مجلة جامعة الملك سعود، م٣، العلوم الزراعية (٢)، ص ص ٨٧ - ١٠٥ الرياض (١٤١١هـ / ١٩٩١م).

# اقتصاديات إنتاج القمح لمعاملات مختلفة من التسميد في منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية

**إبراهيم عبدالعزيز التركي**

*كلية العلوم الإدارية والتخطيط، جامعة الملك فيصل، الهفوف، المملكة العربية السعودية*

**ملخص البحث.** مع تزايد استعمال الأسمدة الكيميائية والاهتمام بها، أصبح من الضروري معرفة الكميات الاقتصادية الواجب استخدامها منها لتحقيق أقصى أرباح ممكنة للمزارعين وأقل تكاليف. حاولت هذه الورقة توضيح كيفية تحقيق ذلك عن طريق استخدام بيانات تجربة حقلية لمعاملات مختلفة من السماد النتروجيني والسماد الفوسفوري وأثرها على إنتاج القمح في منطقة القصيم ثم تقدير العديد من أشكال الدوال الإنتاجية ووجد أن الدالة التربيعية وبدون تفاعل بين السماد النتروجيني والسماد الفوسفوري كانت هي الأكثر توفيقًا. استخدمت هذه المعادلة في التحليل الاقتصادي ووجد أنه في ظل أسعار محصول القمح تساوي ١,٥ رس/كجم وتكاليف الأسمدة تبلغ ١,٠٠ رس/كجم، بأن المستوى الاقتصادي من السماد النتروجيني والسماد الفوسفوري يكون حوالي ٢٩٤ كجم N و ١٧٧ كجم $P_2O_5$، على التوالي. كذلك قدرت الكميات الاقتصادية المثلى عند مدى واسع من أسعار محصول القمح وتكاليف الأسمدة، ووجد أن الطلب على السماد النتروجيني أقل حساسية من الطلب على السماد الفوسفوري عند تغير تكاليفهما. كما وجد أن الطلب على السماد النتروجيني أكثر استجابة للتغير في سعر المحصول من الطلب على السماد الفوسفوري. توصي هذه الورقة بمزيد من الدراسة لمناطق مختلفة ولسنوات إضافية وذلك من أجل نتائج ذات أبعاد اقتصادية أعم وأشمل.

## مقدمة

تعتبر الأسمدة الكيميائية أحد مستلزمات الإنتاج للعديد من السلع الزراعية لاسيما للأصناف الحديثة غزيرة الإنتاج والتي تزداد استجابتها عادة للتسميد بالمقارنة بالأصناف التقليدية. ولقد أوضحت الدراسات في كثير من البلدان أنه من الممكن أن يترتب على ازدياد استخدام

السماد الكيميائي المركب (النتروجين + الفوسفور + البوتاسيوم) بمقدار كيلوجرام واحد زيادة تتراوح بين ثمانية إلى عشرين كجم من غلة الحبوب، كما يعزى حوالي خمسين في المائة من الـزيادة في غلة (أو إنتاجية وحدة المساحة) في العشرين سنة الماضية إلى زيادة استخدام الأسمدة [١]. ومن هذا المنطلق أقيمت العديد من التجارب في مراكز البحوث في أنحاء العالم المختلفة لتحديد مدى استجابة أصناف الزروع النباتية المختلفة لعنصر أو أكثر من العنـاصر السماديـة [١]. واعتمادًا على هذه النتائج يتم تقديم توصيات بتحديد مواعيد وكميات وكيفية التسميد، أما في المملكة العربية السعودية فقد تم إجراء عدد محدود من تجارب استجابة الزروع للأسمدة تحت ظروف مختلفة، ومن الأمثلة على تلك الدراسات التجارب التي يقوم بها مركز الأبحاث الزراعية بالقصيم [٢] والدراسة التي أجراها غندورة [٣] وتلك التي قام بها الطاهر ومكي [٤]. ومع ضرورة إجراء هذه التجارب إلا أنها غير كافية لإعطاء توصيات تسميدية، إذ يلزم حتى يستجيب المزارع لإضافة الكمية المقترحة من السماد أن يزيد العائد الاقتصادي للتسميد ـ سواء في كمية أو نوعية المحصول أو كليهما ـ عن التكاليف. أما إذا زادت تكاليف التسميد عن الزيادة في العائد الاقتصادي فمن المتوقع ألا يستجيب المزارع للتوصيات السمادية المقترحة. لهذا فإنه لايمكن إغفال الجوانب الاقتصادية في استخدام الأسمدة، بل يجب اعتبارها أحد المحددات الرئيسة في هذا الصدد.

تشكل تكاليف الأسمدة جزءًا لا يُستهان به من التكاليف المتغيرة لإنتاج القمح. ويوضح الجدول رقم ١ التكاليف التقديرية لإنتاج القمح لعينة من المزارع الحديثة في منطقة القصيم عام ١٤٠٢/١٤٠٣هـ [٥]. ويتضح من الجدول أن مستلزمات الإنتاج (والتي تشمل الأسمدة والبذور والمبيدات والوقود والزيوت) تشكل الجزء الأكبر من التكاليف الكلية (٤١٪). ويتوقع الباحث أن تصل تكاليف الأسمدة بمفردها إلى حوالي النصف أو أكثر من تلك التكاليف، لاسيما مع ارتفاع أسعار الأسمدة في الأعوام الأخيرة، وإذا ما تم استثناء الاهلاكات والإدارة على اعتبار أنها تكاليف ثابتة، فإن تكاليف مستلزمات الإنتاج تقدر بحوالي ثمانية وستين في المائة، وتربو تكاليف الأسمدة في هذه الحالة على ثلاثين في المائة من التكاليف المتغيرة.

**جدول ١ . تكاليف إنتاج القمح في منطقة القصيم.**

| البنـــد | التكلفة ر.س/ هـ | التكلفة كنسبة مئوية من مجموع التكاليف ٪ |
|---|---|---|
| العمالة والتشغيل لعمليات الإنتاج | ٣١٤ | ١٢ |
| مستلزمات الإنتاج | ١٠٦٩ | ٤١ |
| الصيانـــة | ١٧٩ | ٧ |
| الاهـلاكـات | ٦٣١ | ٢٥ |
| الإدارة | ٣٨٦ | ١٥ |
| المجمـــوع | ٢٥٧٩ | ١٠٠ |

المصدر: وزارة الزراعة والمياه [٥]

ومن ثم فإنه يلزم تقدير الإيرادات الاقتصادية المتوقعة من إضافة وحدات متتالية من الأسمدة ومقارنتها بتكلفة ذلك. ووفقًا للنظرية الاقتصادية فإنه يلزم الاستمرار في إضافة وحدات متتابعة من الأسمدة حتى تتساوى كل من تكاليف الأسمدة المضافة وإيراداتها. وعلى ذلك فمن المنطقي أن تتغير توصية التسميد حسب تغير كل من سعر السلعة المنتجة وتكلفة التسميد بالإضافة إلى التغير في الكمية المنتجة.

