

## التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت

### محدودية توفر مياه الري

عبد الستار الدباغ	إيمان حازم شيت	أنمار عبد العزيز الطالب
استاذ	مدرس	استاذ مساعد

### الخلاصة

نظرا لزيادة الطلب على المياه وتعاضم مشكلة الغذاء العالمي فان الأنظار في جميع أنحاء العالم تتجه نحو الاستغلال الامثل للموارد المائية وخاصة في المناطق التي يكون فيها الماء محدود أو كلفة الري عالية. ويعتبر الري الناقص من الطرائق المهمة لزيادة كفاءة استخدام المياه، كما أن تطبيق طرق الامثلية أمر مهم لزيادة الإنتاج الزراعي.

تم وضع أنموذج امثلية لإيجاد التخصيص الامثل للمياه والمساحات بين أربعة محاصيل بفرض وحدة مساحة (1 هكتار) وكمية مياه كلية محددة هي احتياج الري الكامل للمحاصيل الأربعة، مع وضع محددات على المساحة المزروعة بكل محصول وكمية المياه المحددة ايضا، نتائج هذا الأنموذج هي المساحات وكميات المياه المثلى للمحاصيل الأربعة. تم تشغيل الأنموذج لنسب مختلفة من كميات المياه الكلية تتراوح بين 10% إلى 100% من الري الكامل مع تغيير نوعية دالة إنتاج المحصول، الخطة الزراعية، وسعر ماء الري. تبين من تشغيل الأنموذج لحالات مختلفة أن امثل برمجة للري الناقص هي (60-80)% من الري الكامل، كما يعتبر الأنموذج وسيلة مناسبة لتحديد المساحات المثلى وكميات المياه المثلى لزيادة العائدات الاقتصادية.

**الكلمات الدالة:** امثلية الارواء، البرمجة غير الخطية، محدودية توفر مياه الري، تخصيص المياه لمجموعة محاصيل

## Optimal Multicrop Allocation of Seasonal Water

### Under Limited Irrigation Water

Abdul-Sattar Al-Dabagh

Eman Hazim Sheet

Anmar Al-Talib

Professor

Lecturer

Assistant professor

## Abstract

As water demand is increasing and the world food problem is becoming more pronounced, world efforts are forwarded towards the optimal usage of water resources, specially in regions where water is scarce or irrigation is very costly. Inadequate irrigation is considered one of the methods that increase water usage efficiency and the application of optimization methods is essential in order to increase agriculture production.

A mathematical model was developed for optimal allocation of irrigation water under full and inadequate irrigation. The model determines the optimal seasonal allocation of irrigation water between crops. The output of the model are the area and water allocated for each crop under limited and full irrigation, the effects of various management options, as changing the plan of agriculture, type of production function, and value of irrigation water, were studied. The model was run for many percentages of full irrigation ranging from 10% to 100%. The model is considered a good approach for deciding on area and amount of irrigation water which achieves optimal values in irrigation planning projects under limited water resources.

**Keywords:** irrigation optimization, nonlinear programming, limited irrigation water, water allocation for different crops.

---

قبل في 2007/11/8

أستلم في 2007/1/28

### المقدمة

تتجه معظم البحوث في الوقت الحاضر نحو التقنيات والطرائق التي توفر الاستخدام الامثل للمياه. ويعتبر الري الناقص احد أهم هذه الطرائق لزيادة كفاءة استخدام المياه حيث يمكن تعريض المحاصيل لبعض النقص في المياه للاستفادة من المياه الموفرة في ارواء مساحات إضافية وهذا يساعد على زيادة المساحات المزروعة وبالتالي زيادة الربح. فههدف الري الناقص زيادة الربح واستقرارية الإنتاج وزيادة كفاءة استخدام المياه (English and Raja 1996).

عندما تكون كميات المياه كافية لري مجموعة محاصيل ضمن منطقة زراعية معينة فليس هناك  
يث يزود كل محصول باحتياجاته القصوى للحصول على أعلى إنتاج لوحدة المساحة.  
عندما تكون كميات المياه محدودة فإنها لا تفي بمتطلبات الحاجة لجميع المحاصيل ومن المستحيل أن  
تحصل جميع النباتات على حاجتها القصوى. وان ما سيحدث هو المنافسة بين المحاصيل على المياه.  
ولذا يجب أن نطبق ما يسمى بنظام الحصص (Water allocation process) لزيادة الربح.  
نماذج الحلول المثلى التي يمكن استخدامها في تخطيط الري الناقص هي البرمجة الخطية أو اللاخطية.  
وبالرغم من أن النماذج الخطية أكثر استخداما لكنها تحتاج إلى دالة هدف ومحددات خطية وهذه في  
الواقع لا تطابق أكثر المشاكل الحقيقية، بينما النماذج اللاخطية تكون أكثر تمثيلا للواقع، حيث يمكن أن  
نحصل منها على نتائج أدق بدلا من تحويل الدالات اللاخطية إلى دالات خطية (Benli and Kodal, 2003).  
الهدف من هذا البحث هو استخدام طريقة الحلول المثلى وبدالات لاخطية لإيجاد  
إيجاد المحاصيل والمساحات التي يمكن زراعتها باستخدام الري الناقص عندما تكون  
مصادر المياه غير كافية .

