مجلة اتحاد الجامعات العربية
للعلـــوم الزراعيـــة
جامعة عين شمس ، القاهرة
مجلد(21)، عدد (2)، 153- 167، 2013

التنمية الرأسية لمحصول القمح في ظل المحددات الراهنة للإنتاج الزراعي

[11]

إيناس ممدوح محمود جبر[1]
1- المعمل المركزي لبحوث التصميم والتحليل الإحصائي- مركز البحوث الزراعية

الكلمات الدالة: التوسع الرأسي، القمح، مصر

الموجـــز

تستهدف الدراسة البحث في إمكانية التوسع الرأسي لمحصول القمح وذلك بزيادة الإنتاج الكلى للمحصول من نفس المساحة المنزرعة وذلك بإعادة توزيع مساحات هذه المحاصيل على المناطق الإنتاجية المختلفة بالجمهورية وفقا لجدارتها الإنتاجية مع بيان أهمية الإنتاجية الفدانية في زيادة الإنتاج الكلى لهذا المحصول.

وقد أوضحت الدراسة أن للزيادة في الإنتاجية الفدانية تأثيراً كبيراً في زيادة الإنتاج الكلى إلا أن تأثيرها في زيادة الإيرادات الفدانية وقيمة إنتاج المحصول كان تأثيراً ضعيفاً، وقد تبين وجود إمكانية لزيادة الإنتاج الكلي لمحصول القمح بتعظيم الكفاءة الاقتصادية للموارد الإنتاجية المستخدمة في زراعة المحصول بنحو 2.09% من الزيادة فى الإنتاج الكلى، حيث قدرت الزيادة في إنتاج المحصول بنحو 1118 ألف إردب بقيمة 99 مليون جنيه مع توفير 53 مليون متر مكعب من مياه الري على الرغم من ثبات المساحة المنزرعة لمحصول القمح على مستوى الجمهورية.

وتوصي الدراسة بإعادة النظر في مساحات محصول القمح الراهنة بحيث يتم التوسع في مساحات محصول القمح في المحافظات أو المناطق التي تتسم بالارتفاع في الإنتاجية لتحقيق الكفاءة الاقتصادية في استخدام الموارد الإنتاجية الزراعية المخصصة لزراعة القمح، بحيث يمكن توفير مساحات القمح في المناطق منخفضة الإنتاجية لزراعة محاصيل أخرى ذات إنتاجية عالية في هذه المناطق ومن ثم يمكن الحد نسبياً من الفجوة القمحية في مصر.

تمهيد

يعتبر القمح أحد السلع الإستراتيجية الهامة في السياسة الاقتصادية الزراعية المصرية والتي تأخذ في أولوياتها زيادة إنتاج محاصيل الحبوب وخاصة محصول القمح والاهتمام بالنواحي الفنية واستخدام التقنيات الحديثة في الزراعة، إلا أن الإنتاج الكلى غير كاف لمواجهة الاحتياجات الاستهلاكية المتزايدة ومن ثم تزايد الفجوة الغذائية والضغط على الموازنة العامة للدولة باستيراد الحبوب من الخارج لسد العجز بين الإنتاج والاستهلاك مما يؤثر سلباً على الميزان التجاري وتناقص رصيد مصر من النقد الأجنبي.

يمثل أهم المحاصيل الهامة في مصر باعتباره محصولاً غذائياً هاماً ومصدراً هاماً لإمداد جسد الإنسان باحتياجاته من المواد البروتينية والنشوية والدهنية، كما أنه يدخل فى كثير من الصناعات الغذائية ويتزايد حجم الطلب الكلي عليه بدرجة كبيرة مقارنة بالمحاصيل الزراعية الأخرى، لذا فإنه يحتل مكانة هامة بين المحاصيل في التركيب المحصولي المصري بحيث تتنافس مساحته مع مساحات المحاصيل الشتوية الأخرى كالبرسيم والخضر من أجل تلبية الاحتياجات المتزايدة للمجتمع من هذه المحاصيل في ظل الزيادة السكانية المضطردة.

ونظراً لما تتمتع به محاصيل الحبوب من أهمية غذائية يتزايد الطلب على إنتاجها إما بالتوسع الأفقي أو بالتوسع الرأسي أو كلاهما معاً إلا أن إمكانيات التوسع الأفقي يواجهها العديد من الصعوبات، مما يزيد من

(سلم البحث فى 25 يونيو 2013)
(ووفق على البحث فى 31 يونيه 2013)

ضرورة البحث في البدائل المختلفة لزيادة الإنتاج بأساليب التوسع الرأسي وتتمثل بذلك أهمية الدراسة في تقديم أحد البدائل لما يتناسب والإمكانيات المتاحة لتعظيم الكفاءة الإنتاجية لمحصول القمح في ظل المحددات الراهنة للإنتاج الزراعي المصري، وتقدر مساحة محاصيل الحبوب بنحو 7.13 مليون فدان بنسبة 46.41%، من إجمالي المساحة المحصولية والبالغة نحو 15.35 مليون فدان حيث تساهم مساحة القمح بنسبة 19.92% من إجمالي المساحة المحصولية بالجمهورية عام 2011.

مشكلة البحث

تنحصر مشكلة القمح في مصر في التنافس الشديد بين مساحة القمح ومساحات المحاصيل الشتوية الأخرى وزيادة الاستهلاك المحلى للقمح والدقيق وعدم كفاية الإنتاج المحلى لمواجهة الاحتياجات الاستهلاكية المتزايدة ومن ثم تتزايد الفجوة الغذائية، فضلاً عن الصعوبات المرتبطة بالزراعة في الأراضي الجديدة كانخفاض الإنتاجية ومحدودية الموارد المائية المتاحة، غير أن توزيع مساحات محصول القمح في المناطق الإنتاجية المختلفة لا تتم وفقاً لجدارتها الإنتاجية بما يترتب عليه انخفاض الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية وبالتالي انخفاض الإنتاج الكلي من المحصول على الرغم من فرص زيادة الإنتاج بالتوسع الرأسي لتقليل الفجوة القمحية.

