تحليل اقتصادي لتأثير إضافة الزنك والفسفور في حاصل حبوب الذرة الصفراء

عفاف صالح الحاني محمد عبد ابراهيم الحردان
قسم الاقتصاد الزراعي – كلية الزراعة – جامعة بغداد

المستخلص

يجري المختصون في العلوم الزراعية البحتة تجارب فنية على استخدام الأسمدة الكيماوية في إنتاج مختلف المحاصيل الحقلية. تهدف هذه البحوث للتوصل إلى كميات الأسمدة التي تحقق المعنوية الإحصائية لناتج هذه المحاصيل حيث تكون هي الكميات المثلى. أما الاقتصاديون الزراعيون فإنهم يحللون نتائج هذه التجارب لتحديد كميات الأسمدة المثلى التي تحقق الكفاءة الاقتصادية لإنتاج المحصول فضلا عن المعيار الإحصائي الذي يستخدمه الباحثون الآخرون. إن الاقتصادي الزراعي يستخدم معايير اخرى في اختيار الدالة المناسبة وهي المعايير البايولوجية والاقتصادية والقياسية والاقتصادية. يهدف هذا البحث إلى تحديد كمية السمادين الزنك والفسفور المحققة للكفاءة الاقتصادية في إنتاج الذرة الصفراء في منطقة التجربة حيث سيكون هناك تداخل في فعل إضافة هذين السمادين. تم تطبيق التجربة في عام 1999 في محطة أبي غريب للأبحاث الزراعية. تم تقدير سبع دوال إنتاجية ، وأظهرت نتائج التحليل الكمي بان الدالة الآتية (التربيعية) كانت أفضل الدوال تمثيلا للعلاقة بين ناتج الذرة الصفراء كمتغير تابع وسمادي الزنك والفسفور كمتغيرين توضيحين استنادا إلى المعايير البايولوجية والاقتصادية والإحصائية من الدرجة الأولى والثانية. أظهرت نتائج البحث كذلك بان المستوى الذي يحقق الكفاءة الاقتصادية من السماد الفسفوري هو 65 كغم/هـ ، أما مستوى سماد الزنك المحقق للكفاءة الاقتصادية فقد كان 8 كغم/هـ. تم إعطاء بعض التوصيات التي من شأنها أن تدعم البحوث في هذا الاتجاه.أوصى البحث أن يشترك الباحثون الفنيون الزراعيون مع الاقتصاديين في تحليل نتائج التجارب على الأسمدة للمحاصيل المختلفة وإخراج تحليل فني واقتصادي لهذه التجارب، وأن لا تقتصر التجارب على الأسمدة فقط وإنما إدخال عوامل أخرى في التجارب وإصدار نتائج مشتركة بين الباحثين في التربة والمحاصيل مع الاقتصاديين الزراعيين.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences Al-Hani & Al-Hardan

AN ECONOMIC ANALYSIS OF THE EFFECT OF APPLYING ZINC AND PHOSPHORUS ON MAIZE GRAIN YIELD

Afaf S. Al-Hani Mohammad A. I. Al-Hardan
Dept. of Agric. Economics , College of Agric.,
Univ. of Baghdad

Abstract

Specialists in agricultural sciences carry out field experiments on fertilizers use on different field crops. The aim of such work is to determine the fertilizers quantities which are statistically significant in producing these crops. These quantities of fertilizers are the required quantities technically. On other side the agricultural economists analyze the results of these experiments to determine the optimum quantities of these fertilizers which achieve the economic efficiency to produce certain crop. In addition to the statistical criterion used by pure agricultural scientists, the agricultural economists uses other criteria in choosing the suitable production function such as biological, econometrical and economical. The aim of this work was to estimate the optimum level of the effect of interaction between Zinc and Phosphorus fertilizers which maximize profit for the production function of corn for the season 1999 for Abu-Ghraib experimental station. Seven production functions were estimated. The quadratic function was the most suitable function according to economic, biological, statistical and econometrical criteria. The results showed that the optimum level of phosphorus was 65 kgs / ha, while for zinc was 8 kgs / ha.