إن التوزيع الامثل للمياه الفصلية وعلى مراحل النمو ضمن الفصل الواحد درست بصورة محدودة  
Dudly et al.(1971,a,b)، حيث قدموا دراسة لاختيار امثل مساحة زراعية  
خلال موسم زراعي باستخدام احد نماذج البرمجة المتحركة (Dynamic programming) وربط ذلك  
بتوفير خزين مائي في بحيرة، واستنتجوا أن أفضل مساحة هي ذات علاقة خطية تقريبا مع مستوى الماء  
Dudly (1972) بدراسة لتحديد امثل مساحة يمكن ارواؤها بالاعتماد على ما  
يمكن توفيره من خزين مائي بدالة تهدف إلى تعظيم العائد الاقتصادي.

Al-Kazzaz(1977) دراسة تهدف الى تعظيم العائد الاقتصادي بموجب المعلومات المتوفرة  
وهي كمية ماء الري، مساحة الحقل، الايدي العاملة، الاسمدة، المبيدات، كما يمكن الاعتماد على الدراسة  
في تخمين العائد الاقتصادي ومقدار الانتاج.

Bras and Cordova (1981) أن امثل توزيع للمياه على طول فصل النمو لمحصول  
واحد يكون بالاعتماد على البرمجة المتحركة التصادفية ( Stochastic dynamic programming )  
Martin et al. (1989) مع اعتبار رطوبة التربة كعامل عشوائي.  
بتحليل معلومات عن حقل مزروع بثلاثة أنواع من المحاصيل، منها تعتمد على المطر وأخرى على  
الري، واستخدموا البرمجة المتحركة  
DDP (Deterministic dynamic programming)  
لايجاد امثل توزيع للمياه والمساحات لمجموعة من المحاصيل المروية وغير المروية على مدى خمس  
سنوات، ووجدوا أن أفضل نسبة من المساحة المروية تغيرت من 50% 100% خلال تلك الفترة،  
وامثل عمق للري الناقص تغير من 65% 85% .

يعد Rao et al. (1990) أهم من وضع أسس تخصيص المياه المحددة لأغراض الري لمجموعة  
محاصيل، إذ أن معظم البحوث اللاحقة في هذا المجال اعتمدت عليه، حيث قاموا بتوزيع المياه المتوفرة  
بين محصولين والتوزيع كان فصليا وضمن الفصل الواحد باستخدام البرمجة المتحركة المحددة (DDP)  
وباعتماد معاملات اقتصادية، المساحات المزروعة، وحساسية النبات للمياه خلال المراحل المختلفة،

وبالاعتماد على دالات الإنتاج، وكانت النتائج النهائية هي التخصيصات الاروائية الأسبوعية. لم يستخدموا أكثر من محصولين لاعتمادهم على البرمجة المتحركة التي تحتاج إلى سعة ذاكرة كبيرة تزداد بازدياد عدد المراحل، وعدد الحالات، ومتغيرات القرار.

Francesco and Mecarelli (1994) البرمجة الرياضية لتطبيق الحلول المثلى على الري الناقص ، وأوجدا العلاقة بين الماء والإنتاج التي تعتمد على عوامل محددة مثل المناخ- (Simulation model). أما الجزء غير المحدد من النموذج فهو أن هذه المعادلة تتغير من سنة إلى أخرى. هذه العلاقات صيغت بشكل نموذج رياضي مع محددات بدالة هدف تعظيم العائد الاقتصادي وإيجاد امثل مساحة لكل محصول. تم إيجاد الحل الامثل لكل سنة من (30) وكذلك الحل الامثل لجميع السنوات قيد الدراسة واستخدما البرمجة الخطية لحل الأنموذج مع ملاحظة أن القيمة القصوى بالبرمجة الخطية تتحدد بأحد المحددات.

Kumar et al. (1998) البرمجة اللاخطية والبرمجة الخطية لإيجاد امثل أنموذج محصولي منتخب، وامثل جدولة للري الناقص مع تطبيقاته على أنظمة الري الصغيرة. بينت النتائج إمكانية زيادة في المساحة المزروعة بحوالي 50% عن تلك التي تعتمد الري الكامل، يقابلها زيادة في 20%. وقد تضمن البحث ثلاثة أنواع من الري، أولا- الري المكثف، وثانيا- الناقص بهدف إيجاد المساحة المثلى، وثالثا- الري الناقص بهدف إيجاد العمق الامثل للري عند محدودية

Paul et al. (2000) طريقة لتخصيص المياه في منطقة البنجاب في الهند. اخذوا بنظر الاعتبار التأثير العشوائي للتبخر- نتح وكمية المياه المتوفرة في الـ . وجدوا أولا العلاقة بين الإنتاج والماء باستخدام البرمجة المتحركة التصادية (SDP) ومن ثم اشتقوا معادلات الإنتاجية للمحاصيل . وضعوا أنموذجين، الأول اعتمد على البرمجة المتحركة المحددة (DDP) لإيجاد امثل توزيع للمياه والمساحات بين مجموعة من المحاصيل، والثاني امثل توزيع للمياه على طول فصل النمو لإيجاد كميات الارواء المثلى .