أهداف الدراسة

تستهدف الدراسة تحقيق الكفاءة الإنتاجية في إنتاج القمح بزيادة الإنتاج الكلي من المحصول على مستوى الجمهورية باستخدام نفس الموارد الإنتاجية المخصصة لإنتاجه وأهمها المساحة الأرضية والموارد المائية، بالاعتماد على الجدارة الإنتاجية للأراضي الزراعية في المناطق المختلفة كأساس للتوسع أو الانكماش في مساحة القمح في المحافظات المختلفة، وقد أمكن تحديد عدة أهداف تتناول أسس معالجة مشكلة الدراسة ممثلة في:

1- بيان المساهمة الإنتاجية الفدانية في التأثير على إيراد الفدان والإنتاج الكلى وقيمة الإنتاج.
2- تصنيف مناطق إنتاج محصول القمح وفقاً للجدارة الإنتاجية.
3- تحقيق التوسع الرأسي في الإنتاج الكلي لمحصول القمح.

الطريقة البحثية ومصادر البيانات

اعتمدت الدراسة في تحقيق أهدافها على الأساليب البحثية التالية:

1- أسلوب تحليل الارتباط والانحدار الخطي.
2- أسلوب تجزئة التغير.
3- اختبار أقل فرق معنوي (L.S.D).
4- أسلوب البرمجة الرياضية الخطية.

وقد استعانت الدراسة ببعض المراجع والدراسات ذات الصلة بموضوع الدراسة واعتمدت على البيانات الرسمية المنشورة وغير المنشورة التي تصدر عن وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، والجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.

الإطار النظري للدراسة

تعتمد الدراسة على إبراز أهمية الإنتاجية الفدانية وتأثيرها في زيادة الإنتاج الكلى من محصول القمح بالاستفادة منها في تصنيف المناطق الإنتاجية لزراعة المحصول وفقاً لجدارته الإنتاجية، بحيث يتم وضع المناطق التي لا يوجد بين متوسطات إنتاجها فروق معنوية داخل رتبة واحدة، ووضع المناطق التي يوجد بين متوسطات إنتاجها فروق معنوية في رتب مختلفة، ومن ثم إعادة توزيع مساحتها على المناطق الإنتاجية بالأسلوب الذي يحقق زيادة الإنتاج الكلى، دون تغير إجمالي الموارد الأرضية أو المائية المستخدمة في زراعة المحصول على مستوى الجمهورية، أي تعظيم الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية لاستخدام الموارد الأرضية والمائية من أجل زيادة إنتاج محصول القمح راسياً حتى يتسنى تقييم جدوى هذه الزيادة.

أهم المؤشرات الإنتاجية والاقتصادية لمحصول القمح

تحتل مساحة القمح البالغة نحو 3048 ألف فدان المرتبة الأولى بين مساحات محاصيل الحبوب حيث تمثل نحو 42.77% من إجمالي مساحة محاصيل الحبوب، ويبلغ الإنتاج الكلى نحو 8370.53 ألف طن بنسبة 40% بنسبة من إجمالي إنتاج الحبوب بالجمهورية، وتمثل مساحته أيضاً نحو 45.6% من إجمالي مساحة المحاصيل الشتوية البالغة نحو 6686.24 ألف فدان سنة 2011.

يوضح **الجدول (1)** معاملات انحدار الاتجاه الزمني العام لتطور أهم التغيرات الإنتاجية والاقتصادية لمحصول القمح ومعنوية كل منها خلال الفترة (1999- 2011)، حيث تبين أن كل من المساحة المنزرعة تتزايد سنوياً بنحو 67.14 ألف فدان حيث يساهم عامل الزمن بنحو 78% من إجمالي التغيرات في مساحة القمح المنزرعة وتعتبر هذه الزيادة معنوية إحصائياً في حين لم تثبت معنوية الانخفاض في إنتاجية محصول القمح خلال الفترة (1999- 2011)، كما يتزايد الإنتاج الكلي للمحصول سنوياً بنحو 167.33 ألف طن حيث يساهم عامل الزمن بنحو 61% من إجمالي التغيرات في إنتاج الجمهورية من القمح خلال الفترة (1999- 2011) وترجع الزيادة المعنوية في الإنتاج الكلى إلى الزيادة المعنوية في المساحة.

جدول 1. معاملات انحدار الاتجاه الزمني العام لتطور أهم المتغيرات للإنتاجية والاقتصادية لمحصول القمح خلال الفترة (1999- 2011)

البيان	الوحدة	(a) ثابت المعادلة	(b) معامل الانحدار	(T) المقدرة	R^2	المعنوية
المساحة المنزرعة	ألف فدان	2270.58	67.14	6.27	0.78	**
الإنتاجية الفدانية	طن	2.75	0.01-	1.04-	0.09	-
الإنتاج الكلى	ألف طن	6185.96	167.33	4.43	0.61	**
إيراد الفدان	جنيها	1096	456.58	5.87	0.76	**
تكاليف الفدان	جنيها	457.59	132.39	9.55	0.89	**
ربح الفدان	جنيها	28.55	235.34	3.45	0.48	*
السعر المزرعي	جنيها	35.71	21.27	5.24	0.71	**
قيمة الإنتاج	مليون جنيه	90.57	188.28	5.54	0.74	**

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعي، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد متفرقة

أيضاً تبين أن إيراد الفدان يتزايد سنوياً بنحو 456.58 جنيهاً الفدان وتعتبر هذه الزيادة معنوية إحصائياً حيث يفسر عامل الزمن نحو 76% من إجمالي التغيرات في إيراد الفدان من محصول القمح خلال الفترة (1999- 2011)، وتتزايد تكاليف إنتاج الفدان سنوياً بنحو 132.39 جنيهاً/ الفدان وتعتبر هذه الزيادة معنوية إحصائياً حيث يفسر عامل الزمن نحو 89% من إجمالي التغيرات في تكاليف الفدان خلال الفترة (1999- 2011)، ويتزايد أيضاً صافي عائد الفدان سنوياً بنحو 235.34 جنيهاً/ الفدان وتعتبر هذه الزيادة معنوية إحصائياً حيث يفسر عامل الزمن نحو 48% من إجمالي التغيرات في صافي عائد الفدان للمحصول خلال الفترة (1999- 2011)، في حين يتزايد السعر المزرعي سنوياً بنحو 21.27 جنيهاً/ الإردب وتعتبر هذه الزيادة معنوية إحصائياً حيث يرجع 71% من إجمالي التغيرات في السعر المزرعي إلى عامل الزمن خلال الفترة (1999- 2011)، بينما تتزايد قيمة إنتاج المحصول على مستوي الجمهورية بنحو

188.28 مليون جنيه وتعتبر هذه الزيادة معنوية إحصائياً حيث يرجع نحو 74% من إجمالي التغيرات في قيمة الإنتاج إلي عامل الزمن خلال الفترة (1999-2011)، ومن ثم ترجع الزيادة المعنوية في قيمة إنتاج القمح إلى الزيادة المعنوية في كل من المساحة والسعر المزرعي.

