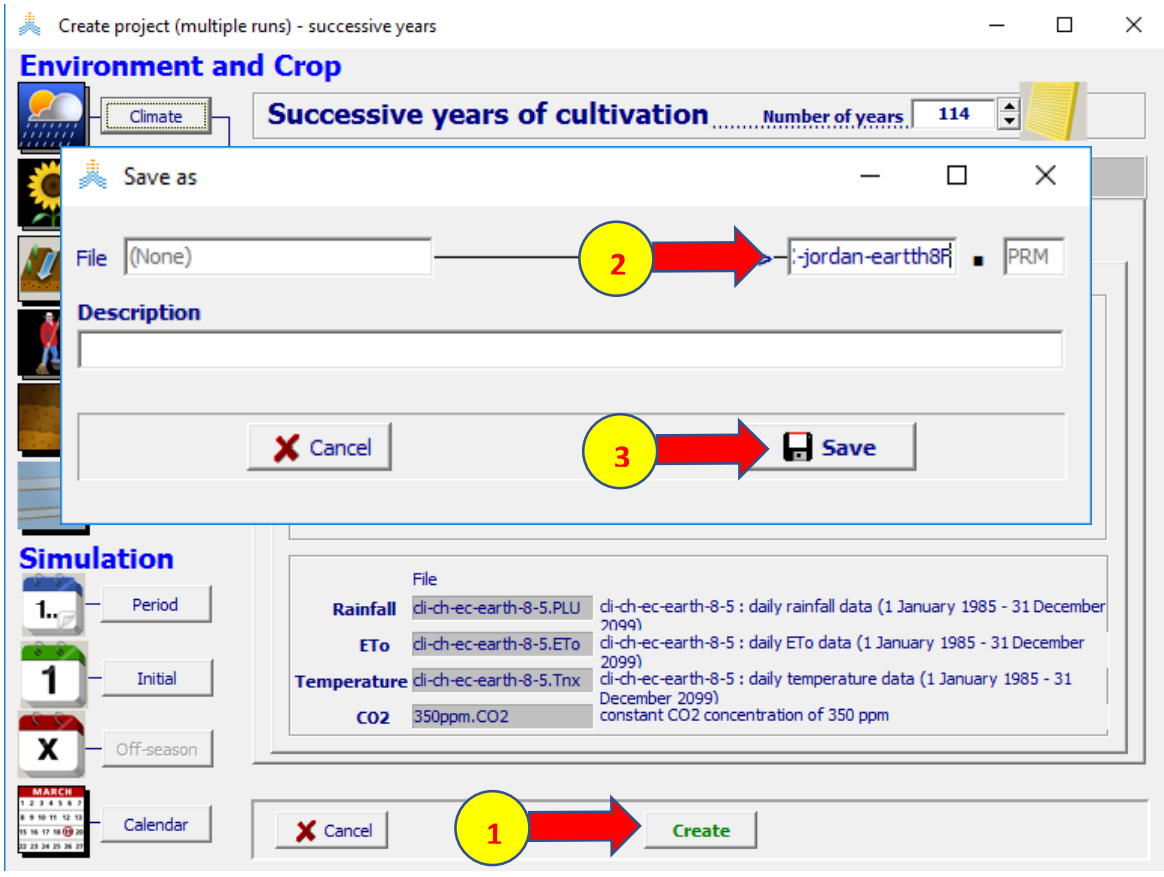
في القائمة Main Menu: اختر الأمر initial condition
ثم اختر الأمر select/create initial conditions file
في القائمة select file with initial Conditions:
اختر الملف Jordan.SW0 ثم اختر الأمر main menu