* تاريخ استلام البحث 2006/9/9, تاريخ قبول البحث 2007/6/23

المقدمة

يعد محصول الذرة الصفراء(Zea mays L.) من بين المحاصيل الرئيسة التي تزرع على نطاق واسع في العالم والعراق وذلك لاستخداماتها المتعددة فهي تستخدم غذاء مباشرا للإنسان فضلاً عن استخلاص زيت الطعام من بذورها الذي يعد من افضل انواع الزيوت النباتية. تستخدم الذرة الصفراء علفاً اخضر كغذاء للحيوانات ، كما ان حبوبها تدخل في معظم العلائق المستخدمة لتغذية الدواجن.

زرعت الذرة الصفراء على نطاق التجارب في العراق عام 1937 . واصبحت عام 1966 من المحاصيل التجارية التي تزرع بمساحات واسعة وتم استحداث مشروع الذرة الصفراء في عام 1968 وبالتعاون مع منظمة الغذاء والزراعة الدولية وكان لهذا المشروع دور هام في نشر زراعة المحصول .

من الجدير بالذكر ان اهمية هذا المحصول لا تكمن في استخداماته الغذائية المباشرة فحسب بل لدخوله في الكثير من الصناعات كصناعة النشأ ومنتجاته من السكريات وصناعة الاصماغ والمواد الطبية ومواد التجميل واستخراج الزيوت فضلاً عن استعمال اوراقه وسيقانه وقوالحه في صناعة الورق وبعض المواد العازلة (2).

يتغير الإنتاج والمساحة المزروعة لمحصول الذرة الصفراء من سنة إلى أخرى بشكل كبير مما يدعو الى توجيه السياسة الزراعية وبالاخص السعرية منها للمساعدة في استقرار المساحات المزروعة علماً بأن الذرة الصفراء محصول صيفي ويتنافس مع محاصيل الخضر والمحاصيل الاخرى على الماء (3).

تم إجراء العديد من البحوث الاقتصادية في مجال استعمال الأسمدة الكيماوية في إنتاج المحاصيل الحقلية سواء على المستوى العالمي أو العربي أو المحلي. ويعد الباحث الاقتصادي الزراعي الأمريكي (Heady) (9) من رواد الذين عملوا في هذا الاتجاه جاء بعده عديدون منهم Dillon (7) و Doll (8) و Debertin (6) وغيرهم. ومن ابرز الاقتصاديين الزراعيين العرب الذين بحثوا في مجال اقتصاديات استعمال الأسمدة الكيماوية هم (محمود محمد شريف وعلي يوسف خليفة). أما في العراق فقد تم إجراء كثير من البحوث والرسائل في مجال اقتصاديات استعمال الأسمدة الكيماوية منهم الشحاذة (1) و خاطر وآخرون(2). كما انه تم مؤخرا إجراء كثير من بحوث الأسمدة الكيماوية وخصوصا في استعمال سماد الزنك والفسفور منها(21,20,19,18,17,16,15,14,13,12,11,5).

يهدف البحث إلى إيجاد المستوى الأمثل اقتصادياً لتأثير إضافة كل من السمادين الزنك والفسفور على مستوى التجربة الحقلية التي تم تنفيذها في حقل التجارب التابع لمحطة أبحاث أبي غريب / الهيئة العامة للبحوث الزراعية التطبيقية لعام 1999 (4) (جدول 1) ولمستويات مختلفة متداخلة من الفسفور والزنك استخدمت بأربعة مستويات لخامس اوكسيد الفسفور (P_2O_5) وهي صفر و 60 و 120 و 180 كغم / هكتار ، اما الزنك فكان بثلاثة مستويات هي صفر و 5 و 10 كغم / هكتار وبصورة كبريتات الزنك.

