



التخطيط الاقتصادي لاستخدام الموارد المائية في الزراعة المصرية تحت القيود المتوقعة

بوسي محمد كامل* - محمد زكي جمعة - رجاء محمود رزق - هديل طاهر حسنين

قسم الاقتصاد الزراعي - كلية الزراعة - جامعة الزقازيق - مصر

Received: 26/09/2018 ; Accepted: 24/10/2018

المخلص: تعتمد مصر علي قاعدة مواردها الطبيعية في التنمية الزراعية وخاصة الموارد المائية، لكن زيادة الطلب القومي علي تلك الموارد للاستخدامات المختلفة يواجهه بعدة قيود أولها محدودية وندرة تلك الموارد المائية، فضلا عما تتعرض له من مشكلات كمية ونوعية، كما تنخفض كفاءة وإدارة تلك الموارد في القطاع الزراعي (الذي يستهلك نحو 82% من جملة الاستخدامات المائية المصرية)، وفوق ذلك، تتعرض تلك الموارد إلى تحديات إقليمية، أهمها الآثار المتوقعة لمشروعات أعالي النيل (خاصة سد النهضة الأثيوبي) على نصيب وحصص مصر من مياه النيل، وقد تركزت المشكلة البحثية لهذه الدراسة في كيفية توجيه التركيب المحصولي الحالي، بما يتضمنه من محاصيل شرهه للمياه (خاصة الأرز، وقصب السكر)، بما يتناسب مع الأوضاع المائية المصرية سواء المحلية أو الإقليمية، حيث أصبحت إدارة استخدام الموارد المائية والحفاظ عليها ضرورة قومية لمواجهة تلك التحديات، وعليه، فقد استهدفت الدراسة التخطيط الاقتصادي اعتماداً على نموذج البرمجة الخطية للتوصل إلي الاستخدام الأمثل للموارد المائية، وذلك تحت القيود الحالية والمتوقعة، خاصة وان مصر أصبحت ضمن الدول الواقعة تحت خط الفقر المائي، ولتحقيق الهدف تم تحليل كل من مصادر الموارد المائية والاستخدامات المختلفة، وتقدير معدل النمو السنوي لنصيب الفرد، وتحليل الميزان المائي. واعتمدت الدراسة علي البيانات الثانوية المنشورة وغير المنشورة المتاحة من مصادرها الأساسية، وكان أهم ما توصلت إليه الدراسة ما يلي: انخفاض نصيب الفرد من الموارد المائية من 970 متر مكعب/السنة عام 2006 الي 850 متر مكعب/السنة عام 2015 بمعدل (1.4%) لمتوسط الفترة المدروسة، أن أفضل بدائل التركيب المحصولية المقترحة كانت ما تم تقديره تحت وجود قيود الدراسة، مقارنة بالتركيب المحصولي الفعلي، وهي ثلاثة بدائل، أولها: تعظيم صافي العائد الفدائي، وثانيها: تعظيم صافي عائد وحدة المياه، وثالثها: تلبية الاحتياجات المائية، وقد أعطت جميع السيناريوهات المدروسة نتائج منطقية تفوقت جميعها عن التركيب المحصولي الفعلي الحالي. و توصل النموذج المستخدم لتقييم أهم الآثار المتوقعة لإنشاء سد النهضة علي حصص مصر المائية، والذي أختبر ثلاثة بدائل، الأول: ملء بحيرة السد خلال ثلاث سنوات، والثاني: خمس سنوات، والثالث: سبع سنوات، وقد أوضحت الدراسة ان جميع السيناريوهات تؤثر سلباً علي الزراعة المصرية ولكن أقلها ضرراً هو السيناريو الثالث وهو (ملء السد على فترة 7 سنوات).

الكلمات الاسترشادية: الموارد المائية، الميزان المائي، البرمجة الخطية، سد النهضة الأثيوبي.

المقدمة والمشكلة البحثية

كمصدر رئيسي للمياه، لمساهمته بالنصيب الأكبر من الموارد المائية المصرية. وتبلغ حصص مصر من مياه نهر النيل 55.5 مليار متر مكعب في السنة، وذلك وفقاً للاتفاقيات الدولية، وهي حصص ثابتة، كان من المستهدف زيادتها عن طريق مشروعات أعالي النيل، التي توقفت (يوسف، 2012).

وقد بلغت نسبة مساهمة مياه نهر النيل من إجمالي الموارد المائية المتاحة نحو 79% عام 2006، وانخفضت هذه النسبة إلى 73% عام 2015.

ويعتبر القطاع الزراعي هو المستخدم الرئيسي للمياه في مصر، حيث بلغ نصيب الزراعة حوالي 59.3 مليار متر مكعب عام 2006 تمثل نحو 85.63% من إجمالي

تنشأ مشكلات الموارد المائية من الخلل بين جانبي العرض والطلب علي الموارد المائية، سواء كانت مشكلات كمية أو نوعية. وقد أصبحت تلك المشكلات من أهم تحديات القرن الحالي، سواء علي المستوى العالمي أو المحلي. حيث أصبح لكل قطرة ماء قيمة تفوق أية استثمارات تنفق من أجل تدبيرها، وذلك لأن الموارد المائية من المحاور الأساسية لعملية التنمية، وخاصة الزراعية وإنتاج وتوفير الغذاء.

وتقع مصر ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة ولذا تنتم بمحدودية الموارد المائية. فهي تعتمد علي نهر النيل

* Corresponding author: Tel. : +201021104453

E-mail address: bosyq@hotmail.com

- 1- توصيف أهم مصادر الموارد المائية المصرية المتاحة، وأهميتها النسبية.
- 2- تقدير نصيب الفرد من الموارد المائية المصرية، كمؤشر لقياس مستوى الفقر المائي.
- 3- توصيف استخدامات الموارد المائية في القطاعات المختلفة وأهميتها النسبية.
- 4- تحليل الميزان المائي المصري خلال الفترة (2006-2015)، والمستهدف في 2017 في ظل بعض السياسات المائية المُستهدفة.
- 5- التخطيط للاستخدام الأمثل للموارد المائية لتوجيه التركيب الزراعي المحصولي باستخدام أسلوب "البرمجة الخطية" في ظل القيود الحالية والمتوقعة.

مصادر البيانات والطريقة البحثية

تعتمد الدراسة في التحليل على أساليب التحليل الإحصائي الوصفي من مؤشرات إحصائية مثل النسب المئوية والمتوسطات الحسابية. كما تعتمد الدراسة على بعض الأساليب الرياضية كنموذج البرمجة الخطية كأدوات للتخطيط الاقتصادي لتوجيه التركيب المحصولي بما يتلائم مع الأوضاع المائية الراهنة والمتوقعة وذلك باستخدام برنامج WIN QSB.

كما تعتمد الدراسة على بيانات ثانوية منشورة وغير منشورة من مصادرها الرسمية وهي الجهاز المركزي للتعبيث العامة والإحصاء، ونشرة الإحصاءات الزراعية الصادرة من وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي قطاع الشؤون الاقتصادية للفترة (2014-2016) ووزارة الري والموارد المائية وقاعدة بيانات البنك الدولي.

