CROPWAT

CROPWAT هو برنامج لدعم القرار لرى المحاصيل، وضعته منظمة الأغذية والزراعة (الفاو). هذا البرنامج في نسخته الحالية CROPWAT 8.0 يعتبر من برامج المحاكاة القوية التى تحاكى متطلبات مياه الري للمحاصيل على أساس بيانات التربة والمناخ والمحصول. وبالإضافة إلى ذلك، يسمح البرنامج بوضع جدولة لرى المحاصيل تحت أى ظروف من امدادات المياه طبقا لكميات المياه المخطط لها لأنماط المحاصيل المختلفة. أيضا يمكن للبرنامج تقييم ممارسات الرى للمزارعين وتقدير أداء المحاصيل في ظل كل من الظروف المطرية والرى.

جميع إجراءات الحساب المستخدمة في برنامج CROPWAT 8.0 تستند الى الاعداد المنشورة للفاو رقم 56 ، 33 تحت عنوان:

- "Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements"- FAO No. 56
- "Yield response to water" – FAO No. 33

الفاو فى أواخر السبعينات تناولت العلاقة بين انتاجية المحصول وكمية المياه المتاحة (الميسرة) للنبات فى التربة وذلك من خلال معادلة بسيطة تم فيها الربط بين الانخفاض النسبى فى المحصول الناجم عن الانخفاض النسبى فى الماء الميسر. هذه المعادلة يمكن توضيحها فى الاتى: :

$$(1 - Ya / Yx) = Ky (1 - ETa / ETx)$$

where Yx and Ya are the maximum and actual yields, ETx and ETa are the maximum and actual evapotranspiration, and Ky is a yield response factor representing the effect of a reduction in evapotranspiration on yield losses.

المختصر Ky الذى يعبر عن معامل استجابة المحصول للمياه يعكس في حقيقة الامر العديد من العمليات البيولوجية والفيزيائية والكيميائية حيث ان أى نقص في المياه ينعكس على المحصول مسببا نقص في انتاجيته. وهذا الجانب واضح تفصيليا في الفاو 33 (Doorenbos and Kassam, 1979)

هذه المعادلة هامة جدا لوضع حزمة توصيات عندما نريد عمل جدولة للرى أو ترشيد استخدام المياه خاصة في ظل محدودية الموارد المائية. فمن خلال نتائج هذه المعادلة التى يوضحها هذا النموذج يمكن معرفة نسبة

النقص في انتاجية المحصول اذا تعرض لأى نقص في الماء الميسر في أيا من مراحل نموه المختلفة. وبناءا عليه يمكن معرفة الفترات المناسبة لإعطاء الرى وكذلك أنسب كمية مياه في كل رية هذا من ناحية أو من ناحية اخرى تحديد الفترات التى يمكن خفض كميات مياه الرى فيها دون تأثير معنوى على انتاجية المحصول. لانه في كل سيناريو يتم اختباره من خلال السيناريوهات العديدة الموجودة في النموذج سوف توضح النتائج هل هناك نقص ونسبته وذلك للحكم على هذا السيناريو هل هو مناسب للتطبيق ام لا بناء على نسبة النقص الناجم عن التوفير في المياه (أى العجز المائى الذى تعرض له النبات).

شرح مختصر لمدخلات ومخرجات النموذج

يتضمن البرنامج 5 أقسام لادخال البيانات ، 3 أقسام للحساب ونواتج المدخلات.

