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

عبد الستار الدباغ — **استاذ**

إيمان حازم شيت — **مدرس**

أنمار عبد العزيزالطالب — **استاذ مساعد**

الخلاصة

نظرا لزيادة الطلب على المياه وتعاظم 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 أنّ 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 — **Professor**

Eman Hazim Sheet — **Lecturer**

Anmar Al-Talib — **Assistant professor**

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

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 scare 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.

أستلم في 2007/1/28 قبل في 2007/11/8

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. فهدف الري الناقص زيادة الربح واستقرارية الإنتاج وزيادة كفاءة استخدام المياه (English and Raja ،1996).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

عندما تكون كميات المياه كافية لري مجموعة محاصيل ضمن منطقة زراعية معينة فليس هناك مشكلة، حيث يزود كل محصول باحتياجاته القصوى للحصول على أعلى إنتاج لوحدة المساحة. ولكن 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. من 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 كبر عائد اقتصادي من خلال 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 لمحصول واحد من قبل 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 في الخزان. أعقب ذلك Dudly (1972) بدراسة لتحديد امثل مساحة يمكن ارواؤها بالاعتماد على ما يمكن توفيره من خزين مائي بدالة تهدف إلى تعظيم العائد الاقتصادي.

قدم 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.

وجد Bras and Cordova (1981)أنّ امثل توزيع للمياه على طول فصل النمو لمحصول واحد يكون بالاعتماد على البرمجة المتحركة التصادفية (SDP (Stochastic dynamic programming، مع اعتبار رطوبة التربة كعامل عشوائي. أما Martin et al. (1989) فقدقاموا بتحليل معلومات عن حقل مزروع بثلاثة أنواع من المحاصيل، منها تعتمد على المطر وأخرى على الري، واستخدموا البرمجة المتحركة المحددة 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% إلى 100% خلال تلك الفترة، وامثل عمق للري الناقص تغير من 65% إلى 85% من الري الكامل.

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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

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.

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

استخدم 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 العائد بمقدار 20%. و قد تضمن ا البحث ثلاثة أنواع من الري، أولا- الري المكثف، وثانيا- الري الناقص بهدف إيجاد المساحة المثلى، وثالثا- الري الناقص بهدف إيجاد العمق الامثل للري عند محدودية المساحة.

وضع Paul et al. (2000) طريقة لتخصيص المياه في منطقة البنجاب في الهند. اخذوا بنظر الاعتبار التأثير العشوائي للتبخر- نتح وكمية المياه المتوفرة في التربة. وجدوا أولا العلاقة بين الإنتاج والماء باستخدام البرمجة المتحركة التصادفية (SDP) ومن ثم اشتقوا معادلات الإنتاجية للمحاصيل المقترحة. 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 .

قدم Chahraman and Sepaskhah (2002) أنموذجا لإيجاد التوزيع الأمثل 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) ، والثاني- لتوزيع المياه السنوية من الخزان بحيث يعطي أعلى فائدة في سنة معينة باستخدام البرمجة المتحركة التصادفية (SDP)، حيث اعتمد الأنموذج على بيانات الأمطار، التبخر- نتح، الجريان نحو الخزان والإطلاق.

كما طوّر Chahraman and Sepaskhah (2004) بحثا آخر بيّنا 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 اكبر في الذاكرة. فاستخدما البرمجة اللاخطية لحل الأنموذج الذي وضعاه، وتم تطبيقه على منطقة أرداك في إيران لمحصول واحد ولمجموعة محاصيل (حنطة،شعير،ذرة،قصب السكر).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وضع الطالب (2002) أنموذجاً رياضياتيا بالبرمجة الخطية للتوصل إلى الخطة الزراعية المثلى التي تحقق أعظم عائد اقتصادي بموجب كمية المياه المتوفرة للمشروع من المصدر المائي. تم تشغيل الأنموذج الرياضياتي 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. كانت النتائج في تحديد النسبة المئوية لزراعة كل محصول ضمن الخطة الزراعية المعتمدة تمثل النتائج المثلى في تحقيق أعظم عائد اقتصادي وبموجب المحددات المفروضة.