جدول (1) التأثير التداخلي لسمادي الفسفور والزنك على حاصل الذرة الصفراء لمستويات التجربة الأصلية(4)

سماد الفسفور X_1	سماد الزنك X_2	ناتج الذرة الصفراء (كغم / هـ)
0	0	2660.9
60	0	3690.4
120	0	3580
180	0	3356
0	0	2928
60	0	4900
120	0	4528
180	0	4051.2
0	10	2824
60	10	4202
120	10	3442
180	10	3464

النتائج والمناقشة

تم الاعتماد على الحاسب الالي في تحليل بيانات التجربة الحقلية التي تخص العلاقة لتأثير السمادين الفسفور والزنك وإنتاج الذرة الصفراء . تم تقدير سبع دوال انتاجية هي الدالة الانية (التربيعية) والآنية ذات التأثير المشترك والجذرية والجذرية ذات التأثير المشترك والخطية واللوغارتمية واخيراً الدالة نصف اللوغارتمية . تم اختيار الدالة الانية لانها الاكثر تعبيراً عن العلاقة التداخلية بين السمادين (الزنك والفسفور) كمتغيرين توضيحين في انتاج محصول الذرة الصفراء كمتغير تابع (جدول 1) .

جدول (2) دوال الإنتاج المقدرة لعلاقة إضافة السمادين الزنك والفسفور من جهة وناتج الذرة الصفراء والتي استخرجت بواسطة الحاسب الآلي ومن خلال برنامج SPSS للموسم 1999

اسم الدالة	الصيغة الرياضية
الخطية	$Y = 2364.29 + 3.396X_1 + 12.126X_2$ t (7.196) (1,109) (0.218) $R^2 = 0.12$, $F = 0.639$ $D.W = 1.714$
اللوغاريتمية المزدوجة	$\ln Y = 7.915 + 0.0617 \ln X_1 + 0.0382 \ln X_2$ t (82.12) (3.17) (0.92) $R^2 = 0.54$, $F = 0.43$, $D.W = 1.2$
الدالة نصف اللوغاريتمية	$Y = 2721.4 + 206.7 \ln X_1 + 143.133 \ln X_2$ t (7.17) (2.7) (0.87) $R^2 = 0.47$, $F = 4$ $D.W = 1.24$
الدالة الجذرية	$Y = -320.15 - 25.18X_1 - 761.3X_2 + 422.8X_1 + 3188.1X_2$ t (−0.47) (5.14) (−4.16) (6.016) (4.257) $R^2 = 0.90$ $F = 15.755$ $D.W = 2.76$
التربيعية ذات التأثير المشترك	$Y = 2116.75 + 25.76X_1 + 423.09X_2 - 0.12X_1^2 - 35.4X_2^2 - 0.17X_1X_2$ t (4.8) (3.7) (2.7) (−3.5) (−2.7) (−0.4) $R^2 = 0.80$ $R^{-2} = 0.63$ $F = 4.8^*$ $D.W = 3.2$
الجذرية ذات التأثير المشترك	$Y = -407.9 - 25.19X_1 - 763.7X_2 + 432.7X_1 + 3235.1X_2 - 4.57X_1X_2$ t (−0.49) (−4.8) (−3.8) (4.9) (3.8) (−0.224) $R^2 = 0.90$ $R^{-2} = 0.81$ $F = 10.9$ $D.W = 2.7$
التربيعية (الآنية) المعتمدة	$Y = 21.943 + 24.849X_1 + 407.59X_2 - 0.118X_1^2 - 35.423X_2^2$ t (6.38) (4.18) (2.99) (−3.76) (−2.98) $R^2 = 0.79$ $R^{-2} = 0.68$ $F = 6.84$ $D.W = 3.21$

اعتمد في اختيار الدالة الافضل المعايير الاتية :