أقسام المدخلات هى:

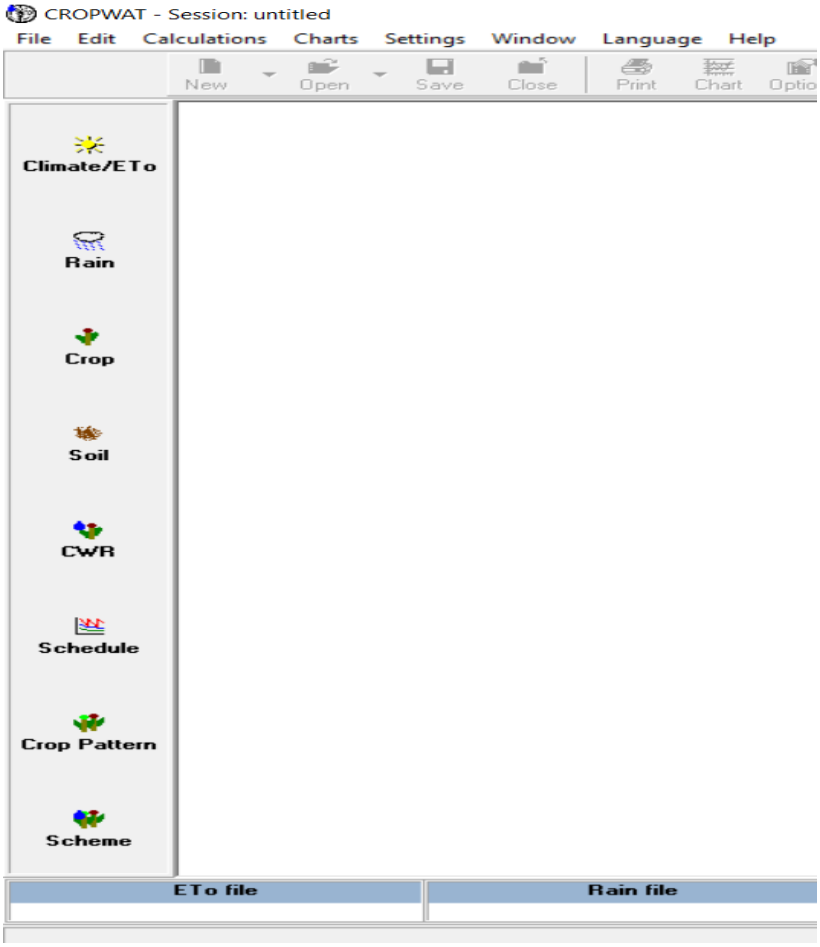
- Climate/ ETo
- Rain
- Crop
- Soil
- Crop pattern

أقسام الحساب ونواتج المدخلات هى:

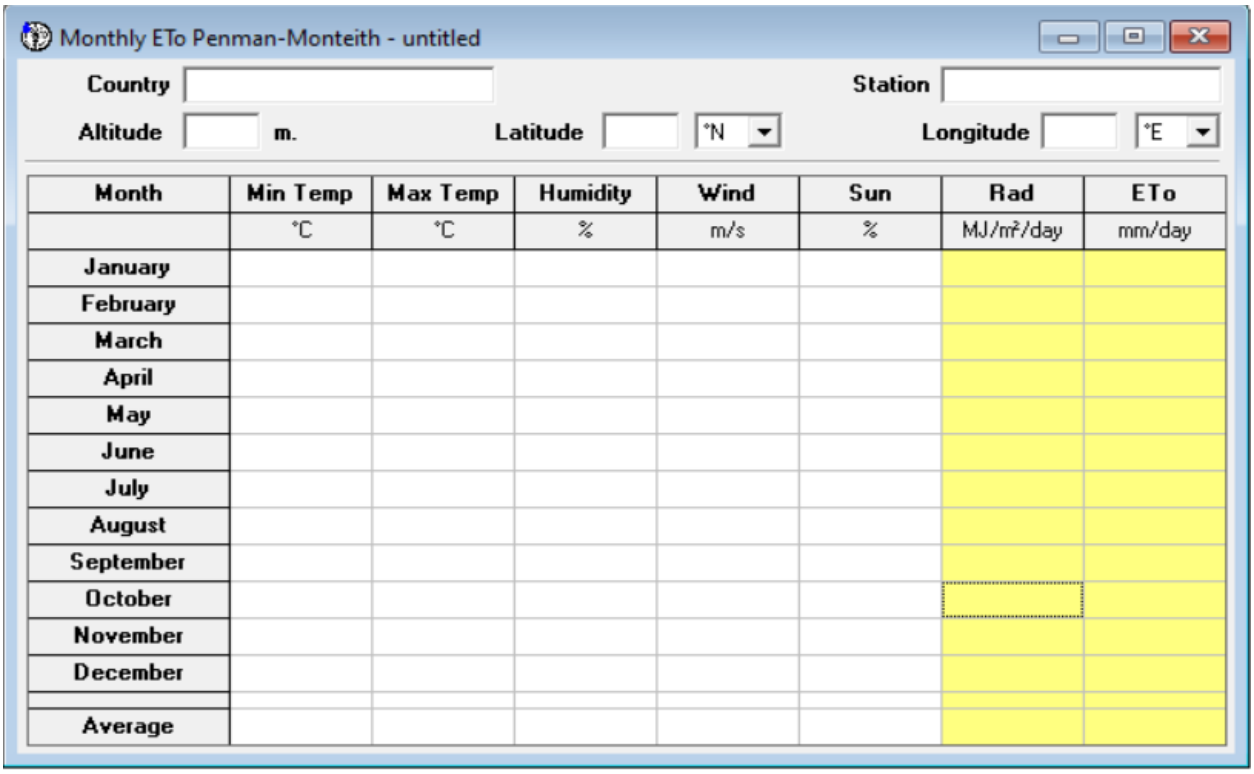
- CWR (crop water requirements)
- Schedules
- Scheme