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

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

وضع Gorantiwar and Smout (2005) أنموذجاً للتخصيص الامثل للمياه والمساحات 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 الابتدائي للماء في الخزان، كفاءات الارواء. تمت مقارنة العائدات الصافية لحالتين، الأولى- توزيع ثابت للمحاصيل، والثانية- توزيع متغير، مع تحليل الحساسية ووجدا أن العائدات بفرض عمق الري المتغير زادت بنسبة 22% عمّا هو موجود.

إن تخصيص المياه الفصلية (Seasonal allocation process) باستخدام الحلول 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 الرياضياتي:

إن فكرة هذا الأنموذج هي: اذا 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 والمساحة. تمت صياغة الأنموذج بوضع دالة الهدف مع المحددات كالآتي:

دالة الهدف:

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

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

إذ أنّ :

NB : العائد الصافي (دينار عراقي)

i : مؤشر لتسلسل المحصول(1=حنطة، 2=بقول، 3=ذرة، 4=قطن)

nc : مؤشر لعدد المحاصيل (=4)

A_i : المساحة المزروعة بالمحصول i (هكتار)

B_i : سعر بيع الإنتاج (دينار عراقي/هكتار)

C_i : كلفة الإنتاج وتشمل أسعار البذور والأسمدة والخدمة والآلات بالإضافة إلى مياه الري (دينار عراقي/هكتار)

Y_i : الإنتاج النسبي للمحصول i ويمكن التعويض عنه بدالة إنتاجية المحصول.

$$Y_i = \frac{Y_{act}}{Y_{\max}} = f(X_i) \quad \text{.....(2)}$$

إذ أنّ :

Y_{act} : الإنتاج الحقيقي (طن/هكتار)

$Y_{\max}$: الإنتاج الأقصى (طن/هكتار)

X_i : عمق الإرواء الموسمي للمحصول i (ملم)

$f(X_i)$: 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، ومن ثم تم ربط العلاقة بين الإنتاج النسبي وعمق الإرواء الموسمي باستخدام برنامج إحصائي (شيت 2006).

أما المحددات فهي:

1) محددات المياه:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أ) محدد المياه الكلية المتوفرة في بداية السنة:

$$10 * \sum_{i=1}^{nc} X_i A_i <= pQ \quad \text{.....(3)}$$

ب) محددات المياه لكل محصول:

$$X_i <= X_{\max,i} \quad \text{.....(4)}$$

$$X_i >= X_{\min,i} \quad \text{.....(5)}$$

2) محددات المساحة:

أ) محدد المساحة الكلية:

$$\sum_{i=1}^{nc} A_i <= 1 \quad \text{.....(6)}$$

ب) محدد المساحة لكل محصول:

$$A_i <= A_{\max,i} \quad \text{.....(7)}$$

$$A_i >= 0 \quad \text{.....(8)}$$

إذ أنّ :

Q : كمية الماء المتوفرة في بداية السنة ($م^3$)

P :نسبة من الماء الكلي المتوفر وتتغير من 10% الى 100%($10 \le P \le 100$)

$X_{\max,i}$: أقصى عمق ارواء موسمي للمحصول i (ملم)

$X_{\min,i}$: أقل عمق ارواء موسمي للمحصول i (ملم)

$A_{\max,i}$:المساحة القصوى لكل محصول (هكتار)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تطبيق الأنموذج : تم تطبيق الأنموذج لكل من الحالات التالية:

1) تم استخدام ثلاث خطط للزراعة.

2) تم تغيير قيمة (Q) من 100% الى 0% من الري الكامل، ولكل خطة.

3) تم تغيير سعر ماء الري من (70) دينار عراقي /م^3 الى (100 و150) دينار عراقي /م^3.

