دراسة مدى الاستفادة من مياه المطر والري التكميلي في الموصل

د. نوال محمد ججو د. ايمان حازم ريم محمد حميد
قسم هندسة الموارد المائية / جامعة الموصل

المستخلص

تناول هذا البحث دراسة كميات الأمطار اليومية لمدة 28 سنة وتوزيعها على طول موسم النمو للمحصول المختار للدراسة (الحنطة لكونه محصول استراتيجي) وتحديد موعد الزراعة المطرية لكل سنة من تلك السنوات في منطقة الموصل . تمثل ذلك بصياغة أنموذجي محاكاة، تم في الأول تحديد موعد الزراعة المطرية إضافة إلى تحديد سنوات النجاح والفشل تبعا لهذا الموعد والحصول على رطوبة التربة لإدخالها مع البيانات المناخية الأخرى في أنموذج محاكاة ثان يتضمن محاكاة لرطوبة المنطقة الجذرية للمحصول طوال موسم النمو لكل سنة إضافة إلى إنتاجية هذا المحصول من الزراعة المطرية فقط وكذلك إنتاجية المحصول بإضافة رية تكميلية واحدة أو اثنتين أو ثلاثة كحد أقصى لإنجاح المحصول في تلك السنة التي بحاجة إلى ذلك . وقد أوضحت الدراسة بأن إضافة رية تكميلية واحدة (75 ملم) في نهاية موسم المطر يزيد نسبة الإنتاج بمقدار 9% في حين أن إضافة ريتين في نهاية الموسم قد أنجح الزراعة المطرية لأربع سنوات و زادت نسبة الإنتاج بمعدل 30% وقد كانت نسبة الزيادة في مردود الإنتاج من الري التكميلي إلى كلفته مجدية اقتصادياً في جميع الحالات .

Maximizing the Benefit from Rain and Supplemental Irrigation Water in Mosul Area

Dr. N. M. Jajo Dr. E. Hazem R.M. Hameed

ABSTRACT

The daily rainfall (amount and distribution) for 28 years at Mosul area along the growing season of wheat crop are studied . The objective is to determine the onset rainfall for rainfed cropping of wheat..

Two computer simulation models were formulated, tested and then used in the study. The first model was to estimate the onset rainfall (date). The output of this model for all years is used as an input for a second simulation model that monitors the daily water budget in the entire root zone depth of a growing season of a wheat crop in order to estimate the evapotranspiration and variation of water content in the soil profile over the season along with the date and amount of one , two , or three supplemental irrigations during the season. The goal of these irrigations is to convert certain failure years to successful year for rainfed cropped wheat.

The study showed that adding one supplemental irrigation (75 mm) around the end of the rainy season increased the yield ratio by 9% while applying two supplemental irrigations has increased the yield ratio by 30% and converted four failure years to successful ones. It is also shown that the return from supplemental irrigation is economically feasible in all of the studied cases .

أستلم: 31 -3 -2010 قبل: 29 -9 -2010

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المقدمة

تتجه البحوث في الوقت الحاضر نحو التقنيات والطرائق التي تحقق الاستخدام الأمثل للمياه . وفي صميم موضوع البحث الحالي الذي يعتبر أحد أهم الطرائق لزيادة كفاءة استخدام المياه حيث يمكن تعظيم الاستفادة من مياه المطر مع أقل أضافه لمياه الري التكميلي للحصول على أعظم أنتاج لوحدة المياه المستخدمة .

تضمن هذا البحث تحديد وقت بدء المطر المفيد للزراعة أو بداية موسم الزراعة المطرية (Onset Rainfall Date) والذي تستمر بعده الأمطار بحيث تحتفظ التربة بكمية رطوبة كافيه تجعل النبات ينمو نموا مقبولا ولا يتعرض للجفاف والموت. ان موعد وكمية بداية موسم المطر للزراعة الديمية يسمى محليا بـ(البلة).

قام كامبرلين وديوب (Camberlin and Diop , 2003) بتحليل إحصائي لأعماق الأمطار وذلك لتحديد بداية موسم الزراعة المطرية وقد اعتمد في بحثه لتعريف بداية موسم الزراعة المطرية (Onset rainfall) على الباحثين :

1 . مهيتا ونصيب (Mhita and Nassib , 1987) الذين عرفوا بداية موسم الزراعة المطرية بأنه أول أسبوع من الموسم يستلم عمق مطر لا يقل عن 15 ملم على أن لا تأتي بعده فترة جفاف لأسبوعين متتاليين خلال الأسابيع الأربعة التي تليها.

2 . دود وجوليف (Dodd and Jollife , 2001) الذي اعتبر أن بداية موسم الزراعة المطرية هي المطرة التي تجمع عمق مطر 25 ملم على الأقل خلال خمسة عشر يوم متتالية على شرط أن لا تأتي بعدها سبعة أيام متتالية جفاف خلال الثلاثين يوم التي تلي تأريخ تلك المطرة .

استخدمت أيدوجا (Edoga,2007) أربعة نماذج وضعيه للتبخر – نتح لحساب موعد بداية ونهاية موسم المطر وقد اعتمدت في بحثها في تعريف موعد بداية موسم الزراعة المطرية (Onset rainfall date) على الباحث ديفي (Davey , 1976) الذي عرف بداية موسم الزراعة المطرية بأنها أول خمسة أيام مطر يكون فيها عمق المطر 20 ملم على اعتبار عدم وجود احتمالية لوجود فترة جفاف أمدها أسبوع خلال الشهر الذي يلي المطرة . والباحث ستيرن واخرون Stern et al.,1981) الذي عرف بداية موسم الزراعة المطرية بأنها تأريخ المطرة التي عندها يزيد مجموع المطر لخمسة أيام متتالية عن 25 ملم . و موعد نهاية موسم الزراعة المطرية بتأريخ المطرة التي ينقطع هطول الامطار بعدها لمدة شهر فأكثر .