المساهمة النسبية لتغير الإنتاجية

تتناول الدراسة فيما يلي بالعرض والتحليل توضيح أهمية مساهمة الإنتاجية الفدانية في التأثير على الإنتاج الكلى والإيراد الفداني وقيمة إنتاج المساحة المنزرعة من محصول القمح عام 2011 مقارنة بعام 2001، حيث يرمز للمساحة المنزرعة بحرف A والإنتاجية الفدانية بحرف B والسعر المزرعي بحرف E ، وقد استعانت الدراسة بأسلوب تجزئة التغير لتحديد هذه التأثيرات حيث استخدمت المعادلة التالية لتجزئة التغير فى الإنتاج الكلى على أساس أن التغير في الإنتاج الكلى هو محصلة التغير في كل من الإنتاجية الفدانية والمساحة المنزرعة:

$$\Delta AB = \Delta A(B)_0 + \Delta B(A)_0 + \Delta A\Delta B$$

حيث: ΔAB = إجمالي التغير في الإنتاج الكلى.

$\Delta A(B)_0$ = التغير في المساحة المنزرعة مع ثبات الإنتاجية.

$\Delta B(A)_0$ = التغير في الإنتاجية الفدانية مع ثبات المساحة.

$\Delta A\Delta B$ = التغير المشترك في كل من المساحة والإنتاجية معاً.

بعد تقدير المعادلة السابقة تؤخذ النسب المئوية لهذه التغيرات المجزئة إلى إجمالي التغير في الإنتاج الكلى (ΔAB) لتحديد مساهمة كل تغير على حدي بالنسبة لإجمالي التغير في الإنتاج الكلى.

كما استخدمت المعادلة التالية لتجزئة التغير فى الإيرادات الفدانية على أساس أن التغير فى الإيرادات الفدانية هو محصلة التغير فى الإنتاجية الفدانية والسعر المزرعي:

$$\Delta EB = \Delta B(E)_0 + \Delta E(B)_0 + \Delta E\Delta B$$

حيث: ΔEB = إجمالي التغير في الإيرادات الفدانية.

$\Delta B(E)_0$ = التغير في الإنتاجية الفدانية مع ثبات السعر المزرعي.

$\Delta E(B)_0$ = التغير في السعر المزرعي مع ثبات الإنتاجية الفدانية.

$\Delta E\Delta B$ = التغير المشترك في كل من السعر المزرعي والإنتاجية الفدانية معاً.

بعد تقدير المعادلة السابقة تؤخذ النسب المئوية لهذه التغيرات المجزئة إلى إجمالي التغير في إيراد الفدان ΔEB لتحديد مساهمة كل تغير على حدي بالنسبة لإجمالي التغير في إيرادات الفدان.

أيضاً استخدمت المعادلة التالية لتجزئة التغير فى قيمة إنتاج المساحة المنزرعة من محصول القمح على أساس أن التغير فى قيمة إنتاج المساحة المنزرعة هو محصلة التغير فى الإنتاجية الفدانية والمساحة المنزرعة والسعر المزرعي:

$$\Delta ABE = \Delta A(B)_0(E)_0 + \Delta B(A)_0(E)_0 + \Delta E(A)_0(B)_0 + \Delta A\Delta B(E)_0 + \Delta A\Delta E(B)_0 \Delta B\Delta E(A)_0 + \Delta A\Delta B\Delta E$$

حيث: ΔABE = إجمالي التغير في قيمة إنتاج المساحة المنزرعة من محصول القمح.

$\Delta A(B)_0(E)_0$ = التغير في المساحة المنزرعة مع ثبات الإنتاجية الفدانية والسعر المزرعي.

$\Delta B(A)_0(E)_0$ = التغير في الإنتاجية الفدانية مع ثبات المساحة المنزرعة والسعر المزرعي.

$\Delta E(A)_0(B)_0$ = التغير في السعر المزرعي مع ثبات الإنتاجية الفدانية والمساحة المنزرعة.

$\Delta A\Delta B(E)_0$ = التغير في المساحة المنزرعة والإنتاجية الفدانية مع ثبات السعر المزرعي.

$\Delta A\Delta E(B)_0$ = التغير في المساحة المنزرعة والسعر المزرعي مع ثبات الإنتاجية الفدانية.

$\Delta B\Delta E(A)_0$ = التغير في الإنتاجية الفدانية والسعر المزرعي مع ثبات المساحة المنزرعة.

$\Delta A\Delta B\Delta E$ = التغير المشترك في المساحة المنزرعة والإنتاجية الفدانية والسعر المزرعي.

بعد تقدير المعادلة السابقة تؤخذ النسب المئوية لهذه التغيرات المجزئة إلى إجمالي التغير في قيمة إنتاج المساحة المنزرعة ΔABE لتحديد مساهمة كل تغير على حدي في قيمة إنتاج المساحة المنزرعة من المحصول موضع الدراسة.

تجزئة التغيرات في بعض المؤشرات الإنتاجية والاقتصادية

يوضح **جدول (2)** الأهمية النسبية لتجزئة التغيرات في الإنتاج الكلى حيث يرجع التغير في المساحة إلى العوامل الاقتصادية، والتغير في الإنتاجية يرجع إلى عوامل تكنولوجية مرتبطة بإنتاجية القمح ويعكس حجم الطلب المتزايد على محصول القمح وذلك لسد حاجة المجتمع والحد من الفجوة الغذائية.