1- المعيار البايولوجي : وخاصة في قياس التأثير الدالي لعلاقة الاسمدة والناتج ، اذ ان استخدام الأسمدة الكيماوية بشكل عام سيزيد الناتج بصورة متزايدة في بداية المرحلة الاولى من مراحل الانتاج ثم يزداد الانتاج الكلي بصورة متناقصة الى ان يصل الى النهاية العظمى في نهاية المرحلة الثانية وبعد ذلك تبدأ كمية الناتج الكلي بالتناقص المطلق وهذا ما يحصل في المرحلة الثالثة . أما سبب ذلك فيعود الى ان هناك حداً اقصى لاستجابة النبات للسماد والتي تكون مؤثرة بصورة ايجابية في زيادة الانتاج في المرحلتين الاولى والثانية في حين يصبح تنازليا في المرحلة الثالثة من مراحل الانتاج .

2- المعيار الاقتصادي : يتركز حول الإشارة وحجم معاملات العلاقة الدالية بين المتغيرات التوضيحية والمتغير التابع وبما ينسجم والمعيار البايولوجي.

3- المعايير الاحصائية من الدرجة الاولى والثانية : هي معامل التحديد R^2 لقياس النسبة المئوية لتفسير المتغيرات التوضيحية لتقلبات الانتاج، واختبار t لمعرفة معنوية معاملات الدالة واختبار F لمعرفة معنوية الأنموذج . في حين تمثل المعايير القياسية (اختبارات الدرجة الثانية) التي تتمثل بأنها لاختبارات الدرجة الأولى وتتعلق بوجود وخطورة المشاكل القياسية كمشكلة الارتباط الذاتي Autocorrelation بين بواقي النموذج (Residual) اي بين العناصر الفردية والزوجية للمتغير العشوائي (Random variable) ، ومشكلة عدم ثبات تجانس التباين Heteroscedasticity الخاص بعلاقة المتغير العشوائي مع المتغيرات التوضيحية . أخيرا مشكلة الازدواج الخطي بين المتغيرات التوضيحية او ما يسمى Multicollinearity .

اعتماداً على المعايير السابقة تم اختيار الدالة الانية للموسم 1999 وهي اكثر الدوال تمثيلاً للعلاقة بين الناتج المحصولي للذرة الصفراء (Y) والفسفور X_1 والزنك X_2 . كانت نتائج الدالة المقدرة كالاتي :

$$\hat{Y} = 2593.24 + 24.488\,X_1 + 295.94\,X_2 - 0.117\,X_1^2 - 27.98X_2^2$$

$$t \quad (6.381)^{**} \quad (4.189)^{**} \quad (2.996)^{**} \quad (-3.768)^{**} \quad (-2.298)^{*}$$

$$R^2 = 0.799 \qquad R^{-2} = 0.68 \quad F = 6.97^{**} \quad D.W = 3.2$$

إذ إن :

$\hat{Y}$: تمثل كمية الناتج المقدر لمحصول الذرة الصفراء بالكيلوغرام / هكتار

X_1 : تمثل كمية سماد الفسفور بالكيلوغرام / هكتار

X_2 : تمثل كمية سماد الزنك بالكيلوغرام / هكتار

$D.W$: قيمة اختبار Durban-Watson (D.W) المحسوبة.

اجتازت هذه الدالة الاختبارات الاحصائية من الدرجة الاولى بالنسبة للمقدرات من خلال اختبار t واختبار F الذي يمثل المعنوية للأنموذج وكذلك اجتازت اختبارات الدرجة الثانية مثل اختبار ثبات تجانس التباين(جدول 3) والازدواج الخطي(جدول4).