ذكر (عويس ,2003) إن أبكر موعد لزراعة القمح في النظم الزراعية الديمية يكون عادة في تشرين الثاني بعد هطول كمية أمطار كافية للإنبات. ويعد منتصف تشرين الثاني الموعد الأمثل للحصول على أعلى أنتاج تحت الظروف الديمية في منطقة شرقي المتوسط . وقد أستنتج انخفاض إنتاج القمح بشكل كبير مع تأخير الزراعة من كانون الأول إلى كانون الثاني

أجرى اندرسون (Anderson , W.K , 1992) تجارب حقلية أجريت على أنواع من محصول الحنطة وكان هدف هذه الدراسة هو زيادة الإنتاجية المائية للحنطة و ذلك عن طريق الجمع بين مدخلات الزراعة الموسمية وإدارة المياه في الحقل. و قد اثبت بأن إنتاجية الحنطة تزداد بنسبة من 30% إلى أكثر من 100%

قام عويس واخرون (Oweis et al ., 1998) ببحث عملي و دراسة حقلية لإنتاجية الحنطة في تربة طينية عميقة لحقل في منطقة شمال سوريا لمدة أربع سنوات حيث اثبت أن التأخير في موعد الزراعة للحنطة من تشرين الثاني إلى كانون الأول يؤدي إلى تقليل الإنتاج بمقدار 100 كغم/ هكتار في حالة الري التكميلي و 50 كغم/ هكتار للأسبوع في حالة الزراعة المطرية فقط .

أجرى عويس وآخرون (Oweis et al ., 2000) سلسلة من البحوث الحقلية حول زيادة كفاءة استخدام المياه و الانتاج النسبي لمحصول الحنطة في حالة الاعتماد الكلي على المطر وفي حالة اضافة الري التكميلي وقد اثبت ان انتاجية المحصول في سوريا تنخفض بمقدار 4.2% لكل اسبوع تأخير في موعد الزراعة بعد الاول من تشرين الثاني . كما أظهرت البحوث أن إضافة ريتين تكميليتين أو ثلاث ريات بعمق يتراوح بين (80-200) ملم يزيد من إنتاجية محصول الحنطة بحوالي (36% - 45%) .

صياغة انموذج المحاكاة

أنموذج المحاكاة الأول:

وهو أنموذج تحديد بداية الموسم ، الهدف منه تحديد بدء موسم الزراعة المطرية لكل سنة من سنوات الدراسة، اعتمد تشغيل أنموذج المحاكاة الأول على مجموعة من المعطيات والفرضيات وهي :

1 . استخدام البيانات المناخية اليومية لمدة 28 سنة لمدينة الموصل للفترة من 1980-2008 والتي تتمثل بمعدل درجة الحرارة , ومعدل الرطوبة النسبية وسرعة الرياح على ارتفاع 2 م وأعماق المطر وعدد ساعات الشروق .

2. التربة متوسطة النسجة بسعة حقلية 3.1 ملم / سم ونقطة ذبول دائم 1.5 ملم / سم ويمكن تشغيل الأنموذج على أي تربة أخرى بتغيير هاتين القيمتين.

3. يحصل التبخر من سطح التربة من طبقة سطحية سمكها 10 سم (Allen et al.,1998)

4. المحتوى الرطوبي الابتدائي للطبقة السطحية للتربة هو عند نصف نقطة الذبول PWP 0.5 والطبقة السفلى عند نقطة الذبول و يمكن تغيير المحتوى الرطوبي الابتدائي للطبقة تحت السطحية بأي قيمة أخرى.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

5 . إن أقصى تبخر من سطح التربة هو 23.5 ملم وذلك حسب المعادلة المقترحة من(Allen et al.,1998) وهي الحالة الابتدائية للأنموذج

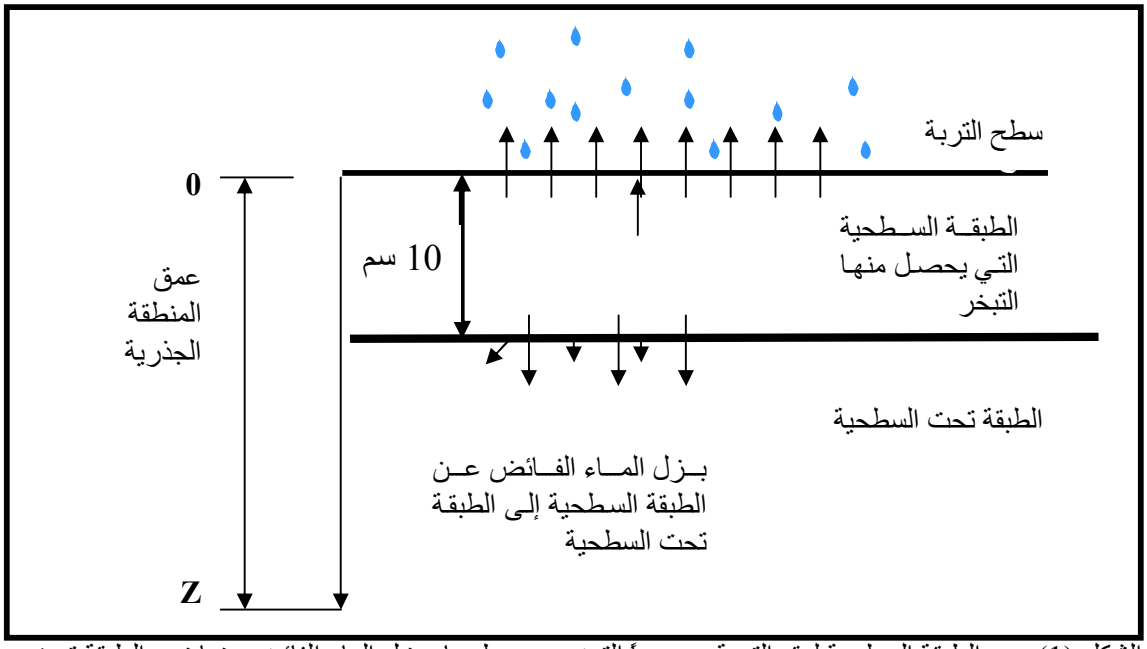
TEWMAX=10*(FC-0.5PWP) .....(1)

TEWMAX = 10*(3.1 – (0.5*1.5)) = 23.5 ملم

6 . أقصى عمق ماء متاح للتبخر من الطبقة السطحية REW يساوي 10 ملم حسب نوع التربة وقابل للتغيير مع تغيير نوع التربة (Allen et al ., 1998).

