Munich Personal RePEc Archive

An analytical economic study for the efficiency of water resources use in irrigation, "A field study at Al-Qassim region"

El-Rasoul, Ahmed Abou El-Yazid and alomar, Ibrahim Saleh

College of Economic and Business, Al-Qassim University, College of Economic and Business, Al-Qassim University

2012

Online at https://mpra.ub.uni-muenchen.de/98655/
MPRA Paper No. 98655, posted 20 Feb 2020 06:53 UTC

دراسة اقتصادية تحليلية لكفاءة استخدام الموارد المائية في الري

دراسة ميدانية بمزارع منطقة القصيم

د/ أحمد أبواليزيد الرسول د/ إبراهيم بن صالح العمر

قسم الاقتصاد والتمويل - كلية الاقتصاد والإدارة - جامعة القصيم

مقدمة

يؤدي قطاع الزراعة دوراً رئيساً في مسيرة التنمية الاقتصادية والاجتماعية من خلال إسهامه في تحقيق الأمن الغذائي، وتنويع القاعدة الاقتصادية، وتوفير فرص العمل، وتعزيز التنمية المتوازنة بين مناطق المملكة، وقد شهد هذا القطاع تطوراً ملحوظاً خلال خطط التنمية المتعاقبة بفضل ما أولته له الدولة من دعم ورعاية، بهدف زيادة إسهام قطاع الزراعة في التنوع الاقتصادي للمملكة، وتحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية بما يضمن تحقيق تنمية زراعية مستدامة، وتتشكل الرؤية المستقبلية لقطاع الزراعة في المملكة من خلال العديد من المعالم الرئيسة منها ما يلي:

* استغلال الموارد المائية الاستغلال الأمثل وفقاً لنتائج عملية تقويم الموارد المائية في إطار الخطة الوطنية للمياه وبما يكفل تحقيق التنمية الزراعية المستدامة.
* الاستغلال الأمثل لمياه الأمطار بإنشاء المزيد من السدود على الأودية الرئيسة والفرعية.
* الاستغلال الكامل لمياه الصرف الصحي المعالجة في الأغراض الزراعية، وفي تطوير المناطق المتاخمة للمراكز الحضرية.

وتُركز السياسات الاقتصادية بصفة عامة والزراعية بصفة خاصة على زيادة عرض الإنتاج الزراعي، وهذا يتطلب ضرورة الاهتمام بتنمية القطاع الزراعي رأسياً وأفقياً، وتتوقف إمكانيات التوسع الزراعي الأفقي على مدى توافر عناصر الإنتاج اللازمة لذلك، وتعتبر الموارد المائية في الفترة الحالية والمستقبلية من أكثر عناصر الإنتاج ندرة وبالتالي فهي المحدد الرئيسي والإستراتيجي للتوسع الزراعي الأفقي والذي يعتمد وبصفة أساسية على مدى توافر المياه اللازمة، ومن هنا تبرز أهمية تخطيط استخدام الموارد المائية والوصول إلى أكفأ استخدام ممكن لها. فالماء هو سر الحياة وهو عنصراً ضرورياً ليس لحياة الإنسان فحسب، بل أيضاً لتحقيق التنمية الاقتصادية والرفاهية الاجتماعية. ويُعد الحفاظ علي الموارد الطبيعية المتاحة كالمياه والأراضي الزراعية أحد أهم المداخل المُعينة علي تحقيق دالة النمو المرغوبة للمجتمع، لذا فإن ترشيد استخدام المياه والمحافظة عليها للأجيال الحاضرة والقادمة يُعتبر أهم أسس تحقيق التنمية المتواصلة Sustainable Development والإدارة المستدامة للمياه، وحيث أن الموارد المائية تعتبر محدد إستراتيجي للتنمية الزراعية الأفقية، لذلك فإنه من الأهمية تحقيق الكفاءة في استخدام هذه الموارد في ظل محدوديتها.

وتقع المملكة العربية السعودية ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة وتتسم بمحدودية المصادر المائية الطبيعية وزيادة تكاليف الحصول عليها من المصادر غير التقليدية، لذا فإن ندرة المياه بالمملكة تعتبر من أهم المشاكل التي تواجه عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وينعكس الأثر المباشر لهذه المشكلة في صورة انخفاض مساحة الرقعة الأرضية المتزرعة بالمملكة والتي تقدر بحوالي 1.1 مليون هكتار عام 2005م، وهي بلا شك تعتبر مساحة ضئيلة جداً بالنسبة لإجمالي المساحة الأرضية للمملكة حيث تمثل ما يقرب من 0.50% فقط من إجمالي مساحة الرقعة الأرضية للمملكة. وتُعد المحافظة على المياه من أهم السياسات التي ترتكز عليها إستراتيجية تنمية قطاع المياه والتي تعتمد على إتباع منهج الإدارة المتكاملة للموارد المائية، وزيادة فاعلية أساليب الترشيد وتعظيم الاستفادة منها.

مشكلة الدراسة

المياه هي العنصر الإستراتيجي المحدد للتنمية الزراعية الأفقية، لذلك فإنه من الأهمية تحقيق الكفاءة في استخدام هذه الموارد في ظل محدوديتها، ويُعتبر تحديد الكفاءة الخاصة بالمزارع على قدر كبير من الأهمية في اتخاذ القرارات على المستويين الجزئي والكلي حتى يتسنى لمتخذ القرار الاختيار بين البدائل المتاحة لزيادة كفاءة المزرعة. ويعتبر الاستخدام الأمثل للمياه في الري حجر الزاوية في تنمية القطاع الزراعي أفقياً ورأسياً، وهو ما يؤكد على أهمية بل وضرورة الأخذ بأساليب وتكنولوجيا الري المتطور والحديث حتى يمكن استخدام المتاح من الموارد المائية بما يحقق الكفاءة في تلك الاستخدام. وبصفة عامة يمكن القول بأن المشكلات الاقتصادية للمياه تنبع من ندرة المياه الصالحة للاستخدام الفوري (وهو ما يُعرف بالعرض الاقتصادي للمياه)، وهو الأمر الذي أدى إلى تزايد الاهتمام في السنوات الأخيرة بدراسات إنتاجية المياه في الأنشطة والقطاعات الاقتصادية المختلفة لمعرفة أفضل تخصيص لها بين استخداماتها البديلة، حيث أن بعض الدول تعتبر إنتاجية وحدة المياه (بالمتر المكعب مثلاً) من أهم الأسس والمؤشرات التي يتم الاستناد إليها عند المقارنة بين الأنشطة والمشروعات البديلة لاختيار أفضلها.