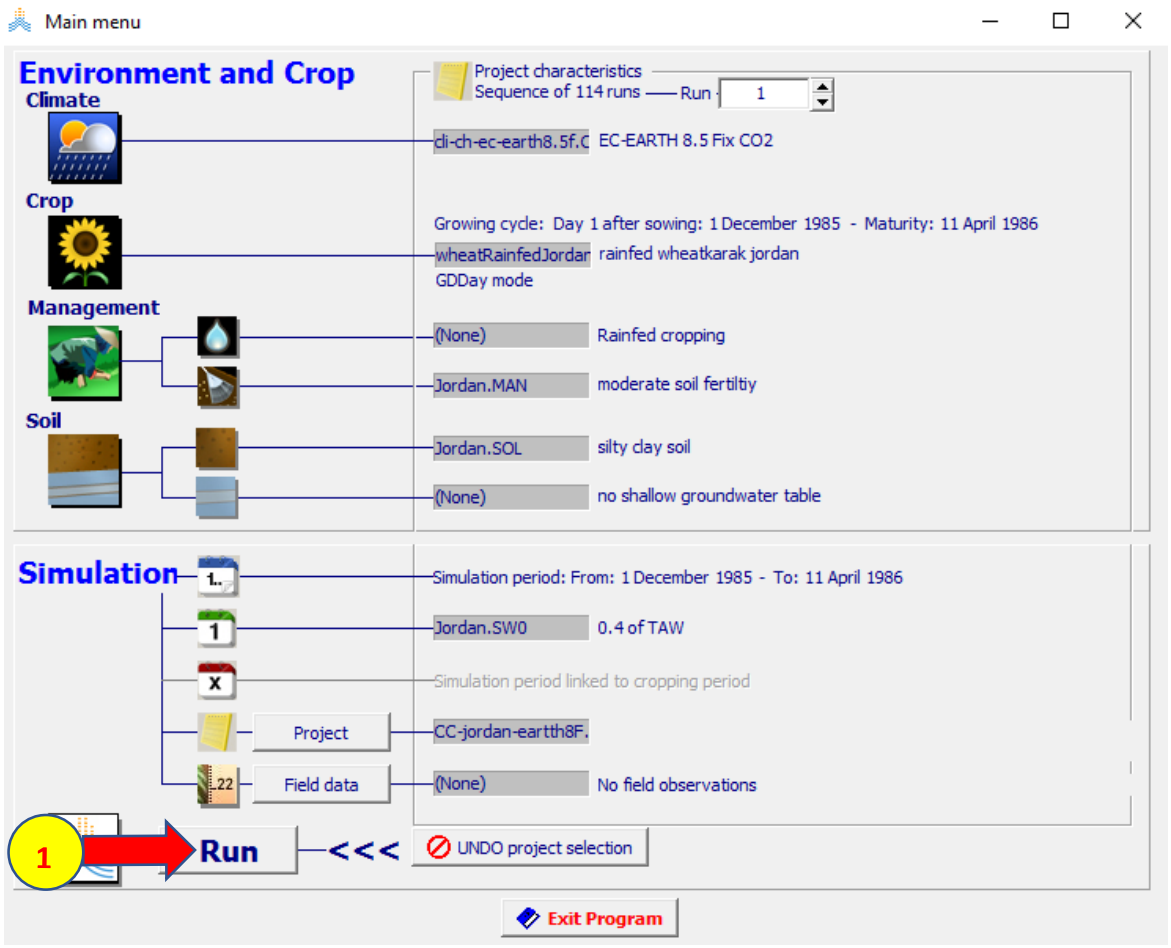
في قائمة Main Menu اختر الأمر project
ثم الأمر select/create project file
في قائمة select project file حدد الخيار successive years
ثم اختر الأمر create project file



