مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد ١٧/العدد ١/آذار ٢٠١٠، (١-٢٠)

تصميم برنامج لحساب الاحتياجات المائية في مشاريع الري

هدى هاشم بدر ،مدرس مساعد
مركز بحوث السدود والموارد المائية
جامعة الموصل

توركان احمد خليل، مدرس
قسم هندسة الحاسبات/ كلية الهندسة
جامعة الموصل

الخلاصة

تمثل المياه أهم الموارد الطبيعية في القرن الحادي والعشرين وتعتبر الزراعة المستهلك الأكبر للموارد المائية، لذا فان أفضل طريقة للترشيد في استهلاك الموارد المائية هي زيادة كفاءة الري وإتباع طرق الري الحديثة وحساب الاحتياجات المائية في مشاريع الري بصورة دقيقة.

في هذا البحث تم تصميم برنامج حاسوبي باستخدام لغة Visual Basic Version 6.0 ، لحساب التبخر والنتح المرجعي اليومي والشهري وكل عشرة أيام، والأمطار الفعالة بطريقة USDA وطريقة الفاو. تم مل موازنة مائية لمنطقة الجذر بحساب الاستنزاف اليومي للمياه من التربة وحساب معامل المحصول المنفرد والمزدوج لكل يوم من مراحل النمو والتبخر والنتح للمحصول تحت ظروف قياسية والتبخر والنتح الحقيقي أو المصحح، وتقدير الاحتياجات المائية لمختلف الدورات الزراعية. تم تشغيل البرنامج باستخدام بيانات من محطات أنواء مختلفة بالعراق. كما تم مقارنة نتائج البرنامج مع نتائج البرنامج ألحاسوبيCROPWAT Version 7.0 وكانت النتائج متقاربة لنفس البيانات مما يؤكد كفاءة وفعالية البرنامج.

الكلمات الدالة: الاحتياجات المائية، التبخر و النتح المرجعي، معامل المحصول النبات، الأمطار الفعالة

Design of Computer Program for Calculating Crop Water Requirements in Irrigation Projects

Abstract

Water is the most important natural resource in this century. Irrigation is the largest consumptive use of water, so we must increase the efficiency of irrigation and estimated agricultural water requirements accurately. In this research, a computer model using Visual Basic v.6.0 is formulated. The model simulates the complicated on-farm " crop-soil-climate" phenomena to estimate the reference crop evapotranspiration, adjustment for daily, every ten days and monthly. Estimating Single and dual crop coefficient is made to plan the agricultural water requirements with different cropping patterns for Irrigation Associations. The model is setup and operated by using data from Iraq and other countries. Results analysis show that the model can effectively and efficiently estimate the agricultural water requirements.

Keyword: Water requirements, Reference crop evapotranspiration, Crop coefficient, Effective rainfall.

قائمة الرموز والمصطلحات

الرمز	التعريف(الوحدة)
DP	التخلل العميق(ملم)
dr	المسافة العكسية النسبية بين الأرض والشمس (زاوية نصف قطرية)
Dr	الاستنفاذ الرطوبي (ملم)
ea	ضغط البخار الفعلي(كيلو باسكال)
es	ضغط بخار التشبع (كيلو باسكال)
f_c	جزء من سطح التربة المغطى بالنباتات

$f_c eff$ الجزء الفعال من سطح التربة المغطى النباتات

$1 - f_c$ الجزء المكشوف من سطح التربة

fw جزء سطح التربة الرطب بالامطار او مياه الري

f_{ew} جزء سطح التربة الرطب والمكشوف للتبخر

G كثافة تدفق حرارة التربة(ميكاجول/م ^{2} يوم)

G_{day} كثافة تدفق حرارة التربة للفترات اليومية يوم او عشرة ايام(ميكاجول/م ^{2} يوم)

G_{hr} كثافة تدفق حرارة التربة للفترات القصيرة ساعة اواقل(ميكاجول/م ^{2} يوم)

G_{month} كثافة تدفق حرارة التربة للفترات الشهرية(ميكاجول/م ^{2} يوم)

G_{sc} ثابت الإشعاع=٠.٠٨٢ (ميكاجول/م ^{2})

H الحرارة المحسوسة (كيلوجول/م ^{2} يوم)

HWR نسبة الارتفاع الى العرض

h ارتفاع النبات(متر)

I عمق ماء الري (ملم)

Iw عمق ماء الري للجزء الرطب من التربة (ملم)

J تسلسل اليوم من السنة

K_c معامل المحصول

K_{cini} معامل المحصول للمرحلة الابتدائية من مراحل النمو

K_{cmid} معامل المحصول للمرحلة المتوسطة من مراحل النمو

K_{cend} معامل المحصول في نهاية المرحلة الاخيرة من مراحل النمو

K_c max اعلى معامل المحصول

K_c min اقل معامل المحصول

K_{cb} معامل المحصول الاساسي

K_{cb} $full$ معامل المحصول الاساسي خلال فترة الاحتياج القصوى

$K_{cb}ini$ معامل المحصول الاساسي للمرحلة الابتدائية من مراحل النمو

$K_{cb}mid$ معامل المحصول الاساسي للمرحلة المتوسطة من مراحل النمو

$K_{cb}end$ معامل المحصول الاساسي في نهاية المرحلة الاخيرة من مراحل النمو

K_e معامل تبخر التربة

K_p معامل اناء التبخر

K_r معامل اجهاد الماء

Ks معامل رطوبة التربة

ky معامل إنتاجية المحصول(ملم)

k ثابت =٠.٤١

kRs معامل المعايرة لصيغة هاركريف للاشعاع ($0.5-^\circ$م)

L_{ini} طول المرحلة البدائية من مراحل النمو (يوم)

L_{dev} طول المرحلة المتطورة من مراحل النمو (يوم)

L_{mid} طول المرحلة الوسطية من مراحل النمو (يوم)

L_{late} طول المرحلة المتأخرة من مراحل النمو (يوم)

L_m خط الطول

n فترة سطوع الشمس (ساعة)

N أقصى فترة ممكنة للإضاءة الشمسي (ساعة)

p نسبة من الماء الكلي المتيسر قبل التعرض للإجهاد.

P الضغط الجوي(كيلو باسكال)

R ثابت الحرارة النوعية للغاز =٠.٢٨٧ (كيلوجول/م ^{2} يوم)

Ra الإشعاع الأرضي الإضافي (ميكاجول/م ^{2} يوم)

RL الإشعاع الشمسي للأمواج الطويلة (ميكاجول/م ^{2} يوم)

R_n صافي الإشعاع الشمسي عند سطح النبات (ميكاجول/م ^{2} يوم)

Rnl صافي الإشعاع الشمسي للأمواج الطويلة الخارجة (ميكاجول/م ^{2} يوم)

Rns	صافي الإشعاع الشمسي للأمواج القصيرة الداخلة (ميكاجول/م ^{2} يوم)
Rs	الإشعاع الشمسي الواصل فعليا (ميكاجول/م ^{2} يوم)
Rso	الإشعاع الشمسي الواصل عندما تكون السماء صافية (ميكاجول/م ^{2} يوم)
ra	مقاومة الهواء م/ثانية
rl	مقاومة السطح م/ثانية
REW	الماء المتاح للتبخر (بدون ان يسبب اجهاد للنباتات) (ملم)
RH	الرطوبة النسبية (%)
$RHhr$	معدل الرطوبة النسبية لكل ساعة (%)
RH max	اعلى رطوبة نسبية يومية (%)
$RHmean$	معدل الرطوبة النسبية يومي (%)
RH min	اقل رطوبة نسبية يومية (%)
$Tdew$	درجة الحرارة الندى ($^\circ$م)
$Tdry$	درجة الحرارة (dry blub) ($^\circ$م)
T max	أعلى درجة الحرارة اليومية ($^\circ$م)
T min	اقل درجة الحرارة اليومية ($^\circ$م)
$Tmean$	معدل درجة الحرارة اليومية ($^\circ$م)
$T_{max,K}$	درجة الحرارة المطلقة العظمى خلال 24 ساعة (كلفن)
$T_{min,K}$	درجة الحرارة المطلقة الصغرى خلال 24 ساعة (كلفن)
$Twet$	درجة الحرارة(wet bulb)($^\circ$م)
TAW	الماء الكلي المتيسر(ملم)
TEW	الماء الكلي المتبخر (ملم)
t	الزمن (ساعة)
U_2	سرعة الرياح مقاسة على ارتفاع ٢م (م/ثا)
U_z	سرعة الرياح مقاسة على ارتفاع zم(م/ثا)
W	المحتوى الرطوبي للتربة(ملم)
ws	زاوية الغروب
Z	منسوب المنطقة فوق سطح البحر(م)
α	معامل قيمته=0.23
γ	ثابت القياس الرطوبي (كيلوباسكال/ $^\circ$م)
Δ	ميل منحني ضغط بخار التشبع(كيلو باسكال/ $^\circ$م)
δ	ميل الإشعاع الواصل إلى الأرض (زاوية نصف قطرية)
σ	ثابت استيفن= $4.903*10^{-9}$
ϕ	خط العرض