يتبين من الجدول أن 88% من إجمالي التغيرات في الإنتاج الكلى لمحصول القمح لمحصول خلال فترة الدراسة يرجع إلى التغير في المساحة مع ثبات الإنتاجية وأن نحو 9% من إجمالي التغيرات في إنتاج المحصول يرجع إلى التغير في الإنتاجية مع ثبات المساحة ونحو 3% من إجمالي التغير في إنتاج محصول القمح يرجع إلى التغير المشترك في كل من المساحة والإنتاجية معاً، أي أن الإنتاجية ساهمت بنسبة 9% في زيادة إنتاج القمح في عشرة سنوات وهي نسبة جيدة بما يعادل 1% سنوياً أما التأثير المشترك للمساحة والإنتاجية معاً فقي زيادة الإنتاج فيرجع إلى السياسات الاقتصادية والإنتاجية.

ويتبين بالنسبة لإيرادات الفدان أن التغير في الإنتاجية الفدانية مع ثبات السعر المزرعي يساهم بنحو 1.22% بينما التغير في السعر المزرعي مع ثبات الإنتاجية الفدانية يساهم بنحو 96% وأن التغير المشترك في كل من السعر والإنتاجية معاً يساهم بنحو 3% وذلك من إجمالي التغيرات في إجمالي إيرادات فدان محصول القمح خلال فترة الدراسة، ويوضح ذلك أن السعر المزرعي عامل مؤثر في ارتفاع إيراد المحصول كما انه يعد من أهم العوامل المؤثرة في مساحة المحصول إذ أن ارتفاع السعر يدفع المزارعين إلى التوسع في زراعة المحصول.

جدول 2. الأهمية النسبية لتجزئة التغيرات في كل من الإنتاج والإيراد وقيمة الإنتاج لمحصول القمح خلال عام 2011 مقارنة بعام 2001

التغيرات	الإنتاج الكلى	الإيراد	قيمة الإنتاج
$\Delta A(B)_0$	88.56		
$\Delta A(B)_0$	8.79		
$\Delta A \Delta B$	2.65		
$\Delta B(E)_0$		1.22	
$\Delta E(B)_0$		95.91	
$\Delta E \Delta B$		2.87	
$\Delta A(B)_0(E)_0$			8.65
$\Delta B(A)_0(E)_0$			86‹.0
$\Delta E(A)_0(B)_0$			67.29
$\Delta A \Delta B(E)_0$			0.26
$\Delta A \Delta E(B)_0$			20.31
$\Delta B \Delta E(A)_0$			2.02
$\Delta A \Delta B \Delta E$			0.61
	100	100	100

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعي، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة

ويتبين أن نحو 9% من إجمالي التغير في قيمة إنتاج محصول القمح علي مستوي الجمهورية يرجع إلى تغير المساحة فقط مع ثبات الإنتاجية الفدانية والسعر المزرعي وأن 0.9% من التغير في قيمة الإنتاج يرجع إلى تغير الإنتاجية الفدانية فقط مع ثبات المساحة والسعر في حين أن 67% يرجع إلى تغير السعر المزرعي مع ثبات المساحة المنزرعة والإنتاجية الفدانية وأن 0.3% من التغير في قيمة إنتاج القمح يرجع التأثير المشترك للتغير في كل من المساحة والإنتاجية مع ثبات السعر المزرعي، في حين أن 20.31% من التغير في قيمة إنتاج القمح يرجع إلى التغير في كل من المساحة والسعر المزرعي مع ثبات الإنتاجية وأن 2.02% من إجمالي التغير في قيمة الإنتاج يرجع إلى التغير في الإنتاجية الفدانية

والسعر المزرعي مع ثبات المساحة المنزرعة وأن 0.6% من إجمالي التغير في قيمة الإنتاج يرجع إلى التغير المشترك لكل من المساحة والإنتاجية والسعر معاً.

ومما سبق يتضح أن أكثر العوامل تأثيراً في إحداث التغير في قيمة إنتاج القمح خلال فترة الدراسة هي التغير في السعر المزرعي مع ثبات المساحة المنزرعة والإنتاجية الفدانية، والتغير المشترك في كل من المساحة المنزرعة والسعر المزرعي مع ثبات الإنتاجية حيث يساهم هذين العاملين فقط بنحو 87.6%.

التصنيف الاقتصادي للمناطق الإنتاجية للقمح

يمكن تصنيف المناطق الإنتاجية لمحصول القمح وفقاً للجدارة الإنتاجية لكل منطقة خلال الفترة (2009– 2011) كما يوضحها **جدول (3)** إلي أربعة مناطق إنتاجية وذلك باستخدام اختبار أقل فرق معنوي حيث بلغت قيمة *LSD* نحو 1.646، وتضم الرتبة الأولي 6 محافظات هي المنوفية والمنيا والجيزة و 6 أكتوبر والغربية والبحيرة وهي تصنف كمناطق عالية الإنتاجية حيث تتراوح الإنتاجية فيها بين (18.42– 19.99) إردب/ فدان بمتوسط قدره 19.04 إردب/ الفدان، في حين تضم الرتبة الثانية 11 محافظة الدقهلية وبني سويف وأسيوط وكفر الشيخ وحلوان والقليوبية والفيوم وسوهاج والإسكندرية والقاهرة ودمياط وهي تصنف كمناطق جيدة الإنتاجية حيث تتراوح الإنتاجية فيها بين (16.95– 18.20) إردب/ فدان بمتوسط قدره 17.49 إردب/ الفدان، أما الرتبة الإنتاجية الثالثة فتضم 7 محافظات وهي الشرقية والسويس والأقصر والإسماعيلية وقنا وبورسعيد والنوبارية وهي تصنف كمناطق منخفضة الإنتاجية حيث تتراوح إنتاجيتها بين (15.31– 16.40) إردب/ فدان بمتوسط قدره 15.82 إردب/ الفدان، وأخيراً تضم المرتبة الإنتاجية الرابعة 4 محافظات هي الوادي الجديد وأسوان ومطروح وجنوب سيناء وهي تصنف كمناطق ضعيفة الإنتاجية حيث تتراوح إنتاجيتها بين (9.17– 14.08) إردب/ فدان بمتوسط قدره 11.99 إردب/ الفدان.