Chahraman and Sepaskhah (2002) أنموذجا لإيجاد التوزيع الامثل للمياه من خزان واحد لمشروع ري ضمن محددات معينة. وقد أشتمل التحليل على أنموذجين، الأول- لتوزيع المياه بين المحاصيل ضمن الفصل الواحد باستخدام البرمجة اللاخطية (NLP) - لتوزيع المياه السنوية من الخزان بحيث يعطي أعلى فائدة في سنة معينة باستخدام البرمجة المتحركة التصادية (SDP) حيث اعتمد الأنموذج على بيانات الأمطار، التبخر- نتح، الجريان ند

كما طوّر (Chahraman and Sepaskhah (2004) بحثا آخر بيّن فيه صعوبة حل أنموذج واحد متكامل، وفيه جميع المتغيرات مع إدخال مجموعة من المحاصيل، ويشابه الواقع باستخدام البرمجة المتحركة بسبب مشكلة الأبعاد وحاجته إلى وقت أطول في التنفيذ وخزن أكبر في الذاكرة. البرمجة اللاخطية لحل الأنموذج الذي وضعاه، وتم تطبيقه على منطقة أرداك في إيران لمحصول واحد ولمجموعة محاصيل (حنطة، شعير، ذرة، قصب السكر).

(2002) أنموذجاً رياضياتياً بالبرمجة الخطية للتوصل إلى الخطة الزراعية المثلى أعظم عائد اقتصادي بموجب كمية المياه المتوفرة للمشروع من المصدر المائي. تم تشغيل الأنموذج الرياضي على ثلاثين حالة تختلف كل واحدة عن الأخرى بنقطتين أساسيتين، هما محددات المساحة لكل محصول وقيمة أو إجمالي عمق ماء الري المتوفر من المصدر المائي. تحديد النسبة المئوية لزراعة كل محصول ضمن الخطة الزراعية المعتمدة تمثل النتائج المثلى في تحقيق

Benli and Kodal (2003) أنموذجاً لحساب امثل توزيع للمياه بين مجموعة محاصيل بدالة هدف تعظيم العائد الاقتصادي ( Ms-Excel solver) ( لحل الأنموذج بالبرمجة الخطية واللاخطية، كما تم تطبيق الأنموذج على منطقة في تركيا، ووجد أن الأنموذج اللاخطي يعطي عائداً أكبر تحت ظروف الري الناقص.

Gorantiwar and Smout (2003) أنموذجاً للتخطيط الامثل لمنطقة تروى بنظام المناوبات، مع استخدام الري الكامل والناقص، ووجد أن الري الناقص يزيد المساحة بمقدار 30%-45% 20%-40% مع العلم أن هذه النسب تتغير بتغير نوع التربة.

Gorantiwar and Smout (2005) أنموذجاً للتخصيص الامثل للمياه بالاعتماد على عمق ري متغير عند محدودية توفر المياه مع تطبيق الدورة الزراعية آخذين بنظر الاعتبار مجموعة المتغيرات التي تؤثر على الأنموذج مثل نوع المحصول، نوع التربة، فاصلة الارواء، المستوى ائدات الصافية لحالتين، الأولى- توزيع ثابت للمحاصيل، والثانية- توزيع متغير، مع تحليل الحساسية ووجد أن العائدات بفرض عمق الري المتغير 22% عمّا هو موجود.

إن تخصيص المياه الفصلية (Seasonal allocation process) باستخدام الحل المثلى وبهدف زيادة الربح يعني إيجاد امثل مساحة وإعطاء أفضل كمية مياه لتلك المساحة بهدف زيادة العائدات الكلية للحقل ضمن المحددات.

## طرائق ومواد البحث

## الأنموذج الرياضي:

إن فكرة هذا الأنموذج هي: إذا كانت لدينا كمية محدودة من المياه في بداية السنة وأردنا توزيعها بين مجموعة من المحاصيل فما هي المساحة المثلى وكمية الارواء الموسمية المثلى التي سوف تعطى لكل محصول بحيث نحصل على امثل عائد اقتصادي كلي للحقل مع وضع محددات على المياه . تمت صياغة الأنموذج بوضع دالة الهدف مع المحددات كالاتي:

دالة الهدف:

$$MAX \quad NB = \sum_{i=1}^{nc} A_i [B_i Y_i - C_i] \dots \dots \dots (1)$$

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

:

$NB$ : (دينار عراقي)

$i$ : (1= 2= 3= 4= )

$nc$ : مؤشر لعدد المحاصيل (4=)

$A_i$ : ( $i$  هكتار)

$B_i$ : سعر بيع الإنتاج (دينار عراقي/هكتار)

$C_i$ : كلفة الإنتاج وتشمل أسعار البذور والأسمدة والخدمة والآلات بالإضافة إلى مياه

(دينار عراقي/هكتار)

$Y_i$ : ويمكن التعويض عنه بدالة إنتاجية المحصول.  $i$

$$Y_i = \frac{Y_{act}}{Y_{max}} = f(X_i) \dots \dots \dots (2)$$

:

$Y_{act}$ : الإنتاج الحقيقي ( /هكتار)

$Y_{max}$ : ( /هكتار)

$X_i$ : ( $i$  )

$f(X_i)$ : دالة إنتاجية المحصول  $i$

إن دالة إنتاجية المحصول تعبر عن العلاقة بين الإنتاج النسبي وعمق الإرواء الموسمي، لقد تم حساب الإنتاج النسبي وعمق الإرواء الموسمي من أنموذج محاكاة حاسوبي لإيجاد احتياجات الإرواء بالاعتماد على البيانات المناخية اليومية لمدينة الموصل ولمدة (21) سنة ولأربعة محاصيل مختلفة، و تم ربط العلاقة بين الإنتاج النسبي وعمق الإرواء الموسمي باستخدام برنامج إحصائي (شيت 2006).