وانطلاقًا من الأهمية الاقتصادية والاستراتيجية للقمح سعت حكومة المملكة العربية السعودية لزيادة إنتاجها منه حتى تمكنت من تحقيق الاكتفاء الذاتي وتجاوزته.

يهدف هذا البحث إلى توضيح كيفية تحقيق المستوى الاقتصادي الأمثل من كل من السماد النتروجيني والسماد الفوسفوري والذي يتبعه تحقيق أعلى عائد اقتصادي لمزارعي منطقة القصيم تحت ظروف مختلفة من أسعار الأسمدة والإنتاج.

ويتم تحقيق هذا الهدف عن طريق:

١ ـ تقدير معالم دوال إنتاج القمح للأسمدة النتروجينية والأسمدة الفوسفورية مختلفة

الأشكال والتي من الممكن أن تناسب إنتاج القمح في منطقة القصيم.

٢ ـ اختبار الدوال المقدرة من النواحي الاقتصادية والمنطقية.

٣ ـ اختبار الدوال المقدرة من النواحي الإحصائية بما في ذلك التفاعل بين السماد النتروجيني والسماد الفسفوري من عدمه.

٤ ـ اختيار الدالة الأكثر توفيقًا ومناسبة بناء على الاختبارات الاقتصادية والإحصائية والمنطقية.

٥ ـ استخدام الدالة التي وقع عليها الاختيار في (٤) في التنبؤ بإنتاج القمح عند مستويات مختلفة من الأسمدة النتروجينية والأسمدة الفسفورية.

٦ ـ اشتقاق الطلب على كل من السماد النتروجيني والفسفوري.

٧ ـ استخدام هذه الدوال في التحليل الاقتصادي وتقدير مستويات الأسمدة المثلى والتي تحقق أعلى عائد اقتصادي تحت ظروف مختلفة من أسعار كل من الأسمدة والسلعة النهائية.

٨ ـ اقتراح بعض التوصيات فيما يتعلق بأهمية هذه الدراسة على مستوى كل من المزرعة والمنطقة والدولة.

٩ ـ تقديم بعض المقترحات والتوصيات لدراسات مستقبلية.

## المنهج وطريقة البحث

يتعلق موضوع الدراسة بدوال الإنتاج للقمح (Production function approach)، إذ يمكن عن طريق تقدير معالم تلك الدوال تحديد التغير في الإنتاج المترتب على تغيير المقادير المستخدمة من المدخلات. ودالة الإنتاج هي تعبير رياضي للعلاقة بين الكمية المستخدمة من عنصر أو أكثر من عناصر الإنتاج والكمية المنتجة من السلعة، ويمكن تصوير دالة الإنتاج في أبسط صورها بالشكل التالي:

$$ص = د (ا_1 ، ا_2 ، ا_3 ، \ldots\ldots ا_ن) \qquad (1)$$

حيث:

ص = الكمية المنتجة من السلعة (ص) لكل وحدة زمنية

وبفرض أن ١هـ = الكمية المستخدمة من العنصر الإنتاجي (هـ) لكل وحدة زمنية وباعتبار

أن:

١هـ′ = الكمية المستخدمة من السماد النيتروجيني لكل وحدة زمنية

١هـ″ = الكمية المستخدمة من السماد الفسفوري لكل وحدة زمنية

ومع الحفاظ على المقادير المستخدمة من الموارد الإنتاجية الأخرى (ن ـ ٢) ثابتة فإنه يمكن إعادة صياغة الدالة في:

ص = د (١هـ′ ، ١هـ″ /١*١ ، . . . . . ١ * ن - ٢) (٢)

ويستلزم الأمر تقدير معالم العلاقة الدالية، ثم استخدامها في التنبؤ بمقدار الإنتاج عند مستويات مختلفة من العنصر الإنتاجي. كما يمكن باستخدام هذه العلاقة تقدير الإيراد الاقتصادي عند كل مستوى من مستويات عنصر الإنتاج، وبالتالي تحديد المستوى من العنصر الإنتاجي الذي يحقق أكبر عائد اقتصادي، ويتم ذلك عن طريق مساواة قيمة الناتج الحدي (Value of marginal product) بالتكلفة الحدية (Marginal cost) للإنتاج. ويتحقق ذلك عن طريق تعظيم دالة الربح ومساواة مشتقاتها الأولى بالصفر، وحلها لتحديد مستوى العنصر الإنتاجي الذي يحقق أعلى إيراد اقتصادي.

## الأشكال الرياضية لدوال الإنتاج Functional forms

في الجزء السابق تم الإشارة بإيجاز إلى كيفية استخدام دوال الإنتاج لتقدير مستويات عناصر الإنتاج التي تحقق أقصى أرباح، إلا أنه لم يتم تحديد الشكل الرياضي للدالة [ص = د (ا١ ، . . . . اهـ)]. وهناك العديد من الأشكال الرياضية للدوال، إلا أن الدالة الخطية والدالة التربيعية والدالة الجذر تربيعية والدالة الثلاث الأنصاف، ودالة كوب ـ دوجلاس ودالة سبيلمان، ودالة ميتسرلش تعتبر الأكثر شيوعًا، [٦ ـ٨]. والأربعة الأشكال للدوال الأول هي الأكثر استخدامًا في دراسات اقتصاد الإنتاج والمعادلات ٣ ـ ٧ توضح الصيغ الرياضية لهذه الدوال إلى جانب الصيغة الرياضية لدالة كوب دوجلاس.