النتائج والمناقشة

توصيف أهم مصادر الموارد المائية المصرية المتاحة

تنقسم الموارد المائية المصرية إلى:

مصادر تقليدية

وتشمل: أولاً، مياه نهر النيل كمصدر أساسي والتي تبلغ 55.5 مليار متر مكعب/السنة وهو مورد غير مُستقر، وثانياً، مورد المياه الجوفية في الدلتا والوادي والذي يستمد مياهه من نهر النيل وهو مصدر مياه متجدد، والمياه الجوفية في الصحراء الغربية والشرقية وشبه جزيرة سيناء وهي مصدر غير متجدد، وثالثاً، الامطار والسيول وهو مصدر محدود جداً ويوجد فقط في المناطق الجافة وشبه الجافة.

استخدامات المياه، ارتفعت إلى 62.15 مليار متر مكعب عام 2015 تمثل 81.5% من جملة تلك الاستخدامات.

ونظراً لندرة الموارد المائية المصرية والثبات النسبي لمياه نهر النيل، فقد ترتب على ذلك اتساع الفجوة بين العرض (المتاح) وبين الطلب (الاحتياجات) عليه، وعلي ذلك فإن "التخطيط للاستخدام الأمثل" لهذا المورد، أصبح ضرورة حتمية وأولوية هامة لواضعى السياسات ومتخذي القرار، وذلك في ظل التحديات والمتغيرات المحلية والإقليمية ومدى تأثيرها على الموارد المائية المصرية.

المشكلة البحثية

تُعتبر الموارد المائية هي المحدد الرئيسي للزراعة في مصر، ولتوجيه التركيب المحصولي بما يتلائم مع الأوضاع والقيود الراهنة والمتوقعة على الموارد المائية كما ونوعاً.

ورغم محدودية موارد مصر المائية والثبات النسبي لها حيث تعتمد مصر على مياه نهر النيل كمصدر أساسي 55.5 مليار متر مكعب في السنة والذي يمثل 73% من إجمالي الموارد المائية المتاحة هذا من ناحية، والطلب المتزايد على استخدامات الموارد المائية وخاصة في القطاع الزراعي والذي يستهلك حوالي 82% من جملة الاستخدامات المائية من ناحية أخرى.

فقد تركزت المشكلة البحثية في عدم ملائمة هيكل التركيب المحصولي الحالي للأوضاع المائية المتاحة وما قد يطرأ عليها من تغيرات في ظل القيود الإقليمية (سد النهضة الأثيوبي) هذا بالإضافة إلى سوء استخدام الموارد المائية في الزراعة المصرية مما يؤثر على مشروعات التوسع الأفقي من ناحية ومعظمة العائد من وحدتي المياه والأرض من ناحية أخرى وخاصة أن مصر أصبحت من الدول المصنفة عالمياً بأنها تحت خط الفقر المائي.

أهمية الدراسة

في ضوء المشكلة البحثية، تأتي أهمية هذه الدراسة من الإجابة على تساؤل هام، هو: كيف يمكن التخطيط للاستخدام الأمثل للموارد المائية المصرية المتاحة والمتوقعة، بهدف إمكانية توفير الاحتياجات المائية اللازمة للتوسع الأفقي ومعظمة صافي العائد من الزراعة المصرية ومعالجة الأضرار المحتملة والمتوقعة من مشروعات أعالي النيل.

هدف البحث

تستهدف هذه الدراسة التخطيط الاقتصادي للاستخدام الأمثل لمياه الري تحت مجموعة من الإفتراضات والقيود المتوقعة، وذلك بما يتلائم مع المتغيرات المحلية والإقليمية. وقد تم التوصل إلى تحقيق هذا الهدف من خلال خطة البحث التالية:

المصادر غير التقليدية

ويتبين من جدول 3 أن معدل النمو السنوي لعدد سكان مصر بين عامي 2006، 2015 قد بلغ 2.3%، في حين بلغ معدل النمو السنوي لمتوسط نصيب الفرد من كل من مياه نهر النيل، ومن إجمالي الموارد 2.3-، 1.4- % على الترتيب. وهو ما يوضح استمرار زيادة معدل نمو السكان مقابل استمرار انخفاض متوسط نصيب الفرد من المياه، الأمر الذي يؤكد الحاجة الماسة للتخطيط للإستخدام الأمثل لهذا المورد.

الاستخدامات المائية المصرية خلال الفترة (2006-2015)

يتضح من جدول 1 أن إجمالي الموارد المائية المصرية المتاحة بلغ في عام 2015 حوالي 76.25 مليار متر مكعب، توزعت بين 55.5 مليار متر مكعب من مياه النيل (هي تمثل حصة مصر الثابتة من مياه النهر، وفقاً للاتفاقيات الدولية سابق الإشارة إليها) وبلغت نحو 21.75% من جملة المتاح في السنة المذكورة، وكذلك نحو 6.9 مليار متر مكعب مياه جوفية مثلت نحو 9.05% من جملة المتاح، ومنها ثالثاً نحو 0.65 مليار متر مكعب مياه أمطار وسيول مثلت نحو 0.85% من جملة المتاح. أما جهود إعادة الاستخدام -والمتمثلة في معالجة مياه الصرف الزراعي- فقد بلغت 11.9 مليار متر مكعب تمثل 15.60%، وكذا في معالجة مياه الصرف الصحي والتي بلغت 1.2 مليار متر مكعب تمثل 1.57%، وأخيراً، تحلية مياه البحر والتي بلغت 0.1 مليار متر مكعب تمثل 0.13%.

وتتوسع استخدامات المياه وتختلف أساليب وأهداف الاستخدام، وذلك بين الاستخدام المنزلي والزراعي والصناعي وهي استخدامات استهلاكية للمياه، وبين الاستخدامات غير الاستهلاكية مثل توليد الطاقة، والملاحة، والسياحة والترفيه، وتربية الأسماك.

ويتبين من جدول 4 الذي يعرض تطور مختلف استخدامات المياه في مصر في الفترة 2006 الى 2015، أن القطاع الزراعي يعد أكبر مستهلك للماء في مصر، حيث بلغت الكمية المستخدمة فيه عام 2006 نحو 59.3 مليار متر مكعب تعادل 85.63%، إرتفعت في عام 2015 الي 62.15 مليار متر مكعب تعادل 81.5%. وبلي ذلك الاستخدامات المنزلية والصحية والتي بلغت 6.5 مليار متر مكعب تمثل 9.38% في عام 2006، وإرتفعت الي 10.4 مليار متر مكعب تمثل 13.64% في عام 2015، يليهما كميته الفقد من المياه 2.1 مليار متر مكعب تمثل حوالي 3.03% في عام 2006، وإزدادت الي 2.5 مليار متر مكعب تمثل 3.27% في عام 2015، وأخيراً استهلاك الصناعة والذي بلغ 1.15 مليار متر مكعب تمثل 1.66% في عام 2006، إرتفعت الي 1.2 مليار متر مكعب تمثل 1.57% في عام 2015.