المقدمة

تعتبر المياه من أهم الموارد الطبيعية في القرن الحادي والعشرين. ونظرا لمحدودية هذا المصدر ولزيادة الاستهلاك البشري للأغراض المدنية والصناعية والزراعية، يوجد ألان أكثر من 230 مليون شخص يعانون من نقص في المياه. ويتوقع في عام 2025 إن يعاني أكثر من ربع سكان العالم من نقص شديد في الموارد المائية. يقع العراق في الإقليم الجاف وشبة الجاف من العالم، وتتميز الأمطار في العراق بالتذبذب حيث تتفاوت كميتها وكثافتها من موسم لموسم، كما أن توزيعها الجغرافي متفاوت من منطقة إلى أخرى. تبلغ نسبة الاستخدام الزراعي للموارد المائية 89 % من إجمالي استخدامات المياه في العراق، وهذه النسبة عالية جداً إذا ما قورنت بدول العالم الأخرى إذ يبلغ المتوسط العالمي العام بحوالي 70 % في حين ينخفض كثيراً في الدول الصناعية لصالح الاستخدامات الأخرى. لذا فان أفضل طريقة للترشيد في استهلاك الموارد المائية هي زيادة كفاءة الري وإتباع طرق الري الحديثة وحساب الاستهلاك المائي في مشاريع الري بصورة دقيقة[1].

إن تدني كفاءة الري سمة من سمات قطاع الزراعة المروية في الوطن العربي عموما والعراق

مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد ١٧/العدد ١/آذار ٢٠١٠، (١-٢٠)

بشكل خاص، فإن المزارع يغرق حقله بالماء ودون التقيد بجدولة للري أو احتياجات مائية محددة. لقد بلغ مقدار الماء المستخدم لارواء هكتار واحد في الوطن العربي 12000 متر مكعب/ سنويا في حين أن كمية المياه المطلوبة لا تتجاوز 7500 متر مكعب/ سنويا وهذا يؤدي إلى حدوث ضائعات كثيرة في مياه الري وتدهور صفات التربة وتراكم الأملاح فيها وارتفاع مناسيب المياه الجوفية وتلوث البيئة. وذلك لإن طرق الري السطحي التقليدية هي السائدة في غالبية البلدان العربية. وتتسم هذه الطرق بانخفاض كفاءة الري فيها والمقدرة بين 40-50% علما أن القيمة الفعلية في العراق لا تتجاوز 30%.

يفتقر الوطن العربي إلى الدراسات الدقيقة لمعرفة الاحتياجات المائية لمختلف المحاصيل وعدم التزام المزارع بالاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة وانخفاض تكلفة الماء مقارنة بأي مدخل إنتاج آخر بالرغم من أنه المدخل الأهم الذي يتوقف عليه المحصول كماً ونوعاً. ومما أدى إلى الإسراف في استخدامه انخفاض أو دعم سعر الطاقة في بعض البلاد العربية مما أدى إلى لجوء المزارعين إلى ضخ كميات من المياه أكبر من حاجة المحصول [2].

الري هو تعويض للتربة عما فقدته من رطوبة وإعادة مستوى الرطوبة فيها إلى سعتها التخزينية ويتطلب ذلك معرفة تامة بمراحل نمو النبات فوق وتحت سطح التربة ومعرفة خواص التربة الفيزيائية من قوام ومسامية وعمق بالإضافة إلى خواصها الهيدروليكية وقياس العوامل المناخية التي تسبب استنزاف الماء أو إضافته (مثل الهطول المطري) إلى مخزون التربة من الرطوبة ومراقبة مستوى سطح الماء الجوفي والذي يدخل وضعه في الاعتبار عندما يقترب من منطقة الجذور وبالتالي يمكن حساب كمية مياه الري التي ينبغي إضافتها للتربة. فالعلاقة بين نمو المحصول ومقدار الماء الذي يستخدم للحصول على إنتاج معين علاقة غير بسيطة فهناك عوامل متعددة تلعب دورا كبيرا في مقدار الماء الذي يحتاجه المحصول مثل العوامل ألمناخيه وعوامل متعلقة بالنبات والتربة والظروف البيئية والإدارية وتركيز الأملاح والأسمدة. غير إن العوامل ألمناخيه لها الدور الأكبر في تحديد الاحتياجات المائية.

عند تصميم أي مشروع أروائي يتطلب ذلك إعداد بيانات دقيقة عن قيمة الاحتياجات المائية للمحاصيل لإن ذلك يساعد على معرفة الاحتياجات الإروائية الحقيقية لمشروع الري. وبالتالي إعداد التصاميم الخاصة بالقنوات الرئيسة لشبكات الري في المشروع الاروائي. فتصميم أي مشروع أروائي يتم بناءاً على الاحتياجات المائية للمحاصيل التي سوف تزرع فيه. يتم تحديد الاستهلاك المائي للمحاصيل بحساب التبخر والنتح المرجعي Reference Crop Evapotranspiration ETo(ملم/فترة) والاحتياجات المائية للمحصول Crop Consumptive Use ET (ملم/فترة) وصافي عمق الري Net Irrigation (ملم أو متر مكعب/هكتار) والاحتياجات المائية الحقيقية للمحصول(ملم/فترة). توجد عدة طرق لحساب الاحتياجات المائية منها القياسات الحقلية، ونظرا لصعوبة وتعدد العوامل المؤثرة في تحديد مقدار ما يحتاجه المحصول من ماء ولصعوبة الحصول على معلومات دقيقة في القياسات الحقلية لذا لجأ الباحثون إلى محاولة تطوير المعادلات وتقريبها من الواقع[3] . فقد أوصت مجموعة من الخبراء والاستشاريين والباحثين في منظمة الفاو وبالتعاون مع اللجنة العالمية للري والبزل ومنظمة المعلومات المناخية العالمية في أيار 1990 باستخدام معادلة بينمان مونتيث كطريقة قياسية لحساب الاحتياجات المائية من البيانات المناخية وفي مختلف أنحاء العالم وإهمال المعادلات الأخرى[4] .

إن التطور الكبير لأجهزة الحاسبات الالكترونية

ساعد في استخدام هذه المعادلة لتقدير الاحتياجات المائية في مشاريع الري، وإمكانية التنبؤ وحساب الاحتياجات المائية مقدماً بدقة شديدة وعمل برامج متكاملة لجدولة الري، بما يحقق أعلى إنتاجية وبأقل تكاليف. فقد قامت منظمة الفاو بتصميم النموذج ألحاسوبيCROPWAT بلغة البيسك سنة 1992 تحت نظام التشغيل DOS وتم نشره في منشورات الفاو رقم 46. ثم طور النموذج ألحاسوبي إلى النموذج CROPWAT 4W Version4.2. وأحدث نسخة من هذا النموذج هي CROPWAT Version7.0 التي تم تصميمها باستخدام لغة الفيجوال بيسك وتحت بيئة النوافذ Windows ، وربط هذا النموذج مع قاعدة البيانات المناخية[5] . لقد صممت العديد من الدول برامج حاسوبية مشابه لبرنامج CROPWAT Version7.0 بالاعتماد على الخطوط الرئيسية الموضحة في منشور منظمة الفاو رقم 56 . معهد البحوث الطبيعية في الصين صمم النموذج ألحاسوبي EPIC (Crop Productivity Model) الذي يعتبر من أهم النماذج الحاسوبية باستخدام معادلة بينمان-مونتيث لحساب كميات التبخر و النتح المرجعي ومعاملات المحصول والاحتياجات المائية يوميا [6]. بأشراف معهد الأبحاث الزراعيةIARI في الهند تم تصميم نموذج حاسوبي(Profile Moisture Model) كتب بلغة الفورتران 77 [7] . في استراليا صمم الموديل ألحاسوبي REF IRR (Reference Irrigation)[8] . في البرتغال صمم النموذج الحاسوبي (MM5) Mesoscale Model والغاية من هذا النموذج مساعدة المزارعين على جدولة الري شهريا لكل محصول يقومون بزراعته باستخدام البيانات المناخية الشهرية التي يتم الحصول عليها من المحطات المناخية القريبة من حقولهم [9]. يجهز الفلاحين في إنكلترا و فرنسا بقيم الاحتياجات المائية المرجعية التي يتم تقديرها باستعمال نماذج حاسوبيه مختلفة تعتمد على معادلة بينمان مونتيث والبيانات المناخية لأقرب محطة من الحقل المطلوب وتمكن الفلاح من اختيار امثل دورة زراعية وجدولة الري. توزع هذه المعلومات بواسطة البريد الالكتروني والتلفون والفاكس و الراديو والمنشورات الزراعية الأسبوعية منها IMS و LORA و IRMA IRRISA . في الولايات المتحدة الأمريكية صممت العديد من الموديلات الحاسوبية لتقدير الاستهلاك المائي وجدولة الري مثل :