نتعرف الآن على بعض تفاصيل النموذج

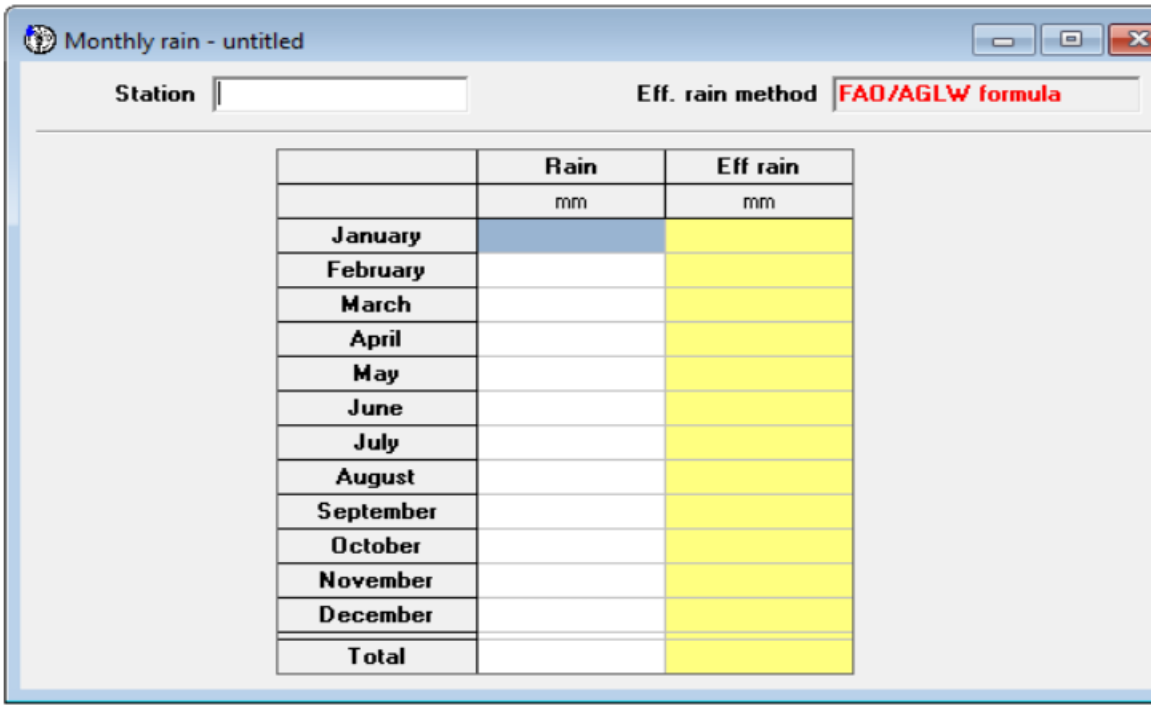
عند فتح النموذج سوف تظهر صفحة تضم فى الجهة اليسار منها أقسا م المدخلات والمخرجات للنموذج.