١ ـ الدالة الخطية Linear function

ص = ا + ب ن + ج ف (٣)

٢ ـ الدالة التربيعية Quadratic function

ص = ا + ب ن + ج ف + د ن$^{٢}$ + هـ ف$^{٢}$ + و ن×ف (٤)

٣ ـ الدالة الجذر تربيعية Square root function

$$ص = ا + ب ن + ج ف + د ن^{٠,٥} + هـ ف^{٠,٥} + و ن^{٠,٥} \times ف^{٠,٥} \quad (٥)$$

٤ ـ الدالة ثلاثة الأنصاف Three-haves function

$$ص = ا + ب ن + ج ف + د ن^{١,٥} + هـ ف^{١,٥} + و ن \times ف \quad (٦)$$

٥ ـ دالة كوب ـ دوجلاس

$$ص = ا ن^{ب} ف^{ج} \quad (٧)$$

حيث:

ص = كمية إنتاج القمح، كجم/هـ

ن = كمية السماد النتروجيني المضافة، كجم/هـ

ف = كمية السماد الفسفوري المضافة، كجم/هـ

ا، ب، ج، د، هـ، هي معالم الدالة المراد تقديرها

وتشير الحدود المرفوعة للقوة ٢، ٠,٥، ١,٥ في المعادلات ٤ ـ ٦ إلى أن هذه الدوال غير خطية، وأن هناك إمكانية لزيادة الإنتاج بمعدلات متناقصة أو معدلات متزايدة. أما الحد الأخير (ن × ف) في هذه المعادلات فهو للسماح بنوع من التفاعل (Interaction) بين السماد النتروجيني والسماد الفسفوري.

وفي دراسات استجابة المحاصيل للأسمدة، عادة ما يستخدم واحد أو أكثر من هذه الأشكال المقترحة. فعلى سبيل المثال في الدراسة التي قام بها الشافعي [٩] لتقدير العلاقة بين مستوى التسميد النتروجيني وإنتاج القمح في جمهورية مصر العربية، لم يستخدم الباحث سوى الدالة التربيعية. كما قام الباحث نفسه باستخدام الدالة التربيعية فقط أيضًا في الدراسة التي أجراها على الذرة [١٠]. ولم يقم الباحث في هاتين الدراستين بدراسة أشكال أي دوال أخرى. أما في دراسة أخرى فقد أجريت في العديد من المناطق في الهند [١١] وباستخدام أشكال دوال مختلفة، وجد أن شكل الدالة المناسب هو التربيعية. وحيث إنه ليس من الضروري أن ينعقد ذلك صحيحًا بالنسبة لمنطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية، فإنه سيتم تقدير ثمانية دوال أربع منها بوجود حدّ التفاعل بين السماد النتروجيني

والسماد الفوسفوري، وأربع بدون حد التفاعل. ومن ثم وبعد إجراء الاختبارات الاقتصادية والمنطقية والإحصائية، سيتم اختيار أفضل هذه الدوال المقدرة.

**مصادر البيانات**

تم استخدام نوعين من البيانات في هذه الدراسة، يتعلق الأول بالعلاقات الفنية بين كميات الأسمدة النتروجينية والأسمدة الفوسفورية المستخدمة والغلة الناتجة من القمح. والنوع الثاني يتعلق بتكاليف الأسمدة وسعر السلعة النهائية.

أجريت تجربة في الموسم الزراعي ١٤٠٢/١٤٠٣هـ (١٩٨٢/١٩٨٣م) لمعرفة أثر مستويات مختلفة من كل من السماد النتروجيني والفوسفوري على القمح (يوكورا روجو) في محطة الأبحاث الزراعية بمدينة عنيزة في منطقة القصيم [١٢] واستخدم في هذه التجربة أربعة مستويات من عنصر النتروجين (٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٤٠٠ كجم N هكتار) وأربعة مستويات من عنصر الفوسفور (٠، ٧٥، ١٥٠، ٣٠٠ كجم $P_2O_5$ هكتار). وقد استخدمت هذه البيانات في تقدير معالم الدوال الإنتاجية السمادية للقمح.

أما فيما يتعلق ببيانات تكاليف الأسمدة وسعر القمح فقد تم الحصول عليها من المرشدين الزراعيين في المنطقة وتجار مستلزمات الإنتاج الزراعية. وتتراوح تكلفة السماد في حدود ريال واحد لكل كجم من النتروجين أو الفوسفور. وسعر القمح هو السعر الذي تطرحه الدولة كدعم للمزارعين ويتراوح بين ١,٥ رس/كجم للشركات إلى ٢ رس/كجم للأفراد.

## النتائج

باستخدام البيانات الوارد ذكرها أعلاه، تم تقدير معالم عدد من الدوال التي تحدد العلاقة بين مستويات التسميد النتروجيني والفوسفوري وإنتاج القمح في منطقة القصيم. ويوضح الجدولان ٢، ٣ النتائج الإحصائية لتقديرات معالم تلك الدوال، حيث تم تقدير ثمان دوال أربع منها مطابقة للدوال الأربع المذكورة أعلاه (جدول ٢) وأربع مشابهة لها،

جدول ٢ تقديرات معالم الدوال الإنتاجية السمادية للقمح في منطقة القصيم مع وجود حد التفاعل

| المتغير | الدالة | | | |
|---|---|---|---|---|
| | الخطية | التربيعية | الجذر تربيعية | الثلاثة الأنصاف |
| ثابت الدالة | ٣٧١٦,٧٢<br>(٧,٧٧)<br>*** | ٣٠٠٠,٢٢٠<br>(٦,٣٥)<br>*** | ٢٨٦٠,٩٤٢<br>(٤,٦٥)<br>*** | ٢٩٩٢,٠٤٤<br>(٦,١٥)<br>*** |
| ن | ٥,٥٦٣٠٢٩<br>(٢,٦٦)<br>** | ١٤,٣٢٢٥٨<br>(٣,٤١)<br>*** | -٢,٩٥١٥٢٢<br>(٠,٧٧) | ١٩,٦٩٣٧١<br>(٣,٠٠)<br>*** |
| ف | ٣,٤٤٧٤٦٧<br>(١,٢٤) | ١١,٥٥٧١١<br>(٢,٠٦)<br>** | -٣,٥٨٣٦٣٢<br>(٠,٧٠) | ١٥,٨٦٧٧٩<br>(١,٨١)<br>** |
| ن س (١) | | -٠,٠٢١١٤٣٧<br>(٢,٢٩)<br>** | ١٩٠,٤٦٤٤<br>(٢,٢١)<br>** | -٠,٦٨٨٥٤٩٣<br>(٢,٢٣)<br>** |
| ف س (١) | | -٠,٠٢٦١٠٠٠<br>(١,٥٩)<br>* | ١٤٠,١٢٤٩<br>(١,٤١)<br>* | -٠,٦٩٨٨٣٣٨<br>(١,٤٧)<br>* |
| ن × ف | -٠,٠٠٩٣٥٩٧<br>(٠,٧٧) | -٠,٠٠٩٣٥٩٧<br>(٠,٩٤) | -٣,٦٧٣٠١١<br>(٠,٩٦) | -٠,٠٠٩٣٥٩٧<br>(٠,٩٢) |
| $ر^{٢}$ | ٠,٥٠ | ٠,٧٢ | ٠,٦٧ | ٠,٧١ |
| ف | ٣,٩٨<br>** | ٥,٠٩<br>** | ٤,١٣<br>** | ٤,٨٥<br>** |
| الانحراف المعياري | ٧٩٧,٣١ | ٦٥٥,٤٨ | ٧٠٤,٨٥ | ٦٦٦,٧٩ |
| متوسط قيمة المتغير التابع | ٤٩٢٧,٧٥ | ٤٩٢٧,٧٥ | ٤٩٢٧,٧٥ | ٤٩٢٧,٧٥ |

الأرقام بين الأقواس هي القيم المطلقة المحسوبة لاختبار ت.