الميزان المائي المصري

تعتبر مصر احدي دول العالم المصنفة ضمن دول الفقر المائي وذلك منذ عام 2008 حيث بلغ نصيب الفرد 900 متر مكعب/السنة انخفض الي نحو 650 متر مكعب/السنة عام 2012، في حين بلغ نظيرة العالمي 7200 متر مكعب/السنة لنفس العام وذلك وفقاً لبيانات البنك الدولي (قاعدة بيانات البنك الدولي، 2014).

ويتبين من جدول 2 تجاوز الموارد المائية في مصر الحد الحرج في الاستخدام حيث انخفض نصيب الفرد من إجمالي الموارد المائية المتاحة سنوياً من حوالي 972 متر مكعب في عام 2006 إلي حوالي 857 متر مكعب عام 2015. وكذلك إنخفض متوسط نصيب الفرد من مياه نهر النيل من حوالي 771 متر مكعب في عام 2006 إلي حوالي 624 متر مكعب في عام 2015، ومع تزايد السكان سوف يستمر تدني حصة الفرد وقد تصل إلي مستويات الفقر المائي ذي الخطر علي جهود ومشروعات التنمية جميعاً، هذا يستلزم العمل علي زيادة تلك الموارد من خلال (تحليه مياه البحر واعادة استخدام مياه الصرف الصحي والزراعي) وترشيد إستخدامها تجنباً للمخاطر المستقبلية المتوقعة.

يتكون "الميزان المائي" من "إجمالي الطلب علي الموارد المائية"، مقابل "إجمالي المتاح منها"، وهو يعبر عن السياسات المائية في مصر. وقد كانت هذه السياسات موجهة أساساً لزيادة المعروض من الموارد المائية، واستهدفت لذلك معظمة التوسع الأفقي، مرتكزة علي موازين مائية بسيطة بين عرض المياه والطلب عليها. إلا انه في السنوات الأخيرة، فقد تضمنت السياسة المائية بعض الأهداف والمعايير الجديدة، ومنها زيادة الوعي المائي، ومراقبة جودة المياه، وتحسين إدارتها بإشراك مستخدميها، فضلاً عن التنسيق بين وزارة الري والاجهزة الحكومية الأخرى، وأخيراً الاستفادة من الاتفاقيات الدولية، واستخدام التكنولوجيا الجديدة في إدارة المياه.

جدول 1. الأهمية النسبية لمصادر الموارد المائية المصرية المتاحة (مليار متر مكعب)، الفترة (2006-2015)

كمية المياه المتاحة (مليار متر مكعب/السنة)													السنوات		
مياه نهر النيل	المياه الجوفية	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه	معالجة مياه			
بالوادي والدلتا	الصرف الزراعي	الصرف الصحي	والسيول	الامطار	تحلية مياه	البحر	الاجمالي	الكمية (%)	الكمية (%)	الكمية (%)	الكمية (%)	الكمية (%)			
55.5	79.33	6.1	8.72	5.7	8.14	1.3	1.86	1.3	1.86	1.3	1.86	0.06	0.08	69.96	2006
55.5	76.69	6.2	8.57	8.0	11.05	1.3	1.79	1.3	1.79	1.3	1.79	0.06	0.08	72.36	2007
55.5	76.69	6.2	8.57	8.0	11.05	1.3	1.79	1.3	1.79	1.3	1.79	0.06	0.08	72.36	2008
55.5	75.86	6.5	8.88	8.5	11.62	1.3	1.77	1.3	1.77	1.3	1.77	0.06	0.08	73.16	2009
55.5	79.00	6.3	8.97	5.8	8.26	1.3	1.85	1.3	1.85	1.3	1.85	0.06	0.08	70.26	2010
55.5	74.49	7.5	10.07	9.17	12.30	1.3	1.74	1.3	1.74	1.3	1.74	0.06	0.08	74.5	2011
55.5	73.60	7.7	10.21	10.1	13.39	1.3	1.72	1.3	1.72	1.3	1.72	0.06	0.08	75.4	2012
55.5	73.03	6.7	8.82	11.5	15.13	1.3	1.71	1.3	1.71	1.3	1.71	0.1	0.13	76.0	2013
55.5	72.64	6.9	9.03	11.7	15.31	1.3	1.70	1.3	1.70	1.3	1.70	0.1	0.13	76.4	2014
55.5	72.78	6.9	9.05	11.9	15.60	1.2	1.57	1.2	1.57	1.2	1.57	0.1	0.13	76.25	2015

المصدر: جُمعت وحُسبت من: الجهاز المركزي للتعبة العامة والاحصاء، "التقرير السنوي لإحصاءات البيئة"، اعداد متفرقة.

جدول 2. متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية المصرية، الفترة (2006-2015)

السنوات	عدد السكان (مليون نسمة)	متوسط نصيب الفرد من مياه النيل (متر مكعب/السنة)	متوسط نصيب الفرد من إجمالي المتاح (متر مكعب/السنة)
2006	72	770.7	971.5
2007	74	753.6	982.6
2008	75	738.1	962.3
2009	77	721.5	951.1
2010	79	705.3	892.9
2011	81	689.2	925.1
2012	83	672.3	913.4
2013	85	655.8	898
2014	87	639.3	880
2015	89	623.8	857.1

جُمعت وحُسبت من :

المصدر: (1) جدول 1.

(2) الجهاز المركزي للتعبة العامة والاحصاء، "الكتاب السنوي للأحصاء"، اعداد متفرقة.

جدول 3. معدلات النمو السنوي لكل من عدد السكان، ولنصيب الفرد من الموارد المائية المصرية، سنوات 2006، 2015

السنوات	عدد السكان (مليون نسمة)	متوسط نصيب الفرد من مياه النيل (متر مكعب)	متوسط نصيب الفرد من إجمالي المياه المتاحة (متر مكعب)
2006	72	770.7	971.5
2015	89	623.8	857.1
معدل النمو السنوي* (%)	2.3	-2.3	-1.4

المصدر: حُسبت من جدول 2.

* تم حساب معدل النمو السنوي (Alpha, 1972) من الصيغة الهندسية الآتية:

$$y_t = y_0(1 + r)^n$$

$$\ln(1 + r) = \frac{\ln y_t - \ln y_0}{n}$$

حيث أن:

y_t = المتغير في السنة 2015، y_0 = المتغير في السنة 2006، r = معدل النمو السنوي %، n = الفرق بين الفترتين.