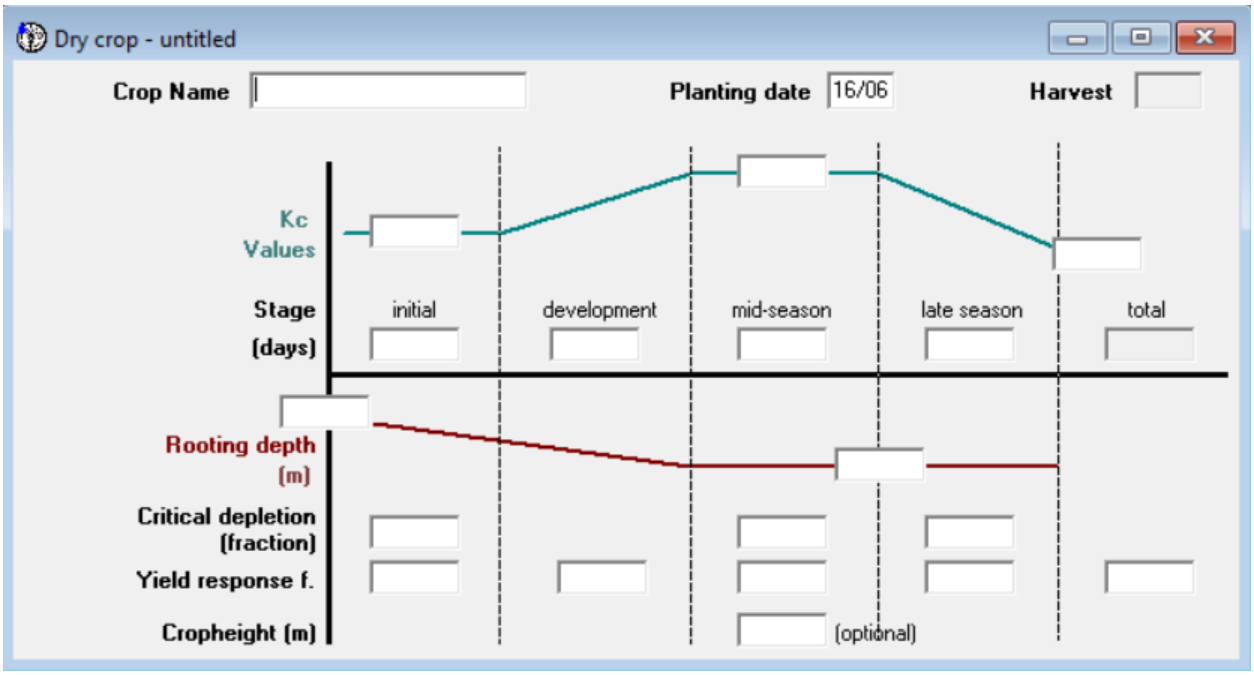
Climate / ETo: هذا القسم يطلب بيانات عن الدولة من حيث خط الطول ، خط العرض ، الارتفاع عن سطح البحر. هذا القسم يتضمن أهم جزء فى البرنامج وهو بيانات الجو لمنطقة الدراسة والتى تتضمن الحرارة العظمى ، الحرارة الصغرى ، الرطوبة النسبية ، سرعة الرياح ، عدد ساعات سطوع الشمس. ومن هذه البيانات يقوم البرنامج بحساب الاشعاع (Rad., $MJ/m^2/day$) ، البخر نتح المرجع (ETo, mm/day). هناك امكانية تغيير بعض الوحدات ان اردنا ذلك ويمكن اجراء هذا من خلال فتح قائمة Options الموجودة أعلى الصفحة أفقيا. أيضا يمكن عمل رسوم بيانية للعناصر الجوية التى تم ادخالها أو نواتج الحساب وذلك من خلال فتح قائمة Chart الموجودة أعلى الصفحة أفقيا ثم اختيار العنصر أو العناصر المراد عمل رسم بيانى لها. الجدول التالى يوضح مدخلات هذا القسم ونواتج الحساب.