أما المحددات فهي:

(1) محددات المياه:

( محدد المياه الكلية المتوفرة في بداية السنة:

$$10 * \sum_{i=1}^{nc} X_i A_i \leq pQ \dots\dots\dots(3)$$

( محددات المياه لكل محصول:

$$X_i \leq X_{\max,i} \dots\dots\dots(4)$$

$$X_i \geq X_{\min,i} \dots\dots\dots(5)$$

: (2)

( محدد المساحة الكلية:

$$\dots\dots\dots(6) \sum_{i=1}^{nc} A_i \leq 1$$

: (

$$A_i \leq A_{\max,i} \dots\dots\dots(7)$$

$$A_i \geq 0 \dots\dots\dots(8)$$

:

Q: كمية الماء المتوفرة في بداية السنة ( <sup>3</sup> )

P: نسبة من الماء الكلي المتوفر وتتغير من 10% ( 10 ≤ P ≤ 100 )

( ) i : X<sub>max,i</sub>

( ) i : X<sub>min,i</sub>

( هكتار ) : A<sub>max,i</sub>

تطبيق الأنموذج: تم تطبيق الأنموذج لكل من الحالات التالية:

(1)

(2) تم تغيير قيمة (Q) %0 %100

(3) تم تغيير سعر ماء الري من (70) دينار عراقي / <sup>3</sup> (100 150) دينار عراقي / <sup>3</sup>.

إن قيم  $B_i$  (1) تمثل سعر بيع الإنتاج للمحاصيل الأربعة والأسعار موضحة في الجدول (1)، وقيم  $C_i$  تتكون من حدين، الحد الأول قيمة ثابتة يمثل أسعار البذور والآلات والأسمدة (مديرية زراعة نينوى، 2003)، أما الحد الثاني فهو قيمة متغيرة يمثل سعر مياه الري وقد تم تقديره حسب النعيمي و شديب (2006).

(1): الاسعار المعتمدة لمجموعة المحاصيل

سعر بيع دينار/هكتار	سعر بيع دينار/	الف دينار/هكتار		/هكتار	
360	200	$0.7 X_1$	100	1.8	
480	600	$0.7 X_2$	200	0.8	
450	180	$0.7 X_3$	76	2.5	
2880	1200	$0.7 X_4$	800	2.4	

:

( ) :  $X_1$

( ) :  $X_2$

( ) :  $X_3$

$$( ) : X_4$$

ان قيم  $(X_{max,1}, X_{max,2}, X_{max,3}, X_{max,4})$ ، التي هي (530,315,150,215) ملم، والتي تمثل احتياج الري الكامل لمحاصيل ( ) تم إيجادها من أنموذج محاكاة يعطي الاحتياجات ائية الموسمية للمحاصيل المقترحة وكذلك العلاقة بين الانتاجية وكميات الارواء (شيت، 2006) والتي تمثل احتياج كل محصول عند الري الكامل وعند مستوى استنفاد 50%. أما  $(X_{min,1}, X_{min,2}, X_{min,3}, X_{min,4})$ ، فقد تم إيجادها ايضا من الأنموذج السابق وهي (265,150,0,0) حيث تساوي صفراً للمحاصيل الشتوية نظراً لوجود الأمطار، مع تحديد اقل قيمة للمحاصيل الصيفية بحيث لا يتعرض المحصول للجفاف (50% من الري الكامل). (150) يعني اقل قيمة ارواء موسمية تعطى للذرة وتم حسابها من ملء تصف الخزان الجذري بالماء كلما وصلت نسبة الاستنفاد 50%. أما قيمة  $(Q)$  فهي كمية محددة من المياه متوفرة في بداية الموسم حيث تم تشغيل الأنموذج بقيمة أولية توفر الري الكامل للمحاصيل الأربعة (3105) <sup>3</sup> للخطة الزراعية الأولى، أي عند 100%، وبعدها تم تشغيل الأنموذج بنسب (100,90,.....,30,20,10,0) % من الري الكامل للمحاصيل الشتوية ومن (100,90,.....,30,20) % للمحاصيل الصيفية، لإيجاد امثل قيمة للري

تم فرض مساحة كلية تساوي (1هكتار) لزراعة المحاصيل الأربعة، أما المساحة المزروعة بكل محصول  $(A_i)$  يجب أن لا تزيد عن المساحة القصوى المحددة لكل محصول  $(A_{max,i})$ ، والتي تمثل استراتيجية الدولة لزراعة محصول معين، وقد تم فرض ثلاث خطط زراعية مختلفة كما هو موضح في (2).