جدول 4. الأهمية النسبية لإستخدامات الموارد المائية المصريه (مليار متر مكعب)، الفترة (2006-2015)

السنوات	كمية المياه المستخدمة (مليار متر مكعب سنة)										
	الزراعة	الفاقد بالتبخّر من النيل والترع	الاستخدامات المنزلية والصحية	الصناعة	الملاحة	الاجمالي					
	الكمية (%)	الكمية (%)	الكمية (%)	الكمية (%)	الكمية (%)	الكمية (%)					
2006	85.63	2.1	3.03	6.5	9.38	1.15	1.66	0.2	0.29	69.25	59.3
2007	85.43	2.1	2.99	6.6	9.39	1.33	1.89	0.2	0.28	70.23	60
2008	85.43	2.1	2.99	6.6	9.39	1.33	1.89	0.2	0.28	70.23	60
2009	83.39	2.1	2.89	8.5	11.71	1.35	1.86	0.1	0.14	72.55	60.5
2010	82.58	2.1	2.84	9.55	12.95	1.2	1.62	0	0	73.75	60.9
2011	82.55	2.2	2.95	9.6	12.88	1.2	1.61	0	0	74.5	61.5
2012	82.25	2.5	3.31	9.7	12.85	1.2	1.58	0	0	75.5	62.1
2013	82.04	2.5	3.28	9.95	13.09	1.2	1.57	0	0	76	62.35
2014	81.60	2.5	3.27	10.35	13.55	1.2	1.57	0	0	76.4	62.35
2015	81.50	2.5	3.27	10.4	13.64	1.2	1.57	0	0	76.25	62.15

المصدر: جُمعت وحُسبت من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، "التقرير السنوي لإحصاءات البيئة"، أعداد متفرقة.

مشاكل الأمثلية المتعلقة بالتوزيع الأمثل للموارد المتاحة، بهدف تحقيق أقصى عائد ممكن، وبأقل التكاليف الممكنة، وذلك في حدود القيود والإمكانيات المتاحة.

دالة هدف النموذج

إن الهدف الأساسي عند التعظيم هو معظمه صافي العائد الإجمالي، بينما يكون الهدف الأساسي عند التدنية هو تدنية كمية مياه الري الإجمالية للتركيب المحصولي، وبالتالي يتطلب الأمر إختيار المحاصيل الزراعية الأكثر كفاءة في استخدام الموارد وخاصة الموارد الأرضية والمائية في ظل الظروف المتوقعة وذلك مع مراعاة محدودات الموارد الداخلة في النموذج، أي أن الأمر يتطلب إختيار مجموعة من المحاصيل الزراعية والتي يمكن أن تعظم صافي العائد مع مراعاة قيود الموارد الأرضية والمائية والبشرية.

قيود النموذج

يتضمن نموذج الدراسة عددا من القيود، وتشمل: المساحة، وكمية مياه الري على مدار شهور السنة، والعمالة الزراعية على مدار شهور السنة، وذلك طبقا لما هو موضح فيما يلي:

قيود الموارد الأرضية

اشتملت على أربعة قيود هي: إجمالي مساحات الزراعة الشتوية التي تبلغ نحو 6.98 مليون فدان، إجمالي مساحة الزروع الصيفية والتي تبلغ 6.5 مليون فدان، إجمالي مساحة الزروع النيلية والتي تبلغ 0.42 مليون فدان وفقاً لبيانات (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي)، إجمالي المساحة المحصولية التي تبلغ 13.9 مليون فدان، وذلك بعد إستبعاد مساحة الحدائق والنخيل والمحاصيل الأخرى منها والتي تم إستبعادها في تحليل النموذج لشبه ثباتها.

قيود تنظيمية

تم وضع حدود دنيا وعليا لمساحة كل محصول على حدة، بمعنى ألا تزيد مساحة أي محصول عن أقصى مساحة تم زراعتها خلال الثلاث سنوات السابقة (لتحديد الحد الأدنى والحد الأعلى)، وألا تقل عن أدنى مساحة تم زراعتها خلال الثلاث سنوات السابقة.

قيود الموارد المائية

تم افتراض أن كمية مياه الري لمحاصيل النموذج لا تزيد عن إجمالي كمية مياه الري المتاحة، حيث تم استخدام إثني عشر قيوداً مائياً تمثل جملة الإحتياجات المائية الإروائية الشهرية للأنشطة المحصولية المشمولة في النموذج، بإجمالي كمية بلغت نحو 44.3 مليار متر مكعب مياه، كما هو موضح في جدول 6. وقد روعي عند إجراء التحليل ألا تزيد جملة الإحتياجات المائية الشهرية عن المتاح الشهري منها، وقد تم حساب كمية المياه المتاحة شهرياً للمحاصيل.

وبناء على ذلك، فإنه إلى جانب القيم الاجمالية لكل من الطلب والعرض علي المياه فقد أضيف الاهتمام بجودة المياه، والجوانب البيئية، ووضع الأولويات، وفض المنازعات في جانب العرض، فضلاً عن الإهتمام بالجوانب المؤسسية لإدارة الموارد المائية، والاستخدام الكفاء للموارد المتاحة كلها أمور هامة بالنسبة للميزان المائي، كما يتطلب الأمر تجنب احتمال ازدواج الحساب عند إضافة وفورات المياه الناتجة من تطوير الري، وكذا تغييرات التركيب المحصولي، وإعادة استخدام المياه (عامر ورزق، 2014).

وتبين من جدول 5 تذبذب صافي الميزان المائي نتيجة زيادة الاستخدامات المحلية للمياه حيث أن صافي الميزان المائي المصري في عام 2006 بلغ 0.71 مليار متر مكعب، بينما تبين في عام 2010 وجود عجز في الميزان المائي بمقدار 3.49 مليار متر مكعب، ثم وجود توازن في عام 2015. وفي عام 2017، كان من المُستهدف زيادة حصه مصر من مياه نهر النيل بحيث تبلغ 57.5 مليار متر مكعب من خلال مشروعات أعالي نهر النيل شاملة قناة جونجلي، وهو ما لم يتم تحقيقه نتيجة عدم اكتمال مشروعات أعالي النيل، كما كان من المُستهدف تحقيق فائض بمقدار 6.13 مليار متر مكعب من خلال تطبيق مجموعة من السياسات التي تشمل التغيير في التركيب المحصولي الذي يُمثل 3 مليار متر مكعب، وتطوير الري بمقدار 4 مليار متر مكعب، والسحب الآمن للمياه الجوفية في الصحراء وشبه جزيرة سيناء لتوفير 3.77 مليار متر مكعب، وإعادة استخدام الفاقد من المياه 2 مليار متر مكعب، وعلي ذلك فإن الميزان المائي المصري عام 2017 كان مستهدفاً تحقيقه إذا طبقت مجموعة السياسات سالفة الذكر ولكنه لم يتحقق.

وبناءً عليه، فإلي حين تنفيذ تلك المشروعات (أعالي النيل) وزيادة حصه مصر من نهر النيل، فمن الأنسب بناء السياسة المائية الزراعية من خلال تدنية الإحتياجات الزراعية المائية من الكميه المعروضة من المياه من مختلف المصادر، وتعظيم صافي العائد علي وحده المياه، وتعظيم صافي العائد الفدائي.

وقد أوضح ذلك صعوبة الإعتماد علي الميزان المائي لتخطيط السياسة المائية المصرية، الأمر الذي دعى الى الإسهام بأدوات تحليلية إضافية من خلال استخدام أسلوب البرمجة الخطية الذي يمكن من خلاله مساعده متخذى القرار في إدارة الموارد المائية، لمواجهة القيود المتوقعة، التي من شأنها التأثير على كميه مياه نهر النيل.