الجدول 3 يمثل بواقي الدالة الآنية واختبار سبيرمان للتأكد من عدم وجود مشكلة عدم ثبات تجانس التباين

Y	ei	Rank ei	Rank X_1	Rank X_2	d_1	d_2
2338.78	147.21	7	1	1	-6	-6
3546.57	-4.57	2	2	1	0	1
3781.89	-313.89	10	3	1	7	9
3044.75	171.25	8	4	1	7	7
3171.98	-331.98	11	1	2	10	9
4379.77	432.22	12	2	2	10	10
4615.09	-195.09	9	3	2	6	7
3877.94	94.85	5	4	2	1	3
2759.28	1.91	1	1	3	0	-2
3967.07	120.926	6	2	3	4	3
4202.39	-39.59	3	3	3	0	0
3465.25	-83.24	4	4	3	0	1

$$r_1 = 1 - \frac{6\sum d_1^2}{n(n^2-1)}$$

$r_1 = 0.237$

$t^* = 1.477$

$r_2 = 0.468$

الجدول 4 مصفوفة الارتباط البسيط لاختبار مشكلة الازدواج الخطي بين المتغيرات التوضيحية (حسب اختبار كلاين)

	Y	X_1	X_2	$X_1X_1^2$	$X_2X_2^2$
Y	1	0.349	0.101	0.151	-0.043
X_1X_1	0.349	1	0.00	0.958	0.00
X_2X_2	0.101	0.00	1.000	0.00	0.961
$X_1^2X_1$	0.151	0.958	0.000	1.000	0.000
$X_2^2X_2$	-0.043	0.000	0.961	0.000	1.000

المصفوفة مستوفية لان النموذج غير خطي

أما فيما يتعلق باختبار وجود علاقة بين بواقي الأنموذج، فقد تبين أن الأنموذج يعاني من مشكلة Autocorrelation . لذا تمت معالجة البيانات الاصلية من خلال طريقة الفرق الاول First difference ولم تنجح المحاولة حيث ظهرت قيم للمتغيرات سالبة وهذا لا يجوز . ثم جرت محاولة ثانية وهي طريقة الفروق العامة Generalized differences (4) والتي تمت بعد الحصول على قيمة ρ معامل الارتباط الذاتي من خلال قيمة اختبار درين واتسون $D.W^*$ وبواسطة القانون الاتي :

$$\rho = 1 - \frac{D.W^*}{2} \qquad (4)$$

بإجراء تخلف للمتغيرات لقيمة سابقة للمتغير التابع Y والمتغيرين التوضيحين X_1 و X_2 بحيث تصبح Y_{t-1} و X_{1t-1} و X_{2t-2} ، ثم ضرب المتغيرات بقيمة ρ وتصبح ρY_{t-1} و ρX_{1t-1} و ρX_{2t-2} . وبالطرح من القيمة الاصلية للمتغيرات Y_t و X_1 و X_2 تصبح البيانات بالشكل الاتي :

$$Y_t - \rho Y_{t-1} \quad , \quad X_1 - \rho X_{2t-1} \quad , \quad X_2 - \rho X_{2t-1}$$

بالنسبة للمشاهدة الأولى للمتغيرات التي فقدت أثناء إجراء تخلف للتغيرات فيتم الحصول عليها من خلال الصيغة الاتية :

$$\sqrt{1-\rho^2 * Y_1} \quad , \quad \sqrt{1-\rho^2 * X_1} \quad , \quad \sqrt{1-\rho^2 * X_2}$$

وبذلك أدخلت مرة ثانية في الحاسب الالي وتم الحصول على النتائج الاتية :

$$\hat{Y} = 937.886 + 84.642X_1 + 0.653X_2 - 122.348X_1^2 - 7.637X_2^2$$

$$t = (0.704) \quad (2.212)^* \quad (3.473)^{**} \quad (0.47) \quad (0.16)$$

$$R^2 = 0.65 \quad R^{-2} = 0.50 \quad F = 3.77^* \quad D.W = 1.77$$

* معنوي على مستوى 0.05 و ** معنوي على مستوى 0.01

من خلال هذه المعادلة تم تقدير الكميات المثلى من سماد الفسفور X_1 والزنك X_2 الذي يعظم الربح وفقاً لما يأتي :