جدول 3. التصنيف الاقتصادي للمناطق المنتجة للقمح وفقاً للجدارة الإنتاجية خلال الفترة (2009- 2011)

الرتبة	مدي الإنتاجية	متوسط الإنتاجية	المحافظات
الأولي	18.42- 19.99	19.04	المنوفية- المنيا- الجيزة- 6اكتوبر- الغربية- البحيرة
الثانية	16.95- 18.20	17.49	الدقهلية- بني سويف- أسيوط- كفر الشيخ- حلوان- القليوبية- الفيوم- سوهاج- الإسكندرية- القاهرة- دمياط
الثالثة	15.31- 16.40	15.82	الشرقية- السويس- الأقصر- الاسماعلية- قنا- بورسعيد- النوبارية
الرابعة	9.17- 14.08	11.99	الوادي الجديد- أسوان- مطروح- جنوب سيناء

المصدر: حسب من بيانات وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة

الأهمية النسبية للمساحة القمح خلال الفترة (2009-2011)

يوضح **جدول (4)** الأهمية النسبية للمساحة الراهنة لمحصول القمح بعد تصنيف المناطق الإنتاجية إلي رتب وفقاً للجدارة الإنتاجية إذ يتبين بالنسبة للرتبة الأولي أن مساحة القمح بمحافظات محافظات المنوفية والمنيا و 6 أكتوبر والغربية والبحيرة تساهم بنحو 3.72%، 7.15%، 0.97%، 4.98%، 10.25% على الترتيب من إجمالي مساحة القمح علي مستوي الجمهورية.

أما الرتبة الثانية فتتوزع مساحات محصول القمح على محافظات الدقهلية وبنى سويف وأسيوط وكفر الشيخ بنسبة 10.26%، 4.51%، 5.65%، 8.06% على الترتيب ومحافظات القليوبية والفيوم وسوهاج والإسكندرية ودمياط بنسبة 1.62%، 5.34%، 5.92%، 2.08%، 0.94% على الترتيب.

وتتوزع مساحات القمح علي محافظات الرتبة الثالثة والتي تشمل محافظات الشرقية والسويس الأقصر والإسماعيلية بنسبة 13.29%، 0.15%، 1.06%، 1.64% على الترتيب ومحافظات قنا وبورسعيد والنوبارية بنسبة 3.59%، 0.64%، 4.41% على الترتيب.

أما بالنسبة للرتبة الرابعة تتوزع على محافظات الوادي الجديد وأسوان ومطروح ومحافظات أخرى بنسبة 2.25%، 1.4%، 0.69%، 0.31% علي الترتيب.

جدول 4. الأهمية النسبية للمحافظات المنتجة لمحصول القمح خلال الفترة (2009- 2011)

المحافظة	المساحه الراهنه بالفدان	%	الإنتاج الفعلي بالإردب	%
المنوفية	113976	3.72	2278380	4.26
المنيا	219055	7.15	4227768	7.91
6 أكتوبر	29853	0.97	567201	1.06
الغربية	152812	4.98	2822438	5.28
البحيرة	314305	10.25	5789492	10.83
الرتبة الأولي	**830001**	**27.07**	**15685279**	**29.34**
الدقهلية	301197	9.82	5481779	10.26
بني سويف	132609	4.33	2410838	4.51
أسيوط	166559	5.43	3019721	5.65
كفر الشيخ	245411	8.01	4306969	8.06
القليوبية	49682	1.62	862976	1.62
الفيوم	163676	5.34	2836511	5.31
سوهاج	181569	5.92	3135702	5.87
الإسكندرية	63626	2.08	1098179	2.06
دمياط	28736	0.94	487075	0.91
الرتبة الثانية	1333065	13.29	6682021	12.51
الشرقية	407440	13.29	6682021	12.51
السويس	4564	0.15	74033	0.14
مركز ومدينة الأقصر	32492	1.06	522141	0.98
الإسماعيلية	50307	1.64	805923	1.51
قنا	110111	3.59	1703417	3.19
بورسعيد	19506	0.64	298642	0.56
النوبارية	135074	4.41	2067978	3.87
الرتبة الثالثة	759494	24.78	12154155	22.76
الوادي الجديد	69020	2.25	971802	1.82
أسوان	43459	1.42	607118	1.14
مطروح	21158	0.69	227875	0.43
محافظات أخري	9473	0.31	147783	0.28
الرتبة الرابعة	143110	4.47	1954578	3.67
إجمالي الجمهورية	3065672	100	53433762	100

المصدر: حسب من بيانات وزارة الزراعة واستصلاح، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة

الأهمية النسبية لإنتاج القمح خلال الفترة (2009-2011)

يبلغ مساهمة إنتاج القمح لمحافظات الرتبة الأولى التي تشمل المنوفية والمنيا و6 أكتوبر والغربية والبحيرة نحو 4.26%، 7.91%، 1.06%، 5.28%، 10.38% على الترتيب، ويتوزع إنتاج الرتبة الثانية على محافظات الدقهلية وبني سويف وأسيوط وكفر الشيخ بنسبة 10.26%، 4.51%، 5.65%، 8.06% على الترتيب، ومحافظات القليوبية والفيوم وسوهاج والإسكندرية ودمياط بنسبة 1.62%، 5.31%، 5.87%، 2.06% على الترتيب.

وبالنسبة للرتبة الثالثة فتتوزع إجمالي إنتاجها على محافظات الشرقية والسويس مركز مدينة الأقصر والإسماعيلية بنسبة 12.51%، 0.14%، 0.98%، 1.51% على الترتيب، ومحافظات قنا وبورسعيد والنوبارية بنسبة 3.19%، 0.56%، 3.87% على الترتيب.

أما الرتبة الرابعة فيساهم إنتاج محافظات الوادي الجديد وأسوان ومطروح والمحافظات الأخرى بنسبة 1.82%، 1.14%، 0.43%، 3.67% على الترتيب.

أسلوب البرمجة الرياضية الخطية

البرمجة الرياضية الخطية هو أسلوب يستخدم في إعادة توزيع مساحات كل المحصول على المناطق الإنتاجية المختلفة بحيث يكون الهدف النهائي هو تعظيم الإنتاج المحصول وفقاً للجدارة الإنتاجية لكل منطقة، والنموذج المستخدم في تعظيم الإنتاج على النحو التالي:

$$MAX \quad Z = \sum_{j=1}^{n} P_1 X_1$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_1 \le C_i \qquad (all\ I = i\ to\ m)$$

$$Where \quad X_i \ge 0 \qquad (all\ J = 1\ to\ n)$$

حيث

Z = دالة الهدف للنموذج

X_1 = المنطقة الإنتاجية للمحصول

P_1 = الإنتاجية الفدانية للمحصول في المنطقة I

a_{ij} = احتياجات المورد في المنطقة I

C_i = الحجم المتاح من المورد i

دالة هدف النموذج

يستهدف النموذج تعظيم إنتاج محصول القمح وذلك بإعادة توزيع مساحة المحصول على المناطق الإنتاجية المختلفة وفقاً للجدارة الإنتاجية في كل منطقة.