*، **، ***، تعني معنوي على مستوى ١٠٪، ٥٪، ١٪، على التوالي.

(١) ن س، ف س هي الحد المرفوع للقوة (الأس) في الدوال غير الخطية وتكون س مساوية لـ ٢ في الدالة التربيعية، ومساوية لـ ٠,٥ في الدالة الجذر تربيعية ومساوية لـ ١,٥ في الدالة الثلاثة الأنصاف.

المصدر: تم تقدير معالم هذه الدوال المختلفة باستخدام البيانات الموجودة في وزارة الزراعة والمياه [١٢].

جدول ٣. تقديرات معالم الدوال الإنتاجية السمادية للقمح في منطقة القصيم بدون وجود حد التفاعل

| المتغير | الدالة | | | |
|---|---|---|---|---|
| | الخطية | التربيعية | الجذر تربيعية | الثلاثة أنصاف |
| ثابت الدالة | ٣٩٣١,٧٠٠٠<br>(١٠,٢٨)<br>*** | ٣٢١٥,٢٠٠<br>(٧,٨٣)<br>*** | ٣٢٤٨,٣٢٤<br>(٧,٠٢)<br>*** | ٣٢٠٧,٠٢٤<br>(٧,٥٧)<br>*** |
| ن | ٤,٣٣٤٥٧١٤<br>(٣,٢٧)<br>** | ١٣,٠٩٤١٢<br>(٣,٣٠)<br>*** | ٢,٩٥١٥٢٢ -<br>(٠,٧٧) | ١٨,٤٦٥٢٦<br>(٢,٨٩)<br>*** |
| ف | ١,٨٠٩٥٢٣٨<br>(١,٠٢) | ٩,٩١٩١٦٧<br>(١,٨٨)<br>** | ٣,٥٨٣٦٣١ -<br>(٠,٧٠) | ١٤,٢٢٩٨٤<br>(١,٦٧)<br>* |
| ن س (١) | | ٠,٠٢١١٤٣٧ -<br>(٢,٣٠)<br>** | ١٥٥,٣٦١٢<br>(٢,٠٠)<br>** | ٠,٦٨٨٥٤٩٣ -<br>(٢,٢٥)<br>** |
| ف س (١) | | ٠,٠٢٦١٠٠٠ -<br>(١,٦٠)<br>* | ٩٩,٥٩١٣٠<br>(١,١١) | ٠,٦٩٨٨٣٣٨ -<br>(١,٤٨)<br>* |
| $ر^2$ | ٠,٤٧ | ٠,٦٩ | ٠,٦٤ | ٠,٦٨ |
| ف | ٥,٨٦<br>** | ٦,٢١<br>*** | ٤,٩٧<br>** | ٥,٩٣<br>*** |
| الانحراف المعياري | ٧٨٤,٧٥ | ٦٥١,٨٤ | ٧٠٢,٣٧ | ٦٦٢,١٩ |
| متوسط قيمة المتغير التابع | ٤٩٢٧,٧٥ | ٤٩٢٧,٧٥ | ٤٩٢٧,٧٥ | ٤٩٢٧,٧٥ |

الأرقام بين الأقواس هي القيم المطلقة المحسوبة لاختبار ت.

*، **، ***، تعني معنوي على مستوى ١٠٪، ٥٪، ١٪، على التوالي.

(١) ن س، ف س هي الحد المرفوع للقوة (الأس) في الدوال غير الخطية وتكون س مساوية لـ ٢ في الدالة التربيعية، ومساوية لـ ٠,٥ في الدالة الجذر تربيعية ومساوية لـ ١,٥ في الدالة الثلاثة الأنصاف.

المصدر: تم تقدير معالم هذه الدوال المختلفة باستخدام البيانات الموجودة في وزارة الزراعة والمياه [١٢].

ولكن بدون حدّ التفاعل (Interaction term) (جدول ٣). أي أنه افترض في الدوال الأربع الأخيرة عدم وجود تفاعل بين عنصري الفوسفور والنتروجين للتأثير على إنتاج القمح.

ويظهر من نتائج تقديرات معالم الدوال فيما يختص بحد التفاعل (جدول ٢) أن التقدير الخاص به لم يكن معنويًا حتى على مستوى ١٠٪ (قيمة ت أقل من ١) لجميع الدوال، لذا فقد تم إغفاله.

ويلاحظ في تقديرات معالم الدوال المختلفة معنوية التقدير الخاص بالسماد النتروجيني وكذا الخاص بالسماد الفوسفوري كل على حدة كما يظهر من قيمة اختبار ت. وبمقارنة الدوال الأربع في جدول رقم ٣ يتضح أن الدالة التربيعية كانت هي الأكثر توفيقًا حيث تحقق معها أعلى قيمة لمعامل التحديد ($ر^2$) وأقل انحراف معياري للارتداد (Standard error of regression) وأعلى قيمة لاختبار ف بالإضافة إلى معنوية معالمها.

ويوضح الجدول رقم ٤ إنتاج القمح عند مستويات مختلفة من كميات الأسمدة النتروجينية والأسمدة الفوسفورية باستخدام هذه الدالة التربيعية، وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج التجربة، يتضح أن نبوءات الدالة التربيعية بالإنتاج كانت جيدة. لذا فسوف يتم استخدام الدالة التربيعية وبدون حدّ التفاعل في التحليل الاقتصادي.

## التحليل الاقتصادي

من بين الدوال الثمان التي تم تقدير معالمها لدراسة أثر السماد النتروجيني والسماد الفوسفوري على إنتاج القمح في عنيزة بمنطقة القصيم، وجد أن الدالة التربيعية وبدون حد التفاعل كانت الأكثر توفيقًا، وتوضح المناقشة فيما يلي كيفية تحديد مستوى كل من السماد النتروجيني والفوسفوري التي تحقق أقصى أرباح ممكنة للمزارع اعتمادًا على الإنتاج والأسعار. ويتحقق هذا عن طريق تسنيم (تعظيم) (Maximization) لدالة الأرباح، ومن ثم اشتقاق دالة الطلب على السماد النتروجيني ونظيرتها الخاصة بالسماد الفوسفوري حيث توضح هاتان الدالتان كميات الأسمدة النتروجينية وكذا الأسمدة الفوسفورية، على التوالي، والتي تحقق أقصى أرباح ممكنة.