(2):

الخطة	المساحة	A1 ( )	A2 ( )	A3 ( )	A4 ( )
		0.5	0.05	0.2	0.25
الخطة الثانية		0.6	0.15	0.25	0.4
		1	1	1	1

## النتائج والمناقشة

**دالة إنتاجية المحصول:** تم استخدام دالتين للإنتاج، دالة خطية ودالة تربيعية (شيت، 2006).  
والمعادلات التالية تبين الدالات المعتمدة في الانموذج:

(1) الدالات الخطية:

$$Y_1 = 0.57 + 1.57 * 10^{-3} X_1 \dots\dots\dots (9)$$

$$Y_2 = 0.68 + 1.47 * 10^{-3} X_2 \dots\dots\dots (10)$$

$$Y_3 = 0.058 + 8.8 * 10^{-4} X_3 \dots\dots\dots (11)$$

$$Y_4 = 6.46 + 8.8 * 10^{-4} X_4 \dots\dots\dots (12)$$

(2) الدالات التربيعية:

$$Y_1 = 0.38 + 4.5 * 10^{-3} X_1 - 9.8 * 10^{-6} X_1^2 \dots\dots\dots (13)$$

$$Y_2 = 0.72 + 7.1 * 10^{-4} X_2 + 3.9 * 10^{-6} X_2^2 \dots\dots\dots (14)$$

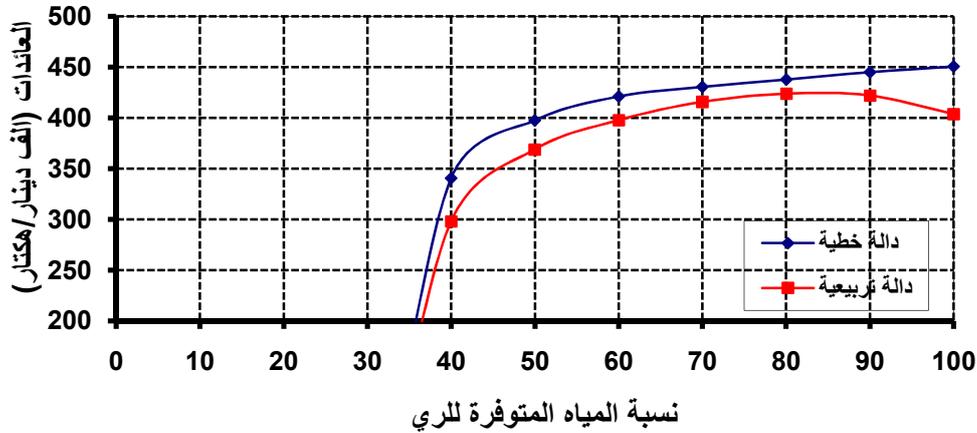
$$Y_3 = 0.77 + 9.0 * 10^{-3} X_3 - 1.3 * 10^{-6} X_3^2 \dots\dots\dots (15)$$

$$Y_4 = -0.28 + 4.2 * 10^{-3} X_4 - 3.8 * 10^{-6} X_4^2 \dots\dots\dots (16)$$

( $Y_4, Y_3, Y_2, Y_1$ ) تمثل الاحتياج النسبي لمحاصيل (الحنطة، البقول، الذرة، القطن)، أما ( $X_4, X_3, X_2, X_1$ ) فتمثل احتياجات الارواء الموسمية لنفس المحاصيل على التوالي.  
الخطية مع الخطة الأولى، تم إعطاء قيمة (Q) وهي كمية الماء المحددة في بداية السنة (3105<sup>3</sup>) بحيث تلبي احتياجات الري الكامل الموسمي للمحاصيل الأربعة ومن ثم تم تغييرها من 0% إلى 100% في الكامل وإيجاد العائدات مع المساحات وماء الري الموسمي كما في الجدول (3). نلاحظ انه كلما قلت فائدة للري الناقص باستخدام دالة الإنتاج الخطية، كما أن المساحات لم تتغير وذلك لأن مجموع المساحات القصوى (1 هكتار) مساحات المحددة لكل محصول

هي اصغر أو يساوي (0.5 0.05 0.2 0.25) هكتار لكل من الحنطة، البقول، الذرة والقطن على . وبما أن دالة الهدف هي تعظيم العائدات فسيتم حل النموذج نحو المساواة بدلا من الأصغر. تقليل المياه بدأ التناقص بالمحاصيل الشتوية ( )