ويمثل استخدام المياه للأغراض الزراعية أهم أوجه الطلب على الموارد المائية بالمملكة، وهي تتوقف أساساً علي التركيب المحصولي، كما أنها تتأثر بنظم الري المتبعة وبمدى كفاءة شبكات الري وبدرجة إسراف الزراع في استخدام مياه الري، وبصفة عامة يقدر استهلاك المياه للأغراض الزراعية بنحو 17530 مليون متر مكعب تمثل حوالي 86.5% من الاستهلاك الكلي للمياه بالمملكة عام 2005م، ويُمثل استهلاك المياه للأغراض الزراعية أهم أسباب استنزاف المخزون المائي الإستراتيجي من المياه الجوفية غير القابلة للتجديد، لذلك فقد سعت وزارة الزراعة والمياه في السنوات الأخيرة إلى الحد من استخدام المياه الجوفية في القطاع الزراعي عن طريق تخفيض مساحات الحاصلات ذات الاحتياجات المائية العالية، ولعل إنشاء وزارة خاصة للمياه عام 1422هـ يُعتبر مؤشراً هاماً علي مدى تدارك المملكة لأهمية هذا المورد الحيوي الناضب.

أهداف البحث

تستهدف هذه الدراسة بصفة أساسية تقدير كفاءة استخدام الموارد المائية في الري بمزارع منطقة القصيم، وذلك من خلال تقدير كل من الكفاءة الإنتاجية والكفاءة الاقتصادية والكفاءة الإنتاجية الفنية وكفاءة السعة لاستخدام الموارد المائية الإروائية في ظل أنماط الري المتطور وهي الري بالرش (الثابت والمحوري) والري بالتنقيط للمحاصيل التي تضمنتها عينة الدراسة، وتقدير دوال الطلب على الموارد المستخدمة في إنتاج أهم المحاصيل التي تتضمنها عينة الدراسة في ظل أنماط الري المختلفة. **وبصفة عامة يستهدف البحث تحقيق الأهداف الآتية:**

(1) تقدير الكفاءة الإنتاجية الفنية وكفاءة السعة في ظل كل من ثبات وتغير العائد للسعة لإنتاج أهم المحاصيل التي تتضمنها عينة الدراسة في ظل أنماط الري المختلفة وهي الري بالرش (الثابت والمحوري) والري بالتنقيط للمحاصيل التي تتضمنها عينة الدراسة.

(2) تقدير دوال الطلب على الموارد المستخدمة في إنتاج أهم المحاصيل التي تتضمنها عينة الدراسة في ظل أنماط الري المختلفة.

مصادر البيانات

اعتمدت الدراسة في تحقيق أهدافها على كل من:

1. البيانات الثانوية الصادرة من الجهات الرسمية كالنشرات والتقارير والدراسات سواء المنشورة أو غير المنشورة والتي تصدرها كل من وزارة الزراعة، وزارة المياه، وزارة الاقتصاد والتخطيط، مؤسسة النقد العربي السعودي وغيرها.

2. البيانات الأولية والتي تم تجميعها بأسلوب المقابلة الشخصية من خلال استمارة الاستبيان التي تم إعدادها لهذا الغرض من عينة عشوائية من زراع منطقة القصيم، وذلك نظراً لعدم توافر معلومات كافية من البيانات الثانوية عن المدخلات والمخرجات للأنماط الزراعية ونظم الري المتبعة، لذا فإنه من المفيد أن نلجأ إلى استخدام بيانات ميدانية من عينة ممثلة من المزارعين لكافة نظم وأنماط الري ولمختلف المحاصيل.

عينة الدراسة

تعتبر منطقة القصيم في طليعة مناطق المملكة في زراعة وإنتاج المحاصيل الزراعية، وقد بلغ إنتاجها حوالي 40% من إنتاج المملكة من القمح والشعير لمتوسط السنوات الخمس الماضية، كما تعتبر من أكبر مناطق المملكة في مجال زراعة وإنتاج التمور، وأما الثروة الحيوانية فهي تنتج حوالي ثلث إنتاج المملكة من الدواجن كما أنها تعتبر من الأسواق المشهورة بالإبل والماشية بصفة عامة وليس على مستوى المملكة وحسب بل على مستوى الخليج العربي. ونظراً لعدم توافر معلومات كافية عن المدخلات والمخرجات للأنماط الزراعية من البيانات الثانوية، فقد تم اللجوء نلجأ إلى استخدام بيانات عينة من المزارعين، وقد تم اختيار عينة الدراسة من منطقة القصيم والتي تضم بريدة، عنيزة، البكيرية، البدائع، رياض الخبرا، الأسياح، المذنب، الرس، عيون الجوا برقعة أرضية مزروعة تبلغ حوالي 192.5 ألف هكتار تمثل حوالي 17% من إجمالي المساحة المزروعة بالمملكة عام 2006م. ونظراً لمحدودية الموارد المائية المتاحة في المملكة وقلة الأيدي العاملة فقد ركزت سياسة التنمية الزراعية على تشجيع استخدام نظم الري الحديثة، لذا فإن ويتبع جميع الزراع في المناطق التي أُخذت منها عينة الدراسة أنماط الري المتطور وهي الري بالرش بنوعيه الثابت والمحوري والري بالتنقيط.