جدول ٤ . إنتاج القمح في عنيزة عند مستويات مختلفة من الأسمدة

| مستوى السماد النتروجيني (ن) كجم/ هـ | مستوى السماد الفوسفوري (ف)، كجم/ هكتار | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٠ | ٥٠ | ١٠٠ | ١٥٠ | ٢٠٠ | ٢٥٠ | ٣٠٠ |
| ٠ | ٣٢١٥ | ٣٦٤٦ | ٣٩٤٦ | ٤١١٦ | ٤١٥٥ | ٤٠٦٤ | ٣٨٤٢ |
| ٥٠ | ٣٨١٧ | ٤٢٤٨ | ٤٥٤٨ | ٤٧١٨ | ٤٧٥٧ | ٤٦٦٦ | ٤٤٤٤ |
| ١٠٠ | ٤٣١٣ | ٤٧٤٤ | ٥٠٤٤ | ٥٢١٤ | ٥٢٥٣ | ٥١٦٢ | ٤٩٤٠ |
| ١٥٠ | ٤٧٠٤ | ٥١٣٤ | ٥٤٣٥ | ٥٦٠٤ | ٥٦٤٣ | ٥٥٥٢ | ٥٣٣٠ |
| ٢٠٠ | ٤٩٨٨ | ٥٤١٩ | ٥٧١٩ | ٥٨٨٩ | ٥٩٢٨ | ٥٨٣٧ | ٥٦١٥ |
| ٢٥٠ | ٥١٦٧ | ٥٥٩٨ | ٥٨٩٨ | ٦٠٦٨ | ٦١٠٧ | ٦٠١٦ | ٥٧٩٤ |
| ٣٠٠ | ٥٢٤١ | ٥٦٧١ | ٥٩٧١ | ٦١٤١ | ٦١٨٠ | ٦٠٨٩ | ٥٨٦٧ |
| ٣٥٠ | ٥٢٠٨ | ٥٦٣٩ | ٥٩٣٩ | ٦١٠٩ | ٦١٤٨ | ٦٠٥٧ | ٥٨٣٥ |
| ٤٠٠ | ٥٠٧٠ | ٥٥٠١ | ٥٨٠١ | ٥٩٧٠ | ٦٠١٠ | ٥٩١٨ | ٥٦٩٧ |

**المصدر**: حسبت كميات الإنتاج عند المستويات المختارة من الأسمدة من الدالة التربيعية الواردة في الجدول رقم ٣.

$$\text{ا ر} = \text{س} \times \text{ص} - \text{س}_{\text{ن}} \times \text{ن} - \text{س}_{\text{ف}} \times \text{ف} \qquad (٨)$$

حيث:

ا ر = الأرباح فوق تكاليف الأسمدة رس/هـ

ص، ن، ف هي كما عرفت في السابق

س = سعر القمح رس/كجم

$\text{س}_{\text{ن}}$ = سعر السماد النتروجيني رس/كجم

$\text{س}_{\text{ف}}$ = سعر السماد الفوسفوري رس/كجم

وبالتعويض عن ص بدالة الإنتاج التربيعية (معادلة ٤) وبدون حد التفاعل نحصل على:

$$\text{ا ر} = \text{س} \times (\text{ا} + \text{ب}_{\text{ن}} + \text{ج}_{\text{ف}} + \text{د ن}^{٢} + \text{هـ ف}^{٢}) - \text{س}_{\text{ن}} \times \text{ن} - \text{س}_{\text{ف}} \times \text{ف} \qquad (٩)$$

وبتسنيم (تعظيم) المعادلة (٩) للحصول على مستويات ن، ف المثلى:

$$\frac{\delta \text{ ا ر}}{\delta \text{ ن}} = \text{س} \times (\text{ب} + ٢ \text{ د ن}) - \text{س}_{\text{ن}} = \text{صفر} \qquad (١٠)$$

$$\frac{\delta \text{ ا ر}}{\delta \text{ ف}} = \text{س} \times (\text{ج} + ٢ \text{ هـ ف}) - \text{س}_{\text{ف}} = \text{صفر} \qquad (١١)$$

حيث $\delta$ تعبر عن التفاضل الجزئي.

وبحل هاتين المعادلتين يمكن الحصول على كمية السماد النتروجيني المثلى (ن*) وكمية السماد الفوسفوري المثلى (ف*) كدوال لسعر المحصول وسعر الأسمدة.

$$\text{ن}^* = \frac{\text{س}_{\text{ن}} - \text{س}_{\text{ب}}}{٢ \text{ س د}} \qquad (١٢)$$

$$\text{ف}^* = \frac{\text{س}_{\text{ف}} - \text{س}_{\text{ج}}}{٢ \text{ س هـ}} \qquad (١٣)$$

ويظهر من المعادلتين ١٢ و ١٣ أن الكمية المثلى من السماد والتي تحقق أقصى أرباح ممكنة (ن* ، ف*) تعتمد على شكل الدالة ومعالمها المقدرة (ب، ج، د، هـ) وعلى سعر كل من القمح والسماد. وحيث إنه تم تقدير معالم الدالة (جدول ٣) فإنه يمكن تحديد الكميات المثلى من الأسمدة والتي تحقق أقصى أرباح لكل مستوى من سعر القمح وسعر السماد وذلك باستخدام المعادلتين ١٢، ١٣.

ويوضح الجدول رقم ٥ الكميات المثلى من السماد النتروجيني والسماد الفوسفوري عند مستويات مختلفة من أسعار الأسمدة وإنتاج القمح المقابل عند كل مستوى من هذه المستويات للأسمدة. ويلاحظ من هذا الجدول أنه بزيادة/انخفاض سعر السماد تقل/تزيد الكمية المطلوبة منه وتقل/تزيد كمية الإنتاج. كما يلاحظ أيضًا انخفاض حساسية التغير في الكميات المثلى من الأسمدة عند تغير أسعارها. وهذا يؤدي إلى انخفاض حساسية التغير في الإنتاج عند تغير سعر الأسمدة. فعلى سبيل المثال عند سعر ١,٠٠ رس/كجم للسماد الفوسفوري، لم ينخفض الإنتاج عند ازدياد سعر السماد النتروجيني من ٠,١ إلى ٢,٠

رس/كجم إلا بحوالي نصف في المائة. ويعزى انخفاض حساسية التغير في المستويات المثلى من الأسمدة، وبالتالي الإنتاج عند تغير أسعار الأسمدة إلى ربحية الأسمدة النسبية. فيظل السماد الكيميائي مربحًا للمزارع في الاستخدام حتى لو ارتفعت أسعاره إلى مستويات عالية لأن الزيادة في قيمة ما ينتج من القمح نتيجة استخدام السماد أكبر من تكاليف الأسمدة حتى تحت ظروف الأسعار المرتفعة نوعًا ما.