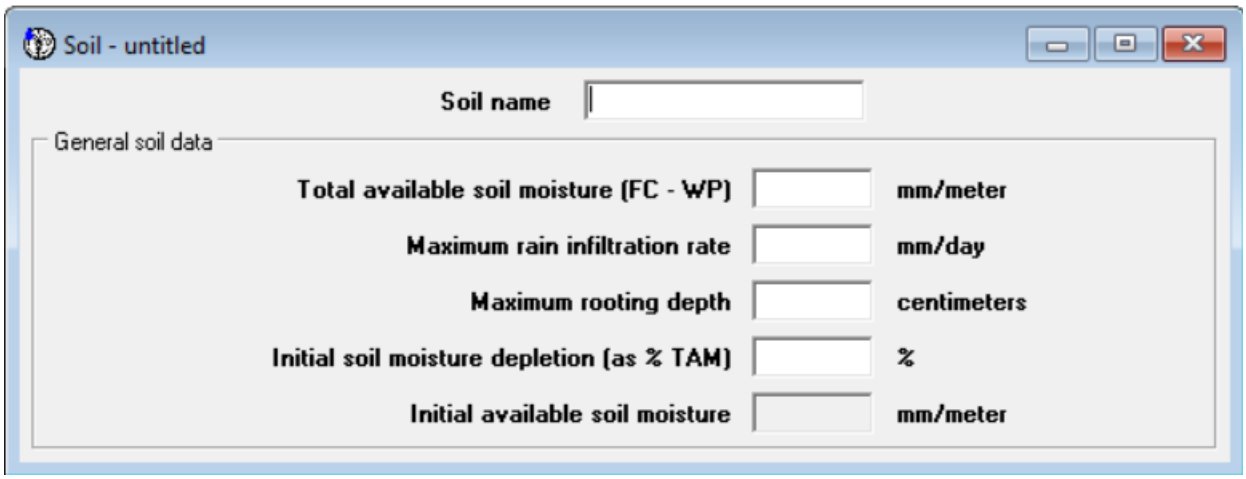
Rain: الجدول التالى يوضح البيانات المطلوبة لهذا القسم. يمكن أيضا عمل رسم بيانى لبيانات المطر كما فى الحالة السابقة لعناصر الجو.



Crop: هذا القسم يتضمن اسم المحصول ، تاريخ الزراعة ، معامل المحصول ، مراحل النمو . ومن خلال فتح قائمة open الموجودة أعلى الشاشة أفقيا يمكن اختيار المحصول المراد حساب احتياجاته المائية حيث أن الفاو دعمت البرنامج بالعديد من المحاصيل التى اختبرتها. ومن خلال اختيار المحصول يمكن عمل أى تعديل فى بيانات المحصول سواء ميعاد الزراعة أو معامل المحصول أو مراحل النمو وحفظها باسم جديد حتى يمكن استعمالها باستمرار فيما بعد بحيث انها تمثل ظروفنا المصرية. هذا التعديل الذى تم على مدخلات هذا المحصول يجب أن يكون من بيانات تجارب مصرية تم تنفيذها بالفعل فى الاقاليم المناخية المختلفة. الشكل التالى يوضح الصورة العامة لهذا القسم والبيانات اللازمة له.



Soil: الجدول التالى يوضح مدخلات هذا القسم



CWR (Crop Water Requirements) : أولى نواتج النموذج التى يتم الحصول عليها.

Schedule (Crop Irrigation Schedule): هذا القسم من أهم نواتج النموذج لانه من خلاله يمكن عمل جدولة للمحصول من خلال توقيت الرى وتحديد كمية المياه المراد اضافتها للمحصول.