إن قيم B_i في المعادلة (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 والخدمة(مديرية زراعة نينوى، 2003)، أما الحد الثاني فهو قيمة متغيرة يمثل سعر مياه الري وقد تم تقديره حسب النعيمي و شديد (2006) .

الجدول (1): الاسعار المعتمدة لمجموعة المحاصيل

المحصول	الانتاج طن/هكتار	كلفة الانتاج الف دينار/هكتار		سعر بيع المحصول الف دينار/طن	سعر بيع الانتاج ألف دينار/هكتار
		كل المدخلات عدا الماء	ماء الري		
حنطة	1.8	100	$0.7\ X_1$	200	360
بقول	0.8	200	$0.7\ X_2$	600	480
ذرة	2.5	76	$0.7_3\ X$	180	450
قطن	2.4	800	$0.7\ X_4$	1200	2880

إذ أن:

X_1: ماء الإرواء الموسمي للحنطة (ملم)

X_2: ماء الإرواء الموسمي للبقول (ملم)

X_3: ماء الإرواء الموسمي للذرة (ملم)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

X_4 :ماء الإرواء الموسمي للقطن (ملم)

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 (الحنطة، البقول، الذرة، القطن) تم إيجادها من أنموذج محاكاة يعطي الاحتياجات الاروائية الموسمية للمحاصيل المقترحة وكذلك العلاقة بين الانتاجية وكميات الارواء (شيت ،2006)، والتي تمثل احتياج كل محصول عند الري الكامل وعند مستوى استنفاذ 50%. أما ($X_{\min,1}, X_{\min,2}, X_{\min,3}, X_{\min,4}$)، فقد تم ايجادها ايضا من الأنموذج السابق وهي (265,150,0,0) ملم، حيث تساوي صفراً للمحاصيل الشتوية نظرا لوجود الأمطار، مع تحديد اقل قيمة للمحاصيل الصيفية بحيث لا يتعرض المحصول للجفاف(50% من الري الكامل). مثلا الرقم(150) يعني اقل قيمة ارواء موسمية تعطى للذرة وتم حسابها من ملىء تصف الخزان الجذري بالماء كلما وصلت نسبة الاستنفاد الرطوبي الى 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)م^3 للخطة الزراعية الأولى، أي عند نسبة 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 الناقص.

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 الجدول(2).

الجدول(2): المحددات القصوى للمساحات

الخطة / المساحة	A1(حنطة)	A2(بقول)	A3(ذرة)	A4(قطن)
الخطة الأولى	0.5	0.05	0.2	0.25
الخطة الثانية	0.6	0.15	0.25	0.4
الخطة الثالثة	1	1	1	1

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

النتائج والمناقشة

دالـة إنتاجيـة المحصـول: تـم اسـتخدام دالتـين للإنتـاج، دالـة خطيـة ودالـة تربيعيـة (شـيت،2006). والمعادلات التالية تبين الدالات المعتمدة في الانموذج:

1) الدالات الخطية:

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

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

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

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

2) الدالات التربيعية:

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

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

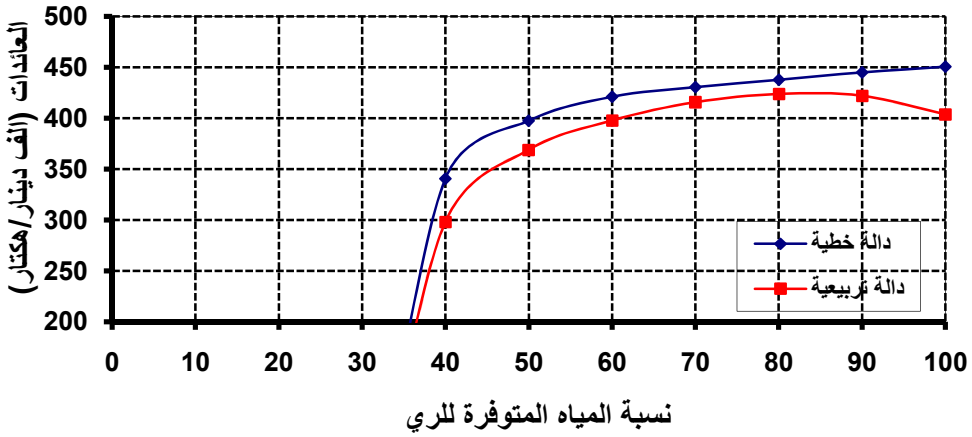
$$Y_3 = 0.77 + 9.0*10^{-3} X_3 - 1.3*10^{-6} X_3^2 \qquad (15)$$