قيود النموذج

اقتصرت قيود النموذج على نوعان من القيود، النوع الأول يشمل قيود الموارد الأرضية بحيث يضم قيد لإجمالي مساحة محصول القمح على مستوى الجمهورية بحيث تساوي المساحة المنزرعة منه نحو 3.07 مليون فدان، كما تضم قيود الحد الأعلى والحد الأدنى لمساحات المحصول في مختلف المناطق الإنتاجية خلال الفترة (2006– 2011)، أما النوع الثاني من القيود يشمل قيد للموارد المائية بحيث لا يزيد إجمالي الموارد المائية المتاحة لكل المناطق الإنتاجية لمحصول القمح عن 5377 مليون متر مكعب لمحصول القمح.

نتائج تحليل البديل الأول

يبين **جدول (5)** الأهمية النسبية للمساحات المقترحة للبديل الأول والذي يستهدف تعظيم إنتاج محصول القمح بزيادة الحد الأعلى للمساحات في المحافظات المنتجة للقمح بنسبة 10%، وتمثلت نتائج التحليل علي النحو التالي:

تمثل محافظات المنوفية والمنيا و6 أكتوبر والغربية والبحيرة وهي محافظات الرتبة الأولي نحو 4.43%، 8.29%، 1.12%، 5.89%، 11.92% على الترتيب من إجمالي مساحة القمح علي مستوي الجمهورية، في حين تبلغ نسبة مساهمة محافظات الرتبة الثانية والتي تشمل محافظات الدقهلية وبني سويف وأسيوط وكفر الشيخ والقليوبية نحو 11.91%، 5%، 6.13%، 7.14%، 1.45%

على الترتيب ومحافظات الفيوم وسوهاج والإسكندرية ودمياط نحو 4.8%، 5.4%، 1.96%، 75% على

جدول 5. البديل الأول لتوزيع مساحات القمح على المحافظات المنتجة

المحافظات	المساحة المقترحة بالفدان	%	الإنتاج المتوقع بالإردب	نسبة التغير في الإنتاج
المنوفية	135868	4.43	2716001	19.20
المنيا	254115	8.29	4904420	16
6 أكتوبر	34214	1.12	650066	14.61
الغربية	180434	5.89	3332616	18.08
البحيرة	365301	11.92	6728844	16.23
الرتبة الأولي	**969932**	**31.64**	18331986	**16.87**
الدقهلية	365068	11.91	6644238	21.21
بني سويف	153436	5	2789466	15.71
أسيوط	187991	6.13	3408277	12.87
كفر الشيخ	218938	7.14	3842362	10.79-
القليوبية	44604	1.45	774771	10.22-
الفيوم	147052	4.80	2548411	10.16-
سوهاج	166436	5.43	2874350	8.33-
الإسكندرية	60153	1.96	1038241	5.46-
دمياط	23086	0.75	391308	19.66-
الرتبة الثانية	1366764	44.58	24311424	2.84
الشرقية	346362	11.30	5680337	14.99-
السويس	3225	0.11	52310	29.34-
مركز ومدينة الأقصر	13350	0.44	214535	95.89-
الإسماعيلية	40819	1.33	653920	18.86-
قنا	94258	3.07	1458171	14.40-
بورسعيد	15655	0.51	239678	19.74-
النوبارية	129207	4.21	1978159	4.34-
الرتبة الثالثة	630861	20.58	10277110	15.44-
الوادي الجديد	49429	1.61	695960	28.38
أسوان	27379	0.89	382485	37-
مطروح	8700	0.28	93699	58.88-
محافظات أخري	592	0.02	9235	93.75-
الرتبة الرابعة	86100	2.81	1181379	39.56-
إجمالي الجمهورية	3065672	100	53433762	1.25

المصدر: نتائج التحليل الرياضي للبرمجة الخطية.

الترتيب، كما يقترح البديل الأول مساهمة محافظات الرتبة الثالثة والتي تشمل محافظات الشرقية والسويس ومدينة الأقصر والإسماعيلية بنسبة 11.3%، 0.11%، 0.44%، 1.33% على الترتيب ومحافظات قنا وبورسعيد والنوبارية بنسبة 3.07%، 0.51%، 4.21% على الترتيب، بينما تساهم محافظات الرتبة الرابعة وهي الوادي الجديد وأسوان ومطروح والمحافظات الأخرى بنسبة 1.61%، 0.89%، 0.28%، 0.02%، 2.81% على الترتيب في زراعة محصول القمح.

ويلاحظ أن المساحات المقترحة للبديل الأول سوف تؤدى إلى زيادة نسبة إنتاج محصول القمح في محافظات المنوفية والمنيا و 6 أكتوبر والغربية والبحيرة بنسبة 19.21%، 16%، 14.61%، 18.08%، 16.23% على الترتيب ومحافظات الدقهلية وبني سويف وأسيوط بنسبة 21.21%، 15.71%، 12.57% على الترتيب، وانخفاض الإنتاج فى بقية المحافظات بنسب مختلفة نتيجة انخفاض المساحة المزروعة بها الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الإنتاج الكلى للجمهورية من محصول القمح بنحو 54102 ألف إردب بنسبة 1.25%.

نتائج تحليل البديل الثاني

يبين **جدول (6)** الأهمية النسبية للمساحات المقترحة لمحصول القمح في البديل الثاني الذي يستهدف زيادة الحد الأعلى لمساحات القمح في المحافظات المنتجة بنسبة 20% حيث كانت نتائج التحليل علي النحو التالي:

بالنسبة لمحافظات الرتبة الأولي والتي تشمل كل من المنوفية والمنيا و 6 أكتوبر الغربية والبحيرة حيث تمثل مساحة القمح نحو 4.83%، 9.04%، 1.22%، 6.42%، 13% على الترتيب من إجمالي مساحة المحصول علي مستوي الجمهورية، وتتوزع المساحة في الرتبة الثانية على محافظات الدقهلية وبني سويف وأسيوط وكفر الشيخ والقليوبية بنسبة 11.64%، 3.79%، 5.3%، 6.58%، 1.45% على الترتيب، ومحافظات الفيوم وسوهاج والإسكندرية ودمياط بنسبة 4.8%، 5.43%، 1.96%، 75% على الترتيب.