ويبلغ عدد المزارعين الذين تم اختيارهم في عينة الدراسة 124 مزارعاً. وقد روعي عند اختيار مزارع العينة أن تكون ممثلة لأهم المحاصيل الحقلية والخضرية السائدة بالتركيب المحصولي بمناطق عينة الدراسة وهي: القمح، الشعير، الكوسة، الطماطم والخيار كمحاصيل شتوية، الذرة، البطاطس، الطماطم والخيار كمحاصيل صيفية، كمحصول مستديم. وقد تم إجراء التحليل باستخدام المتغيرات التالية: الإنتاجية (Output)، بينما تمثلت المدخلات (Inputs) في كمية كل من السماد الآزوتي (كجم)، السماد الفوسفاتي (كجم)، السماد البوتاسي (كجم)، العمالة البشرية (رجل/يوم)، العمل الآلي (ريال) وأخيراً تكاليف الري معبراً عنها بالريال.

بالنسبة للمحاصيل الشتوية بالعينة فيتضح من استعراض البيانات الواردة بالجدول رقم (1) أن عدد زراع القمح بلغ 30 مزارعاً، وأن عدد زراع الشعير بلغ 22 مزارعاً وجميعهم يتبعون نظام الري بالرش المحوري، أن عدد زراع الكوسة بلغ 19 مزارعاً وجميعهم يتبعون نظام الري بالتنقيط، وبلغ عدد زراع الطماطم الشتوي بالعينة 51 مزارعاً منهم 32 مزارعاً يتبعون الري بالرش المحوري، 19 مزارعاً يتبعون الري بالتنقيط بنسبة تبلغ نحو 62.7%،

37.3% على الترتيب من جملة زراع الطماطم الشتوي بالعينة، وبلغ عدد زراع الخيار الشتوي 22 مزارعاً وجميعهم يتبعون نظام الري بالتنقيط.

أما بالنسبة للمحاصيل الصيفية بالعينة فيتضح أيضاً من بيانات الجدول رقم (1) أن عدد زراع الذرة بالعينة بلغ 31 مزارعاً، وأن عدد زراع البطاطس بلغ 21 مزارعاً وجميعهم يتبعون نظام الري بالرش المحوري، وبلغ عدد زراع الطماطم الصيفي بالعينة 48 مزارعاً منهم 35 مزارعاً يتبعون الري بالرش المحوري، 13 مزارعاً يتبعون الري بالتنقيط بنسبة تبلغ نحو 72.9%، 27.1% على الترتيب من جملة زراع الطماطم الصيفي بالعينة، وبلغ عدد زراع الخيار الصيفي 32 مزارعاً وجميعهم يتبعون نظام الري بالتنقيط. كما يتضح أن البرسيم هو المحصول المستديم وأن عدد زراع البرسيم بالعينة بلغ 42 مزارعاً منهم 16 مزارعاً يتبعون الري بالرش الثابت، 26 مزارعاً يتبعون الري بالرش المحوري بنسبة تبلغ نحو 38.1%، 61.9% على الترتيب من جملة زراع البرسيم بالعينة.

جدول رقم (1): تصنيف عدد زراع المحاصيل المختلفة في ظل أنماط الري بعينة الدراسة بمنطقة القصيم للعام الزراعي 1429/28هـ

بيـــــان / المحصـــول	الجملة	نمـــط الـــري					
		رش				تنقيط	
		ثابت		محوري			
		عدد	%	عدد	%	عدد	%
المحاصيل الشتوية:							
قمح	36	–	–	36	100.0	–	–
شعير	22	–	–	22	100.0	–	–
كوسة	19	–	–	–	–	19	100.0
طماطم	51	–	–	19	37.3	32	62.7
خيار	22	–	–	–	–	22	100.0
المحاصيل الصيفية:							
ذرة	31	–	–	31	100.0	–	–
بطاطس	21	–	–	21	100.0	–	–
طماطم	48	–	–	13	27.1	35	72.9
خيار	32	32	100.0	–	–	–	–
المحاصيل المستديمة:							
برسيم	42	16	38.1	26	61.9	–	–

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات استمارة الاستبانة.

الدراسات السابقة

يختص هذا الجزء بالاستعراض المرجعي والذي يعتبر مرحلة هامة وضرورية لأي دراسة علمية كحلقة اتصال بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة، لما له من دور هام في التعرف على المناهج والأساليب البحثية المستخدمة في الدراسات السابقة وأهم النتائج التي توصلت إليها تلك الدراسات، وفيما يلي استعراضاً لأهم الدراسات والبحوث الاقتصادية الخاصة بأسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) وبأسلوب التحليل الحدودي العشوائي (SFA).

استخدمت دراسة **Battese and Coelli (1995)** دالة الإنتاج الحدودية العشوائية Stochastic Frontier Production Function (SFPF) لتقدير نقص الكفاءة الفنية في عدد من المنشآت الزراعية لفترة بلغت 10 سنوات، وافترضت الدراسة أن أثر نقص الكفاءة الفنية دالة في نوعية المنشأة والزمن، وأن هذا الأثر يتوزع باستقلالية وفقاً للتوزيع الطبيعي وبتباين ثابت، وقد توصلت نتائج الدراسة إلى رفض الفرض الصفري (العدم) Null Hypotheses القائل بأن أثر عدم الكفاءة غير عشوائي أو لا يعتمد على نوعية المنشآت الزراعية والزمن استناداً إلى البيانات موضع الدراسة.