بالمياه إلى حد 70% من الري الكامل والنقص كان اكبر للبقول من الحنطة لان الحنطة فائدتها أكثر، كما أن النقص بالمحاصيل الصيفية ( ) بدأ بالذرة قبل القطن لان الربح من الأخير أكثر. أما عند تغيير دالة الإنتاج إلى الدالة التربيعية وباستخدام نفس المحددات السابقة نلاحظ أن امثل إرواء كان عند 80% من الري الكامل، حيث أعطى أعلى عائد اقتصادي كما في الجدول (4) ، مع نقص كميات المياه الموسمية بنفس الاتجاه كما في النموذج السابق. (1) يوضح الفرق في العائدات باستخدام الخطية للإنتاج والدالة التربيعية. إن استخدام الدالة الخطية يعطي عائدا صافيا أعلى من الدالة التربيعية عند الري الكامل ونسباً مختلفة من الري الناقص، على سبيل المثال عند نسبة إرواء (100%) العائدات الصافية باستخدام الدالة الخطية (450.6) الف دينار عراقي/هكتار، بينما الدالة التربيعية (403.8) الف دينار عراقي/هكتار أي بفارق (47) الف دينار عراقي/هكتار ولكن عندما تقل النسبة من الري الكامل نلاحظ أن الفرق يقل. إن الدالة التربيعية للإنتاج تبين أن هناك كمية مياه مثلى تعطى لكل محصول نحصل منها على أعلى إنتاج، أما عند زيادة كمية المياه فالمنحني يتجه نحو الأسفل بسبب ضائعات التخلل العميق، بينما في الدالة الخطية يتجه المنحني نحو الأعلى دائما.



(1): تغير العائد الصافي بتغيير دالة الإنتاج

**تغيير خطة الزراعة:** (4) 80% )  
تعطي أعلى فائدة، حيث أن مجموع المساحات القصوى (1 هكتار). أما باستخدام الخطة الثانية )  
(5)

حيث المساحة القصوى للحنطة (0.6) هكتار والبقول (0.15) هكتار والذرة (0.25) هكتار والقطن (0.4) هكتار مع وجود المحدد بحيث لا يتعدى المجموع (1 هكتار) ففي هذه الحالة توجد حرية في الأنموذج لتغيير المساحات . ان محصولي الحنطة والقطن يأخذان القسط الأكبر من المساحة عند الري الكامل 90% من الري الناقص، اما الفائدة او الربح فتكون اكبر ما يمكن عند 90% . أما كمية المياه فنقل أولاً للحنطة والبقول لانهما يعتمدان على الري التكميلي حيث أن المطر يعوض جزءاً من احتياجهم، وأخيراً للذرة والقطن. كما أن العائدات الصافية تزداد بشكل ملحوظ عن الخطة الأولى حيث يتجه حل الأنموذج نحو زيادة مساحة المحاصيل التي تعطي عائداً اقتصادياً اكبر.

(6)، حيث المساحة القصوى لكل محصول اقل أو يساوي (1 هكتار)

لكل المحاصيل لا يتعد (1 هكتار)، نجد أن الأنموذج يعطي الغالبية القصوى من المساحة عند توفر المياه ثم الحنطة ولا يعط للذرة والبقول لان عائداتهما اقل. كما انه عندما تكون المياه كثيرة فان القطن يأخذ القسط الأكبر بينما عندما نقل المياه تأخذ الحنطة القسط الأكبر، كما أن العائدات الصافية تزداد بشكل ملحوظ جداً نظراً لزيادة مجال الحرية في محدد المساحة ولم يظهر تأثير هذه الخطة. من هذا يتبين فائدة الري الناقص عند محدودية المساحة، والشكل (2) يبين تغير العائدات الصافية بتغيير الخطة الزراعية.

	10%	20%	30%	40%	50%
	*	*	*	0.5	0.5
	*	*	*	0.05	0.05
	*	*	*	0.2	0.2
	*	*	*	0.25	0.25
	*	*	*	0	0
	*	*	*	0	0
	*	*	*	150	150
	*	*	*	377	501
	310.5	621	931.5	1242	1553
	*	*	*	340.6	397.4

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

---

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

هيئة الانتاج والخدمة الزراعية الاولى

10%	20%	30%	4
*	*	*	
*	*	*	
*	*	*	
*	*	*	
*	*	*	
*	*	*	
*	*	*	
*	*	*	
*	*	*	
310.5	621	931.5	11
*	*	*	

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

---

الجدول (5): المساحات  $A_i$  (هكتار) وكميات المياه  $X_i$  (ملم) عند سقوطك مختلفة لتوفر الماء في المصدر باستخدام الدالة التربيعية للإنتاج والنخلة الزراعية الثانية

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	نسبة توفر الماء في المساحات و كميات الماء
*	0.6		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.45	0.6	0.6	مساحة المنطقة $(A_1)$
*	0.15		0.15	0.08	0	0	0	0.15	0	0	مساحة التوتون $(A_2)$
*	0.05		0	0	0	0	0	0	0	0	مساحة اللوزة $(A_3)$
*	0.19		0.25	0.32	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	مساحة القطن $(A_4)$
*	0		0	0	0	0	31	71	116	164	مياه الري الموسمية للمنطقة $(X_1)$
*	11		40	47	68	35	0	85	0	618	مياه الري الموسمية للتوتون $(X_2)$
*	150		150	150	150	150	153	258	314	289	مياه الري الموسمية للوزة $(X_3)$
*	265		349	376	388	466	497	509	524	530	مياه الري الموسمية للقطن $(X_4)$
422	885		1327	1769	2112	2654	3096	3538	3980	4423	حجم المياه المستخدمة في الري $\sum$
*	1379		2970	4031	5061	5752	6031	6273	6279	626	العلاقات المتبقية (التي تدرج في هكتار)