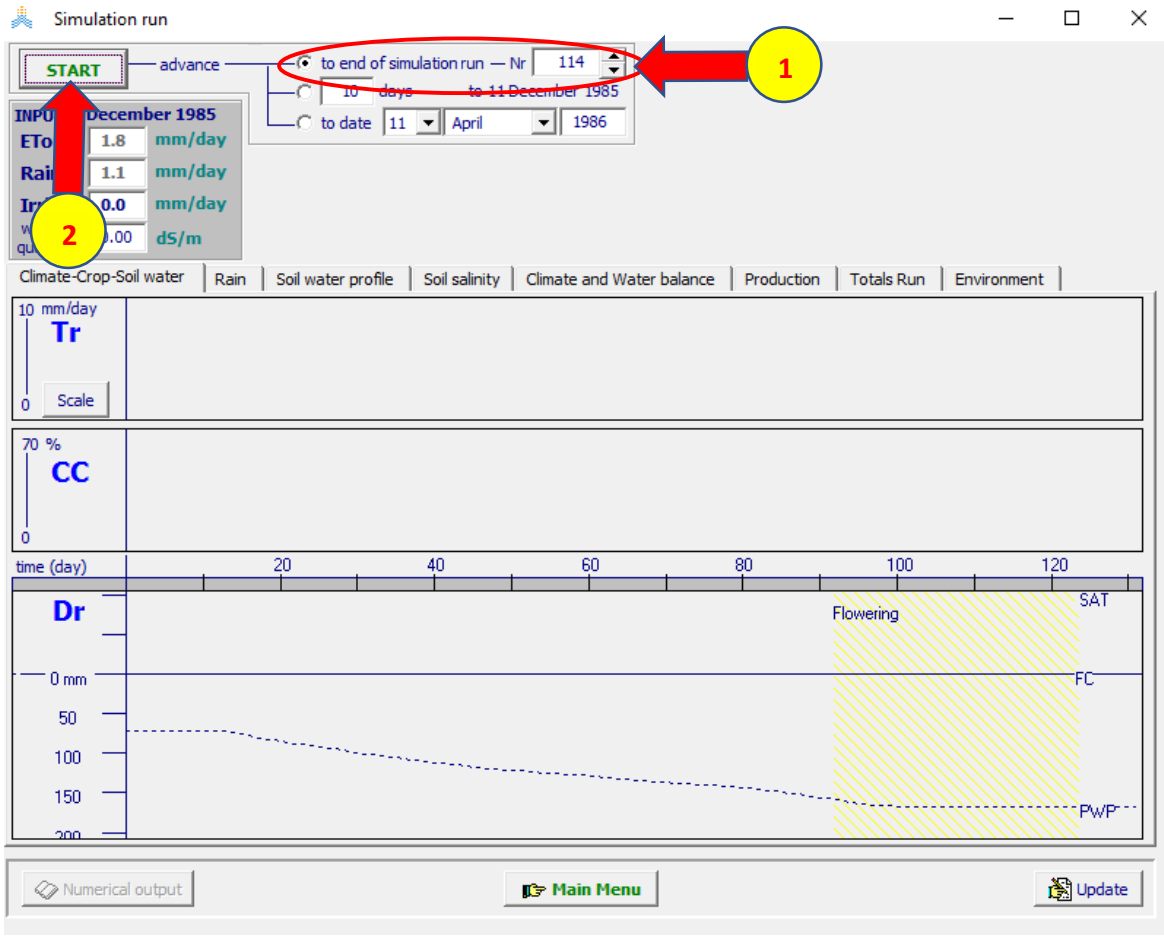
اختر الأمر create واحفظ المشروع باسم CC-jordan-ecearth8F