تناولت دراسة **Mao and Koo (1996)** تقدير نمو الإنتاجية والتقدم التكنولوجي وتغير الكفاءة في الإنتاج الزراعي الصيني خلال الفترة (84-1993)، واستخدمت الدراسة منهجية تحليل مغلف البيانات Data Envelopment Analysis (DEA) لتحليل الإنتاجية الكلية للعوامل Total Factor Productivity (TFP) وتغير الكفاءة في 29 مقاطعة في الصين وتم تقسيمهم إلى فئتين: الأولى تستخدم أساليب تكنولوجية متقدمة، بينما تستخدم الفئة الثانية أساليب تكنولوجية أقل تطوراً. كما استخدمت الدراسة مقياس الرقم القياسي للإنتاجية الكلية (Malmquist Productivity Index). وأوضحت النتائج ارتفاع الإنتاجية الكلية للعوامل في المقاطعات موضع الدراسة بكل من الفئتين، وأن التقدم الفني هو العامل الأكثر أهمية في نمو الإنتاجية الزراعية في الصين وسيظل كذلك بالنسبة للمقاطعات التي تقع في الفئة التكنولوجية الثانية، كما أوضحت أن انخفاض الكفاءة في عديد من المقاطعات هو مؤشر لإمكانية زيادة الإنتاجية الزراعية في الصين.

وفي دراسة **هلال (1999)** تم قياس كفاءة الوحدات الإدارية باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات بالتطبيق على فروع أحد مطاعم المأكولات السريعة المحلية البالغ عددها 13فرعاً في محافظة جدة، وتبين أن 3 فروع من هذه المطاعم غير كفء، وأوضحت النتائج مقدار عدم الكفاءة في كل مطعم من المطاعم الثلاثة بالإضافة إلى المقدار الذي يجب تخفيضه من مدخلات هذه الفروع، والمقدار الذي يجب زيادته من مخرجاتها حتى تحقق الكفاءة المطلوبة.

واستخدمت الورقة التي قدمها **Fan (1999)** منهج دالة التكاليف الحدودية لتقدير آثار التغير التكنولوجي والكفاءة الفنية والتخصيصية (التوزيعية) في الزراعة الصينية خلال فترة الإصلاح (80-1993م). وأوضحت النتائج عن أن المرحلة الأولى من الإصلاحات الريفية (79-1984) والتي ركزت على اللامركزية في نظام الإنتاج كان لها أثر كبير على الكفاءة الفنية. وخلال المرحلة الثانية من الإصلاحات والتي ركزت على تحرير الأسواق الريفية، تحسنت

الكفاءة الفنية قليلاً من وزادت كفاءة التخصيص، ولكن في المقابل استمر معدل التغير التكنولوجي في الزيادة وإن كان ذلك بمعدل انخفاض خلال المرحلة الثانية من الإصلاح.

وحاولت الورقة التي قدمها **Bimbao *et al.* (2000)** تحليل الأوضاع الاقتصادية الاجتماعية والكفاءة الإنتاجية لحالة مفرخات أسماك البلطي في الفلبين قبل اعتماد السلالات المحسنة وراثياً من أسماك البلطي، واستخدمت الدراسة منهجية دالة الإنتاج العشوائية الحدودية لتقدير ودراسة مستويات الكفاءة الفنية لعملية تفريخ أسماك البلطي خاصة وأنها عملية مربحة للغاية في الفلبين، ويقدر متوسط الكفاءة الفنية لـــ 76 شركة تفريخ شملتها العينة بحوالي 48%، وعند الكفاءة الفنية الكاملة فإن مشغلي مفرخات أسماك البلطي في الفلبين، في المتوسط، سيكون بمقدورهم زيادة الإنتاج من 748 ألف حتى 1558 ألف زريعة في دورة الإنتاج للهكتار الواحد، وهذا من شأنه أن يخفض تكلفة الإنتاج لكل وحدة من الزريعة / الإصبعيات المنتجة.

واستهدفت دراسة **Kurkalova and Jensen (2000)** تقدير الكفاءة الفنية في إنتاج الحبوب في أوكرانيا باستخدام نموذج دالة الإنتاج الحدودية العشوائية (SFPF) من خلال بيانات عينة تم تجميعها من مزارع إنتاج الحبوب خلال الفترة (89-1992م)، وتبين أن الكفاءة الفنية اتجهت إلى التناقص خلال تلك الفترة، كما تبين أن خبرة المديرين لها تأثير كبير على زيادة الإنتاجية وأن توفر البنية الأساسية لها علاقة بارتفاع الكفاءة، وقد أيدت نتائج الدراسة الفرضية القائلة أن غياب التنظيم المزرعي يؤدي إلى انخفاض الكفاءة الفنية.

وأوضحت نتائج الدراسة التي قام بها **Kebede (2001)** أن متوسط الكفاءة الإنتاجية الفنية للوحدات موضع الدراسة بلغ نحو 71% وهو ما يشير إلى أن هناك إمكانية متاحة لتحسين الكفاءة الإنتاجية الفنية، كما تبين ارتفاع مرونة عنصر العمل، كما تم إجراء انحدار للكفاءة الإنتاجية الفنية مع عدد من المتغيرات التفسيرية اشتملت على العوامل الاقتصادية، الاجتماعية، العوامل البيئية، والخبرة المزرعية، التعليم، القروض ودرجة التخصص المزرعي، وقد تبين معنوية جميع هذه المتغيرات، كما تبين أن القروض هي أهم المتغيرات في تحديد مستوى الكفاءة، وأشارت النتائج إلى أن الموقع الجغرافي للمزرعة يعتبر متغير هام جداً ويجب أخذه في الاعتبار عند أي محاولة لقياس مستوى الكفاءة.

وركزت الدراسة التي قام بها كل من **Lissitsa and Odening (2001)** تحليل الكفاءة والإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج (TFP) في الزراعة الأوكرانية، وتم تقدير الكفاءة باستخدام تحليل مغلف البيانات، كما تم قياس تغير الإنتاجية باستخدام الرقم القياسي لتغير الإنتاجية Malmquist لبيانات الفترة ما بين عامي 1990 و 1999. وأوضحت النتائج في المتوسط أن الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج انخفضت بنسبة 6% سنوياً، وأن السبب الرئيسي لهذا التناقص هو انخفاض الكفاءة الفنية، كما تبين وجود تباين كبير بين المزارع الفردية من حيث توزيع قيم الكفاءة، مما يدل على وجود فروق كبيرة بين المزارع فيما يتعلق بأدائها الاقتصادي، كما أشارت النتائج إلى أن قيم الكفاءة ترتبط بعوامل عديدة مثل نوع المزرعة، حجم المزرعة، الظروف المحيطة والشكل القانوني.