أما الرتبة الثالثة فتمثل مساحة القمح في محافظات الشرقية والسويس ومدينة الأقصر والإسماعيلية نحو 11.3%، 0.11%، 0.44%، 1.33% على الترتيب، وكل من محافظات قنا وبورسعيد والنوبارية نحو 3.07%، 0.51%، 4.21% على الترتيب.

وبالنسبة للرتبة الرابعة تساهم محافظات الوادي الجديد وأسوان ومطروح والمحافظات الأخرى بنسبة 1.61%، 0.89%، 0.28%، 0.02%، 2.81% على الترتيب من إجمالي مساحة القمح علي مستوي الجمهورية.

ومن ثم يتبين أن المساحات المقترحة لمحصول القمح في البديل الثاني سوف تؤدى إلى زيادة الإنتاج في محافظات المنوفية والمنيا و 6 أكتوبر والغربية والبحيرة بنسبة 19.21%، 16%، 14.6%، 18.1%، 16.2% على الترتيب، ومحافظات الدقهلية وبني سويف وأسيوط بنسبة 21.2%، 15.7%، 12.9% على الترتيب، وانخفاض الإنتاج في بقية المحافظات بنسب مختلفة نتيجة انخفاض إنتاجية القمح في هذه المحافظات مما يؤدى إلى انخفاض مساحتها وبذلك ارتفع الإنتاج الكلى بنحو 54177 ألف إردب بنسبة 1.39%.

نتائج تحليل البديل الثالث

يبين **جدول (7)** الأهمية النسبية للمساحات المقترحة لمحصول القمح وتوزيعها عل المحافظات المنتجة وفقاً للجدارة الإنتاجية في البديل الثالث والذي يستهدف تعظيم إنتاج المحصول بزيادة الحد الأعلى بنسبة 20% مع انخفاض الحد الأدنى بنسبة 20% في المحافظات المنتجة للقمح علي مستوي الجمهورية حيث كانت نتائج تحليل البديل الثالث علي النحو التالي:

جدول 6. البديل الثاني لتوزيع مساحات القمح على المحافظات المنتجة

المحافظات	المساحة المقترحة بالفدان	%	الإنتاج المتوقع بالإردب	نسبة التغير في الإنتاج
المنوفية	148219	4.83	2962898	19.2
المنيا	277217	9.04	5350288	16
6 أكتوبر	37325	1.22	709175	14.6
الغربية	196837	6.42	3635579	18.1
البحيرة	398510	13	7340554	16.2
الرتبة الأولي	**1058108**	**34.51**	19998494	**27.49**
الدقهلية	356867	11.64	6494979	21.2
بني سويف	116234	3.79	2113134	15.7
أسيوط	162471	5.30	2945599	12.9
كفر الشيخ	201685	6.58	3539572	10.8-
القليوبية	44604	1.45	774771	10.2-
الفيوم	147052	4.80	2548411	10.2-
سوهاج	166436	5.43	2874350	8.3-
الإسكندرية	60153	1.96	1038241	5.46-
دمياط	23086	0.75	391308	19.7-
الرتبة الثانية	1278588	41.71	22720365	3.89-
الشرقية	346362	11.30	5680337	15-
السويس	3225	0.11	52310	29.3-
مركز ومدينة الأقصر	13350	0.44	214535	58.9-
الإسماعيلية	40819	1.33	653920	18.9-
قنا	94258	3.07	1458171	14.4-
بورسعيد	15655	0.51	239678	19.7-
النوبارية	129207	4.21	1978159	4.3-
الرتبة الثالثة	642876	20.97	10277110	15.44-
الوادي الجديد	49429	1.61	695960	28.4-
أسوان	27379	0.89	382485	37-
مطروح	8700	0.28	93699	58.9-
محافظات أخري	592	0.02	9235	93.8-
الرتبة الرابعة	86100	2.81	1181379	39.56-
إجمالي الجمهورية	3065672	100	54177348	1.39

المصدر: نتائج التحليل الرياضي للبرمجة الخطية

جدول7. البديل الثالث لتوزيع مساحات القمح على المحافظات المنتجة

المحافظات	المساحة المقترحة بالفدان	%	الإنتاج المتوقع بالإردب	نسبة التغير في الإنتاج
المنوفية	148219	4.83	2962898	30.04
المنيا	277217	9.04	5350288	26.55
6 أكتوبر	37325	1.22	709175	25.03
الغربية	196837	6.42	3635579	28.81
البحيرة	398510	13	7340554	26.79
الرتبة الأولي	**1058108**	**34.51**	**19998494**	**27.50**
الدقهلية	398256	12.99	7248259	32.22
بني سويف	167384	5.46	3043041	26.22
أسيوط	205081	6.69	3718119	23.13
كفر الشيخ	300597	9.81	5275477	22.49
القليوبية	35683	1.16	619814	28.18-
الفيوم	117642	3.84	2038736	28.13-
سوهاج	133149	4.34	2299483	26.67-
الإسكندرية	48122	1.57	830586	24.37-
دمياط	18469	0.60	313049	35.73-
الرتبة الثانية	1424383	46.46	25386565	7.39
الشرقية	277090	9.04	4544276	31.99-
السويس	2580	0.08	41848	43.47-
مركز ومدينة الأقصر	10680	0.35	171628	67.13-
الإسماعيلية	32655	1.07	523133	35.09-
قنا	75406	2.46	1166531	31.52-
بورسعيد	12524	0.41	191742	35.80-
النوبارية	103366	3.37	1582533	23.47-
الرتبة الثالثة	514301	16.78	8221691	32.35-
الوادي الجديد	39543	1.29	556765	42.71-
أسوان	21903	0.71	305985	49.60-
مطروح	6960	0.23	74959	67.11-
محافظات أخري	474	0.02	7394	95.00-
الرتبة الرابعة	68880	2.25	945103	51.65-
إجمالي الجمهورية	3065672	100	54551854	2.09

المصدر: نتائج التحليل الرياضي للبرمجة الخطية.