• لا يوجد حل

الدباغ: التخصيص الأمثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

---

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

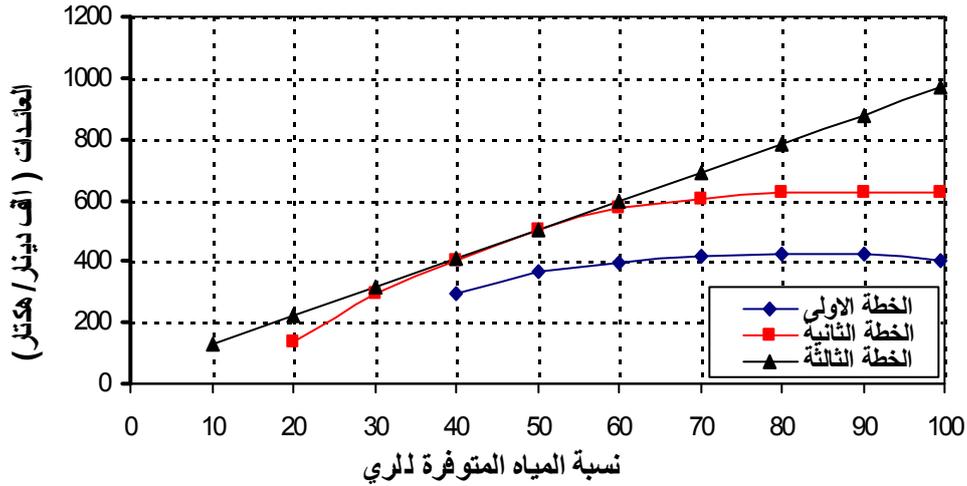
الجدول (6): المساحات  $A_i$  (هكتار) وكميات المياه  $X_i$  (ملم) عند مستويات مختلفة لتوفر المياه في المصدر باستخدام الآلة التريسية للإنتاج والنخلة الزراعية الثالثة

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	نسبة توفر المياه في المساحات و كميات المياه
	0.92	0.84	0.76	0.68	0.6	0.52	0.45	0.36	0.28	0.21	مساحة النخلة ( $A_1$ )
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	مساحة القبول ( $A_2$ )
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	مساحة الآلة ( $A_3$ )
	0.08	0.16	0.24	0.32	0.4	0.47	0.55	0.64	0.72	0.79	مساحة القطن ( $A_4$ )
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	مياه الري الموسمية للنخلة ( $X_1$ )
	39	82	29	30	75	63	13	0	0	149.7	مياه الري الموسمية للقبول ( $X_2$ )
	150	150	150	150	150	150	150	150	150	196	مياه الري الموسمية للآلة ( $X_3$ )
	391	391	391	391	391	391	391	391	391	391	مياه الري الموسمية للقطن ( $X_4$ )
	1210	2420	3630	4840	6050	7260	8470	9680	10890	12100	حجم المياه المستخدم في الري م <sup>3</sup>
	132.7	226.0	319.4	412.7	506.2	599.5	692.8	786.2	879.6	973	المخازن المتبقية (الف دينار/هكتار)

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

---

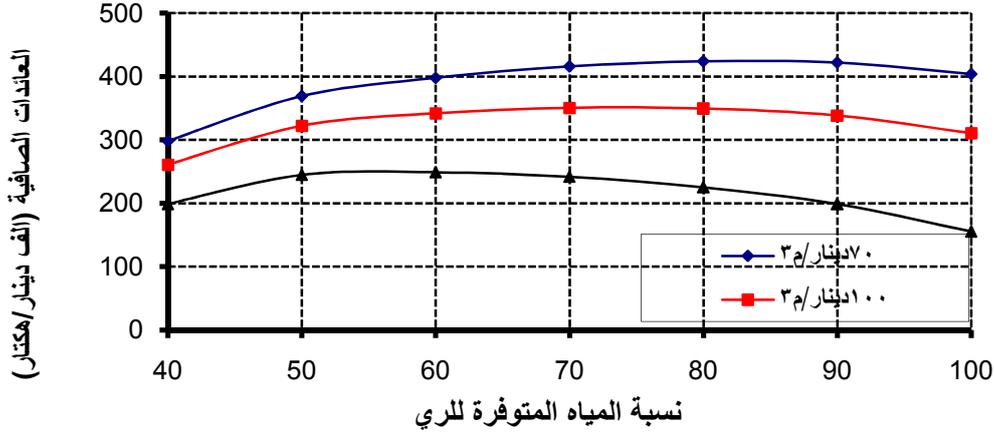
الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري



(2): تغير العائدات الصافية مع نسبة الارواء بتغيير الخطط الزراعية

**تأثير سعر مياه الري:** (3) يبين تغير العائدات بتغيير سعر ماء الري. نلاحظ في الشكل انه عند تغيير سعر مياه الري عدم تأثر المساحات المزروعة لكل محصول وكذلك المياه المعطاة، حيث تم تغيير سعر مياه الري من (70 دينار عراقي /<sup>3</sup>) (100 دينار عراقي /<sup>3</sup>) (150 دينار عراقي /<sup>3</sup>) حيث نجد ان هناك نقص في العائد الصافي عند زيادة سعر ماء الري، كما نلاحظ زيادة فائدة الري اقصى حيث اعلى فائدة عند 80% (100 دينار عراقي /<sup>3</sup>) 70% (150 دينار عراقي /<sup>3</sup>) 60% . من هذا يتضح أن الري الناقص تكبر فائدته في المناطق التي يكون فيها سعر ماء الري مرتفعاً، مع الأخذ بنظر الاعتبار أن زيادة سعر ماء الري يقلل العائدات الصافية مع بقاء بقية الأسعار والمتغيرات ثابتة .