(SENAN, LEACHP, SWRRB, TOPCROPAIMM)،KANSCHED. كان العراق من أوائل الدول العربية التي بدأت فيها البحوث والدراسات الخاصة بالاستهلاك المائي، فأنشأت المراكز البحثية في بداية السبعينيات وزودت بكافة الأجهزة والمستلزمات الخاصة بالبحوث ،منها حوض مقننات مائية من النوع الوزني Precision weighting lysimeter الذي يزن 40 طن ويقيس الاستهلاك المائي بدقة عالية تصل 0.05 ملم ولفترات اقل من الساعة[10]. وبسبب الحروب والحصار الذي فرض على البلد فقد أغلقت معظمها، لتعطل الأجهزة و توقف الدعم الحكومي لهذه المراكز، لذا فقد تركزت معظم البحوث على الطرق الحسابية واستخدام المعادلات.

الهدف من هذا البحث تصميم برنامج حاسوبي بلغة الفيجوال بيسك يتلائم مع ظروف العراق وباستخدام معادلة بينمان مونتيث وأتباع الخطوط الرئيسية المعدة من قبل منظمة الفاو لتقدير الاحتياجات المائية، وذلك بعمل موازنة مائية للمنطقة الجذرية من التربة وحساب كمية المياه الداخلة والخارجة منها، وباستخدام منشور المنظمة رقم 56 لحساب:

1- التبخر – نتح المرجعي ETo على أساس يومي وشهري أو كل عشرة أيام.

2- المطر الفعال Effective Rainfall والتخلل العميق Deep Percolation.

3- التبخر و النتح للمحصول ETc باستعمال معامل المحصول المفرد والمزدوج وحساب التبخر و النتح للمحصول ETc المصحح (الاحتياجات المائية الحقيقية للمحصول).

المواد و طرق البحث

النموذج الحاسوبي

تم تصميم النموذج باستخدام لغة Visual Basic Version 6.0 ، تحت بيئة النوافذ، لتقدير الاحتياجات المائية لمختلف الدورات الزراعية، حيث تم تقدير التبخر والنتح المرجعي اليومي والشهري وكل عشرة أيام بالاعتماد على البيانات المناخية (معدل درجات الحرارة الصغرى والعظمى مقاسه بالدرجة المئوية ومعدل الرطوبة النسبية% وعدد ساعات شروق الشمس يوميا ومعدل سرعة الرياح اليومية م/ثا وعلى ارتفاع 2 متر من سطح الأرض الطبيعية) وموقع محطة الأنواء بالنسبة إلى مستوى سطح البحر والموقع بالنسبة إلى دوائر العرض[11]. تم حساب الأمطار الفعالة بطريقة USDA وطريقة الفاو من كمية الأمطار الساقطة[12]. وعمل موازنة مائية لمنطقة الجذر من خلال محاكاة العلاقة بين التربة والنبات والمناخ، وذلك بحساب كمية الأمطار الساقطة وكمية الري وحساب ضائعات الرشح العميق ومعدل الاستنزاف اليومي لمياه من التربة وحساب معامل تبخر التربة Kr وحساب معامل إجهاد الماء Ks ،وحساب معامل المحصول المنفرد والمزدوج لكل يوم من مراحل النمو و التبخر و النتح للمحصول تحت ظروف قياسية والتبخر والنتح الحقيقي أو المصحح اليومي والشهري ولكل عشرة أيام بالاعتماد على البيانات السابقة والبيانات (اسم النبات وطول مرحلة النمو والتي تتضمن طول المرحلة الابتدائية، المتطورة، الوسطى والأخيرة وقيم معامل المحصول Kc لكل مرحلة من هذه المراحل ورقم اليوم في السنة الذي تبدأ فيه الزراعة وأقصى ارتفاع للنبات وطريقة الري المقترحة) والمعادلات التي تم استخدامها في الحسابات قد تم توضيحها في الملحق. وفيما يلي شرح للبرنامج: الشاشة الرئيسة المستخدمة في البرنامج وتحتوي على مجموعة من القوائم المنسدلة (ملف، إدخال البيانات، حساب الاستهلاك المائي، عرض، نوافذ، التعليمات) كما موضح بالشكل (1).

بيانات الإدخال للبرنامج:

1. البيانات المناخية: وتشمل درجة الحرارة الصغرى والعظمى، الرطوبة النسبية الصغرى والعظمى وسرعة الرياح على ارتفاع ٢متر وفترة سطوع الشمس، منسوب الأرض عن مستوى سطح البحر، الموقع بالنسبة لدوائر العرض واسم محطة الأنواء الجوية التي تم الاعتماد على بياناتها. الشكل (2) يمثل شاشة إدخال البيانات المناخية .

2. البيانات المتعلقة بالنباتات وتشمل عدد النباتات، اسم النبات ،طول مرحلة النمو الكلية للنبات، طول مرحلة النمو الابتدائية والوسطية والأخيرة، ومعامل المحصول للمرحلة التطور والوسطية والأخيرة، أقصى عمق للجذر، أقصى ارتفاع للمحصول ورقم اليوم الذي تبدأ به الزراعة ومرحلة التطور والمرحلة الوسطية والأخيرة. والشكل (3) يمثل شاشة إدخال البيانات المتعلقة بالنباتات.

3. البيانات المتعلقة بالتربة وتشمل محتوى الرطوبة الابتدائي في التربة، المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية وعند نقطة الذبول على أساس حجمي والنسبة المئوية للطين والرمل في نسجة التربة. الشكل (4) يمثل شاشة إدخال البيانات المتعلقة بالتربة.

4.البيانات أخرى منها متعلقة بالظروف البيئية والممارسات الإدارية مثل طريقة الري المتبعة

حسابات البرنامج

1.حساب التبخر نتح المرجعي ETo اليومي والشهري ولكل عشرة أيام، وبالاعتماد على البيانات المناخية.
حساب المطر الفعال بطريقتين هما:
FAO, USDA بالاعتماد على القيم الأمطار اليومية وإهمال الأمطار التي تقل عن 10 ملم/يوم كما موضح بالشكل (5).

٦

2.حساب التبخر و النتح للمحصول ETc اليومي والشهرية ولكل عشرة أيام باستعمال معامل المحصول المفرد والمزدوج.
3.حساب التبخر و النتح للمحصول ETc_{adj} المصحح اليومية والشهرية ولكل عشرة أيام. كما موضح بالشكل (6).

بيانات الإخراج للبرنامج:

وتشمل قيم التبخر نتح المرجعي ETo اليومي والشهري ولكل عشرة أيام. وقيم المطر الفعال وقيم التبخر و النتح للمحصول ETc اليومية والشهرية باستعمال معامل المحصول المفرد والمزدوج وقيم التبخر و النتح للمحصول ETc_{adj} المصحح اليو

٨

والشهرية ولكل عشرة أيام كما موضح في الشكل(7).

٧

طريقة تنصيب وتشغيل البرنامج

طريقة تنصيب البرنامج: البرنامج تم خزنه على قرص مدمج CD، ولتنصيبه نحتاج إلى 4MB على القرص الصلب، ونوصي باستعمال حاسبة ذات سرعة 486 ميكاهرتز أو أسرع من ذلك، على الرغم من إن البرنامج يعمل تحت بيئة النوافذ 98 أو 2001 . يتم تنصيب البرنامج الحاسوبي عن طريق اختيار الأمر Setup. وكما موضح في الشكل(8).