نموذج البرمجة الخطية للتخطيط الإقتصادي للموارد المائية

الإطار العام لنموذج البرمجة الخطية (توصيف النموذج)

تم استخدام أسلوب البرمجة الخطية للتخطيط الإقتصادي الأمثل للتركيب المحصولي لأنه يعتبر من الأساليب الرياضية (Paul, 2013) الأكثر استخداماً في حل

جدول 5. الميزان المائي المصري للأعوام 2006، 2010، 2015، 2017 (مليار متر مكعب)

البند	المصدر	2006	2010	2015	*2017
1- حصة مياه نهر النيل		55.5	55.5	55.5	57.5
2- المياه الجوفية في الوادي والدلتا		6.1	6.3	6.9	7.5
3- معالجة مياه الصرف الزراعي		5.7	5.8	11.9	8.4
4- معالجة مياه الصرف الصحي		1.3	1.3	1.2	5.0
5- الأمطار والسيول		1.3	1.3	0.65	1.5
6- تحليه مياه البحر		0.06	0.06	0.1	0
7- تغير التركيب المحصولي		-	-	-	3
8- تطوير الري		-	-	-	4
9- مياه جوفية في الصحراء وسيناء		-	-	-	3.77
10- إعادة استخدام الفاقد من المياه		-	-	-	2
الإجمالي		69.96	70.26	76.25	92.67
1- الزراعة		59.3	60.9	62.15	67.13
2- الاستخدامات المنزلية		6.5	9.55	10.4	6.6
3- الفاقد بالتبخر من النيل والترع		2.1	2.1	2.5	2.1
4- الصناعة		1.15	1.2	1.2	10.56
5- الملاحة النهريّة		0.2	0	0	0.15
الإجمالي		69.25	73.75	76.25	86.54
صافي الميزان المائي		0.71	-3.49	0	6.13

المصدر: (1) جمعت وحسبت من: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، "التقرير السنوي لإحصاءات البيئة"، اعداد متفرقة.

(2) Ministry of public works and water Resources, NWRP Project (August 1999), National Water resources plan for Egypt: inception report, Cairo.

* الميزان المائي في عام 2017 كان مستهدفاً من تطبيق بعض السياسات التي يمكن أن تؤدي إلي زيادة المعروض المائي.

جدول 6. صافي العائد الفدائي وصافي عائد وحدة المياه لمختلف المحاصيل الزراعية، متوسط الفترة (2014-2016)

المحصول	البيان	المساحة بالآلاف فدان	متوسط احتياج الفدان من المياه متر مكعب	إجمالي الاحتياجات المائية بالآلاف م ³ (1)	صافي العائد بالجنيه (2)	صافي عائد متوسط احتياج الوحدة المائية العمل	متوسط احتياج الفدان من أيام العمل	اجمالي الاحتياجات من أيام العمل بالآلاف يوم عمل ⁽³⁾
القمح		3405	1872	6374160	3941	2.11	43	146415
الشعير		60.8	1520	92416	3645	2.40	55	3344
الفول البلدي		85	1413	120105	2524	1.79	52	4420
العدس		1.4	1850	2590	2746	1.48	52	73
الحلبة		5	1569	7845	2710	1.73	102	510
الحمص		2	1950	3900	1572	0.81	102	204
الترمس		0.9	1850	1665	1352	0.73	52	47
برسيم مستديم		1320.9	3096	4089506	11924	3.85	135	178322
برسيم تحريش		216.4	1160	251024	5394	4.65	24	5194
الكتان		8.9	1369	12184.1	3811	2.78	73	650
طماطم		206.9	2233	462007.7	21947	9.83	86	17793
كوسة		44.3	1625	71987.5	4324.3	2.66	69	3057
كرنب		8.2	1625	13325	4028	2.48	82	672
فلفل		53.6	1625	87100	2498.7	1.54	43	2305
بادنجان		52.5	1625	85312.5	4019.7	2.47	22	1155
بنجر السكر		539.7	2273	1226738	3838	1.69	33	17810
بصل		163.4	2072	338564.8	10815	5.22	74	12092
ثوم		28.9	1672	48320.8	10316	6.17	73	2110
الأرز		1215.8	6550	7963490	2901	0.44	71	86322
قصب السكر		328.1	9874	3239659	12438	1.26	188	61683
الذرة الشامية		1740.8	3282	5713306	2258	0.69	48	83558
الذرة الرفيعة		354.7	3317	1176540	1511	0.46	48	17026
القطن		240.9	3498	842668.2	2876	0.82	76	18308
الفول السوداني		143	4342	620906	7976.7	1.84	157	22451
فول الصويا		33.9	3289	111497.1	2322.7	0.71	157	5322
السمسم		84.3	2968	250202.4	2989.3	1.01	157	13235
دوار الشمس		15.7	2620	41134	1656.3	0.63	157	2465
طماطم		255.7	3189	815427.3	19553	6.13	157	40145
بطاطس		147.7	3432	506906.4	3270.7	0.95	86	12702
خيار		40.3	2990.3	120509.1	4690	1.57	40	1612
كوسة		28.9	2990.3	86419.67	9057	3.03	106	3063
بادنجان		39.2	2990.3	117219.8	13470	4.50	72	2822
فلفل		30.2	2990.3	90307.06	6597	2.21	106	3201
كانتلوب		54.7	2990.3	163569.4	3475	1.16	106	5798
ذرة شامية نيلي		193.3	2468	477064.4	1859.7	0.75	32	6186
طماطم		49.5	4501	222799.5	45825	10.18	157	7772
بطاطس		51.9	2721.3	141235.5	6506	2.39	157	8148
كرنب		34.3	2721.3	93340.59	3607.3	1.33	157	5385
النباتات الطبية والعطرية		44.9	1756	78844.4	4471	2.55	157	7049
علف اخضر		1094.00	2468	2699992	3216	1.30	157	171758
محاصيل اخرى		1499.11	3816	5720619	3366	0.88	86	128924
المجموع		13924.71	-	44582408.22	-	-	-	1111108

(1) حاصل ضرب المساحة المزروعة بالفدان × الاحتياجات المائية للفدان متر مكعب.

(2) تأتي من خارج قسمة (صافي العائد الفدائي/كمية مياه الري للفدان).

(3) حاصل ضرب المساحة المزروعة بالفدان × الاحتياجات من أيام العمل للفدان.

المصدر : جمعت وحسبت من: (1) وزارة الزراعة واستصلاح الاراضي، قطاع الشئون الاقتصادية، "نشرات الاقتصاد الزراعي"، أعداد متفرقة. (2) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، "نشرة الري والموارد المائية"، أعداد متفرقة.

قيود العمالة الزراعية

مكعب مياه، وتدنية الموارد المائية للتركيب المحصولي المقترح الى نحو 39 مليار متر مكعب، وهذا النموذج يمكن أن يستفيد منه متخذ القرار، ولذلك قد يمكن التوصية بتطبيقه في حاله الأخذ في الاعتبار كلاً من الآثار السلبية المتوقعة لسد النهضة ووجود فواقد مائية من السد العالي الى المزارع، وبالتالي يمكن من خلاله تحقيق الاستخدام الامثل للموارد المائية المتاحة في الزراعة المصرية كهدف للدراسة، وكذلك مساهمته في حل مشكلة البطالة في القطاع الزراعي حيث يستوعب حوالي 0.938 مليار يوم عمل بشري.