وقد استخدمت الدراسة التي قام بها **Sharma *et al.* (2001)** منهجية دالة الإنتاج العشوائية الحدودية Stochastic Frontier Production Function Approach لقياس أداء الإنتاجية للري في زراعة محصول الأرز وتقدير الكفاءة الفنية، وتم استخدام بيانات عام 1993 من عينتين من مزارعي الأرز في نيبال كل منها

تستخدم نوعين من نظم الري (عينة من مزارع تدار حكومياً وعينة من مزارع تدار من المزارعين أنفسهم)، وقد أوضحت النتائج أنه وفي المتوسط سواء لكل نظام ري منفصل أو للنظامين معاً، فإن المزارع التي تدار بواسطة المزارعين أكثر كفاءة من المزارع التي تدار بواسطة الحكومة، وأشارت النتائج أيضاً إلى أن هناك إمكانات كبيرة لزيادة إنتاج الأرز عن طريق زيادة استخدام الأسمدة الكيميائية، زرع البذور، استخدام الري وتحسين الكفاءة التقنية على مستوى المزرعة.

واستهدفت الدراسة التي قام بها **شيبة وآخرون (2002)** بصفة أساسية دراسة بعض الجوانب المرتبطة بتبني مزارعي محافظة الخرج بالمملكة العربية السعودية لبعض طرق الري الحديثة وذلك من خلال عدد من الأهداف الفرعية، وتم اختيار عينة عشوائية طبقية بلغ قوامها 153 مزارعاً. وأوضحت النتائج أن الغالبية العظمى من الزراع (97.7%) لديها معرفة متوسطة وعالية بطرق الري الحديثة، واتضح أن كل من الانفتاح على العالم الخارجي، الحيازة المزرعية، المستوى التعليمي وعدد الأبناء العاملين بالزراعة كانت مسئولة عن تفسير ما يزيد على 27% من التباين الكلي في درجة معرفة الزراع بطرق الري الحديثة، وأن كل من حجم العمالة، والحيازة الزراعية، ومدة الإقامة بالمزرعة والمشاركة المحلية مسئولة عن تفسير ما يزيد على 24% من التباين الكلي لدرجة تقييم الزراع لطرق الري الحديثة، وعن تفسير ما يزيد على 22% من التباين الكلي لدرجة تجربة الزراع لطرق الري الحديثة.

واستهدفت دراسة **Ajibefun (2002)** تحليل محددات الكفاءة الفنية لمزارع صغيرة الحجم في نيجيريا، وذلك باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية (SFA). وأشارت نتائج الدراسة إلى أن متوسط السعة المزرعية يبلغ حوالي 1.56 هكتار وهذا يعني وجود كثافة في استخدام العمالة سواء المأجورة أو العائلية في الإنتاج بتلك المزارع، كما تبين وجود اختلافات كبيرة عند تقدير الكفاءة الفنية حيث تراوحت بين 0.18، 0.91 بمتوسط بلغ حوالي 0.63، كما أشارت إلى وجود إمكانية كبيرة لتحسين الكفاءة الفنية في تلك المزارع وأنه من المتوقع حدوث زيادة معنوية إحصائياً في الكفاءة الفنية بارتفاع كل من مستوى التعليم والخبرة للمزارعين.

واستهدفت دراسة **Maietta (2002)** إجراء تحليل الحساسية لدالة الإنتاج الحدودية العشوائية (SFPF) وللكفاءة الفنية (TE) في الزراعة الإيطالية خلال الفترة (1980-1990) وذلك استناداً إلى بيانات الموارد الطبيعية المستخدمة في الإنتاج الزراعي في المناطق المختلفة كمدخلات غير تقليدية تستخدم في تقدير دالة الإنتاج الحدودية العشوائية، حيث تم التركيز على استخدام مورد خصوبة التربة مقاساً في صورة متوسط الناتج من الحبوب ومتغير مياه الأمطار خلال الفترة من شهر أكتوبر إلى شهر مارس.

واستهدفت دراسة **Munzir and Heidhues (2002)** تقدير الكفاءة الفنية للإنتاج في ظل نظام الزراعة المائية وذلك بتطبيق دالة الإنتاج الحدودية العشوائية (SFPF) في صورتين وهما: كوب دوجلاس Cobb-Douglas، واللوغاريتمية التحويلية Translog، كما استخدمت الدراسة أسلوب تحليل الانحدار بطريقة المربعات الصغرى العادية (OLS) لتقدير معالم دالة الإنتاج ودالات التكاليف والربح، واعتمدت الدراسة على بيانات ميدانية (عينة) تم تجميعها من قريتين من المناطق الريفية في إندونيسيا، وشملت العينة 80 مزارعاً تم اختيارهم بطريقة عشوائية. وأوضحت نتائج الدراسة أن متوسط الكفاءة الفنية للإنتاج بعينة الدراسة بلغ نحو 65%، 64% على الترتيب

لنموذجي كوب دوجلاس واللوغاريتمي التحويلي، وقد تبين معنوية هذه النتائج إحصائياً وهو ما يعني إمكانية تحقيق زيادة في المزارع التي شملتها عينة الدراسة.

واستهدفت دراسة **Helfand (2003)** التعرف على محددات الكفاءة الفنية وعلاقتها بالسعة المزرعية بمزارع المنطقة الوسطى بالبرازيل، واعتمدت الدراسة في تقدير الكفاءة الفنية على منهجية تحليل مغلف البيانات (DEA)، وتم قياس الكفاءة من خلال عدد من المتغيرات من خلال الانحدار مع عدد من المتغيرات التفسيرية اشتملت على حجم المزرعة ونوع العلاقة الإيجارية والفاقد من الموارد والناتج والمؤسسات ومؤشرات المستوى التكنولوجي المستخدم، وقد تبين أن حجم المزرعة والكفاءة غير خطية، وتبين أن الإنتاجية ترتفع بزيادة حجم المزرعة والقروض واستخدام المدخلات الحديثة ودرجة تطور المؤسسات الزراعية. وأوضحت الدراسة أن هذه المتغيرات الأربعة تعتبر هي المحددات الرئيسية للاختلافات في الكفاءة بين المزارع.