طريقة تشغيل البرنامج

يتم تشغيل البرنامج عن طريقة اختياره من قائمة start->programs وكما موضح في الشكل(9).

النتائج والمناقشة

لغرض التأكد من كفاءة ودقة البرنامج الحاسوبي الذي تم تصميمه فقد تم:

أولا:

- حساب التبخر والنتح المرجعي ETo من (9) محطات أنواء جوية في مناطق مختلفة من العراق تمثل شمال ووسط وجنوب العراق والجدول (1) يبين هذه النتائج. وكانت نتائج محطة أنواء ربيعة متقاربة مع نتائج الدراسة [13]، حيث بلغت فيها أعلى قيمة ETo (9.5) ملم/يوم واقل قيمة (1.2) ملم/يوم خلال شهر تموز وكانون الثاني. أما نتائج محطة أنواء مدينة الموصل فقد تم مقارنها مع نتائج الدراسة[14]. كانت قيم التبخر والنتح المرجعيETo لشهر تموز (7.9) ملم/يوم، وهي مقاربة للنتيجة التي حصلنا عليها من البرنامج. نتائج مدينة بغداد والبصرة فقد تم مقارنتها مع الدراسة [15] وبلغت فيها أعلى قيمة (12.5) ملم/يوم و(15.5) ملم/يوم خلال شهر تموز واقل قيمة (1.75) ملم/يوم و(2.0) ملم/يوم خلال شهر كانون الأول على التوالي وهي مقاربة للنتيجة التي حصلنا عليها من البرنامج (لم يتم العثور على نتائج لمقارنتها مع القيم التي تم الحصول عليها من البرنامج سوى النتائج المذكورة في البحث).
- حساب الأمطار الفعالة لمحطة أنواء الموصل بطريقة الفاو و USDA لمدينة الموصل وللفترة 1923-2006 كما تم مقارنتها مع CROPWAT، الشكل (7) يوضح شاشة

إخراج البيانات للأمطار الفعالة في مدينة الموصل والجدول (2) يبين هذه النتائج .

- حساب الاحتياجات المائية الحقيقية لمحصول القمح في مدينة الموصل، والجدول (3) يبين النتائج التي تم الحصول عليها41.6 ملم/موسم، وبلغ معدل الاحتياجات المائية لمحصول القمح 2.3 ملم/يوم وأقصى معدل احتياج مائي في شهر آذار 4.4 ملم/يوم. قورنت النتائج مع الدراسة[16]، حيث كانت الاحتياجات المائية الحقيقية لمحصول القمح مابين (500-400) ملم/موسم. والجدول (3) يبين هذه النتائج .

ثانيا:

تمت مقارنة نتائج البرامج ألحاسوبي مع نتائج البرنامج CROPWAT version 7.0 في منشور منظمة الفاو رقم 56 واستخدمنا نفس البيانات التي تم استخدمها في المنشور رقم 56.

- حساب التبخر والنتح المرجعي الشهري لمدينة كابيندا في انكولا (المثال (18) في الصفحة 69 من المنشور الفاو 56). الشكل(10) يوضح نتائج التي تم الحصول عليها من البرنامج والجدول (4) يبين هذه النتائج ويقارنها مع برنامج7.0 CROPWAT version .
- حساب معامل المحصول المفرد Kc لنبات الفاصوليا اليابسة خلال اليوم 95 ,70 ,40 ,20 من مراحل النمو في مدينة بانكوك في تايلند وباستخدام بيانات مناخية لشهر نيسان شهرية لنفس المدينة، بالاعتماد على البيانات في المثال 28 في الصفحة 133من المنشور رقم 56 ومقارنة نتائج البرنامج CROPWAT مع النتائج التي تم الحصول عليها من خلال النموذج الحاسوبي. يبين الجدول (5) نتائج كلا البرنامجين.
- حساب الاحتياجات المائية الحقيقية اليومية للمحصول ETc_{adj} :

حساب الاحتياجات المائية الحقيقية اليومية للمحصول باستعمال معامل المحصول المزدوج Kc باستخدام بيانات مناخية يومية بالاعتماد على البيانات في المثال 35 في الصفحة ١٥٤من المنشور رقم 56 ومقارنة نتائج البرنامج CROPWAT مع النتائج التي تم الحصول عليها من خلال البرنامج الحاسوبي. والجدول (6) يبين نتائج كلا البرنامجين، تبين من مقارنة النتائج أن الفرق قليل بينهما وذلك لوجود اختلافات بسيطة في طرق التداخل (Interpolations) المستخدمة في كلا البرنامجين وطرق الحسابات. كما أن النموذج الحاسوبي الذي تم إعداده لم يتم فيه اخذ التبخر نتيجة الخاصية الشعرية بنظر الاعتبار .

التوصيات

1. تطوير البرنامج بأخذ الخاصية الشعرية بنظر الاعتبار.
2. تطوير البرنامج واخذ العلاقة بين الاحتياجات المائية والإنتاج بنظر الاعتبار.
3. ضرورة قيام الباحثين أو مراكز البحوث العلمية في الجامعات العراقية بدراسات عن الاستهلاك المائي واحتمالات الأمطار الفعالة وكفاءات نظم الري المختلفة واستخدام الأساليب العلمية الحديثة في ذلك.
4. ضرورة تزويد الجامعات والمراكز البحثية بالأجهزة والمعدات اللازمة لإكمال البحوث والدراسات في هذا المجال.
5. ضرورة تكثيف الأرصاد الجوية والاهتمام بمحطات الرصد الجوي ودراسة توزيع الأمطار خلال فترة هطولها لمعرفة مدى توافق ذلك مع فترات نمو المحاصيل وحاجتها للمياه.

6. إجراء الدراسات اللازمة لاستكمال المعلومات عن المياه الجوفية.ومعرفة كميتها ونوعيتها، لتحديد تأثير الخاصية الشعرية على الاحتياجات المائية وملوحة المنطقة الجذرية في التربة.

7. وضع منهاج لتبادل الخبرات بين المختصين في الجامعات المختلفة.وضرورة توجيه طلبة الدراسات العلمية فيها نحو حقل الاحتياجات المائية وكيفية تقديرها نظريا وعمليا.

المصادر

1. FAO,(2002), " CROP And DROPS Making The Best Use Of Water For Agriculture", Land And Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

2. IWRM,(2004)," IWMI Estimating Water Requirements Guidelines in Arab Region", IWMI International Water Management Institute, Working Paper184.

3. Doorenbos , J., and W.O. Pruitt ,(1977), " Guidelines for Predicting Crop Water Requirements", FAO Irrigation and Drainage Paper 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

4. Allen, R. G., Pereira, L.S., Raes, D, Smith, M. (1998), "Crop Evapotranspiration Guidelines For Computing Crop Water Requirements", FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) , Rome, Italy.

5. Smith, M. (1992), CROPWAT," A Computer Program for Irrigation Planning and Management", FAO Irrigation and Drainage Paper 46. Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

6. Tan, G.X. , R. Shibasaki (2000), "Integrating Remotely Sensed Data With an Ecosystem Model to Estimate Crop Yield in North China", Institute of Natural Resources, Beijing 100081, China.

7. Uttam ,K., K. S. Sundara and U. S. Victor, (1998), "Soil Water Dynamics, Profile Water Balance Model under Irrigated and Rain fed Systems", Indian Agriculture Research Institute, Pusa, New Delhi-110012, India

8. Humphreys, E. and M. Edraki, (2003), "Deep drainage & Crop Water Use for Irrigated Annual Crops & Pastures in Australia", Technical Report 14/03, CSIRO Land and Water, Griffith and Matthew Bethune, Institute for Sustainable Irrigated Agriculture, DPI Victoria , Australia

9. Sousa,T. (2003), "Proviso Meteorological Portugal Continual Utilizand Model", MM5 .MSc. Thesis, Technical University of Lisbon, Portugal.

10.FAO, (1982)," FAO Irrigation and Drainage Paper 36", Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, , Rome, Italy.

11. وزارة النقل والمواصلات (2003)، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية ، شعبة المناخ ، جداول غير منشورة .