هذا وتشير النتائج ان التركيب المحصولي يقترح زيادة مساحات المحاصيل الشتوية علي النحو التالي القمح 15.23%، والبرسيم المستديم 136.51% والبرسيم التحريش 5.84% والكوسة 15% والبيادنجان 14% والصلب 14.4% والثوم 54.4% عن نظيرتها لتلك المحاصيل المزروعة فعلا لمتوسط الفترة (2014-2016)، وعلى النقيض من ذلك اختفت مساحات كلا من الشعير والفول البلدي والعدس والحمص والترمس والحلبة والكتان والكرنب والفلل والعلف الأخضر.

أما بالنسبة للمحاصيل الصيفية فقد أشارت النتائج أن هذا التركيب المحصولي يقترح تناقص مساحة كلا من الأرز 25%، النباتات الطبية والعطرية 83%، قصب السكر 75%، والقطن 65.3% والفول السوداني 96.3% والسوسم 62% والخيار 53% والفلل 50.4% عن نظيرتها لتلك المحاصيل المزروعة فعلا لمتوسط الفترة (2014-2016)، وعلى النقيض من ذلك زيادة مساحة كلا من فول الصويا 782.34% والطماطم 117.27% والبطاطس 13.72% والكوسة 72% والبيادنجان 66.68% عن المساحة الفعلية في التركيب المحصولي الفعلي (2014-2016) في حين أختفى محصول دوار الشمس والذرة الرفيعة والكانتلوب تماما من التركيب المحصولي.

وبالنسبة للحاصلات النيلية فقد أشارت النتائج أن هذا التركيب المحصولي يقترح تناقص مساحة الارز النيلي 9% عن نظيره الفعلي كما اختفت محاصيل الذرة الشامية والبطاطس والكرنب عن التركيب المحصولي الفعلي لمتوسط الفترة (2014-2016).

أما إذا كان الهدف هو تعظيم صافي العائد على وحدة المياه خلال متوسط الفترة (2014-2016)، فإنه يتضح من نفس الجدول أن النموذج المقيد يُعد نموذجاً منطقياً من المنظور الاقتصادي، وذلك لإرتفاع العائد الكلي الى حوالي 104 مليار جنية وتعظيم العائد على وحدة المياه بحوالي 3.2 جنية/ متر مكعب مياه، وتدنية الموارد المائية في التركيب المحصولي المقترح الى حوالي 31.7 مليار متر مكعب، مع وجود -على الأقل- مساحة مزروعة من

تم إفتراض أن عدد أيام العمل للمحاصيل الزراعية داخل النموذج لا يزيد عن إجمالي عدد أيام العمل متاح، حيث تم استخدام إثني عشر فيداً للعمالة تمثل جملة إحتياجات العمالة الزراعية الشهرية للأنشطة المحصولية المشمولة في النموذج (بإجمالي عدد بلغ نحو 1.46 مليار يوم عمل)، كما هو موضح في جدول 6. وقد روعي عند إجراء التحليل ألا تزيد جملة الإحتياجات من العمالة الزراعية الشهرية عن المتاح الشهري منها، وتم حساب عدد أيام العمل متاح شهرياً لتلك المحاصيل.

وعلى هذا الأساس، وقد تمثل قيود نماذج البرمجة الخطية المستخدمة في هذه الدراسة في قيود أرضية، ومائية وعمالة زراعية، وتكاليف إنتاج وقيود تنظيمية تمثل الحدود العليا والدنيا لمساحة المحاصيل المدروسة.

ويمكن توضيح إجمالي القيود التي تضمنها النموذج على النحو التالي :

- 1- إجمالي المساحة المحصولية ≥ 13.9 مليون فدان.
- 2- إجمالي مساحة المحاصيل الشتوية ≥ 6.98 مليون فدان.
- 3- إجمالي مساحة المحاصيل الصيفية ≥ 6.5 مليون فدان.
- 4- إجمالي مساحة المحاصيل النيلية ≥ 0.42 مليون فدان.
- 5- الكمية التي تحتاجها المحاصيل المزروعة من مياه الري ≥ 44.3 مليار متر مكعب.
- 6- عدد أيام العمل التي تحتاجها المحاصيل المزروعة من العمالة الزراعية > 1.46 مليار يوم عمل.

نتائج نموذج البرمجة الخطية

تم تقدير عدد من المحاولات باستخدام القيود لمتوسط الفترة (2014-2016) والتي أسفرت عن النتائج الآتية:

النموذج الفعلي

يبين جدول 7 إجمالي المساحة المحصولية والتي تبلغ 13.9 مليون فدان، وإجمالي الإحتياجات المائية حوالي 44.3 مليار متر مكعب، وإجمالي الإحتياجات من أيام العمل 1.46 مليار يوم عمل.

أفضل السيناريوهات المنطقية لنماذج البرمجة الخطية المقترحة

يتبين من جدول 7 أنه إذا كان الهدف هو تعظيم صافي العائد الفداني خلال متوسط الفترة (2014-2016) فإن النموذج المقيد يُعد نموذجاً منطقياً من المنظور الاقتصادي، وذلك لإرتفاع العائد الكلي منه إلى نحو 99.3 مليار جنية، وكذلك ارتفاع العائد على وحدة المياه بنحو 2.5 جنية/متر

جدول 7. أفضل السيناريوهات المنطقية لنماذج البرمجة الخطية المقترحة، متوسط الفترة (2014-2016)

القيود	مؤشرات النموذج	نتائج التركيب المحصولي الفعلي	نتائج السيناريوهات المختلفة للتركيب المحصولي المقترح	تعزيز صافي العائد الفدائي على وحدة المياه	تدنية الاحتياجات المائية
في حالة وجود قيود تنظيمية	المساحة المحصولية (مليون فدان)	13.9	13.69	12.7	13.5
	المطلوب من المياه (مليار متر مكعب)	44.3	39	31.7	32
	صافي العائد الكلي (مليار جنية)	71.3	99.3	104	94
	صافي العائد الفدائي (جنيه/ فدان)	6444	7253	8184	6994
	صافي عائد وحدة المياه (جنيه/متر مكعب)	1.6	2.5	3.2	2.9
	المطلوب من العمل (مليار يوم عمل)	1.46	0.938	0.985	1.02

المصدر: نتائج التحليل الاحصائي للبرمجة الخطية باستخدام برنامج WIN QSB على الحاسب الالى.

من النباتات الطبية والعطرية 86.47% والبقول السوداني 1.59% وفول الصويا 782.3% والسهم 56.6% والكانتلوب 35.68% عن المساحة الفعلية في التركيب المحصولي الفعلي (2014-2016).

وبالنسبة للحاصلات النيلية فقد أشارت النتائج أن الحاصلات النيلية تزايدت في مساحات البطاطس 46% والكرنب 905% وتناقصت في مساحة الطماطم 44.27% وأختفت محصول الذرة الشامية تماما من هذا التركيب المحصولي عن المساحة الفعلية في التركيب المحصولي الفعلي (2014-2016).