واستهدفت دراسة **Serrao (2003)** تحليل الإنتاجية الزراعية في الاتحاد الأوربي باستخدام تحليل مغلف البيانات (DEA)، التحليل الحدودي العشوائي (SFA) لاختبار مصادر نمو الإنتاجية الزراعية خلال الزمن والاختلافات في الإنتاجية بين الدول والأقاليم في الاتحاد الأوروبي خلال الفترة (80-1998)، وقارنت الدراسة بين معدلات متوسطات الإنتاجية التي تم الحصول عليها باستخدام المنهجين السابق الإشارة إليهما، وأوضحت الدراسة أن نتائج منهجية تحليل مغلف البيانات أفضل من نتائج منهجية التحليل الحدودي العشوائي، كما أكدت الدراسة على ضرورة الحذر والتعامل بحرص مع المناهج والأساليب البحثية التي يتم اختيارها وتطبيقها في مثل هذه النوعية من الدراسات.

واستهدفت دراسة **Chen *et al.* (2003)** تقدير الكفاءة الفنية في مزارع إنتاج الحبوب في الصين استناداً إلى منهجية التحليل الحدودي العشوائي (SFA) خلال الفترة 95-1999م، وأوضحت النتائج اتجاه المرونة الإنتاجية للتناقص بالنسبة للتغير في كل من موردي العمالة والأسمدة، كما أشارت النتائج إلى قبول الفرض القائل بثبات العائد للسعة بالوحدات المزرعية خلال فترة الدراسة، كما تبين أن مستوى تعليم المزارعين ومستوى التخصص المزرعي لهما تأثير موجب على مستوى الكفاءة المزرعية، في حين أن متغير تجريف الأرض يعتبر محدد لمستوى الكفاءة، كما تبين أن زيادة مستوى التعليم بالمناطق الريفية ومستوى الميكنة والتخصص المزرعي يؤدي إلى رفع مستوى الكفاءة.

واستهدفت دراسة **Sharma *et al.* (2003)** تقدير الكفاءة الفنية والإنتاجية الكلية للعوامل (TFP) لمناطق مختلفة في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة (1977-2000) باستخدام دالة الإنتاج الحدودية العشوائية (SFPF) في الصورة اللوغاريتمية التحويلية Translog، وقد أشارت الدراسة إلى أنه في العديد من المناطق أن حوالي 70-80% تنسب إلى الحدود التكنولوجية، وتم تقدير النمو في إنتاجية العوامل الكلية باستخدام التغير في الكفاءة ومرونات الإنتاج لكل من رأس المال والعمالة، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن درجة تحضر المنطقة لها ارتباط قوي موجب مع الكفاءة.

واستهدفت دراسة **Krasachat (2003)** قياس الكفاءة الفنية في مزارع الأرز في تايلاند على مستوى المزرعة من خلال بيانات عام 1999م، وذلك استناداً إلى تحليل مغلف البيانات، كما استخدمت الدراسة بعض

أساليب الاقتصاد القياسي وهو إسلوب الانحدار Tobit لشرح احتمال حدوث تغييرات في أوجه القصور بالمزرعة نتيجة عوامل محددة. وأشارت النتائج إلى وجود تنوع واسع من الكفاءات من مزرعة لأخرى، وأيضاً إلى أن تنوع الموارد الطبيعية التي كان لها تأثير على الكفاءة الفنية في مزارع الأرز التايلاندي.

وهدفت الدراسة التي قام بها كل من **الرويس وفرانسيس (2003 أ)** تحديد فعالية مزارع الدجاج اللاحم بالمنطقة الوسطى بالمملكة العربية السعودية وقياس كفاءتها التقنية والتوزيعية والاقتصادية ولتحديد الفرق بين متوسط الكفاءة التقنية للمشاريع الكبيرة والصغير وذلك باستخدام تحليل مغلف البيانات، وأظهرت النتائج أن متوسط الكفاءة التقنية للمشاريع الصغيرة بافتراض ثبات العائد إلى السعة يساوي 82.1% في حين بلغت بافتراض تغير العائد إلى السعة 87.2% مما يعني أنه بإمكان مزارع الدجاج اللاحم الصغيرة تقليل تكلفة الإنتاج بحوالي 18% وإنتاج نفس الكمية من الإنتاج عند افتراض CRS و 13% عند افتراض VRS. بينما بلغ متوسط الكفاءة التوزيعية والاقتصادية71% و 58.5% على التوالي بافتراض CRS و 74.5% و 65.3% بافتراض VRS، كما تبين أن متوسط الكفاءة التقنية للمشاريع الكبيرة بافتراض ثبات العائد إلى السعة يساوي 81.6% في حين بلغ بافتراض تغير العائد إلى السعة 89.9%.

واستهدفت دراسة أخرى قام بها كل من **الرويس وفرانسيس (2003 ب)** تحديد فعالية مزارع الدجاج اللاحم في المنطقة الوسطى، وقياس كفاءتها التقنية والاقتصادية، وأيضاً لتحديد الفرق بين متوسط الكفاءة التقنية بين المزارع الكبيرة والصغيرة وذلك باستخدام الدالة المحالية العشوائية (SFPF). وأظهرت النتائج أن متوسط الكفاءة التقنية يساوي 89%، مما يعني أنه يمكن تقليل تكلفة الإنتاج بحوالي 11% وإنتاج نفس الكمية، كما أن 35% من مزارع العينة بلغ متوسط كفاءتها التقنية أقل من 90%، بينما 20% بلغ متوسط كفاءتها التقنية ما بين 80-90%. وبالنسبة للمزارع الصغيرة تبين أن متوسط الكفاءة التقنية يساوي 83% مما يعني أنه بإمكان مزارع الدواجن إنقاص تكلفة الإنتاج بحوالي17% مع إنتاج نفس الكمية، أما بالنسبة للمزارع الكبيرة فتبين أن متوسط كفاءتها التقنية 82%، كما تبين أنه يمكن زيادة كفاءة إنتاج مزارع الدواجن بمنطقة الدراسة من خلال عقد برامج تدريبية لمديري المزارع.