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

إذ أن (Y_{41}, Y_3, Y_2, Y_1) تمثـل الاحتيـاج النسـبي لمحاصـيل(الحنطة،البقول،الـذرة،القطن)، أمـا (X_4, X_3, X_2, X_1 فتمثـل احتياجـات الارواء الموسـمية لـنفس المحاصـيل علـى التـوالي. **باستخدام الدالة** الخطية مع الخطة الأولى، تم إعطاء قيمة(Q) وهي كمية الماء المحددة في بداية السنة(3105م ^{3}) بحيث تلبي احتياجات الري الكامل الموسمي للمحاصـيل الأربعة ومن ثم تم تغييرها من 100% **إلى** 0 % **من الري** الكامل وإيجاد العائدات مع المساحات وماء الري الموسمي كما في الجدول (3). نلاحظ انه كلما قلت **نسبة الماء المعطلة قلت العائدات، أي لا توجد** فائدة للري النـاقص باستخدام دالـة الإنتـاج الخطيـة، كمـا أن المساحات لم تتغير وذلك لأنّ مجموع المساحات القصوى (1 هكتـار) **والم**سـاحات المحددة لكل محصـول

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

هي اصغر أو يساوي (0.5، 0.05، 0.2، 0.25)هكتار لكل من الحنطة ،البقول، الذرة والقطن على التوالي. وبما أن دالة الهدف هي تعظيم العائدات فسيتجه حل الأنموذج نحو المساواة بدلا من الأصغر. عند تقليل المياه بدأ التناقص بالمحاصيل الشتوية (الحنطة والبقول) نظرا لوجود الأطوار التي تتعرض النقص بالمياه إلى حد 70% من الري الكامل والنقص كان اكبر للبقول من الحنطة لان الحنطة فائدتها أكثر، كما أن النقص بالمحاصيل الصيفية (الذرة والقطن) 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 الأنموذج السابق. الشكل(1) يوضح الفرق في العائدات باستخدام الدالة 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%) كانت 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.



الشكل(1): تغير العائد الصافي بتغيير دالة الإنتاج

تغيير خطة الزراعة: باستخدام الخطة الأولى(الجدول 4) نجد أن 80% من الري الناقص تعطي أعلى فائدة، حيث أنّ مجموع المساحات القصوى (1 هكتار). أما باستخدام الخطة الثانية (الجدول 5)،

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

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 و90% من الري الناقص، اما الفائدة او الربح فتكون اكبر ما يمكن عند 90% من الري الكامل. أما كمية المياه فتقل أولا للحنطة والبقول لانهما يعتمدان على الري التكميلي حيث أن المطر يعوض جزءاً من احتياجهما، وأخيرا للذرة والقطن. كما أن العائدات الصافية تزداد بشكل ملحوظ عن الخطة الاولى حيث يتجه حل الأنموذج نحو زيادة مساحة المحاصيل التي تعطي عائداً اقتصادياً اكبر. أما عند استخدام القيد الثالثة (الجدول 6)، حيث المساحة القصوى لكل محصول اقل أو يساوي (1 هكتار) ومجموع المساحات لكل المحاصيل لا يتعدى (1 هكتار)، نجد أن الأنموذج يعطي الغالبية القصوى من المساحة للقطن عند توفر المياه ثم الحنطة ولا يعطي أي شيء للذرة والبقول لان عائداتهما اقل. كما انه عندما تكون المياه كثيرة فان القطن يأخذ القسط الأكبر بينما عندما تقل المياه تأخذ الحنطة القسط الأكبر، كما أن العائدات الصافية تزداد بشكل ملحوظ جدا نظرا لزيادة مجال الحرية في محدد المساحة ولم يظهر تأثير الري الناقص في هذه الخطة. من هذا يتبين فائدة الري الناقص عند محدودية المساحة ، والشكل (2) يبين تغير العائدات الصافية بتغيير الخطة الزراعية.