**جدول ٥. إنتاج القمح في عنيزة عند مستويات مختلفة من أسعار الأسمدة (كجم/هكتار)**

| س ف | ف* | ن* | س ن ٠,١٠ | ٠,٢٠ | ٠,٥٠ | ٠,٧٥ | ١,٠٠ | ١,٢٥ | ١,٥٠ | ٢,٠٠ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ٣٠٨ | ٣٠٦ | ٣٠٢ | ٢٩٨ | ٢٩٤ | ٢٩٠ | ٢٨٦ | ٢٧٨ |
| | | | إنتاج القمح، كجم/هـ | | | | | | | |
| ٠,١٠ | ١٨٩ | | ٦١٨٥ | ٦١٨٥ | ٦١٨٤ | ٦١٨٢ | ٦١٨٠ | ٦١٧٧ | ٦١٧٣ | ٦١٦٤ |
| ٠,٢٠ | ١٨٧ | | ٦١٨٥ | ٦١٨٥ | ٦١٨٣ | ٦١٨٢ | ٦١٧٩ | ٦١٧٧ | ٦١٧٣ | ٦١٦٤ |
| ٠,٥٠ | ١٨٤ | | ٦١٨٤ | ٦١٨٤ | ٦١٨٣ | ٦١٨١ | ٦١٧٩ | ٦١٧٦ | ٦١٧٢ | ٦١٦٣ |
| ٠,٧٥ | ١٨٠ | | ٦١٨٢ | ٦١٨٢ | ٦١٨١ | ٦١٨٠ | ٦١٧٧ | ٦١٧٤ | ٦١٧١ | ٦١٦١ |
| ١,٠٠ | ١٧٧ | | ٦١٨١ | ٦١٨٠ | ٦١٧٩ | ٦١٧٨ | ٦١٧٥ | ٦١٧٢ | ٦١٦٩ | ٦١٦٠ |
| ١,٢٥ | ١٧٤ | | ٦١٧٨ | ٦١٧٨ | ٦١٧٧ | ٦١٧٥ | ٦١٧٣ | ٦١٧٠ | ٦١٦٦ | ٦١٥٧ |
| ١,٥٠ | ١٧١ | | ٦١٧٥ | ٦١٧٥ | ٦١٧٤ | ٦١٧٢ | ٦١٧٠ | ٦١٦٧ | ٦١٦٤ | ٦١٥٤ |
| ٢,٠٠ | ١٦٤ | | ٦١٦٨ | ٦١٦٨ | ٦١٦٧ | ٦١٦٥ | ٦١٦٣ | ٦١٦٠ | ٦١٥٦ | ٦١٤٧ |

**المصدر:** حسبت كميات الإنتاج من الدالة التربيعية الواردة في الجدول رقم ٣ مستخدمين مستويات الأسمدة المثلى عند الأسعار المختلفة وسعر لمحصول القمح يساوي ١,٥ رس/كجم.

وبالرجوع إلى بيانات جدول (٦) يتبين أنه لا يمكن تحديد كمية من الأسمدة أو الإنتاج التي تتفق والمنطق الاقتصادي، والذي يحقق أقصى أرباح تحت ظروف الأسعار المختارة، إذ يتغير صافي الأرباح فوق تكاليف الأسمدة بتغير سعر الأسمدة (وبالتالي الكميات المطلوبة منها والإنتاج) وتغير سعر القمح، ويوضح الجدولان رقما ٦، ٧ الأرباح التي تربو على تكاليف الأسمدة عند مستويات أسعار الأسمدة المختارة وعند سعر للقمح يساوي ١,٥ رس/كجم في الجدول رقم ٦ و١,٠٠ رس/كجم في الجدول رقم ٧. ويتضح من هذين الجدولين أن الأرباح تقل/تزيد بزيادة/بانخفاض سعر السماد وانخفاض/وزيادة

جدول ٦ . الأرباح فوق تكاليف التسميد عند مستويات مختلفة من أسعار الأسمدة (رس/ هكتار)*

| سعر السماد الفوسفوري | سعر السماد النتروجيني س ن | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| س ف | ٠,١٠ | ٠,٢٠ | ٠,٥٠ | ٠,٧٥ | ١,٠٠ | ١,٢٥ | ١,٥٠ | ٢,٠٠ |
| ٠,١٠ | ٩٢٢٨ | ٩١٩٧ | ٩١٠٦ | ٩٠٣١ | ٨٩٥٧ | ٨٨٨٤ | ٨٨١٢ | ٨٦٧١ |
| ٠,٢٠ | ٩٢٠٩ | ٩١٧٨ | ٩٠٨٧ | ٩٠١٢ | ٨٩٣٨ | ٨٨٦٥ | ٨٧٩٣ | ٨٦٥٢ |
| ٠,٥٠ | ٩١٥٣ | ٩١٢٢ | ٩٠٣١ | ٨٩٥٦ | ٨٨٨٢ | ٨٨٠٩ | ٨٧٣٧ | ٨٥٩٦ |
| ٠,٧٥ | ٩١٠٨ | ٩٠٧٧ | ٨٩٨٦ | ٨٩١١ | ٨٨٣٧ | ٨٧٦٤ | ٨٦٩٢ | ٨٥٥١ |
| ١,٠٠ | ٩٠٦٣ | ٩٠٣٢ | ٨٩٤١ | ٨٨٦٦ | ٨٧٩٢ | ٨٧١٩ | ٨٦٤٧ | ٨٥٠٦ |
| ١,٢٥ | ٩٠١٩ | ٨٩٨٨ | ٨٨٩٧ | ٨٨٢٢ | ٨٧٤٨ | ٨٦٧٥ | ٨٦٠٣ | ٨٤٦٢ |
| ١,٥٠ | ٨٩٧٦ | ٨٩٤٥ | ٨٨٥٤ | ٨٧٧٩ | ٨٧٠٥ | ٨٦٣٢ | ٨٥٦٠ | ٨٤١٩ |
| ٢,٠٠ | ٨٨٩٢ | ٨٨٦١ | ٨٧٧٠ | ٨٦٩٥ | ٨٦٢١ | ٨٥٤٨ | ٨٤٧٦ | ٨٣٣٥ |

* تم افتراض سعر لمحصول القمح يساوي ١,٥٠ رس/كجم.