7. اهمال وجود الجريان السطحي.

تم عمل موازنة مائية يومية بين ما يدخل إلى التربة من مطر وما يخرج منها من عمق تبخر من سطح التربة وعمق الماء المتاح (كنسبة من عمق الماء الأقصى المتبخر من الطبقة السطحية) وعمق الماء الفائض عن الطبقة السطحية حيث يتحرك إلى الطبقة تحت السطحية بفعل الجذب الارضي وما تبقى من رطوبة في الطبقة السطحية ومقدار الاستنفاذ ونسبة الاستنفاذ كما في الشكل(1).



الشكل (1) يبين الطبقة السطحية لمقد التربة موضحاً التبخر من سطحها وبزل الماء الفائض منها نحو الطبقة تحت السطحية .

التبخر- نتح الكامن :

تم استخدام معادلة بينمان مونتيث (Allen et al., 1998) نظرا لدقتها ومقاربة نتائجها للواقع مقارنة بالطرائق الأخرى. أن صيغة معادلة بينمان مونتيث

$$ET_{\circ} = \frac{0.408\,\Delta(R_n - G) + \gamma \dfrac{900}{T+273} U_2 (es - ea)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad \text{.....(2)}$$

حيث أنّ:

$ET_{\circ}$: التبخر نتح الكامن (ملم/يوم)

T : معدل درجة الحرارة اليومية ($^{\circ}$م)

U_2 : سرعة الرياح مقاسة على ارتفاع 2 م (م/ثا)

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

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

es : ضغط بخار التشبع (كيلو باسكال)

ea : ضغط البخار الفعلي (كيلو باسكال)

$es - ea$: النقص في ضغط بخار التشبع (كيلو باسكال)

Δ : ميل منحني ضغط بخار التشبع مع درجة الحرارة (كيلو باسكال/ $^{\circ}$م)

γ : ثابت القياس الرطوبي (كيلوباسكال/ $^{\circ}$م)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

معامل التبخر من التربة (Kr)

هو المعامل الذي يمثل نسبة التبخر الفعلي من سطح التربة إلى التبخر الأقصى الممكن منها والذي يتكون من مرحلتين الشكل (2) . المرحلة الأولى عندما تكون الطبقة السطحية لمقد التربة رطبة ويكون معامل التبخر Kr = 1 ولحين يبلغ مجموع التبخر من الطبقة السطحية مقدارا يسمى " الماء المتاح للتبخر REW " وهذا الأخير يعتمد على نوع التربة و عمقها (Allen et al . 1998). في المرحلة الثانية تقل قيمة Kr تدريجيا بشكل خطي عن الواحد لتبلغ صفرا عندما يصبح مجموع التبخر الكلي من التربة مقدارا يسمى " الماء الكلي المتاح للتبخر TEW " كما مبين في الشكل (2) ويمكن حساب معامل التبخر من المعادلة الآتية :

$$Kr = \frac{TEW - De,I-1}{TEW - REW}. \qquad for De,I-1 > REW. \qquad \text{.....(3)}$$

$$Kr = 1 \qquad for De,I-1 < REW \qquad \text{.....(4)}$$

حيث ان :

Kr : معامل تبخر التربة يعتمد على مقدار عمق التبخر التراكمي (استنفاذ ماء التربة) من التربة السطحية (بدون وحدات) .

$De,I-1$: عمق التبخر التراكمي (الاستنفاذ) من الطبقة السطحية للتربة في نهاية اليوم السابق (ملم).

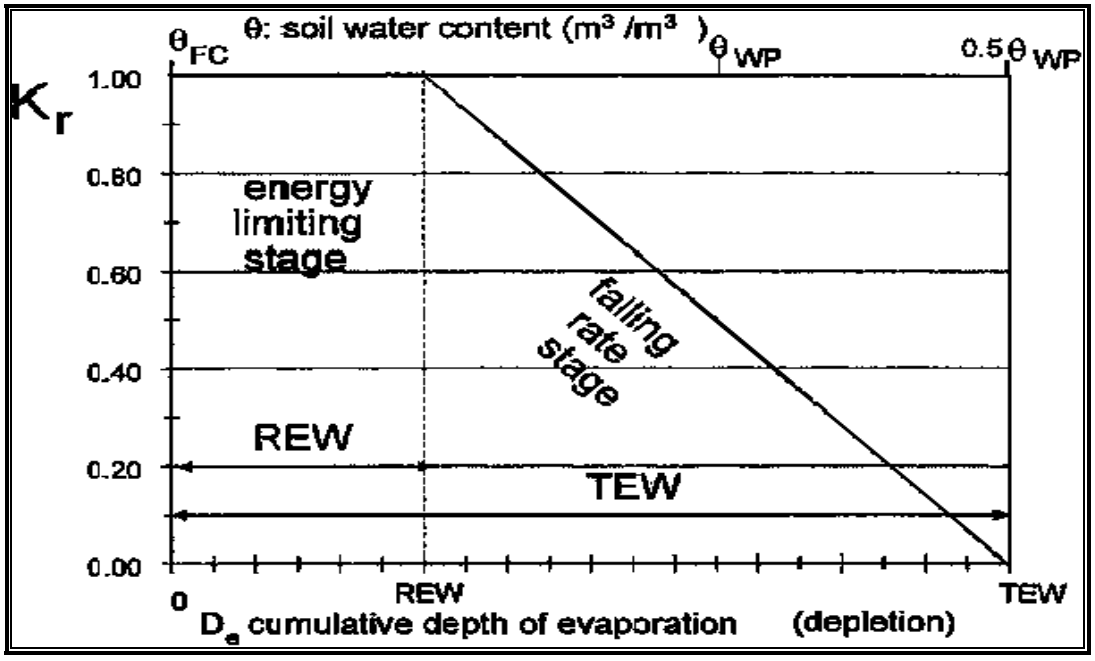
TEW :أكبر عمق الماء القابل للتبخر من الطبقة السطحية للتربة ويمثل مجموعاً للمرحلتين (ملم). (الشكل 2)