1- الشرط الضروري لتعظيم الربح في عملية الانتاج هو تساوي قيمة الناتج الحدي $VMP = PX_i$ (Value of Marginal Product) مع سعر عنصر الانتاج المستخدم في العملية الانتاجية (علماً بأن سعر سماد الفسفور PX_1 هو حوالي (44.5) دينار للكيلوغرام الواحد ، وسعر سماد الزنك PX_2 هو نحو (45) دينار للكيلوغرام الواحد ، في حين كان سعر الناتج لمحصول الذرة الصفراء هو (130) دينار للكيلوغرام الواحد .

$$MPX_1 = \frac{\partial Y}{\partial X_1} = 84.642 - 1.306X_1$$

بذلك يمكن استخراج الكميات المثلى من سماد الفسفور X_1 وسماد الزنك X_2 التي تعظم الربح من خلال الشرط الضروري . لتقدير الكميات المثلى من سمادي الفسفور والزنك نستخرج اولاً الناتج الحدي لسماد الفسفور ثم سماد الزنك والذي هو عبارة عن المشتقة الجزئية الاولى لدالة الانتاج نسبة الى عنصر سماد الفسفور X_1 ثم نسبة الى عنصر سماد الزنك X_2 .

أما قيمة الناتج الحدي VMP والذي نحصل عليه من خلال ضرب سعر الناتج PY في الناتج الحدي MP وثم تساوي $VMP = PX_1$ قيمة الناتج الحدي مع سعر الكغم من السماد الفسفوري

$$(84.64 - 1.306X_1) \times 130 = 44.5$$

$$X_1 = 64.54 \cong 65$$

إذ إن X_1 = 65 كغم خامس اوكسيد الفسفور / هكتار الكمية المثلى من سماد الفسفور المعظمة للربح.

اما بالنسبة للكمية المثلى لـ X_2 فتستخرج بنفس الطريقة الانفة :

$$MPX_2 = \frac{\partial Y}{\partial X_2} = 122.348 - 15.276X_2$$

$$(122.348 - 15.276X_2) \times 130 = 45$$

$$X_2 = 7.986 \cong 8$$

إذ إن X_2 = 8 كغم كبريتات الزنك / هكتار وهي الكمية المثلى التي تعظم الربح .

2- الشرط الكافي لتعظيم الربح يتطلب ان يكون الربح متناقصاً باستخدام المزيد من عنصري الانتاج (السمادين) اي ان تكون مشتقة الناتج الحدي سالبة وهذا يفي بالشرط الكافي بالنسبة لعنصر الفسفور .

$$\frac{\partial MPX_1}{\partial X_1} = -1.306$$

كذلك بالنسبة لعنصر الزنك

$$\frac{\partial MPX_2}{\partial X_2} = -15.276$$

إذ أن:

MPX_1 : الناتج الحدي لسماد الفسفور X_1 .

MPX_2 X_2 الناتج الحدي لسماد الزنك X_2 .

ويعني الشرط الكافي اقتصادياً ان المنتج يعمل لتحقيق معظمة الربح عندما يكون الناتج متناقصاً . اي ان الانتاج الكفوء اقتصادياً يكون في المرحلة الثانية من مراحل الانتاج . اما المعدل الحدي للاستبدال (او ما يسمى بالنسبة السعرية بين العنصرين) فهي :

$$\frac{PX_1}{PX_2} = \frac{44.5}{45} = 0.988$$

أما مرونة الإنتاج لعنصر الفسفور EX_1 فهي

$$EX_1 = \frac{MPX_1}{APX_1}$$

$$EX_1 \frac{84.64 - 1.306X_1}{-\frac{937.886}{X_1} + \frac{84.642X_1}{X_1} - \frac{0.653X_1^2}{X_1} + \frac{122.348X_2}{X_1} - \frac{7.637X_2^2}{X_1}}$$