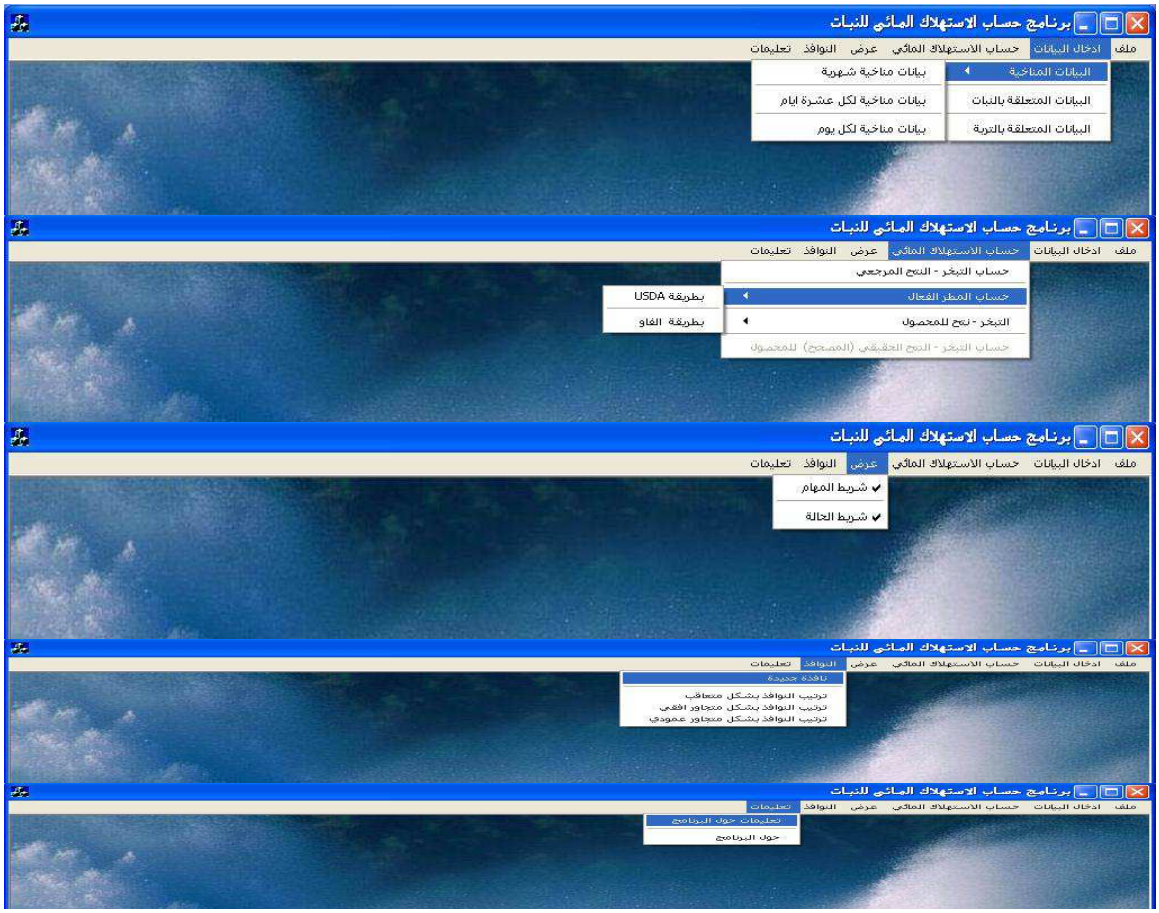
12.N. G. Dastane, (1974), "Effective Rainfall in Irrigated Agriculture", FAO Irrigation and Drainage Paper 25, Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

13. طه، مناهل عبد القادر، (2004)، "إنشاء قاعدة بيانات لمشروع ري الجزيرة الشمالي باستخدام نظام المعلومات المكانية"، رسالة ماجستير، هندسة الموارد المائية ، جامعة الموصل.

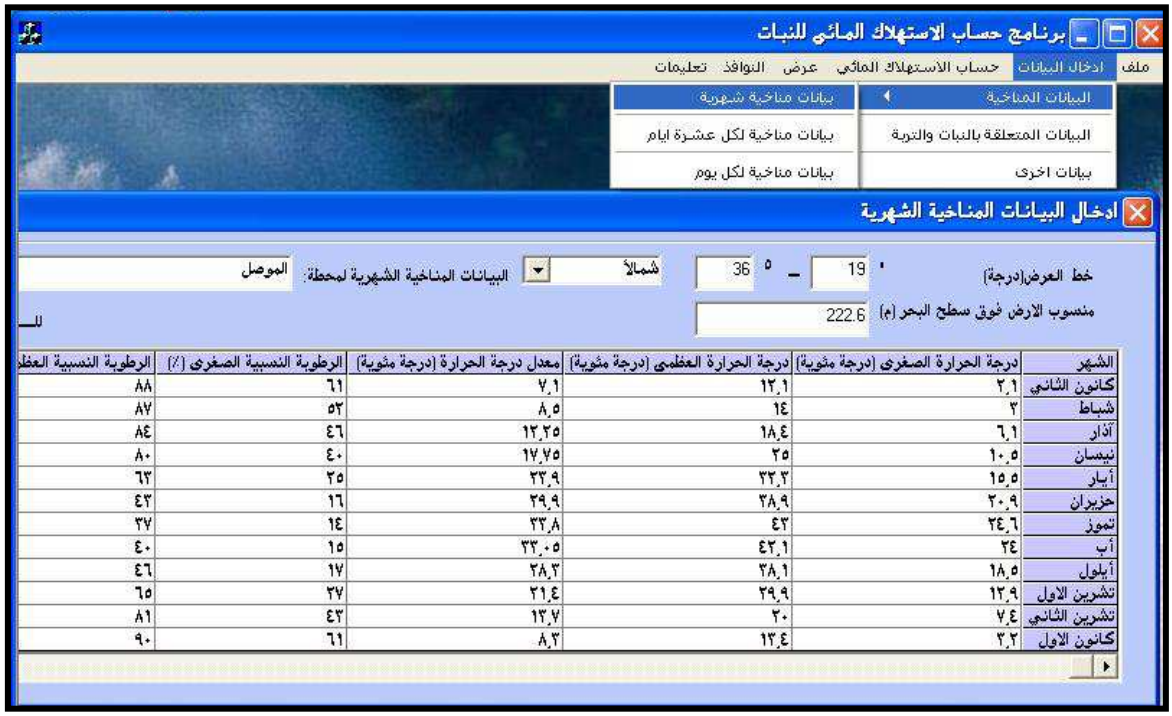
14. الجبوري، شفيقة سلطان، (2002)، "تقييم معادلة الفاو بينمان مونتيث لحساب الاستهلاك المائي المرجعي ببيانات مناخية كاملة وناقصة في العراق"، رسالة ماجستير، هندسة الري والبزل، جامعة الموصل.

15. Fitzpatrick, R.W., (2004), "Change in Soil and Water Characteristics of Some Natural Drained Soils in Mesopotamian Lands", CSIRO Land and Water Clint Report, N.P11: CSIRO.

16. عبد الحليم، رضوان خليفة، (1982)، "العوامل المؤثرة على موازين المياه العذبة والمالحة"، ندوة اتحاد مجالس البحث العلمي العربية، بغداد ،العراق.