REW : الماء المتاح للتبخر وهو العمق التراكمي للتبخر (الاستنفاذ) في نهاية المرحلة الأولى (ملم).

|

الماء المتاح للتبخر في الطبقة السطحية (REW):

على الرغم من إن كمية الماء المتيسر للنبات في التربة من الناحية النظرية تستنفذ عند وصول رطوبة التربة إلى نقطة الذبول كحد أدنى , إلا أن عملية تبخر الماء من سطح التربة تستمر لحين بلوغ المحتوى الرطوبي للتربة إلى نصف نقطة الذبول (Allen et al . 1998) وقد تم حساب الماء المتاح للتبخر من التربة في الطبقة السطحية في أي يوم I بضرب الـ 10 ملم مشار إليه في أعلاه بنسبة عمق الماء الكلي القابل للتبخر في اليوم Iإلى عمق الماء الأقصى القابل للتبخر في الطبقة السطحية في ذلك اليوم



الشكل (2): يبين تغير معامل التبخر Kr مع الماء المتاح للتبخر من سطح تربة الطبقة السطحية البالغ عمقها 10 سم . (Allen et al., 1998) .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تطبيق أنموذج المحاكاة الأول:

كانت فترة المحاكاة اعتبارا من اليوم الأول تشرين الأول إلى الأول من حزيران من كل عام خلال سنوات الدراسة وذلك ضمن الأنموذج الأول لتحديد موعد الزراعة المطرية لمنطقة الدراسة , وتضمنت عملية المحاكاة حساب ما متوفر من محتوى رطوبي بالتربة ضمن منطقة الطبقة السطحية 10 سم بعد حساب الماء المتبخر من السطح والماء المتاح وعمق المطر المضاف وعمق الماء المستنزف بالتبخر وعمق الماء الفائض عن استيعاب الطبقة السطحية للتربة والداخل إلى الطبقة تحت السطحية وعمق التربة المترطبة في الطبقة تحت السطحية .

باعتماد نتائج أنموذج المحاكاة الأول من رطوبة متوفرة وعمق ماء متبخر من الطبقة السطحية وعمق الماء الفائض من الطبقة السطحية ونسبة الاستنفاذ يمكن تحديد موعد الزراعة المطرية وذلك حسب المعيار الذي يتمثل بموعد اليوم الذي يكون فيه العمق التراكمي لماء التخلل العميق الفائض من الطبقة السطحية يساوي 30 ملم , 25 ملم , 20 ملم و 10 ملم بشرط أن لا يأتي بعد هذا الموعد 10 أيام متتالية جفاف خلال الشهر(30 يومًا) الذي يلي هذا الموعد .

وقد تمت ملاحظة إن نتائج حالة حصول تخلل عميق مقداره 10 ملم مع شرط أن لا يأتي بعد هذا الموعد 10 أيام متتالية جفاف خلال الشهر (30 يومًا) الذي يلي هذا الموعد تعطي مواعيد مبكرة وأكثر ملائمة لموعد زراعة المحصول المختار. لذلك تم الاعتماد على نتائج الحالة الأخيرة في تحديد موعد الزراعة المطرية . أما نهاية موسم المطر فهو تاريخ المطرة التي يليها ثلاثون يوماً بدون مطر، وإذا كان هذا التأريخ بعد الأول من أيار فان السنة تعد سنة جيدة .

وبذلك يكون قد تم إيجاد المعلومات الآتية لكل سنة من سنوات الدراسة وهي :

1 . موعد بداية موسم الزراعة المطرية لكل سنة من سنوات الدراسة .
2 . موعد نهاية موسم الزراعة المطرية لكل سنة من سنوات الدراسة .
3 . طول موسم النمو للمحصول لكل سنة من سنوات الدراسة .
4 . المحتوى الرطوبي الابتدائي للطبقة السطحية .

وهذه ستكون مدخلات أساسية لأنموذج المحاكاة الثاني .

أنموذج المحاكاة الثاني

هو أنموذج الموازنة المائية للمنطقة الجذرية للمحصول وإيجاد علاقة الإنتاج النسبي مع موعد الزراعة ونهاية موسم الزراعة .

بعد إدخال البيانات المطلوبة إلى الأنموذج الثاني و التي تتضمن البيانات المناخية السابقة والتي تم إدخالها إلى الأنموذج الأول إضافة إلى موعد الزراعة المستخرج من الأنموذج الأول وموعد نهاية الموسم وطول موسم النمو للمحصول والتي تمثل فترة المحاكاة وتختلف لكل سنة عن سابقتها وحسب موعد بداية و نهاية الموسم والتي تم الحصول عليها من أنموذج المحاكاة الأول وطول مراحل نمو المحصول التي تم تقسيمها كما حصل عليها اداري وآخرون (2002 Adary et al.,) , وفق نتائج التجارب الحقلية لمحصول الحنطة وقد تم إدخال الرطوبة الابتدائية للطبقة السطحية عند موعد الزراعة .

و قد تم تشغيل الأنموذج باعتماد حالتين من المحتوى الرطوبي الابتدائي للطبقة تحت السطحية : الحالة الأولى : إن المحتوى الرطوبي الابتدائي للطبقة تحت السطحية في أول يوم محاكاة في الأنموذج الثاني هو عند نقطة الذبول .

الحالة الثانية : إن المحتوى الرطوبي الابتدائي للطبقة تحت السطحية عند أول يوم محاكاة للأنموذج الثاني هو عند منتصف الرطوبة بين نقطة الذبول والسعة الحقلية .

و يتم بعد ذلك عمل موازنة مائية يومية للمنطقة الجذرية و حساب الإنتاجية النسبية وفق المعادلة المأخوذة من Doorenbos and Al-Kassam) 1979 وهي كالأتي :

$$1-(Ya/Ym)=ky(1-(ETa/ETm)) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

حيث:

Ya : الانتاج الحقيقي للمحصول (طن لكل هكتار).

Ym : أقصى انتاج للمحصول (طن لكل هكتار).

ky : معامل انتاجية المحصول .

ETa: التبخر-نتح الحقيقي للمحصول (ملم) .

ETm : التبخر-نتح الاقصى للمحصول(ملم).