$$EX_1 = 0.0098$$

بالتعويض عن X_1 بما يساويها 64.5 و X_2 = 7.98

استنادا إلى النتائج التي تم التوصل إليها يمكن التوصية باستمرار إجراء التجارب السمادية لمحصول الذرة الصفراء في مختلف مناطق العراق ولمختلف الاصناف لاحتياج العاملين في السياسة الزرعية الى هذه المعلومات وكذلك المشرفين على تحديد الاسعار الزراعية في وزارة الزراعة . كذلك أن يشترك الباحثون الفنيون الزراعيون مع الاقتصاديين في تحليل نتائج التجارب على الاسمدة للمحاصيل المختلفة واخراج تحليل فني واقتصادي لهذه التجارب، وان لا تقتصر التجارب على الاسمدة فقط وانما ادخال عوامل اخرى في التجارب واصدار نتائج مشتركة بين الباحثين في التربة والمحاصيل ومع الاقتصاديين الزراعيين .

المصادر

1- شحاذة، نيقولا صياح . 1982. الدالات الانتاجية السمادية للذرة الصفراء صنف نيليوم . رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الزراعة . قسم الاقتصاد الزراعي . جامعة بغداد . ص 17 و 18 .

2- خاطر، سعدون فرح . 1989 . دراسة اقتصادية لبعض ابحاث تسميد الذرة الصفراء في العراق. رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الزراعة – قسم الاقتصاد الزراعي – جامعة بغداد . ص 27 – 29 .

3- اليونس ،عبد الحميد احمد 1971. نشرة إرشادية في زراعة الذرة الصفراء رقم 30 . ص 3.

4- المعيني ، عبد المجيد تركي، جياد، إبراهيم لفتة ، ناهض عبد الأمير. 2004- تأثير التداخل بين الفسفور والزنك في نمو وحاصل الذرة الصفراء- مجلة الزراعة العراقية- 9(1):23-30.

5- .Nekesa A.O 2006- Responses of maize-bean intercrops to minijingu rock phosphate and lime in terms of nutrient use efficiency and economic benefits on acid soils of western Kenya, Puplished on line.www.google.com

6- Debertin D. L. 1986 Agricultural Production Economics. Macmillan Publishing Company, New York, p.81.

7- Dillon J. L. 1979 The Analysis of Response in Crop and Livestock Production. Pergamon Press, Oxford, p.36.

8- Doll J. P. 1978 Production Economics, U.S.A, p.77

9- Earl Heady, 1972, Agricultural Production Functions , Iowa State University Press,p.475.

10- Maddala, 1979, Econometrics, Magrow hill, pp.272-279.

11- D.M.Lambert,(2006), Economic Analysis of spatial- temporal patterns in Corn and Soybean Response to Nitrogen and Phosphorus, Published on line.www.google.com

12- Gregory W.Roth,2006, Starter Fertilizers for Corn On Soils Testing High in Phosphorus in the Northeastern USA,Published on line.www.google.com

13- Jacob.lisuma, 2006, Maize Yield Response and Nutrient Uptake after Micronutrient Application on a volcanic Soil, Published on line.www.google.com

14- W.Singer, 2003, Profitability of various corn , soybean , wheat, and alfalfa cropping systems, Published on line.www.google.com

15- Ovaro Nathan, 2007, The concentration of Pb ,Cu and Zn in Nairobi, Kenya, Published on line.www.google.com

16- Jose Antonio Rodriguez, 2007, Evaluation of copper and Zinc concentration in Topsoil of the Ebro basin by Means of Teledetection , Published on Line.www.google.com

17- Bart Vandecasteela, 2007, Bioaccumulation of Cd and Zn in Salix cinerea rooting in seasonally flooded contaminated sediments , Published on line.www.google.com