شكل (1): القوائم المنسدلة في شاشة البرنامج الحاسوبي

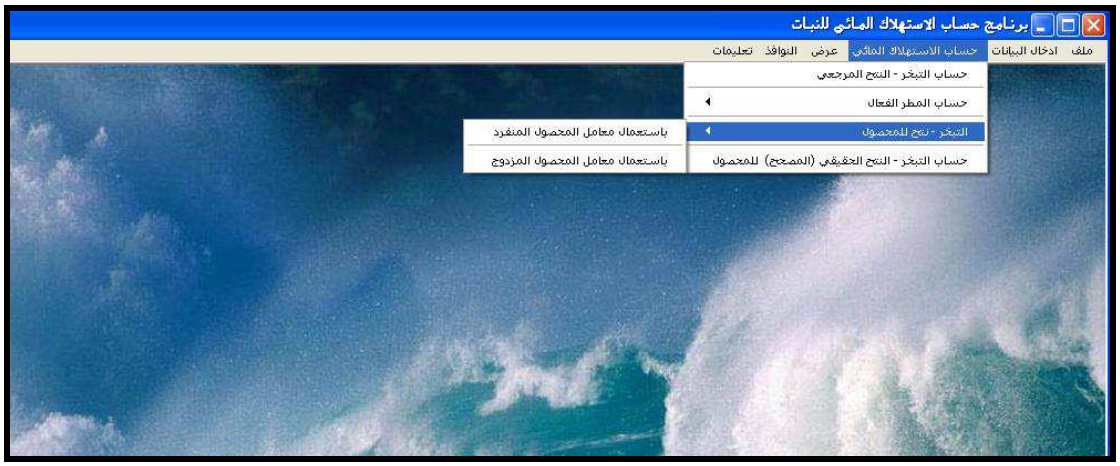


شكل (2): شاشة إدخال البيانات المناخية

شكل (3): كيفية إدخال البيانات المتعلقة بالنباتات وطريقة الري

شكل (4): شاشة إدخال البيانات المتعلقة بالتربة وبيانات أخرى

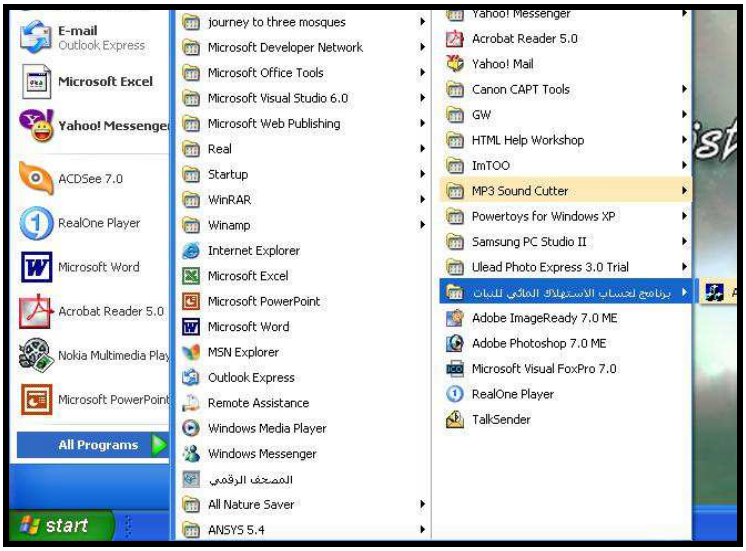
شكل (5): حساب المطر الفعال بطريقة FAOوطريقةUSDA



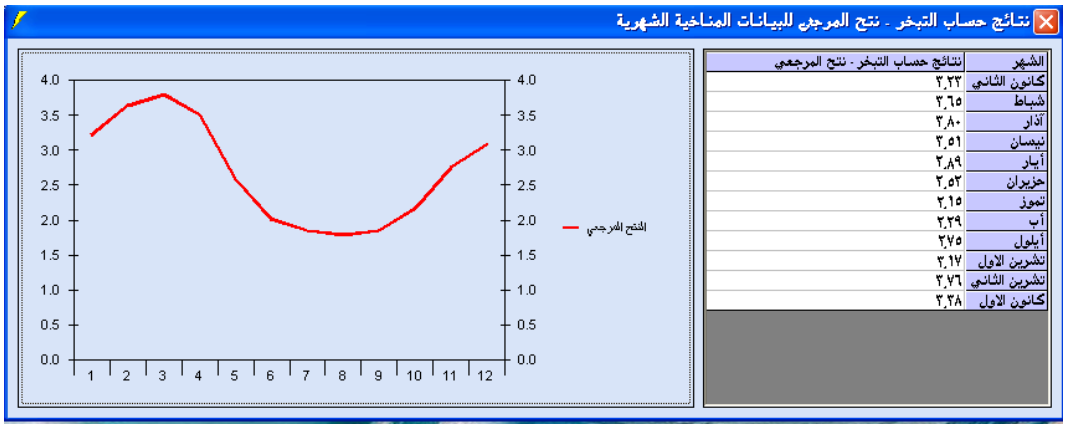
شكل (6): حساب التبخر و النتح للمحصول ETc باستعمال معامل المحصول المفرد والمزدوج وحساب التبخر و النتح للمحصول ETc المصحح

شكل (7): شاشة إخراج قيم الأمطار الفعالة ملم/شهر بطريقة USDA وطريقة الفاو لمدينة الموصل

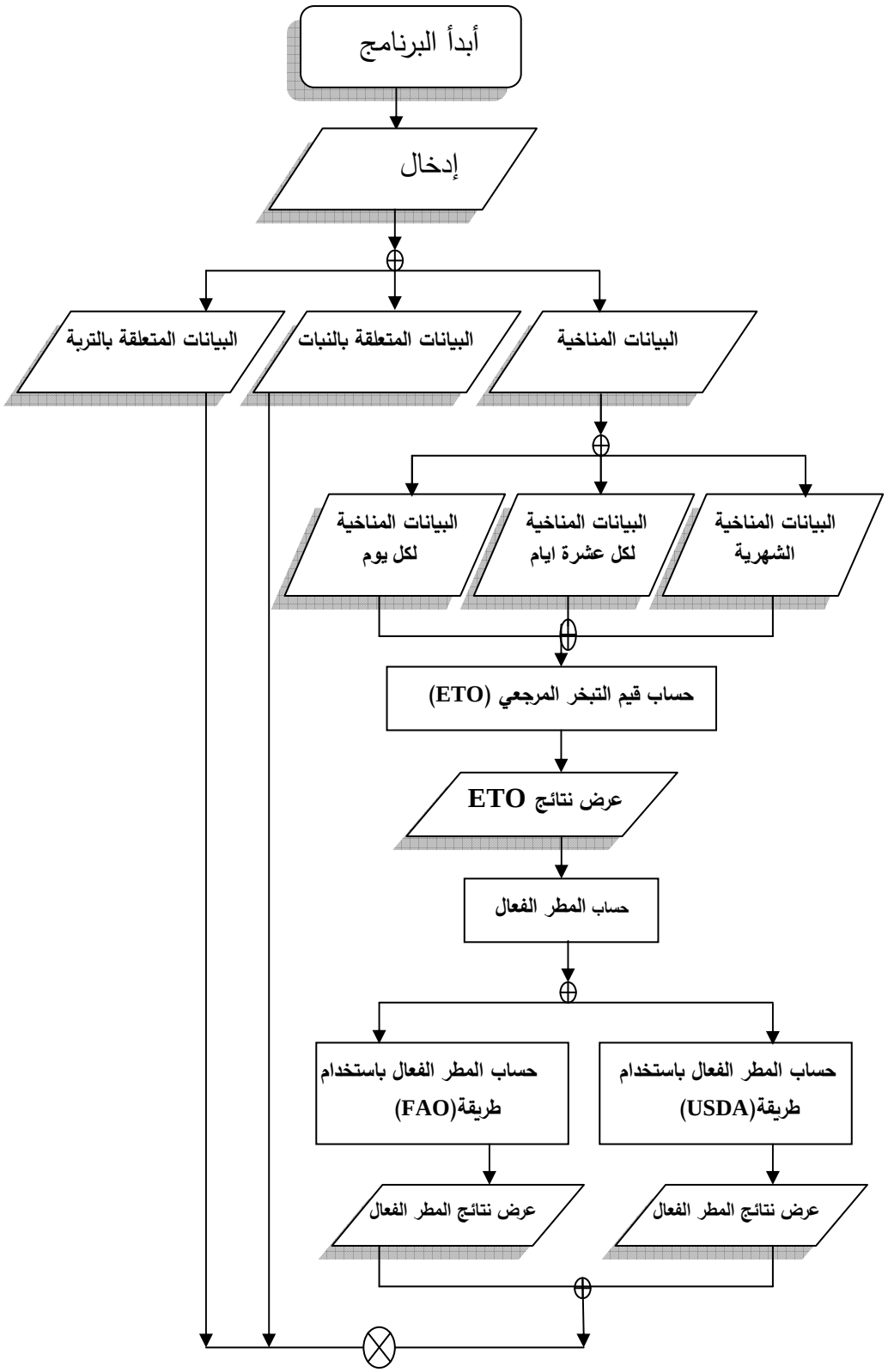
شكل (8): يوضح طريقة تنصيب البرنامج الحاسوبي