بعد تحديد موعد بداية ونهاية موسم المطر للزراعة المطرية من الأنموذج الأول يتم معرفة التأثير المختلف لموعد الزراعة والحصاد وطول موسم النمو لمحصول الحنطة على دالة الإنتاجية بدون اضافة ري تكميلي ومع إضافة رية

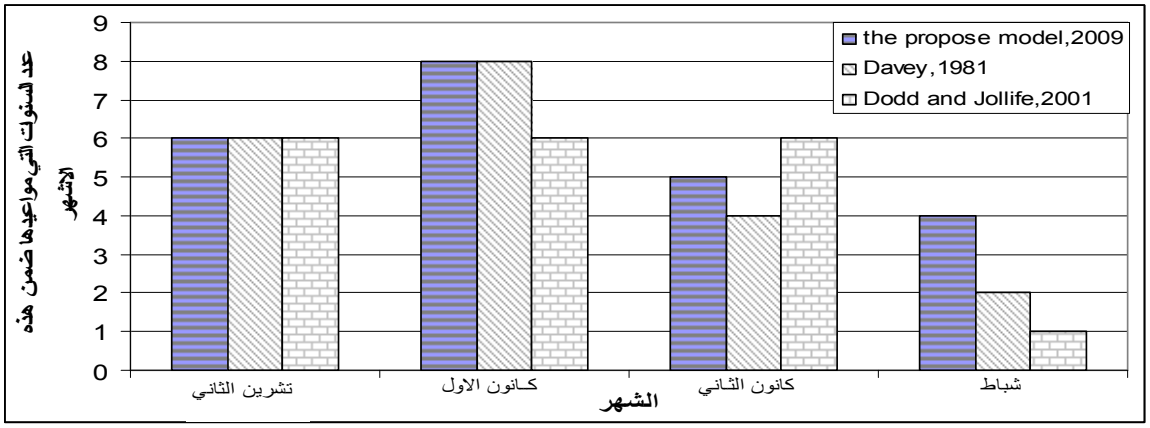
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تكميلية واحدة أما قبل موعد بداية الموسم المطري أو بعد موعد نهاية الموسم المطري أو كليهما واثر كل حالة على دالة الإنتاج النسبي للمحصول المطر وللحالات الآتية :

1. حالة الاعتماد على المطر فقط ولسنين النجاح .
2. حالة إضافة رية تكميلية واحدة في بداية الموسم بعمق 50 ملم للسنوات التي بحاجة إلى ذلك .
3. حالة إضافة رية تكميلية واحدة في نهاية الموسم بعمق 75 ملم للسنوات التي بحاجة إلى ذلك .
4. حالة اضافة ريتين تكميليتين واحدة في بداية الموسم والثانية في نهايته بعمق 50 ملم لكل رية للسنوات التي بحاجة إلى ذلك .
5. حالة إضافة ريتين تكميليتين في نهاية الموسم بعمق 50 ملم لكل رية للسنوات التي بحاجة إلى ذلك .
6. حالة إضافة ثلاث ريات تكميلية واحدة في بداية الموسم , واثنتان في نهاية الموسم بعمق 50 ملم لكل رية للسنوات التي بحاجة إلى ذلك .

النتائج:

يبين الشكل(3) مواعيد الزراعة التي تم الحصول عليها من انموذج المحاكاة الاول وذلك حسب المعيار الذي يتمثل بموعد اليوم الذي يكون فيه العمق التراكمي لماء التخلل العميق الفائض من الطبقة السطحية يساوي 10 ملم بشرط أن لا يأتي بعد هذا الموعد 10 أيام متتالية جفاف خلال الشهر(30 يومًا) الذي يلي هذا الموعد .



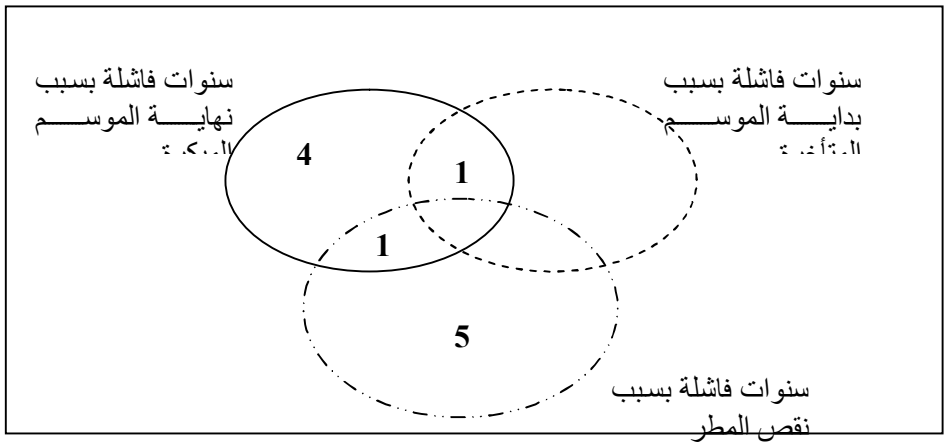
الشكل (3): مواعيد الزراعة المستحصلة من أنموذج المحاكاة الأول ونموذجي (Davey , 1976) و (Dodd and jollife , 2001) بعد تطبيقها على سنوات الدراسة لموقع الدراسة .

يحتاج محصول الحنطة إلى الماء لغاية منتصف شهر أيار بشكل عام . وعليه يتوجب توفير رطوبة متيسرة في المنطقة الجذرية لغاية 15 أيار حيث يمكن لهذا المحصول الاستفادة من أية رطوبة قبل هذا التأريخ فإذا كان موعد نهاية المطر بعد الاول من ايار فان تلك السنة تعتبر جيدة للزراعة المطرية , وإذا كان موعد نهاية موسم المطر قبل الأول من أيار تكون السنة فاشلة للزراعة المطرية إذا لم تصلها الرطوبة المتيسرة للنبات إلى منتصف شهر أيار.