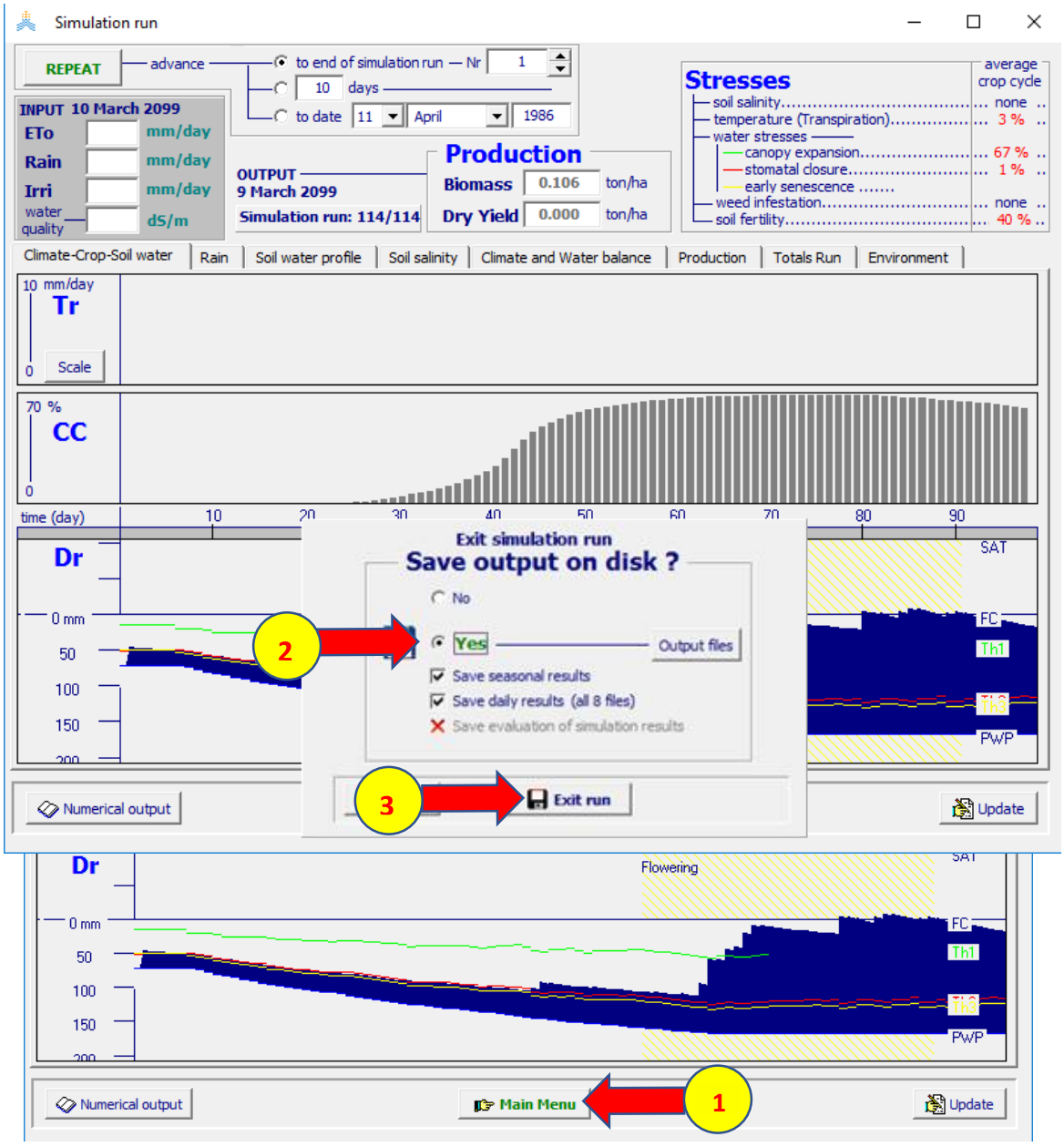
في القائمة الرئيسية اختر الأمر Run لتشغيل المحاكاة