**المصدر:** تم احتساب الأرباح باستخدام الدالة التربيعية الواردة في جدول ٣ مع أسعار الأسمدة المختلفة وسعر محصول القمح.

جدول ٧ . الأرباح فوق تكاليف التسميد عند مستويات مختلفة من أسعار الأسمدة وسعر المحصول يساوي ١,٠٠ رس/كجم، رس/ هكتار).

| سعر السماد الفوسفوري | سعر السماد النتروجيني س ن | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| س ف | ٠,١٠ | ٠,٢٠ | ٠,٥٠ | ٠,٧٥ | ١,٠٠ | ١,٢٥ | ١,٥٠ | ٢,٠٠ |
| ٠,١٠ | ٦١٣٥ | ٦١٠٤ | ٦٠١٤ | ٥٩٤٠ | ٥٨٦٧ | ٥٧٩٥ | ٥٧٢٥ | ٥٥٨٩ |
| ٠,٢٠ | ٦١١٦ | ٦٠٨٦ | ٥٩٩٥ | ٥٩٢١ | ٥٨٤٨ | ٥٧٧٧ | ٥٧٠٦ | ٥٥٧٠ |
| ٠,٥٠ | ٦٠٦١ | ٦٠٣١ | ٥٩٤٠ | ٥٨٦٦ | ٥٧٩٣ | ٥٧٢١ | ٥٦٥١ | ٥٥١٥ |
| ٠,٧٥ | ٦٠١٦ | ٥٩٨٦ | ٥٨٩٥ | ٥٨٢١ | ٥٧٤٨ | ٥٦٧٧ | ٥٦٠٦ | ٥٤٧٠ |
| ١,٠٠ | ٥٩٧٣ | ٥٩٤٢ | ٥٨٥١ | ٥٧٧٧ | ٥٧٠٤ | ٥٦٣٣ | ٥٥٦٣ | ٥٤٢٦ |
| ١,٢٥ | ٥٩٣٠ | ٥٨٩٩ | ٥٨٠٨ | ٥٧٣٤ | ٥٦٦٢ | ٥٥٩٠ | ٥٥٢٠ | ٥٣٨٣ |
| ١,٥٠ | ٥٨٨٨ | ٥٨٥٨ | ٥٧٦٧ | ٥٦٩٣ | ٥٦٢٠ | ٥٥٤٨ | ٥٤٧٨ | ٥٣٤٢ |
| ٢,٠٠ | ٥٨٠٨ | ٥٧٧٧ | ٥٦٨٧ | ٥٦١٣ | ٥٥٤٠ | ٥٤٦٨ | ٥٣٩٨ | ٥٢٦٢ |

**المصدر:** تم احتساب الأرباح باستخدام الدالة التربيعية الواردة في جدول ٣ مع أسعار الأسمدة المختلفة وسعر محصول القمح.

سعر القمح، ولكن التغير في الأرباح عند تغير سعر القمح كان أكبر بكثير عنه عند تغير أسعار الأسمدة، فعلى سبيل المثال، عند سعر للسماد النتروجيني والسماد الفوسفوري يساوي ١,٠٠ رس/كجم، وسعر للقمح يساوي ١,٥ رس/كجم بلغت الأرباح ٨٧٩٢ رس/هـ، وبانخفاض سعر القمح إلى ١,٠٠ رس/كجم، انخفضت الأرباح حوالي خمسة وثلاثين في المائة لتصل إلى ٥٧٠٤ رس/هـ (الجدولان ٦، ٧).

## الخاتمة والتوصيات

تطرقت هذه الدراسة إلى دراسة الأهمية الاقتصادية للتسميد النتروجيني والفوسفوري للقمح في منطقة القصيم. واستخدمت تجارب حقلية لتقدير معالم دوال مختلفة تحدد العلاقة بين مستوى السماد النتروجيني والسماد الفسفوري من جهة وإنتاجية القمح من جهة أخرى. ولقد اتضح أن الدالة التربيعية وبدون حد التفاعل بين النتروجين والفوسفور كانت الأكثر توفيقًا. كما وجد أنه عند سعر للسماد يساوي ١,٠٠ رس/كجم N أو $P_2O_5$ وسعر للقمح يساوي ١,٥ رس/كجم فإن المستوى الاقتصادي الأمثل للسماد النتروجيني والسماد الفوسفوري يبلغ ٢٩٤ و ١٧٧ كجم/هكتار، على التوالي. بالإضافة إلى ذلك فقد تم تقدير الكميات الاقتصادية المثلى للسماد النتروجيني والسماد الفوسفوري عند ثمانية مستويات من سعر السماد تتراوح بين ٠,١ ـ ٢,٠٠ رس/كجم. وتم أيضًا في هذه الدراسة حساب الأرباح الاقتصادية فوق تكاليف التسميد عند كل مستوى من أسعار الأسمدة. وكانت الأرباح الاقتصادية فوق تكاليف التسميد عند سعر للقمح يساوي ١,٥ رس/كجم وسعر السماد النتروجيني والسماد الفوسفوري يساوي ١,٠٠ رس/كجم، حوالي ٨٧٩٢ رس/هكتار انخفضت إلى ٥٧٠٤ رس/هكتار عند انخفاض سعر السلعة النهائية إلى ١,٠٠ رس/كجم.

ومع أن الباحث يعتقد بجدوى مثل هذه الدراسة وأهميتها لصنع القرار سواء على مستوى المزرعة كما اتضح من خلال الحسابات الآنفة الذكر أو على مستوى المنطقة أو المملكة من حيث تخصيص المصادر المتاحة (والتي منها السماد) داخل المنطقة أو بين المناطق أو بين الزروع بما يحقق أهداف السياسة الزراعية في المملكة، إلا أن هناك بعض

الاقتراحات والتي يجدر الأخذ بها في الدراسات المستقبلية حتى تزيد كفاءة مثل هذه الأبحاث.

يقترح أن تجرى مثل هذه التجارب باستمرار ولعدة سنوات. وهذا عائد إلى تأثر نتيجة التجربة بالظروف الجوية والبيئية. فكلما كثرت التجارب ولعدة سنوات تعطي حصيلة من المعرفة عن العلاقة بين الأسمدة والإنتاج تجعل من الممكن تقديم توصيات تعتمد ليس فقط على سعر الأسمدة وأسعار الزروع بل على العوامل البيئية المحيطة. ويعتقد الكاتب أن هذه تتطلب جهودًا متضافرة من مراكز الأبحاث المختلفة والجامعات والدوائر الحكومية المعنية.