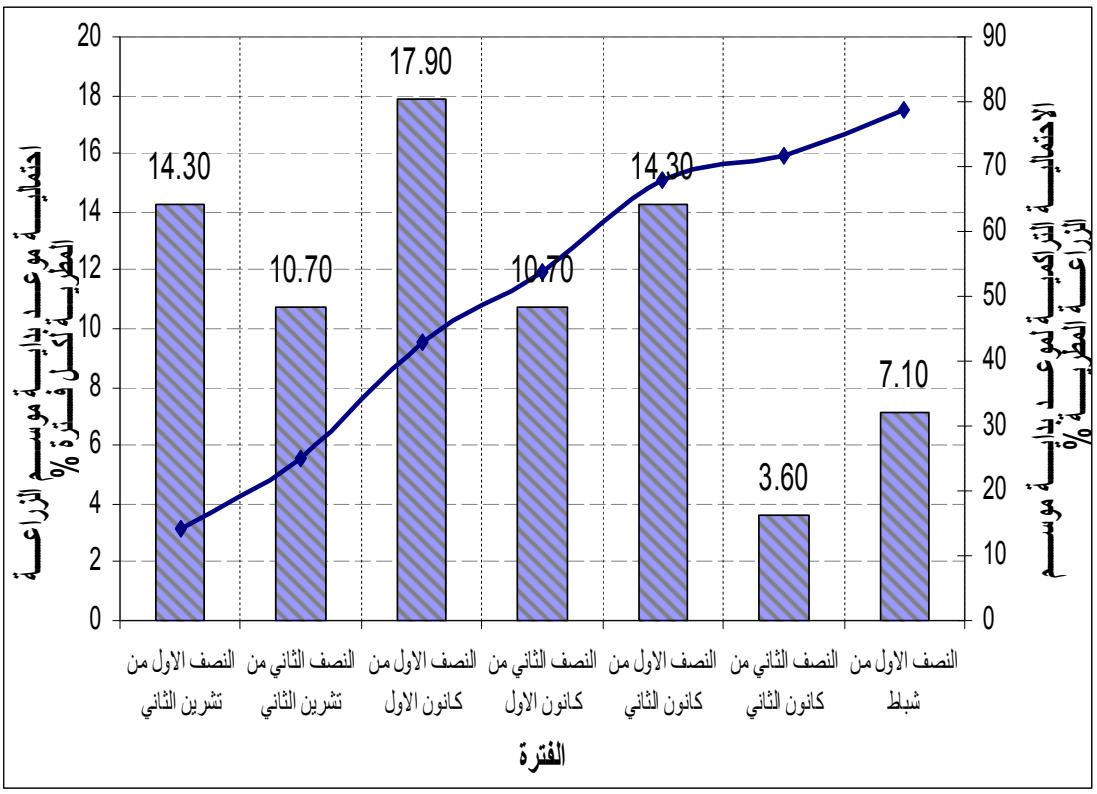
أن عدد السنوات التي فشلت فيها الزراعة المطرية 11 سنة من مجموع 28 سنة , منها 6 سنوات فشل بسبب عدم توفر الرطوبة الكافية من المطر للزراعة المطرية وهي سنوات لا يكفي لها الري التكميلي وتحتاج إلى ري كامل , و سنة واحدة فشل بسبب البداية المتأخرة لموسم المطر بعد 15 شباط , و6 سنوات فشل بسبب النهاية المبكرة لموسم المطر قبل 1- أيار والرطوبة المتيسرة في التربة لا توصل المحصول إلى الموعد الآمن، كما مبين في الشكل (4).

اما الشكل (5) فيبين الاحتمالية والاحتمالية التراكمية لموعد بداية موسم الزراعة المطرية، نستنتج أنه كلما تقدم الزمن من الأول من تشرين الثاني إلى منتصف شباط تزداد الاحتمالية التراكمية لورود موعد الزراعة المطرية ضمن الفترة السابقة وتصل أعلى احتمالية لموعد الزراعة عند منتصف شباط وهي 78.6 % وتمثل احتمالية مجيء موعد الزراعة المطرية لأية سنة مقبلة ضمن موقع الدراسة ما بين الأول من تشرين الثاني ومنتصف شباط وهي تمثل الاحتمالية التراكمية لـ22 سنة نجاح بالنسبة لبداية موعد الزراعة المطرية من الـ28 سنة , وان احتمالية مجيء سنة شحيحة المطر ولا تصلح للزراعة المطرية هو 21.4 % وهي نسبة عدد سنوات الفشل للزراعة المطرية وإنتاج الحبوب و عددها 6 الناتجة من أنموذج المحاكاة الأول لموعد الزراعة من أصل 28 سنة (أي سنة واحدة فشل لكل أربع سنوات) .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل(4): يبين سنوات الفشل وتداخلاتها وأسباب فشلها .



الشكل(5): ألاحتمالية والاحتمالية التراكمية لموعد بداية موسم الزراعة المطرية .

يبين الجدول (1) موعد بداية و نهاية موسم الزراعة المطرية المستخرج من أنموذج المحاكاة الأول و لكل سنة ضمن سنوات الدراسة والإنتاج النسبي لها ولمحتوى رطوبي ابتدائي للطبقة السطحية مستخرج من الأنموذج الأول . و قد تم اعتماد حالتين من المحتوى الرطوبي الابتدائي للطبقة تحت السطحية في بداية عملية المحاكاة مرة عند نقطة الذبول ومرة عند منتصف الرطوبة بين نقطة الذبول والسعة الحقلية وملاحظة مدى تأثيرها على نسبة الإنتاج .نلاحظ في بعض السنوات عدم تغير نسبة الإنتاج بالرغم من تغيير المحتوى الرطوبي الابتدائي وذلك بسبب توقيت المطر. كما نلاحظ في سنوات أخرى أن نسبة الإنتاج للمحصول كانت قليلة وذلك بسبب تذبذب المطر وقلته خلال موسم نمو المحصول كما ونلاحظ إن كمية كبيرة من المطر تضيع قبل بداية موسم الزراعة المطرية في معظم السنوات لذلك كانت الحاجة إلى إضافة الري التكميلي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول (1) موعد بداية ونهاية موسم الزراعة المطرية والإنتاج النسبي وباختلاف المحتوى الرطوبي الابتدائي للطبقة تحت السطحية ولحالة الزراعة المطرية و لسنوات النجاح فقط