الجداول التالية توضح نتائج الاحتياجات المائية لمحصول الشعير ونتائج الجدولة (CWR ، Schedule). منطقة الزراعة هى سخا موسم 2009-2010

فى الجدول الثانى الخاص بنتائج الجدولة Schedule نود الاشارة الى ان نظام الجدولة الذى قمنا باختياره للدراسة هو كالاتى:

Timing: Irrigation at critical depletion (Irrigation at 100% critical depletion)
Application: Refill to field capacity (Refill soil moisture content to 100% field capacity).

الجدير بالذكر انه بالنسبة للمبتدئين فى استخدام برنامج CROPWAT 8.0 يجب أن يعلموا أن توقيت الرى عند استنزاف 100% من الحد الحرج ليس معناه استنفاذ كامل مخزون الرطوبة الأرضية الميسرة ولكن المقصود بالحد الحرج هو أن هناك نسبة من مخزون الماء الميسر يطلق عليها
(Readily Available Moisture, "RAM") أى الماء المتاح بسهولة وهذه النسبة تختلف من محصول لاخر وهذا سوف يتضح بالرسم البيانى فيما بعد فى مثال اخر.

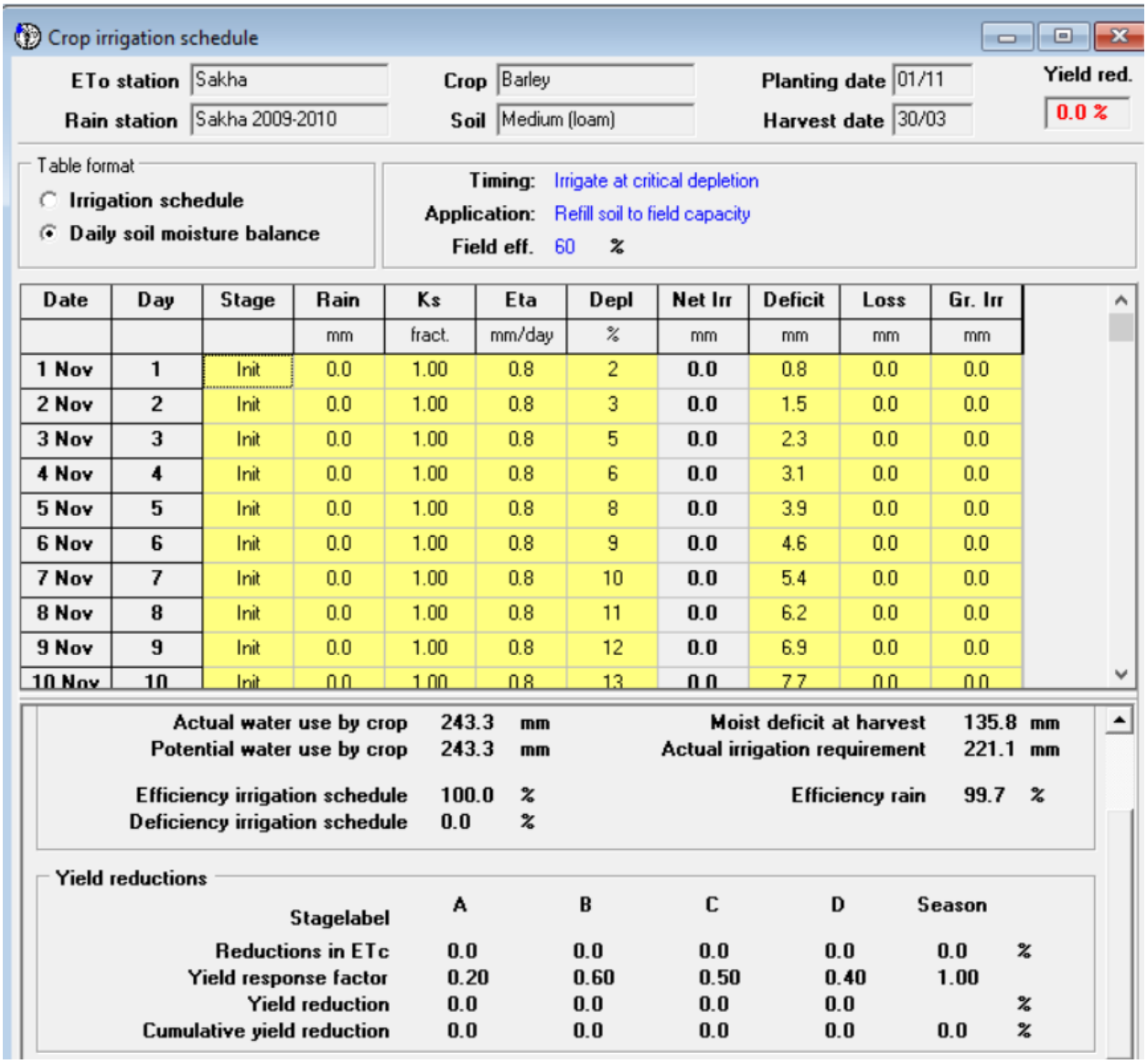
والحد الحرج "critical depletion" يقصد به انه الحد أو الخط الفاصل بين الماء المتاح بسهولة "RAM" وباقى مخزون الرطوبة الأرضية الميسرة بحيث أن التأخير في الرى سوف يجهد النبات للبحث عن الماء في أعماق اكبر في التربة وهو ما ينعكس على النبات في صورة stress