وبحثت دراسة **Ojo (2003)** في الإنتاجية والكفاءة الفنية لإنتاج بيض الدجاج في نيجيريا باستخدام تحليل دالة الإنتاج العشوائية الحدودية، اعتماداً على بيانات أولية تم جمعها من مزارع البيض من خمس مناطق بنيجيريا، وأظهرت النتائج أن إنتاج بيض الدجاج يتم في المرحلة الرشيدة للإنتاج (المرحلة الثانية)، كما تبين أن العائد إلى السعة بلغت 0.771، وأن متغيرات سعر الفائدة، المخزون من الطيور، والتكاليف التشغيلية وغيرها من التكاليف تم تخصيصها واستعمالها بفاعلية، كما تبين أن الكفاءة الفنية للمزارعين تختلف اختلافاً كبيراً حيث تراوحت بين 0.239 و 0.933، وأن حوالي 79% من المزارعين تجاوزت الكفاءة الفنية 0.70.

استهدفت دراسة **Tong and Fulginiti (2003)** تقدير وتحليل نمو الإنتاجية الزراعية في الصين خلال التسعينيات باستخدام الرقم القياسي لـــ Malmquist، ومنهجية دالة الإنتاج الحدودية العشوائية Stochastic Frontier Production Function (SFPF)، وأشارت نتائج الدراسة المتحصل عليها إلى ارتفاع نمو الإنتاجية

الزراعية في القطاع الزراعي الصيني في منتصف التسعينيات وذلك استناداً إلى المنهجية المستخدمة في الدراسة، كما أوضحت النتائج أن المتغيرات التي تمثل المدخلات العامة مثل التعليم والبنية الأساسية والبحوث لها أثر هام في أداء القطاع الزراعي في مختلف القطاعات.

وهدفت دراسة **الشعيبي** (**2004**) إلى قياس كفاءة الوحدات الإدارية باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات DEA بالتطبيق على مجموعة من المصانع في قطاع المواد الكيماوية والمنتجات البلاستيكية بجدة، وقد وجدت هذه الدراسة إن عدد المصانع الكفؤة هو 13 مصنعاً من أصل حجم العينة البالغة 23مصنعاً. وقد تم تحديد نسبة عدم الكفاءة في كل مصنع من المصانع غير الكفؤة وكذا تحديد الكميات التي يمكن تخفيضها من مدخلات المصانع غير الكفؤة وأيضاً تلك التي يمكن زيادتها في مخرجات تلك المصانع. وقد أوصت الدراسة بأنه يجب على الغرف التجارية أن تسعى إلى تنظيم برنامج تدريبي متخصص في مجال تطبيقات أسلوب تحليل مغلف البيانات لمدراء الشركات والمصانع، ويجب إجراء مزيد من التطبيقات على أسلوب تحليل مغلف البيانات مع التوسع في تطبيقه على قطاعات أخرى كالصحة والبنوك والتعليم وذلك نظراً للنتائج الجيدة التي يقدمها.

واستهدفت الدراسة التي قام بها **Lawson *et al.* (2004)** تقدير علاقات الكفاءة بمزارع إنتاج الألبان بالدانمرك باستخدام التحليل الحدودي العشوائي، وتم تقدير دالة الإنتاج العشوائية الحدودية باستخدام بيانات تم جمعها من 514 مزرعة ألبان بالدانمرك، كما تم تقدير المقاييس الحدودية للكفاءة النسبية لإنتاج الحليب على مستوى المزرعة، كما تم اختبار العلاقات بين كفاءة إنتاج الحليب ومخاطر الإنتاج، وأوضحت النتائج أن المزارع التي تدار أساساً من جانب صغار المزارعين حققت أعلى درجات الكفاءة في المتوسط، كما تبين أن توافر الأبقار الأصغر سناً ساهمت في الحصول على إنتاجية عالية الكفاءة.

وتناولت دراسة **Croppenstedt (2005)** تحديد أنواع المكاسب التي يمكن أن تتحقق من تحسين الكفاءة التقنية لمحصول القمح في مصر، أي كيف يمكن الحصول على قدر أكبر من إنتاج القمح عند مستويات معينة من المدخلات والتكنولوجيا المستخدمة، وذلك استناداً لبيانات عينة من مزارعي القمح مكونة من 800 مزارع لعام 1998م، وأوضحت النتائج أن متوسط مستوى الكفاءة الفنية بلغ 81%، وعلى مستوى المحافظات تراوحت الكفاءة التقنية لإنتاج القمح بين 92% إلى 71%، كما أوضحت النتائج أن مزارعي القمح في المتوسط يحصلون على 20% أقل من الناتج المحتمل، وأن حصولهم على معلومات جيدة عن إدارة الري وعلى خدمات جيدة للإرشاد الزراعي من شأنهما رفع الإنتاج بنسبة 14 و 7% على التوالي.