استخدام الدالة الخطية للإنتاج والخطة الزراعية الأولى

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

للاستشارات
aa.com

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

10%	20%	30%	40%
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
*	*	*	*
310.5	621	931.5	1242
*	*	*	*

الخطة الإنتاجية والخطة الزراعية الأولى

للاستشارات
anaraa.com

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

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

المساحات و كميات المياه / نسبة توفر الماء في المصدر	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
مساحة الحنطة (A_1)	0.6	0.6	0.45	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	*
مساحة البقول (A_2)	0	0	0.15	0	0	0	0.08	0.15	0.15	*
مساحة الذرة (A_3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	*
مساحة القطن (A_4)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.32	0.25	0.19	*
مياه الري الموسمية للحنطة (X_1)	164	116	71	31	0	0	0	0	0	*
مياه الري الموسمية للبقول (X_2)	618	0	85	0	35	68	47	40	11	*
مياه الري الموسمية للذرة (X_3)	289	314	258	153	150	150	150	150	150	*
مياه الري الموسمية للقطن (X_4)	530	524	509	497	466	388	376	349	265	*
حجم الماء المستخدم في الري م^3	4423	3980	3538	3096	2654	2112	1769	1327	885	422
العائدات الصافية (الف دينار/هكتار)	626	627.9	627.3	603.1	575.2	506.1	403.1	297.0	137.9	*

- لايوجد حل

www.manaraa.com

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

www.manaraa.com

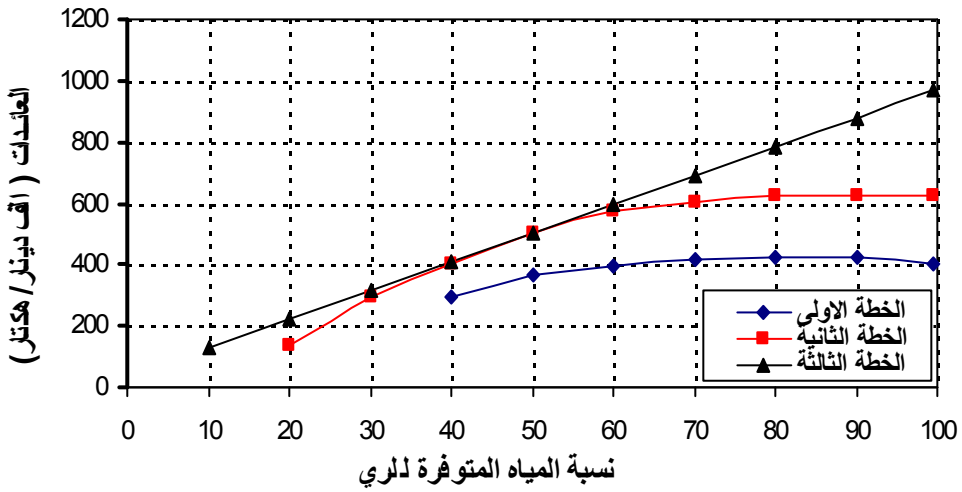
الجدول(6): المساحات A_i (هكتار) وكميات المياه X_j (ملم)عند مستويات مختلفة لتوفر الماء في المصدر باستخدام الدالة التربيعية للإنتاج والخطة الزراعية الثالثة