أما إذا كان الهدف هو تدنية الاحتياجات المائية خلال متوسط الفترة (2014-2016)، فيوضح جدول 7 أن النموذج المقيد يُعتبر نموذجاً منطقياً من المنظور الاقتصادي، وذلك لإرتفاع العائد الكلي إلى حوالي 94 مليار جنية، وارتفاع العائد على وحدة المياه بحوالي 2.9 جنيه/متر مكعب مياه، وتدنية الموارد المائية في التركيب المحصولي المقترح الى حوالي 32 مليار متر مكعب، مع وجود على الأقل مساحة مثل محاصيل القمح، قصب السكر، والارز المزروعة عن التركيب المحصولي الفعلي. وهذا النموذج يمكن ان يستفيد منه متخذ القرار، ولذلك يمكن التوصية بتطبيقه نظراً لانه يأخذ في الاعتبار الآثار السلبية لسد النهضة الأثيوبى على حصة مصر من نهر النيل، وبالتالي يمكن من خلاله تحقيق الاستخدام الامثل للموارد المائية المتاحة في الزراعة المصرية،

الحاصلات الاستراتيجية الهامة مثل القمح، وبنجر السكر، والارز المزروعة عن التركيب المحصولي الفعلي للايفاء بمتطلبات الاستهلاك المحلي، وأيضا مساهمته في حل مشكلة البطالة في القطاع الزراعى حيث يستوعب حوالى 0.985 مليار يوم عمل بشري.

هذا وتشير النتائج ان التركيب المحصولي يقترح تناقص مساحات المحاصيل الشتوية علي النحو التالي القمح 25.26%، البرسيم المستديم 75.46%، الطماطم 89% والكرنب 14.5% وبنجر السكر 56% عن نظيرتها لتلك المحاصيل المزروعة فعلا لمتوسط الفترة (2014-2016)، وعلى النقيض من ذلك زيادة مساحة كلا من الفول البلدى 232% والحلبة 222% والحمص 119.2% والترمس 132.14% والبرسيم التحريش 287% والفلفل 99% والبادنجان 626.6% والبصل 14.4%، بينما اختفت مساحة المحاصيل التالية من التركيب المحصولي الشتوي الشعير والعدس والكوسة والعلف الاخضر عن المساحة الفعلية في التركيب المحصولي الفعلي (2014-2016).

أما بالنسبة للمحاصيل الصيفية فقد أشارت النتائج أن التركيب المحصولي يقترح تناقص مساحة كلا من الارز 99.2%، قصب السكر 88.79%، الذرة الشامية 99.19% والذرة الرفيعة 84.15% والخيار 53% عن نظيرتها لتلك المحاصيل المزروعة فعلا لمتوسط الفترة (2014-2016). وعلى النقيض من ذلك زيادة مساحة كلا

السيناريو الأول: ملء بحيرة سد النهضة خلال ثلاث سنوات

تبين من جدول 8 أن المساحة المحصولية انخفضت من 13.9 مليون فدان إلى 12.5 مليون فدان وهذا له آثار إيجابية عند قبوله كنموذج منطقي يخفض كمية المياه من 44.3 مليار متر مكعب إلى 36.6 مليار متر مكعب، وانخفاض صافي العائد الكلي من 71.3 مليار جنية إلى 64 مليار جنية مما يؤدي إلى انخفاض صافي العائد الفداني من 6444 جنية/فدان إلى 4751 جنية/فدان ورفع صافي العائد على وحدة المياه من 1.6 جنية/متر مكعب إلى 1.7 جنية/متر مكعب، وانخفاض عدد أيام العمل البشري من 1.46 مليار يوم عمل بشري إلى 1.3 مليار يوم عمل بشري. كما له آثار سلبية لأن ذلك يؤدي إلى إهدار نحو 1.4 مليون فدان من المساحة المحصولية وهذا غير منطقي.

السيناريو الثاني: ملء بحيرة السد خلال خمس سنوات

تبين من جدول 8 أن المساحة المحصولية انخفضت من 13.9 مليون فدان إلى 12,89 مليون فدان وهذا له آثار إيجابية عند قبوله كنموذج منطقي حيث يخفض كمية المياه من 44.3 مليار متر مكعب إلى 36.8 مليار متر مكعب، وانخفاض صافي العائد الكلي من 71.3 مليار جنية إلى 61.7 مليار جنية مما يؤدي إلى انخفاض صافي العائد الفداني من 6444 جنية/فدان إلى 4787 جنية/فدان، ورفع صافي العائد على وحدة المياه من 1.6 جنية/متر مكعب إلى 1.67 جنية/متر مكعب، وانخفاض عدد أيام العمل البشري من 1.46 مليار يوم عمل بشري إلى 1.3 مليار يوم عمل بشري. كما له آثار سلبية لأن ذلك يؤدي إلى إهدار نحو 1.01 مليون فدان من المساحة المحصولية وهذا غير منطقي.

السيناريو الثالث: ملء بحيرة السد خلال سبع سنوات

تبين من جدول 8 أن المساحة المحصولية انخفضت من 13.9 مليون فدان إلى 13.5 مليون فدان وهذا له آثار إيجابية عند قبوله كنموذج منطقي يخفض كمية المياه من 44.3 مليار متر مكعب إلى 37 مليار متر مكعب، وانخفاض صافي العائد الكلي من 71.3 مليار جنية إلى 54.9 مليار جنية مما يؤدي إلى انخفاض صافي العائد الفداني من 6444 جنية/فدان إلى 4398 جنية/فدان، وانخفاض صافي العائد على وحدة المياه من 1.6 جنية/متر مكعب إلى 1.5 جنية/متر مكعب، وانخفاض عدد أيام العمل البشري من 1.46 مليار يوم عمل بشري إلى 1.2 مليار يوم عمل بشري. كما له آثار إيجابية لأنه لا يؤدي إلى إهدار مساحة كبيرة من المساحة المحصولية مقارنة بالسيناريو الأول والثاني.

ويعتبر البديل الثالث هو أقلها ضرراً علي الزراعة المصرية.

وأيضا مساهمته في حل مشكلة البطالة في القطاع الزراعي حيث يستوعب حوالي 1.02 مليار يوم عمل بشري.

هذا وتشير النتائج ان التركيب المحصولي يقترح زيادة مساحات المحاصيل الشتوية من القمح 16.4% والشعير 103% والعدس 641.4% والحلبة 157.5% والحمص 75.4% والترمس 85.7% والبرسيم التحريش 310.6% والكرنب 830.8% والفلفل 1051.2% والبادنجان 481.4% والثوم 209.2%، وتناقص مساحة كلا الفول البلدي 65% والبرسيم المستديم 57.7% الطماطم 89.7% وبنجر السكر 56% عن نظيرتها لتلك المحاصيل المزروعة فعلا لمتوسط الفترة (2014-2016).