السنة	موعد بداية موسم المطر *	موعد نهاية موسم المطر **	طول موسم نمو المحصول (يوم)	الإنتاج النسبي للمحصول	
				حالة الرطوبة الابتدائية للطبقة تحت السطحية عند نقطة الذبول	حالة الرطوبة الابتدائية للطبقة تحت السطحية عند منتصف الرطوبة
84-85	3- تشرين الثاني	16- أيار	192	0.62	0.65
85-86	8- شباط	13- أيار	135	0.35	0.355
86-87	8- شباط	22- أيار	101	0.16	0.25
87-88	23- تشرين الثاني	3- أيار	172	0.67	0.68
89-90	1- تشرين الثاني	13- أيار	194	0.51	0.53
91-92	15-كانون الأول	31- أيار	180	0.67	0.68
92-93	16- كانون الأول	31- أيار	167	0.76	0.78
94-95	18- كانون الأول	29- نيسان	132	0.6	0.63
95-96	4- كانون الثاني	20- أيار	137	0.59	0.59
96-97	8- كانون الأول	22- أيار	166	0.63	0.65
97-98	10 - كانون الأول	22- أيار	164	0.5	0.51
2000-1	11 -كانون الثاني	1- أيار	111	0.4	0.42
2001-2	4– كانون الثاني	16- أيار	133	0.54	0.57
2003-4	24- تشرين الثاني	27 -أيار	185	0.63	0.66
2004-5	24- كانون الأول	13- أيار	159	0.48	0.48
2005-6	18- كانون الثاني	3- أيار	135	0.7	0.72
2006-7	21- كانون الثاني	19- أيار	119	0.48	0.51

الجدول(2): خلاصة للسنوات التي تم إنجاحها و لمختلف حالات الري التكميلي

الحالات	عدد سنوات النجاح	عدد سنوات الفشل	المجموع
1- زراعة مطرية بحته	17	11	28
2- زراعة مطرية مع رية تكميلية واحدة في نهاية موسم المطر	17 +1 =18	10	28
3- زراعة مطرية مع رية تكميلية واحدة في بداية موسم الزراعة المطرية	17+0=17	10	28
4- زراعة مطرية مع ريتين تكميليتين في بداية موسم الزراعة المطرية ونهايته	17+0= 17	10	28
5- زراعة مطرية مع ريتين تكميليتين في نهاية موسم المطر	17+ 4 =21	6	28
6- زراعة مطرية مع رية في بداية موسم المطر و ريتين تكميليتين في نهاية موسم الزراعة المطرية	17+ 1 = 18	5	28

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول(3): الجدوى الاقتصادية للري التكميلي

السنة	الإنتاج النسبي بدون إضافة الري	عمق ماء الري المضاف (ملم)	الإنتاج النسبي بعد اضافة الري التكميلي	مقدار الزيادة بالإنتاج النسبي	مقدار الزيادة بالإنتاجية طن/ هكتار	ربح الزيادة بالإنتاج ألف دينار/ هكتار	كلفة ماء الري ألف دينار/ هكتار	نسبة الزيادة بالربح/ كلفة ماء الري
80/81	0.55	2*50	0.75	0.2	0.6	300	100	3
81/82	0.52	2*50	0.65	0.13	0.39	195	100	1.95
82/83	0.3	2*50	0.37	0.07	0.21	105	100	1.05
83/84		فشل						
84/85	0.62	مطري						
85/86	0.35	مطري						
86/87	0.16	مطري						
87/88	0.67	مطري						
88/89	0.25	3*150	0.53	0.28	0.84	420	150	2.8
89/90	0.51	مطري						
90/91	0.44	50	0.5	0.06	0.18	90	50	1.8
91/92	0.67	مطري						
92/93	0.76	مطري						
93/94	0.48	2*50	0.56	0.08	0.24	120	100	1.2
94/95	0.6	مطري						
95/96	0.59	مطري						
96/97	0.63	مطري						
97/98	0.5	مطري						
98/99		فشل						
99/2000		فشل						
2000/1	0.4	مطري						
2001/2	0.54	مطري						
2002/3		فشل						
2003/4	0.63	مطري						
2004/5	0.48	مطري						
2005/6	0.7	مطري						
2006/7	0.48	مطري						
2007/8		فشل						

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

نلاحظ من الجدول (2) إن إضافة رية تكميلية واحدة في نهاية موعد الزراعة المطرية قد قلل من عدد سنوات الفشل بسبب النهاية المبكرة من 11 إلى 10 سنوات أي نجحت سنة واحدة وهي السنة 1990-1991 التي اكتفت برية واحدة فقط والتي موسم المطر فيها ينتهي في 13– نيسان وبعد إضافة رية تكميلية واحدة بعمق 50 ملم في ذلك التاريخ أدى ذلك إلى إيصال المحصول إلى 10- أيار مع وجود الرطوبة المتيسرة التي يحتاجها لإنجاح إنتاج الحبوب في هذه السنة . أما السنوات التي فيها نهاية موسم المطر في شهر نيسان أو آذار و لا توصلها رية واحدة إلى الموعد الآمن فتكون بحاجة إلى ريتين أو ثلاث حسب مراقبة الرطوبة المتيسرة للمحصول لإيصالها إلى الأول من أيار أو منتصف شهر أيار كحد أقصى . وبذلك تقلص عدد سنوات الفشل من 11إلى 10 سنوات فقط بإضافة رية تكميلية في نهاية موسم المطر .

و خلاصة فائدة الحالات الستة السابقة الشرح والتفصيل قد تم إنجاح 6 سنوات من أصل 11 سنة من سنوات الفشل للزراعة المطرية والسنوات الخمس المتبقية هي سنوات فشل بسبب نقص الأمطار لذلك فهي بحاجة إلى الري الكامل وليس إلى ري تكميلي وبذلك نكون قد تمكنا من إنجاح اكبر عدد ممكن من سنوات الفشل بأقل إضافة لمياه الري التكميلي.