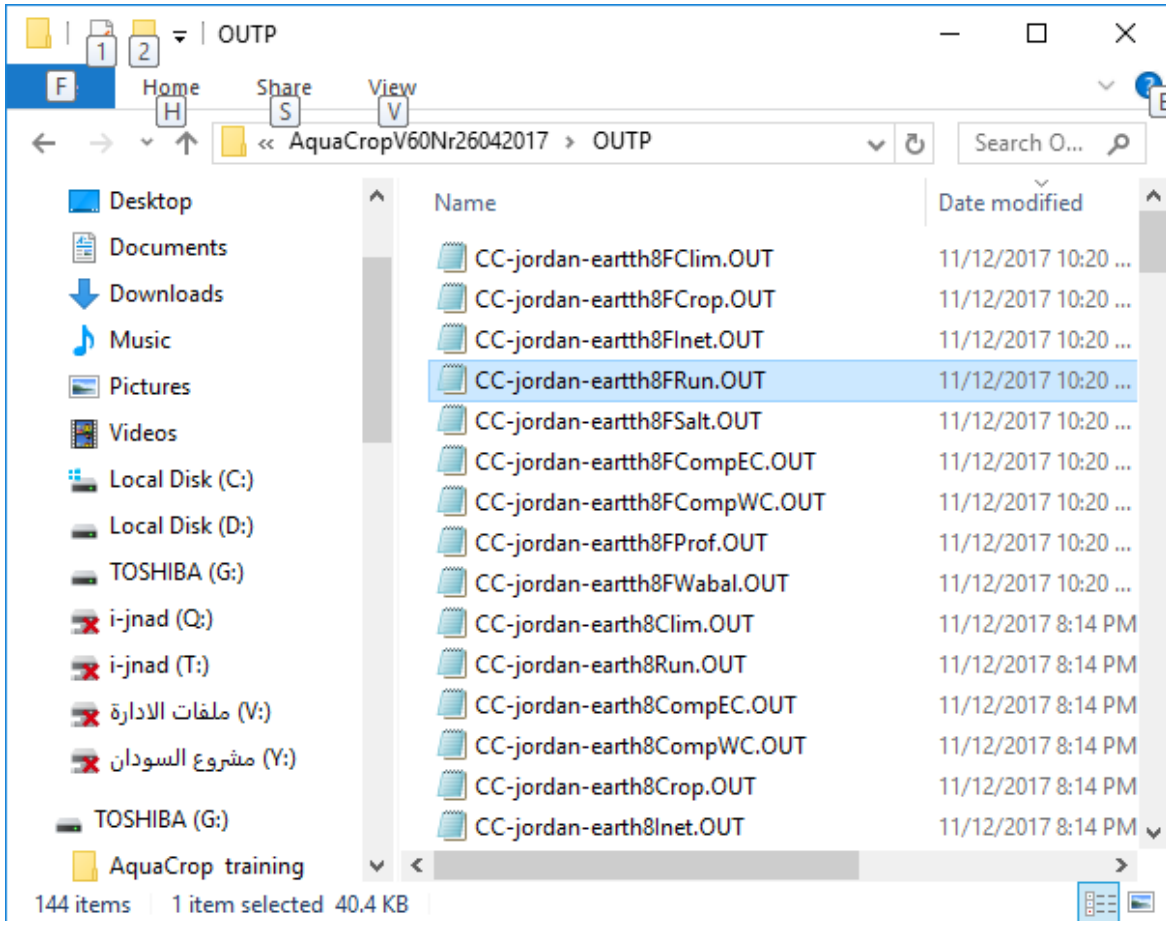
اختر الخيار حتى نهاية المحاكاة رقم (to end of simulation run-Nr)
وحدد رقم المحاكاة 114 ثم اختر الأمر ابدأ START