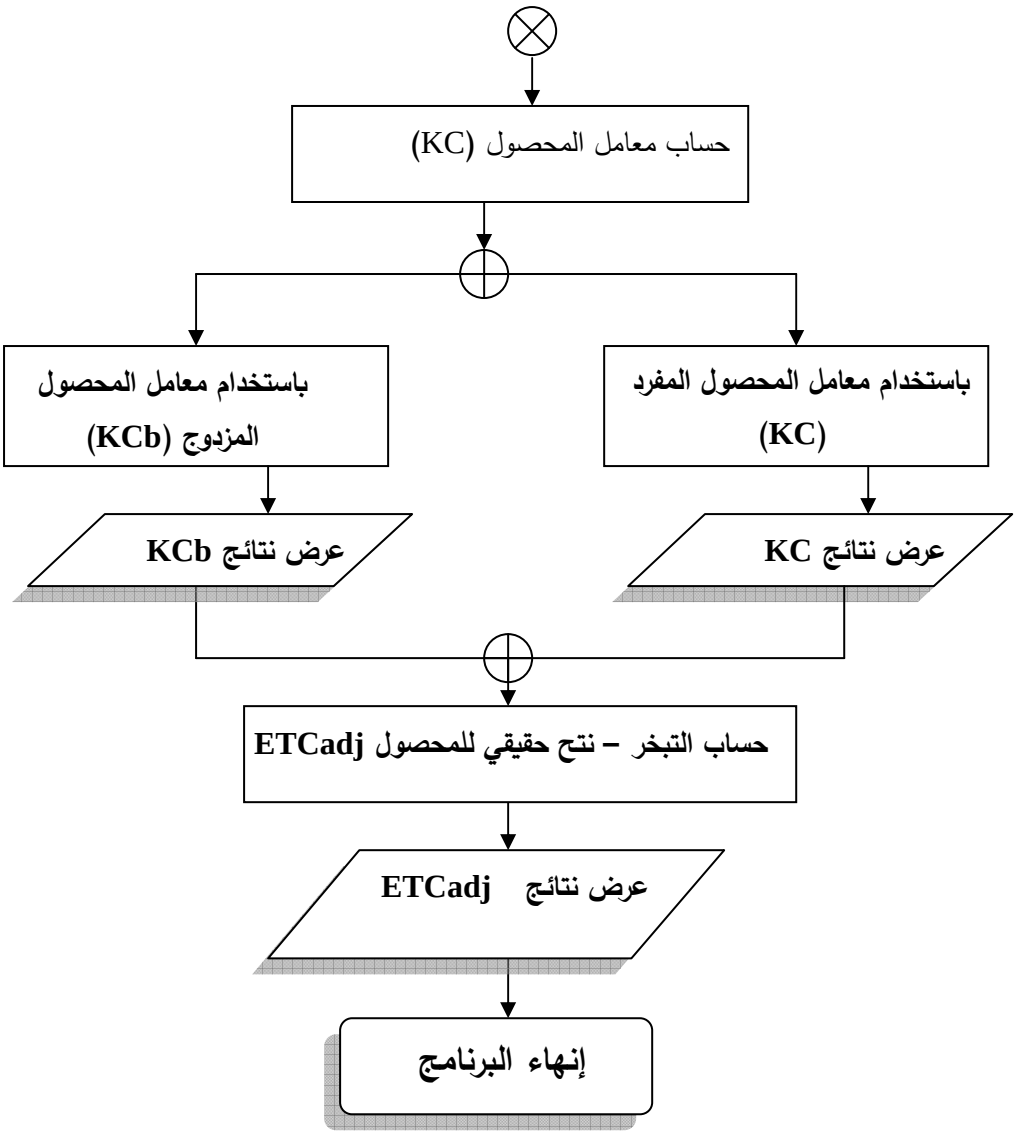
شكل (9): يوضح طريقة تشغيل البرنامج الحاسوبي



شكل(10): قيم التبخر والنتح المرجعي الشهري باستخدام البرنامج الحاسوبي لمدينة كابيندا في انكولا



شكل (11): المخطط الانسيابي العام للنموذج الحاسوبي



شكل (11)- تابع: المخطط الانسيابي العام للنموذج الحاسوبي

جدول(1) نتائج التبخر والنتح المرجعي ETo بملم/يوم التي تم الحصول عليها باستخدام البرنامج للفترة (1980 _ 1995)لمحطات أنواء مختلفة في العراق

	ربيعة	سنجار	موصل	صلاح الدين	بغداد	العمارة	ديوانية	البصرة	ناصرية
كانون 1	1.19	1.24	1.09	1.26	1.83	2.34	2.08	2.77	2.34
شباط	1.79	1.99	1.73	1.85	2.77	3.42	3.39	3.84	3.36
آذار	2.36	2.98	2.67	3.71	4.49	4.86	5.01	4.87	4.69
نيسان	3.85	4.88	3.96	5.32	6.71	7.58	7.27	8.19	7.42
أيار	5.99	7.54	5.58	7.54	8.76	10.55	9.49	10.83	10.25
حزيران	8.28	10.53	7.74	10.15	11.43	13.66	11.13	14.52	14.24
تموز	8.92	11.74	7.99	10.86	12.28	15.31	11.74	15.97	15.0
آب	7.92	10.62	6.78	9.62	10.79	13.62	9.94	13.51	13.47
أيلول	5.65	7.64	4.85	6.57	7.65	10.98	7.63	11.46	9.78
تشرين1	3.76	1.63	2.89	3.90	5.46	7.24	5.12	7.85	6.56
تشرين2	1.78	1.85	1.48	1.86	3.24	4.22	3.44	3.51	4.15
كانون2	1.21	1.12	1.10	1.09	2.13	2.26	2.27	2.04	2.49

جدول (2) نتائج حساب الأمطار الفعالة لمحطة أنواء الموصل بطريقة الفاو وUSDA لمدينة الموصل وللفترة 1923-2006 وباستخدام البرنامج وبرنامجCROPWAT

التسلسل	الأشهر	الأمطار ملم	استخدام البرنامج		استخدام CROPWAT	
			الأمطار الفعالة بطريقةUSDA	الأمطار الفعالة بطريقة الفاو	الأمطار الفعالة بطريقةUSDA	الأمطار الفعالة بطريقة الفاو
1	كانون 1	63.2	56.81	43.59	65.7	33.87
2	شباط	67.5	60.21	37.17	60.2	36.3
3	آذار	70	62.16	38.67	62.2	37.0
4	نيسان	52.9	48.42	28.41	48.4	27.9
5	أيار	20.6	19.92	9.03	19.9	8.6
6	حزيران	0.5	0.5	0	0.5	0
7	تموز	0	0	0	0	0
8	آب	0	0	0	0	0
9	أيلول	0.4	0.4	0	0.4	0
10	تشرين1	9.9	9.74	2.6	9.7	2.3
11	تشرين2	45.5	42.1	23.91	42.1	22.7
12	كانون2	61	55.05	33.27	55.0	32.7

جدول (3) الاحتياجات المائية ETc_{adj} المصححة لمحصول القمح باستخدام البرنامج في مدينة الموصل

التسلسل	الأشهر	الاحتياجات المائية المصححة للقمح ملم
1	تشرين الثاني	25.7
2	كانون ١	36.9
3	كانون ثاني	67.0
4	شباط	93.1
5	آذار	135.3
6	نيسان	52.6
7	المجموع	410.6

جدول (4) قيم التبخر والنتح المرجعي الشهري لتي تم الحصول عليها من خلال البرنامج وبرنامج CROPWAT لمدينة كابيندا في انكولا

الأشهر	البرنامج	البرنامج CROPWAT
كانون 2	3.23	3.4
شباط	3.65	3.7
آذار	3.8	3.8
نيسان	3.51	3.5
أيار	2.89	2.9
حزيران	2.52	2.6
تموز	2.15	2.6
آب	2.29	2.6
أيلول	2.75	2.8
تشرين 1	3.17	3.1
تشرين 2	3.76	3.3
كانون 1	3.38	3.4

جدول (5) قيم ETc من البرنامج وبرنامج CROPWAT

حساب ETC باستعمال معامل المحصول المفردKc			
الأيام	نتائج kc بتطبيق البرنامج	نتائج kc بتطبيق البرنامج CROPWAT	الفرق
20	0.15	0.15	0
40	0.774	0.77	0.004
70	1.19	1.19	0
95	0.56	0.56	0