18- Walter W, Wenzel, 2007, Environmental factors Affecting Metal Mobility , Published on line.www.google.com

19- Nathan A.Slaton, 2002, Development of A critical Mehlich 3 Soil Zinc concentration for rice in Arkansas, Published on Line.www.google.com

20- Nathan A. Slaton, 2002, Effect of zinc source and Application Time on zink Uptake and Grain Yield of Flood- Irrigated rice, published on Line.www.google.com

21- Scott A.Nolte, 2002, Efficacy and Economic Return on Investment for conventional and Herbicide-Resistant corn ,Published on Line.www.google.com

لقد وجد أن مرونة الإنتاج بالنسبة X_1 هي 0.0098 وهي قليلة جداً وتعني اقتصادياً ان الانتاج بالمرحلة الثانية . يمكن استخراج مرونة انتاج X_2 بنفس الطريقة من خلال التعويض عن قيم X_1 و X_2 نحصل على :

$$EX_2 = \frac{MPX_2}{APX_2}$$

$$EX_2 = \frac{122.348 - 15.276X_2}{-\frac{937.886}{X_2} + \frac{84.642X_1}{X_2} - \frac{0.653X_1^2}{X_2} + \frac{122.348X_2}{X_2} - \frac{7.637X_2^2}{X_2}}$$

$$EX_2 = 0.00077$$

تعني هذه النتيجة إن مرونة الإنتاج قليلة جداً وتعني اقتصادياً انها تتم بالمرحلة الثانية من مراحل الانتاج . ويكون عائد السعة return to scale بالنسبة للعنصرين مساوياً لمجموع مرونتي الانتاج بالنسبة للعنصرين X_1 و X_2 . عائد السعة = مرونة انتاج العنصر X_1 + مرونة إنتاج العنصر X_2

بذلك يكون عائد السعة اقل من واحد وهذا ما يؤكد ما توصلنا اليه ان الانتاج يتم بالمرحلة الثانية من خلال الدالة الانية .يمكن استخراج بعض المشتقات الاقتصادية مثل معادلة الكميات المتساوية Iso quant equation بالنسبة للعنصر X_1 وهي :

$$\underset{a}{-0.653}\,X_1^2 + \underset{b}{84.62}\,X_1 + \underset{c}{122.348}\,X_2 - 7.637\,X_2^2 - Y = 0$$

$$X_1 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$X_1 = \frac{-84.62 \pm \sqrt{(84.64)^2 - 4\left[(-0.653)(122.348\,X_2 - 7.637\,X_2^2 - Y\right]}}{2(-0.653)}$$

بنفس الطريقة تحسب معادلة الكميات المتساوية بالنسبة للعنصر X_2 من خلال معادلة الدستور للمعادلة الاتية :

$$\underset{a}{-7.637}\,X_2^2 + \underset{b}{122.348}\,X_2 + \underset{c}{84.642}\,X_1 - 0.653\,X_1^2 - Y = 0$$

$$X_2 = \frac{-122.348 \pm \sqrt{(122.348)^2 - 4\left[(-7.637)(84.642\,X_2 - 0.653\,X_2^2 - Y)\right]}}{2(-7.637)}$$

أما معادلة الميل المتساوي Isocline فيمكن استخراجها بجعل نسبة الناتج الحدي للعنصرين مساوية الى النسبة السعرية لهما :

$$\frac{MPX_1}{MPX_2} = \frac{PX_1}{PX_2}$$

أي أن :

$$X_1 = \frac{679.792 \pm 1635.596\,X_2}{58.77} = 11.56 + 27.83\,X_2$$

وبنفس الطريقة نستخرج معادلة الميل المتساوي بالنسبة للعنصر X_2

$$\frac{MPX_2}{MPX_1} = \frac{PX_2}{PX_1}$$

$$X_2 = \frac{5063.597 + 58.77X_1}{679.782}$$

$$X_2 = 7.448 + 0.086X_1$$