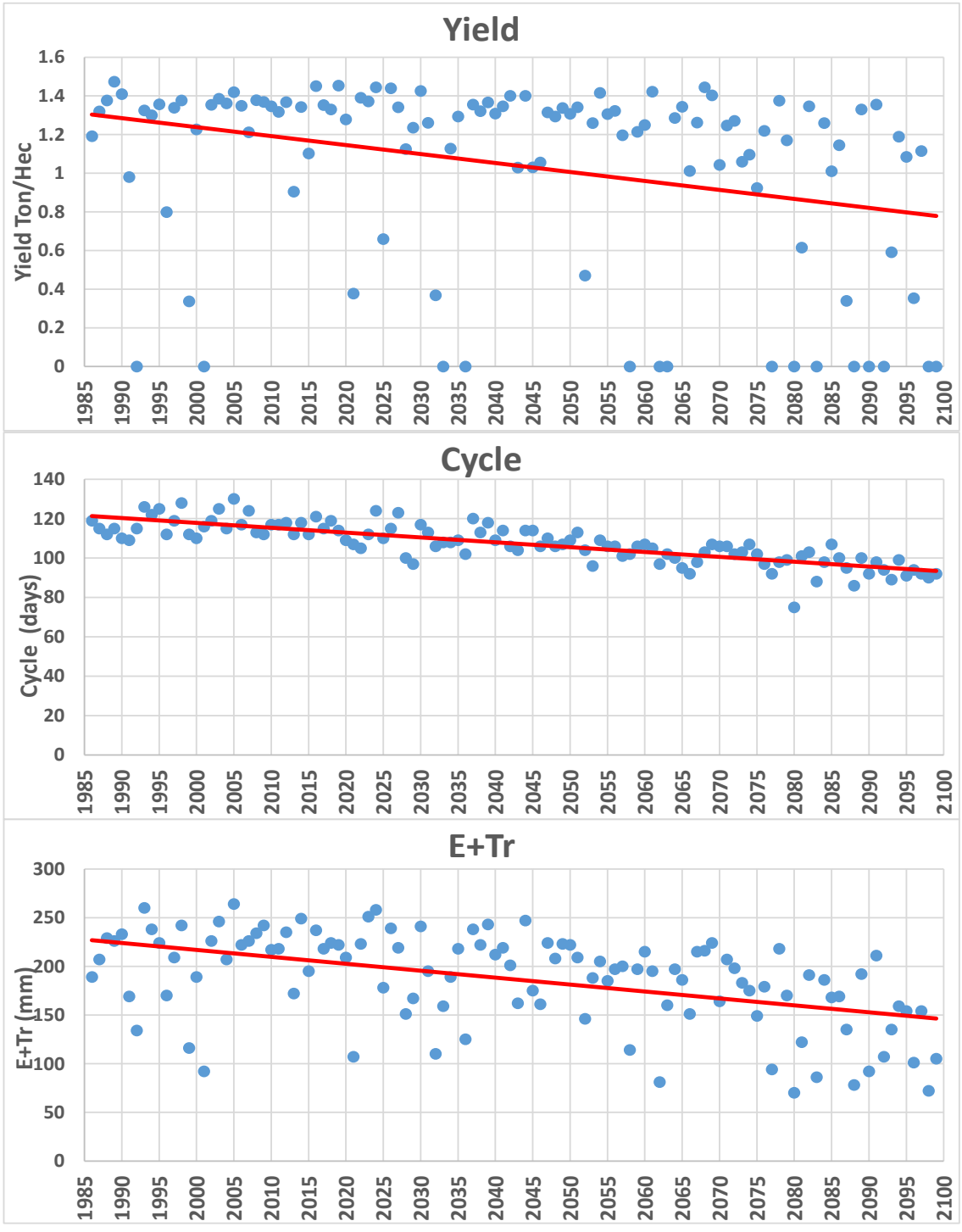
عند انتهاء المحاكاة اختر الأمر القائمة الرئيسية main menu
اختر موافق yes ثم اختر خروج Exit Run لحفظ نتائج المحاكاة



تحفظ النتائج افتراضيا في المجلد OUTP ضمن مجلد AquaCrop كما هو ظاهر في الشكل



رسم العلاقة بين السنوات وكل من الإنتاجية (Yield) وطول موسم النمو (cycle) والاستهلاك المائي الفعلي (E+Tr) باستخدام برنامج Excel



المراجع

Raes, D. 2017 . AquaCrop training handbook I. Understanding AquaCrop. http://www.fao.org/3/a-i6051e.pdf

Dirk Raes and Van Gaelen, H. 2017. AquaCrop training handbooks – Book II Running AquaCrop. http://www.fao.org/3/a-i6052e.pdf

Dirk Raes and Van Gaelen, H. 2014. practical exercises, AquaCrop training Workshop Cairo, Egypt 24-28 August 2014.

19-00322