جدول (6) قيم ETc_{adj} اليومية من البرنامج والبرنامج CROPWAT

حساب ETc_{adj}باستعمال معامل المحصول المزدوجKc						
اليوم	Kc	Ke	Kcb+Ke	$ET_{c\ adj}$ باستعمال البرنامج	ETc_{adj} باستعمال CROPWAT	الفرق
1	0	0.982	1.282	5.769	5.5	0.269
2	1.31	0.9401	1.250	6.25	6.1	0.15
3	1.3	0.542	0.862	3.364	4	0.636
4	1.08	0.306	0.36	2.674	2.9	0.226
5	0.87	0.151	0.31	2.36	2.5	0.14
6	0.65	0.5192	0.69	2.373	2.7	0.327
7	0.89	0.3667	0.37	4.272	4.7	0.428
8	0.57	0.145	0.12	2.677	2.8	0.123
9	0.44	0.0716	0.08	2.169	2.2	0.031
10	0.36	0	0.04	2.08	2.3	0.22

الملحق:

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a C_P \dfrac{(e_{S-} e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma\left[1 + \dfrac{r_S}{r_a}\right]} \quad \text{.....(1)}$$

$$\Delta = \frac{4098\left[0.6108 EXP\left(\dfrac{17.27T}{T + 237.3}\right)\right]}{(T + 237.3)^2} \quad \text{.....(2)}$$

$$\gamma = \frac{c_P P}{\varepsilon \lambda} = 0.665 \times 10^{-3} P \text{ ---------(3)}$$

$$T_{mean} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \text{ ----------(4)}$$

$$e_s = \frac{e^O(T_{max}) + e^O(T_{min})}{2} \text{ ---------(5)}$$

$$e_a = e^O(T_{dew}) = 0.6108 EXP\left[\frac{17.27 T_{dew}}{T_{dew} + 237.3}\right] \text{ ----------(6)}$$

$$e_a = e^O(T_{min}) \frac{RH_{max}}{100} \text{ ----------(7)}$$

$$e_a = e^{O}(T_{wet}) - \gamma psy(T_{dry} - T_{wet}) \text{------(8)}$$

$$e_a = \frac{RH_{mean}}{100}\left[\frac{e^{O}(T_{max}) + e^{O}(T_{min})}{2}\right] \text{--(9)}$$

$$e^{O}(T) = 0.6108\exp\left[\frac{17.27T}{T+237.3}\right] \text{----(10)}$$

$$RH = 100\frac{e_a}{e^{O}(T)} \text{----------(11)}$$

$$e_a = e^{O}(T_{min}) = 0.611\exp\left[\frac{17.27T_{min}}{T_{min}+237.3}\right] \text{-(12)}$$

$$u_2 = u_z\frac{4.87}{In(67.8\ z - 5.42)} \text{-------(13)}$$

$$s_c = 0.1645\sin(2b) - 0.1255\cos(b) - 0.025\sin(b) \text{----------(14)}$$

$$b = \frac{2\pi(J-81)}{364} \text{----------(15)}$$

$$Rnl = \sigma\left[\frac{T_{max,K^4} + T_{min,K^4}}{}\right](0.34 - 0.14\sqrt{e_a})\left(1.35\frac{R_s}{R_{so}} - 0.35\right) \text{----------(16)}$$

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi}G_{sc}d_r\left[\omega_s\sin(\varphi)\sin(\delta) + \cos(\varphi)\cos(\delta)\sin(\omega s)\right] \text{--(17)}$$

$$R_s = \left[a_s + bs\frac{n}{N}\right]R_a \text{----------(18)}$$

$$R_{so} = (a_s + b_s)R_a \text{----------(19)}$$

$$[Radians] = \frac{\pi}{180}[decimal\,degrees] \text{---(20)}$$

$$R_{ns} = (1-\alpha)R_s \text{----------(21)}$$

$$N = \frac{24}{\pi}\omega_s \text{----------(22)}$$

$$\omega = \frac{\pi}{12}\left[\begin{pmatrix} t + 0.06667 \\ (L_z - L_m) + S_c \end{pmatrix} - 12\right] \text{----(23)}$$

$$R_s = 0.7R_a - b \text{----------(24)}$$

$$R_{so} = (0.75 + 2\times10^{-5}z)R_a \text{--------(25)}$$

$$G_{hr} = 0.5R_n \text{----------(26)}$$

$$G_{hr} = 0.1R_n \text{----------(27)}$$

$$d_r = 1 + 0.033\cos\left[\frac{2\pi}{365}J\right] \text{--------(28)}$$

$$\delta = 0.409\sin\left[\frac{2\pi}{365}J - 1.36\right] \text{--------(29)}$$

$$\omega_s = \frac{\pi}{2} - \arctan\left[\frac{-\tan(\varphi)\tan(\delta)}{X^{0.5}}\right] \text{----(30)}$$

$$X = 1 - [\tan(\varphi)]^2[\tan(\delta)]^2 \text{----------(31)}$$

and $X = 0.00001$ if $X \le 0$

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\varphi)\tan(\delta)] \text{----(32)}$$

$$Kc_{ini} = Kc_{ini(Fig29)} + \frac{(I-10)}{(40-10)}[Kc_{ini(Fig30)} - Kc_{ini(Fig29)}] \text{----------(33)}$$

$$RH_{min} = \frac{e^{O}(T_{dew})}{e^{O}(T_{max})}100 \text{----------(34)}$$

$$RH_{min} = \frac{e^{O}(T_{min})}{e^{O}(T_{max})}100 \text{----------(35)}$$

$$G_{month,i} = 0.07(T_{month,i+1} - T_{month,i-1}) \text{----(36)}$$

$$G_{month,i} = 0.14(T_{month,i} - T_{month,i-1}) \text{-----(37)}$$

$$I_w = \frac{I}{f_w} \text{----------(38)}$$

$$Kc_i = Kc_{prev} + \left[\frac{i - \sum(L_{prev})}{L_{stage}}\right] (Kc_{next} - Kc_{prev}) \text{----------(39)}$$

$$Kc_{mid} = Kc_{mid(Tab)} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{\min} - 45)]\left[\frac{h}{3}\right]^{0.3} \text{----------(40)}$$

$$Kc_{ini} = fw \times Kc_{ini(Tab,Fig)} \text{----------(41)}$$

$$Kc_{end} = Kc_{end(Tab)} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{\min} - 45)]\left[\frac{h}{3}\right]^{0.3} \text{----------(42)}$$

$$ETc = (K_{cb} + K_e)ETo \text{----------(43)}$$

$$Ke = Kr(Kc_{\max} - Kcb) \le fewKc_{\max} \text{---(44)}$$

$$Kcb = Kcb_{(Tab)} + \begin{bmatrix} 0.04(u_2 - 2) - \\ 0.004(RH_{\min} - 45) \end{bmatrix}\left[\frac{h}{3}\right]^{0.3} \text{----------(45)}$$

$$Kc_{\max} = \max\left[\left\{1.2 + \begin{bmatrix} 0.04(u_2 - 2) - \\ 0.004(RH_{\min} - 45) \end{bmatrix}\left[\frac{h}{3}\right]^{0.3}\right\}, \{Kcb + 0.05\}\right] \text{----------(46)}$$

$$TEW = 1000(\theta_{FC} - 0.5\theta_{WP})Ze \text{----(47)}$$

$$Kr = \frac{TEW - De,_{i-1}}{TEW - REW} \text{ for } De,_{i-1} > REW \text{----------(48)}$$

$$fc = \left[\frac{Kcb - Kc_{\min}}{Kc_{\max} - Kc_{\min}}\right]^{(1+0.5h)} \text{-------(49)}$$

$$ETc_{adj} = (KsKcb + Ke)ETo \text{------(50)}$$

$$De,_i = De,_{i-1} - (Pi - ROi) - \frac{Ii}{fw} + \frac{Ei}{few} + Tew,i + DPe,i \text{---------(51)}$$

$$0 \le De,_i \ge TEW \text{----------(52)}$$

$$DPe,i = (Pi - ROi) + \frac{Ii}{fw} - De,i - 1 \ge 0 \text{----------(53)}$$

$$ETc_{adj} = KsKcETo \text{----------(54)}$$

$$RAW = P \times TAW \text{----------(55)}$$

$$0 \le Dr,_i \le TAW \text{----------(56)}$$

$$Dr,_i = Dr,_{i-1} - (P - RO)_i - I_i - CR_i + ETc,_i + DP_i \text{----------(57)}$$

$$Ks = \frac{TAW - Dr}{TAW - RAW} = \frac{TAW - Dr}{(1 - P)TAW} \text{----------(58)}$$

$$DP_i = (P_i - RO_i) + I_i - ETc,_i - Dr,_{i-1} \ge 0 \text{----------(59)}$$