Crop Water Requirements

ETo station: Sakha | Crop: Barley

Rain station: Sakha 2009-2010 | Planting date: 01/11

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	Init	0.30	0.77	7.7	0.0	7.7
Nov	2	Init	0.30	0.66	6.6	0.0	6.6
Nov	3	Init	0.30	0.60	6.0	0.0	6.0
Dec	1	Deve	0.40	0.72	7.2	0.0	7.2
Dec	2	Deve	0.58	0.93	9.3	0.0	9.3
Dec	3	Deve	0.78	1.23	13.5	0.0	13.5
Jan	1	Mid	0.97	1.51	15.1	0.0	15.1
Jan	2	Mid	1.03	1.60	16.0	0.0	16.0
Jan	3	Mid	1.03	1.89	20.7	0.1	20.6
Feb	1	Mid	1.03	2.17	21.7	6.1	15.6
Feb	2	Mid	1.03	2.45	24.5	9.1	15.3
Feb	3	Mid	1.03	2.80	22.4	6.1	16.3
Mar	1	Late	0.93	2.85	28.5	0.1	28.4
Mar	2	Late	0.75	2.56	25.6	0.0	25.6
Mar	3	Late	0.57	2.05	20.5	0.0	20.5
					245.4	**21.6**	**223.8**


Crop irrigation schedule
ETo station Sakha
Rain station Sakha 2009-2010
Crop Barley
Soil Medium (loam)
Planting date 01/11
Harvest date 30/03
Yield red. 0.0 %
Table format
Irrigation schedule
Daily soil moisture balance
Timing: Irrigate at critical depletion
Application: Refill soil to field capacity
Field eff. 60 %
Date Day Stage Rain Ks Eta Depl Net Irr Deficit Loss Gr. Irr
mm fract. mm/day % mm mm mm mm
1 Nov 1 Init 0.0 1.00 0.8 2 0.0 0.8 0.0 0.0
2 Nov 2 Init 0.0 1.00 0.8 3 0.0 1.5 0.0 0.0
3 Nov 3 Init 0.0 1.00 0.8 5 0.0 2.3 0.0 0.0
4 Nov 4 Init 0.0 1.00 0.8 6 0.0 3.1 0.0 0.0
5 Nov 5 Init 0.0 1.00 0.8 8 0.0 3.9 0.0 0.0
6 Nov 6 Init 0.0 1.00 0.8 9 0.0 4.6 0.0 0.0
7 Nov 7 Init 0.0 1.00 0.8 10 0.0 5.4 0.0 0.0
8 Nov 8 Init 0.0 1.00 0.8 11 0.0 6.2 0.0 0.0
9 Nov 9 Init 0.0 1.00 0.8 12 0.0 6.9 0.0 0.0
10 Nov 10 Init 0.0 1.00 0.8 13 0.0 7.7 0.0 0.0
Actual water use by crop 243.3 mm
Potential water use by crop 243.3 mm
Moist deficit at harvest 135.8 mm
Actual irrigation requirement 221.1 mm
Efficiency irrigation schedule 100.0 %
Deficiency irrigation schedule 0.0 %
Efficiency rain 99.7 %
Yield reductions
Stagelabel A B C D Season
Reductions in ETc 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 %
Yield response factor 0.20 0.60 0.50 0.40 1.00
Yield reduction 0.0 0.0 0.0 0.0 %
Cumulative yield reduction 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 %