المساحات و كميات الماء / نسبة توفر الماء في المصدر	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
مساحة الحنطة (A_1)	0.21	0.28	0.36	0.45	0.52	0.6	0.68	0.76	0.84	0.92
مساحة البقول (A_2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
مساحة الذرة (A_3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
مساحة القطن (A_4)	0.79	0.72	0.64	0.55	0.47	0.4	0.32	0.24	0.16	0.08
مياه الري الموسمية للحنطة (X_1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
مياه الري الموسمية للبقول (X_2)	149.7	0	0	13	63	75	30	29	82	39
مياه الري الموسمية للذرة (X_3)	196	150	150	150	150	150	150	150	150	150
مياه الري الموسمية للقطن (X_4)	391	391	391	391	391	391	391	391	391	391
حجم الماء المستخدم في الري م^3	12100	10890	9680	8470	7260	6050	4840	3630	2420	1210
العائدات الصافية (الف دينار/هكتار)	973	879.6	786.2	692.8	599.5	506.2	412.7	319.4	226.0	132.7

- لايوجد حل

المنارة للاستشارات

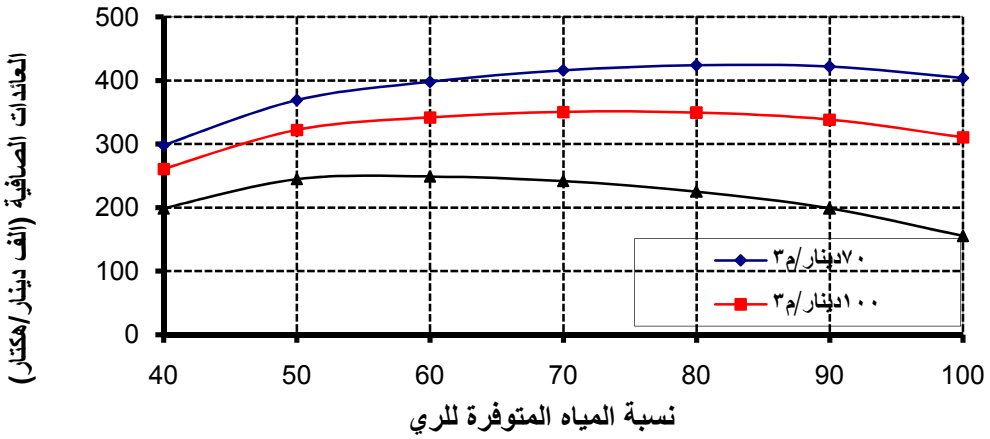
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



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

تأثير سعر مياه الري: الشكل (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/م^3) **إلى** (100 دينار عراقي/م^3) **والى** (150 دينار عراقي/م^3) ، حيث نجد ان هناك نقص في العائد الصافي عند زيادة سعر ماء الري، كما نلاحظ زيادة فائدة الري **الناقص** حيث اعلى فائدة عند 80% **من الري الكامل عندسعر ماء الري** (70 دينار عراقي/م^3) أما عند **سعر ماء الري** (100 دينار عراقي/م^3) **فأعلى فائدة عند** 70% **من الري الكامل، و**60% **من الري الكامل عندسعر ماء الري** (150 دينار عراقي/م^3) . 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 .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل(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 الربح تتحدد بأحد المحددات. كما 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. الطالب، لمار عبد العزيز (2002). "العائد الاقتصادي الامثل عند تغير كمية مياه الري المتوفرة" جامعة الموصل/كلية الهندسة / مجلة هندسة الرافدين، العدد 1، المجلد 10.
2. النعيمي، سالم يونس و كامل حايف شديد (2006). " تحليل اقتصادي مقارن لأثر الري التكميلي في زراعة القمح بالمناطق الديمية " (تحت النشر).
3. شيت، إيمان حازم (2006)." التخطيط الأمثل للري ألتنقيصي في منطقة الموصل " اطروحة دكتوراه ,كلية الهندسة، قسم الموارد المائية، جامعة الموصل.

- **المصادر الأجنبية:**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

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.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

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.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com