الجدوى الاقتصادية:

يبين الجدول (3) مقدار الإنتاج النسبي والإنتاج والربح للسنوات التي نجحت بإضافة الري التكميلي لمحتوى رطوبي ابتدائي للطبقة تحت السطحية عند نقطة الذبول على فرض إن الإنتاج الأقصى للمحصول يساوي 3 طن/ هكتار وكلفة المتر المكعب الواحد من الري التكميلي يساوي 100 دينار وسعر بيع الكيلو غرام الواحد من المحصول هو 500 دينار .

وعلى فرض أن نسبة الزيادة بالربح إلى كلفة ماء الري إذا قلت عن 1.2 تعتبر اضافة الري لتلك السنة غير مجدية وذلك لضمان تغطية كلفة الري وزيادة الربح وبذلك فان السنة 83-82 تعتبر سنة لا تغطي فيها الزيادة في الإنتاج كلفة الري التكميلي و بذلك تعتبر سنة فاشلة اقتصادياً .

بفرض إن الإنتاج الأقصى للحنطة يساوي 3 طن/ هكتار وبتطبيق معادلة الإنتاج النسبي وباستخدام قيمة معامل إنتاجية المحصول السنوي من (Doorenbos and Al-Kassam , 1979) والذي يساوي 1.05 وبتطبيق معادلة الإنتاج النسبي وبذلك نحصل على اقل نسبة إنتاج Ya/Ym بحيث نحصل على إنتاج اقتصادي هي 0.25 وأعلى من هذه النسبة تعتبر سنة ناجحة اقتصادياً , ولقد تم استخدام طول موسم نمو المحصول لجميع السنوات بطول 166 يوماً ممتد من الأول من كانون الأول إلى منتصف شهر أيار في حساب التبخر-نتح الأقصى للمحصول

الاستنتاجات والتوصيات:

1 . السنوات التي يكون مجموع المطر السنوي فيها قليل لا يمكن اعتماد الزراعة المطرية فيها ولكن تحتاج إلى ري تكميلي وبعض السنوات لا ينفع معها حتى الري التكميلي وإنما الري الكامل التقليدي .
2 . ليس المهم في نجاح الزراعة المطرية هو إجمالي المطر الموسمي وإنما التوزيع أيضاً له أهمية بالغة . وقد بينت الدراسة إن السنة 1990- 1991 ذات المطر الجيد تعتبر فاشلة بالنسبة لموعد نهاية موسم المطر لتلك السنة .
3 . السنوات التي يقل فيها مجموع المطر السنوي عن 200 ملم هي سنوات فشل للزراعة المطرية والري التكميلي وتحتاج إلى ري كامل .
4. السنوات التي يقل فيها مجموع التبخر-نتح الحقيقي الموسمي للمحصول عن 150 ملم تعتبر سنة فاشلة للإنتاج حيث كانت كل السنوات في هذه الدراسة التي يقل فيها مجموع التبخر-نتح الحقيقي للمحصول عن هذه القيمة هي سنوات فشل حقيقي بالنسبة لموعد بداية موسم الزراعة المطرية و كذلك هي السنوات التي يقل فيها نسبة الإنتاج عن 0.25 والمطر السنوي عن 200 ملم .
5 . إن إضافة رية تكميلية واحدة في نهاية الموسم للسنة التي كانت بحاجة لذلك قد زاد من نسبة الإنتاج بمقدار 9% .
6 . زادت نسبة الإنتاج بمقدار % 30 عند إضافة ريتين تكميليتين في نهاية موسم المطر . قد شمل ذلك 4 سنوات من مجموع 28 سنة.
7 . زادت نسبة الإنتاج بمقدار35% عند إضافة رية تكميلية واحدة (50 ملم) في بداية الموسم و ريتين تكميليتين (2*50 ملم) في نهاية الموسم .
8. أقتصادياً , يجب أن لا تقل نسبة الإنتاج عن (25-30)% في الزراعة المطرية لمحصول الحنطة .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المصادر

1 . عويس , ذيب . (2003)" الري التكميلي" . المركز الدولي للبحوث الزراعية في المنطقة الجافه . أيكاردا . حلب , سوريا .

2. Adary, A. Hachum, A.Y., Oweis .Th, and, Pala. M , (2002) ."Wheat productivity under supplemental irrigation in Northen Iraq".Report Series no.2 on Farm Water Research, IPA, Iraq, ICARDA, Syria.

3.Allen, R.G. , Pereira, L.S., Raes ,D. and Smith ,M. (1998). " Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements " .FAO Irrigation and Drainage paper No.56, Rome, Italy.

4.Anderson .W.K ,(1992)"Increasing grain yield and water use of wheat in a rainfed Mediterranean type environment " Agriculture Journal . Research, Vol. 43 , pp. 1-7.

5.Camberlin .P, and Diop . M , (2003) " Application of daily rainfall principal component analysis to the assessment of the rainy season characteristics in Senega " . climate research, Vol. 23 , pp. 159-169 .

6.Davey .E .G , (1976) "An evaluation of climate and water resources for the development of agriculture in the Sudan Savannah zone of West Africa" Special Environment Report No. 9, Geneva, Switzerland.

7.Dodd . D , and Jolliffe . I , (2001) " Early detection of the start of the wet season in semiarid tropical climates of Western Africa " . International Journal Climatol , Vol . 21 , pp. 1251- 1262.

8.Doorenbos, J. and Kassam A. H, (1979). "Yield response to water ". FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33.

9.Edoga .R.N ,(2007) " Determination of length of growing season in Samaru using different potential evapotranspiration models "Au J. T . Vol .11(1) , pp. 28-35.

10.Mhita . M , and Nassibe . I, (1987) "The onset and end of rains in Tanzania . in: proceeding of the first Technical Conference on Meteorological research in Eastern and southern Africa". Kenya Meterrology department , pp. 33-37 .

11.Oweis .Th , Ryan . J , and Pala .M ,(1998) "Stabilizing rainfed wheat yields with supplemental irrigation and nitrogen in a mediterranean climate " reprinted from agronomy jornal Vol. 90, No .5 .

12.Oweis .Th , Zhang . H , and Pala .M ,(2000) "Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment" reprinted from agronomy journal Vol. 92, No .2 .

13. Stern, R.D., Dennett, M.D., and Garbutt, D.J. ,(1981)" The start of the rains in West Africa". J. Climatol, Vol. 1, pp. 59-68.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com