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري



(3): تأثير تغيير سعر ماء الري على العائدات

#### الاستنتاجات

إن النمذجة وسيلة مناسبة لغرض التوصل إلى كميات المياه المثلى والمساحات المثلى لكل محصول بين مجموعة محاصيل. ان استخدام الدالات الخطية أعطت ربحاً صافياً أعلى من الدالات التربيعية، ولكن لم تتضح فيها أهمية الري الناقص، حيث أن دالة الهدف التي هي تعظيم أن امثل برمجة للري الناقص تتراوح بين (60-80)% من الري الكامل عند توزيع المياه بين مجموعة محاصيل مزروعة خلال سنة معينة تحت كمية مياه محددة ومساحة محددة. وإن الري الناقص مفيد في الأماكن التي تكون فيها المساحات محدودة وسعر ماء الري مرتفعاً، مع الأخذ بنظر الاعتبار محددات الخطة الزراعية من قبل الدولة.

#### المصادر

##### - المصادر العربية:

1. عبد العزيز (2002). "العائد الاقتصادي الامثل عند تغير كمية مياه الري المتوفرة" / كلية الهندسة / مجلة هندسة الرافدين، العدد 1 10.
2. النعيمي، سالم يونس و كامل حاييف شديد (2006). "تحليل اقتصادي مقارنة لآثر الري التكميلي في زراعة القمح بالمناطق الديمة" ( ).
3. شيت، إيمان حازم (2006). "التخطيط الأمثل للري التقيصي في منطقة الموصل" / كلية الهندسة، قسم الموارد المائية، جامعة الموصل.

##### - المصادر الأجنبية:

1. Al-Kazzaz, S. A. (1977). "Multiobjective optimization of farm irrigation system". M.Sc. thesis, Colorado State University, USA, P. 135.
2. Benli, B. and S. Kodal (2003). "A non linear model for farm optimization with adequate and limited water supplies: application to the south-east Anatolian project(GAP) region". *Agriculture Water Management*, 62: 187-203.
3. Bras, L. R. and J. R. Cordova (1981). "Intraseasonal water allocation in deficit irrigation". *Water Resources Research*, 17(4): 866-874.
4. Chahraman, B. and A. Sepaskhah (2002). "Optimal allocation of water from a single reservoir to an irrigation project with pre-determined multiple cropping pattern". *Irrigation Science*, 21: 127-137.
5. Chahraman, B. and A. Sepaskhah (2004). "Linear and non linear optimization models for allocation of a limited water supply". *Irrigation and Drainage*, 53(1): 39-54.
6. Doorenbos, J. and A. H. Kassam (1979). "Yield response to water". FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33.
7. Dudley, N. J., D. T. Howell and W. D. Musgrave(1971,a). "Irrigation planning 2: Choosing optimal acreages within a season". *Water Resources Research* , 7(5): 1051-1063.
8. Dudley, N. J., D. T. Howell and W. D. Musgrave(1971,b). "Irrigation planning 3: The best size of irrigation area for a reservoir". *Water Resources Research* , 8(1): 7-17
9. Dudley, N. J. (1972). "Irrigation planning 4:Optimal intraseasonal water allocation". *Water Resources Research*, 8(3)586-594.
- 10.English, M. J. and S. N. Raja (1996). "Review prespective on deficit irrigation". *Agriculture Water Management* 32: 1-14.
- 11.Francesco, M. and P. Mecarelli (1994). "Optimization of deficit irrigation". *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, ASCE 126(3): 484-503.
- 12.Gorantiwar, S. D. and I. K. Smout (2003). "Allocation of scare water resources using deficit irrigation in rotational systems". *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, ASCE, 129(3): 155-163.
- 13.Gorantiwar, S. D. and I. K. Smout (2005) "Multilevel approach for optimizing land and water resources and irrigation deliveries for tertiary under irrigation schemes II:Application". *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, ASCE, 131(3): 264-272.

- 14.Kumar, C. N. , N. Indrasenan, and K. Elango (1998). “Nonlinear programming model for extensive irrigation”. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, 124(2): 123-126.
- 15.Martin D. L . J. Brocklin and G. Wilmes (1989). “Operating rules for deficit irrigation”. Trans. ASAE 32(4):1207-1215.
- 16.Paul, S., S. M. Panda and D. N. Kumar (2000). “Optimal irrigation allocation , a multilevel approach”. Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE. 126(3): 149-156.
- 17.Rao, N. H. , P. B. S. Sarma and S. Chander (1990). “Optimal multicrop allocation of seasonal and intraseasonal irrigation water” . Water Resources Research , 26(4): 551-559.

الدباغ: التخصيص الامثل للمياه الفصلية بين مجموعة محاصيل تحت محدودية توفر مياه الري

---