أما بالنسبة للمحاصيل الصيفية فقد أشارت النتائج أن التركيب المحصولي يقترح تناقص مساحة كلا من الأرز 98% وقصب السكر 75% والذرة الشامية 98.4% والذرة الرفيعة 61% والفول السوداني 68.3% والخيار 62.4%، وزيادة مساحة كلا من النباتات الطبية والعطرية 578.6% والقطن 201.2% وفول الصويا 782.3% والسمسم 56.6% والطماطم 699.5% والبطاطس 21.9% والكانتلوب 35.7% عن نظيرتها لتلك المحاصيل المزروعة فعلا لمتوسط الفترة (2014-2016).

وبالنسبة للحاصلات النيلية فقد أشارت النتائج أن الحاصلات النيلية أختفت تماما من هذا التركيب المحصولي النيلي ماعدا مساحة محصول الذرة الشامية التي تناقصت بمقدار 69.2%.

فقد تبين من جدول 7 أن جميع السيناريوهات الثلاثة للتركيب المحصولي المقترح في حاله وجود قيود تنظيمية هي أفضل من التركيب المحصولي الفعلي ولذلك يمكن بالتوصية باتباع أي منها تحت القيود المتوقعة.

النموذج المتوقع (أهم الآثار المتوقعة لسد النهضة علي حصة مصر المائية)

يتضح من جدول 8 مقارنة جميع السيناريوهات تحت القيود المتوقعة لتوضيح أفضل السيناريوهات المنطقية للإدارة المثلى للموارد المائية خلال متوسط الفترة (2014-2016) لنتائج نماذج البرمجة الخطية المقترحة للقيود المتوقعة نتيجة ملء بحيرة سد النهضة لفترات مختلفة بمقدار 74 مليار متر مكعب، والتي يمكن التوصية بها لمتخذى القرار الاقتصادي في حالة الاستخدام الأمثل للموارد المائية، وبمقارنة نتائج النماذج المقترحة لتدنية الاحتياجات المائية في حالة وجود قيود تنظيمية متوقعة خلال الفترات المتوقعة لملء بحيرة سد النهضة على التركيب المحصولي المصري.

جدول 8. مقارنة نتائج البرمجة الخطية لجميع السيناريوهات المختلفة للتركيب المحصولي المقترح بالتركيب المحصولي الفعلي خلال متوسط الفترة (2014-2016)

نتائج السيناريوهات المختلفة للتركيب المحصولي المقترح	نتائج التركيب المحصولي الفعلي			مؤشرات النموذج	القيود
	تدنية الاحتياجات المائية خلال متوسط فترة 7 سنوات	تدنية الاحتياجات المائية خلال متوسط فترة 5 سنوات	تدنية الاحتياجات المائية خلال متوسط فترة 3 سنوات		
13.5	12.89	12.5	13.9	المساحة المحصولية (مليون فدان)	في حالة وجود قيود تنظيمية مترقعة
37	36.8	36.6	44.3	المطلوب من المياه (مليار متر مكعب)	
54.9	61.7	64	71.3	صافي العائد الكلي (مليار جنية)	
4398	4787	4751	6444	صافي العائد الفدائي (جنيه/ فدان)	
1.5	1.67	1.7	1.6	صافي عائد وحدة المياه (جنيه متر مكعب)	
1.2	1.3	1.3	1.46	مطلوب من العمل (مليار يوم عمل)	

المصدر: نتائج التحليل الإحصائي للبرمجة الخطية باستخدام برنامج WIN QSB على الحاسب الآلي.

المراجع

يوسف، محمد لطفي (2012). الخطة القومية للموارد المائية في مصر، المؤتمر العشرون للاقتصاديين الزراعيين.

Alpha, C. (1972). Fundamental Methods of Mathematical Economics, Second Edition, Mc Grow-Hill Book Company, New York U.S.A.

Ministry of public works and water Resources, NWRP Project (August 1999), National Water resources plan for Egypt: inception report, Cairo.

Paul, H.W. (2013). Model Building in Mathematical Programming, London School of Economics, UK.

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التقرير السنوي لإحصاءات البيئة، الكتاب السنوي الإحصائي، أعداد متفرقة.

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، نشرة الري والموارد المائية، أعداد متفرقة.

عامر، محمد جابر ورجاء محمود رزق (2014). اقتصاديات الموارد الأرضية والمائية، مطابع جامعة الزقازيق، كلية الزراعة، الطبعة الأولى، مصر.

قاعدة بيانات البنك الدولي (2014). المؤشرات البيئية.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرات الاقتصاد الزراعي، أعداد متفرقة.

ECONOMIC PLANNING FOR THE USE OF WATER RESOURCES IN EGYPTIAN AGRICULTURE UNDER EXPECTED CONSTRAINTS

Bosy M. Kamel, M.Z. Gomaa, Ragaa M. Rezk and Hadil T. Hassanein

Agric. Econ. Dept., Fac. Agric., Zagazig Univ., Egypt

ABSTRACT: Egypt relies for agricultural development on its natural resource base, especially water resources. However, increasing national demand for these resources for different uses is facing several constraints. The first one is the limited and scarce water resources, as well as the problems of their quality. The second is its increased national demand for different uses. The third is the agricultural sector's inefficiency management of these resources (which accounts for 82% of the total Egyptian water uses). Additionally, these resources have become subject to regional challenges, the most important of which are the expected effects of Upper Nile projects (in particular the Ethiopian Renaissance dam) on the share of Egypt from the Nile waters. The research problem of this study is focused on how to direct the current crop structure, including its water crops (especially rice and sugarcane), in accordance with the local and regional Egyptian water conditions. The management of water resources conservation has become a national necessity to meet those challenges. Therefore, the study aimed the economic planning, utilizing the linear programming model, to achieve the optimal use of water resources, in line with the current and expected constraints, especially as Egypt became one of the countries under the water poverty line. To achieve the objective of the study, each resource was analyzed for different water resources and uses, annual growth rate of per capita growth, and water balance analysis. The most important findings of the study were: The Egyptian per capita share of the total available water resources has yearly declined by about 1.4%, in the average period 2006-2015, mainly as a result of the Egyptian population growth. The best Scenarios to the proposed crop structures were estimated under the constraints of the study, compared to the actual crop structure, which are three Scenarios, the first is: maximizing the net returns of the faddan (= 1.038 acres), and second is: maximizing the net returns of the water unit, and the third is: minimizing of water needs. All the three Scenarios gave logical results that were successful, all of which surpassed the current actual crop structure. The model used to evaluate the most important effects of the construction of Al Nahda dam on the water reaching Egypt, is tested three Scenarios, the first is: filling the dam lake within three years, the second is: filling it within five years, and the third is: filling it within seven years. The study showed that the third Scenario (filling the dam within a period of 7 years) was the best one and the least harmful to Egyptian agriculture, which is recommended to the Egyptian water policy decision-makers to trying reaching it.

Key words: Water resources, water balance, linear programming, ethiopian renaissance dam.

المحكمون:

أستاذ الاقتصاد الزراعي المتفرغ – كلية الزراعة – جامعة القاهرة.
أستاذ الاقتصاد الزراعي المتفرغ – كلية الزراعة – جامعة الزقازيق.

1- أ.د. جمال صيام بغدادي
2- أ.د. علي أحمد إبراهيم