كما لوحظ ندرة دراسات دوال استجابة الزروع للأسمدة عمومًا للكثير من المحاصيل ويقترح أن تتم مثل هذه الدراسات على مختلف الزروع الرئيسة في المملكة. تعتبر المياه أحد العناصر الرئيسة في الإنتاج الزراعي كما أنه يعتبر أكثر الموارد الزراعية ندرة في المملكة، وحيث إنه يعتقد بوجود تفاعل كبير بين الأسمدة الكيميائية والمياه [٧] فإنه يقترح في تجارب مستقبلية أن تؤخذ كميات المياه كأحد العناصر التي تؤثر على الاستفادة من الأسمدة في زيادة الإنتاجية.

وتعتبر كيفية زيادة كفاءة استخدام الكمية نفسها من الأسمدة وذلك عن طريق دراسة أثر مواعيد إضافة الأسمدة والجرعات المختلفة للأسمدة من العوامل التي يقترح أخذها في الاعتبار مستقبلاً، كما يقترح أيضًا دراسة نوعية الأسمدة (مصدر العنصر الغذائي) وأثره على الإنتاج.

وفي الختام يجب ملاحظة أن هذه الدراسة وجميع الدراسات المشابهة تستند في بياناتها إلى تجارب محكمة وتحت ظروف من أفضل ظروف إدارة المزارع. وقد تختلف النتائج في المزرعة عن نتائج التجربة حتى ولو تشابهت الظروف البيئية والجوية والتربة، وكما أشار إلى ذلك Dillon [١٣]. ويقترح أن تخصص أبحاث مستقبلية لدراسة العلاقة بين نتائج التجارب ونتائج الحقل. فقد أشار بعض الباحثين في استراليا [١٤ ـ ٢٦] إلى وجود علاقة

بين حجم الإنتاج المزرعي وقرب نتائج الحقل من نتائج التجارب. حيث وجد هؤلاء الباحثون أنه كلما صغر حجم الإنتاج الزراعي وكلما زادت كثافة استخدام العمالة كلما قربت نتائج الحقل من نتائج التجارب وقد يكون من المناسب دراسة مثل هذه العلاقة في المملكة.

## المراجع


[ ١ ] منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. «دليل الأسمدة وتغذية النبات». روما، *إدارة الأسمدة وتغذية النباتات، قسم تنمية الأراضي والمياه*، سلسلة دراسات الأسمدة وتغذية النبات ٩، (١٩٨٦).

[ ٢ ] وزارة الزراعة والمياه، وكالة الأبحاث والتنمية الزراعية، إدارة الأبحاث الزراعية، مركز الأبحاث الزراعية بالقصيم/ عنيزة. *التقرير الفني السنوي*، أعوام مختلفة.

[ ٣ ] Ghandorah, M. O. "Response of Wheat Cultivars to Seeding Rates and Mixed Fertelizer Levels using Municipal Waste Water". *J. Coll. Agric., King Saud Univ.*, 8 No. 2 (1986), 347-366.

[ ٤ ] Tahir, Osman and Makki, Yahia. "Responses of Wheat to Applied Phosphorus at Al-Hassa Region". *Proc. Saudi Biol. Soc.*, 8 (1985), 61-64.

[ ٥ ] وزارة الزراعة والمياه. *دراسة تكاليف إنتاج القمح لعينة من المزارع الحديثة*. الرياض: وزارة الزراعة والمياه، دراسة غير منشورة، بدون تاريخ.

[ ٦ ] Debertin, David. *Agricultural Production Economics*. New York: Macmillan Publishing company, 1986.

[ ٧ ] Heady, Earl and Dillon, J. L. *Agricultural Production Functions*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1961.

[ ٨ ] Hexem, Roger W. and Earl O. Heady. *Water Production Functions for Irrigated Agriculture*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1978.

[ ٩ ] Shafei, Mahmoud Abd Elhady. "An Analysis of Wheat Production Functions in Estimating the Economic Optimum Level of Nitrogen Which Maximizes Revenues". *Alexandria J. of Agric. Res.*, 30, No. 3 (1985), 1181-1186.

[١٠] ------. "An Estimate of the Production Function of Maize Calculated from Experimental Data". *Alexandria J. of Agric. Res.*, 30 No. 3 (1985), 1181-1186.

[١١] Singh, Chhotan and Bhardwaj, R. B. L. "Economics and Response of Nitrogenous Fertilizer for Wheat in Various Agro-climates". *Indian J. Agric. Sciences* 56 No. 10 (1986), 722-725.

[١٢] وزارة الزراعة والمياه، «نتائج تجارب قمح الخبز: تقويم بعض الأصناف وبعض العائلات الزراعية للموسم ١٤٠٢/١٤٠٣هـ». إدارة الأبحاث الزراعية، شعبة أبحاث الإنتاج الزراعي، مكتب القمح. الرياض، بدون تاريخ.

Dillon, John L. *The Analysis of Response in Crop and Livestock Production.* Oxford, U. K.: Pergamon Press, 1977. [١٣]

Davidson, B. R. and Martin, B. R. "The Relationship between Yiedlds on Farms and in Experiments". *Australian J. Agri. Econ.*, 9 (1965), 129-140. [١٤]

----------. "The Use of Experimental Results in Farm Planning". *Farm Policy.*, (Univ. Western Australia), 4 (1965b), 109-114. [١٥]

----------. *The Relationships between Farm and Experimental, Yields.*Nedlands, Australia: Univ. Western Australia Press 1967. [١٦]

# Economics of Wheat Production for Different Fertilization Levels in Al-Qassim, Saudi Arabia

**I. A. Al-Turky**
*College of Administrative Sciences, King Faisal University, Hofuf, Saudi Arabia*

**Abstract.** With the tremendous increase in chemical fertilizers use, it has become necessary to determine the economic levels of these fertilizers that should be used by farmers to maximize their profits and minimize their costs. This paper shows how to acheive this through the use of experimental field data for different levels of nitrogenous and phosphorus fertilizers and their effect on wheat yield in Al-Qassim, Saudi Arabia. Different production functional forms were estimated and it was found that the quadratic function without the interaction term between N and $P_2O_5$ had the best fit. This function was then used in economic analysis and it was found that under a wheat price of SR 1.5/kg and fertilizer costs of SR 1.00/ kg, the most economical fertilizer levels were around 294 kg/ha N and 177 kg/ha $P_2O_5$.

Moreover, the economic levels of fertilizers under a wide range of fertilizers costs and wheat prices were determined. It was found that the derived demand for N was less sensitive to changes in fertilizer costs than that for $P_2O_5$. However, demand for N was more responsive to changes in wheat price than that of $P_2O_5$. This study strongly recommends conducting similar experiments in different regions and different years in order to have results of a much more economic significance.