مثال اخر لمحصول صيفى وهو الذرة الشامية المنزرع فى العروة النيلى موسم 2010 فى منطقة سخا.

فى هذا المثال سوف يتم استعراض نتائج CWR ، Schedule وكذلك رسم بيانى يوضح كيف تم تطبيق الرى عندما كان اختيارنا فى نظام الجدولة نفس الاختيار السابق وهو:

Timing: Irrigation at critical depletion (Irrigation at 100% critical depletion)

Application: Refill to field capacity (Refill soil moisture content to 100% field capacity).

Crop Water Requirements

ETo station: Sakha | Crop: Maize Nili

Rain station: Sakha 2015 | Planting date: 01/07

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Jul	1	Init	0.30	1.71	17.1	0.0	17.1
Jul	2	Init	0.30	1.71	17.1	0.0	17.1
Jul	3	Deve	0.44	2.53	27.8	0.0	27.8
Aug	1	Deve	0.69	3.97	39.7	0.0	39.7
Aug	2	Deve	0.93	5.34	53.4	0.0	53.4
Aug	3	Mid	1.12	6.16	67.7	0.0	67.7
Sep	1	Mid	1.14	5.95	59.5	0.0	59.5
Sep	2	Mid	1.14	5.68	56.8	0.0	56.8
Sep	3	Late	1.13	5.13	51.3	0.1	51.2
Oct	1	Late	1.02	4.15	41.5	7.7	33.8
Oct	2	Late	0.86	3.12	31.2	11.6	19.6
Oct	3	Late	0.73	2.28	18.3	7.4	8.1
					481.5	**26.8**	**451.9**

Crop irrigation schedule

ETo station	Sakha	Crop	Maize Nili	Planting date	01/07	Yield red.	0.0 %
Rain station	Sakha 2015	Soil	Medium (loam)	Harvest date	28/10		

Table format
- (•) Irrigation schedule
- ( ) Daily soil moisture balance

Timing: Irrigate at critical depletion
Application: Refill soil to field capacity
Field eff. 60 %

Date	Day	Stage	Rain	Ks	Eta	Depl	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
26 Jul	26	Dev	0.0	1.00	100	56	49.4	0.0	0.0	82.3	0.37
13 Aug	44	Dev	0.0	1.00	100	57	68.3	0.0	0.0	113.9	0.73
27 Aug	58	Mid	0.0	1.00	100	57	80.5	0.0	0.0	134.1	1.11
9 Sep	71	Mid	0.0	1.00	100	56	78.2	0.0	0.0	130.3	1.16
23 Sep	85	Mid	0.1	1.00	100	56	78.0	0.0	0.0	130.1	1.08
28 Oct	End	End	0.0	1.00	0	42					

Actual water use by crop	479.2	mm	Moist deficit at harvest	58.8	mm
Potential water use by crop	479.2	mm	Actual irrigation requirement	413.2	mm
Efficiency irrigation schedule	100.0	%	Efficiency rain	100.0	%
Deficiency irrigation schedule	0.0	%			

Yield reductions

Stagelabel	A	B	C	D	Season	
Reductions in ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Yield response factor	0.40	0.40	1.30	0.50	1.25	
Yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0		%
Cumulative yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%