بالنسبة للرتبة الأولي والتي تضم محافظات المنوفية والمنيا و 6 أكتوبر الغربية والبحيرة فقد بلغت مساحة القمح فيها نحو 4.83%، 9.04%، 1.22%، 6.42%، 13% على الترتيب من إجمالي مساحة المحصول علي مستوي الجمهورية، أما الرتبة الثانية فقد بلغت نسبة مساحة القمح في محافظات الدقهلية وبني سويف وأسيوط وكفر الشيخ والقليوبية نحو 12.99%، 5.46%، 6.69%، 9.81%، 1.16% على الترتيب ومحافظات الفيوم وسوهاج والإسكندرية ودمياط بنسبة 3.84%، 4.34%، 1.57%، 0.6% على الترتيب من إجمالي مساحة المحصول علي مستوي الجمهورية.

وتساهم محافظات الرتبة الثالثة والتي تشمل كل من الشرقية والسويس ومدينة الأقصر والإسماعيلية بنحو 9.04%، 0.08%، 0.35%، 1.07% على الترتيب ومحافظات قنا وبورسعيد والنوبارية بنسبة 2.48%، 0.41%، 3.37% على الترتيب.

بينما تساهم محافظات الرتبة الرابعة والتي تضم كل من الوادي الجديد وأسوان ومطروح والمحافظات الأخرى بنسبة 1.29%، 0.71%، 0.23%، 0.02%، 2.25% على الترتيب من إجمالي مساحة محصول القمح علي مستوي الجمهورية.

ويلاحظ أن المساحات المقترحة لمحصول القمح في البديل الثالث سوف تؤدى إلى زيادة نسبة الإنتاج في محافظات المنوفية والمنيا و 6 أكتوبر والغربية والبحيرة بنسبة 30.04%، 26.55%، 25.03%، 28.81%، 26.79% على الترتيب، ومحافظات الدقهلية وبني سويف وأسيوط وكفر الشيخ بنسبة 32.22%، 26.22%، 23.13%، 22.49%على الترتيب وانخفاض الإنتاج في بقية المحافظات بنسب مختلفة نتيجة انخفاض إنتاجيتها الأمر الذي ينعكس على الإنتاج الكلى للجمهورية مما أدي إلي زيادة إنتاج القمح بنحو 54551 ألف إردب بنسبة 2.09%.

مقارنة نتائج تحليل البرمجة الخطية:

جدول 8. إجمالي الدخل وكمية مياه الري المستخدمة للبدائل المقترحة على مستوى المحافظات

المحافظات	المساحة الفعلية	البديل الأول	البديل الثاني	البديل الثالث
الرتبة الأولي	830001	969932	1058108	1058108
الرتبة الثانية	1333065	1366764	1278588	1424383
الرتبة الثالثة	759494	630861	642876	514301
الرتبة الرابعة	143110	86100	86100	68880
إجمالي المساحة بالفدان	3065672	3065672	3065672	3065672
إجمالي الإنتاج بالألف إردب	53433	54101	54177	54551
الزيادة في الإنتاج بالألف إردب	-	668	744	1118
الدخل بالمليون جنيه	9989	10069	10073	10088
الزيادة في دخل المحصول بالمليون جنيه	-	80	84	99
مياه الري بالمليون متر مكعب	5377	5351	5337	5324
الفائض في الموارد المائية	-	26	40	53

المصدر:جمعت وحسبت من:(1) بيانات وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعي، نشرة الاقتصاد الزراعي، أعداد مختلفة (2) نتائج التحليل الرياضي للبرمجة الخطية.

يوضح **جدول (8)** مقارنة بين نتائج تحليل نموذج البرمجة الرياضية الخطية والمساحات الفعلية لمحصول القمح، حيث يتبين أن البدائل موضع الدراسة تعظم الكفاءة الاقتصادية من حيث استخدام الموارد الأرضية والمائية المستخدمة في إنتاج القمح، وأدت هذه البدائل إلى تعظيم إنتاج المحصول بنحو 668 ألف إردب ونحو 744 ألف إردب، ونحو 1118 ألف إردب لكل من البديل الأول والثاني والثالث أي زيادة الإنتاج بنسبة 1.25%، 1.39%، 2.09% علي الترتيب، وترجع الزيادة في الإنتاج إلي زيادة مساحة محصول القمح في محافظات الرتبة الأولي والرتبة الثانية علي حساب الانخفاض في مساحة المحصول في محافظات الرتبة الثالثة والرابعة.

وقد انعكست الزيادة في الإنتاج الكلي لمحصول القمح نتيجة لارتفاع الكفاءة الاقتصادية في استخدام الموارد الإنتاجية الزراعية علي إجمالي دخل المحصول علي مستوي الجمهورية، حيث ارتفع دخل المحصول بنحو 80 مليون جنيه، ونحو 84 مليون جنيه، ونحو 99 مليون جنيه لكل من البديل الأول والثاني والثالث علي الترتيب، كما تحقق فائض في استخدام الموارد المائية يقدر بنحو 26 مليون متر مكعب، ونحو 40 مليون متر مكعب ونحو 53 مليون متر مكعب علي الترتيب.

المراجـع

أولاً: المراجع العربية

الجهـاز المركـزي للتعبئـة العامـة والإحصـاء، "نشـرة الري والموارد المائية"، 2010.

محمـود عبـد الحلـيم جـاد محمـد (دكتـور)، إمكانيـات التنمية الرأسية في إنتاج أهم محاصيل الحبوب"، مجلـة الأزهـر للبحـوث الزراعيـة، كليـة الزراعـة، جامعـة الأزهر، العدد (36)، ديسمبر 2002.

وزارة الزراعـــة واستصـــلاح الأراضـــي، الإدارة المركزيـة للاقتصـاد الزراعـي، "نشـرة الإحصـاءات الزراعية"، أعداد مختلفة.

ثانياً: المراجع الأجنبية

Paul R. THIE, "An Introduction to linear Programming and Game Theory", Department of Mathematics, Boston College, Second Edition, 1988.

R. Mead, R.N. Curnow and A.M. Hasted, "Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology" Chapman And Hall, Second Edition, 1993.