واستهدفت دراسة **التميمي** (**2006**) قياس الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية لمصانع تعبئة التمور في منطقة الرياض لبيانات أولية لعدد 46 مصنع بمنطقة الرياض لعامي 1425 و 1426هـ في ظل ثبات وتغير العائد للسعة. واعتمدت الدراسة على نموذج مغلف البيانات، وتم تقسيم المصانع إلى فئتين صغيرة ومتوسطة، وخلصت نتائج الدراسة إلى أن متوسط كفاءة السعة بلغت **0.9**. كما تبين أن الكفاءة التوزيعية للموارد المستخدمة في مصانع تعبئة التمور ذات الفئة المتوسطة تفوقت على نظيرتها ذات الفئة الصغيرة في ظل ثبات وتغير العائد للسعة ويُعزَى ذلك إلى ارتفاع كفاءة الإدارة التشغيلية. كما تبين أن المصانع ذات الفئة الصغيرة تستطيع تحقيق نفس المستوى من الإنتاج للتمور في

ظل تخفيض تكاليف الإنتاج بنسبة تفوق 30% من التكاليف الحالية في ظل ثبات وتغير العائد للسعة، أما المصانع المتوسطة فتستطيع تحقيق نفس المستوى من الإنتاج في ظل تخفيض تكاليف الإنتاج بنسبة أقل من التكاليف الحالية في ظل ثبات وتغير العائد للسعة.

وهدفت الورقة التي أعدها **بتال (2006)** إلى توضيح استخدام برنامج الأكسل في قياس الكفاءة الفنية للمصارف الإسلامية وباعتماد تحليل مغلف البيانات DEA وهو أحد تطبيقات البرمجة الخطية الذي يُستخدم لقياس كفاءة أداء مجموعة من المؤسسات أو وحدات صناعة القرار، وتتراوح قيمة الكفاءة الفنية بين صفر ، 1 حيث تدل القيمة 1 على كفاءة المنشأة من الناحية الفنية. واستخدم نموذج CRS لقياس الكفاءة الفنية لـــ 21 مصرفاً إسلامياً، وبينت النتائج أن 5 مصارف فقط حققت نسبة كفاءة 100%.

وكان الهدف من هذه الورقة التي قدمها **Dhehibi *et al.* (2007)** هو قياس كفاءة استخدام مياه الري في مزارع إنتاج الحمضيات بتونس باستخدام منهجية الإنتاج العشوائية الحدودية، وذلك على عينة عشوائية مكونة من 144 مزارعاً، وأشارت النتائج إلى أن الكفاءة الفنية تتراوح من حد أدنى من 12.9% إلى حد أقصى قدره 90.7% بمتوسط قدره 67.7%ن وهو ما يشير إلى أن منتجي الحمضيات يمكنهم زيادة إنتاجهم بما يصل إلى 32.3% من خلال زيادة كفاءة استخدام مدخلات الإنتاج، كذلك تبين أن كفاءة مياه الري بلغت 53%، وهي تدل على أن الكمية المستخدمة في إنتاج الحمضيات كان بالإمكان المحافظة عليها باستخدام القيم المتحققة من المدخلات الأخرى مادام يمكن استخدام 47.0% أقل من مياه الري، وبلغ متوسط الكفاءة الفنية لتكلفة مياه الري 70.81% مما يشير إلى انخفاض محتمل يبلغ 29.19% في التكاليف الكلية عن طريق ضبط مياه الري عند مستوى الكفاءة.

واستهدفت دراسة **الشايع (2008)** قياس الكفاءة النسبية للجامعات السعودية باستخدام تحليل مغلف البيانات، وذلك بتحديد الكليات الكفؤة التي استطاعت استخدام أقل قدر من المدخلات لإنتاج القدر المتحقق من المخرجات، وتحديد الكليات غير الكفؤة التي يوجد لديها موارد معطلة لم تستخدم في إنتاج القدر المتحقق من المخرجات، ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة: (1) تم تحديد الكليات الكفؤة من الكليات الداخلة في التقييم في كل جامعة، وهي في جامعة الملك سعود سبع كليات من ثلاث عشرة كلية داخلة في التقييم، أما في جامعة الملك عبدالعزيز فعدد الكليات الكفؤة هي ست كليات من اثنتي عشرة كلية، أما في جامعة الملك فيصل فعدد الكليات الكفؤة هي أربع كليات من ثماني كليات، (2) تم تحديد أقل الكليات كفاءة، ففي جامعة الملك سعود حصلت أقل الكليات كفاءة على (45.0)، أما في جامعة الملك عبدالعزيز فحصلت على (28.0)، أما في جامعة الملك فيصل فحصلت على (1.0) وهي أقل الكليات كفاءة على الإطلاق، (3) أعلى متوسط كفاءة حصلت عليه جامعة الملل سعود (75.0) تليها جامعة الملك عبدالعزيز (71.0) ثم جامعة الملك فيصل (62.0).

منهجيـــة البحث

يتناول هذا الجزء المنهجية البحثية التي تم استخدامها في التحليل وهي منهجية التحليل الحدودي وذلك باستخدام: (أ) **المنهجية الحدودية المحددة** The Deterministic Frontier Approach وذلك لتحليل الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية باستخدام **تحليل مغلف البيانات (DEA)** Data Envelopment Analysis وفقاً لمفهومي العائد الثابت للسعة Constant Returns To Scale (CRS) والعائد المتغير للسعة Variant Returns To Scale (VRS) لتقدير الكفاءة الفنية Technical Efficiency (TE)، وكفاءة السعة Scale Efficiency (SE). (**ب**) **المنهجية الحدودية العشوائية** The Stochastic Frontier Approach لتحليل الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية باستخدام دالة الإنتاج الحدودية العشوائية**(SFA)** The Stochastic Frontier Production Function بطريقة المربعات الصغرى العادية Ordinary Least Squares (OLS)، وطريقة أعظم احتمال ممكن Maximum Likelihood Estimator (MLE) بأسلوبي التوزيع الاحتمالي المبتور Truncated Distribution، والتوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي Half-Normal Distribution للمحاصيل المزروعة بعينة الدراسة في ظل أنماط الري المتطور.

تعرف **الكفاءة الفنية (TE)** Technical Efficiency: بأنها مقياس لمدي نجاح المزرعة في إنتاج أقصي ما يمكن من الإنتاج باستخدام قدر معين من الموارد الزراعية، أو إنتاج نفس القدر من الناتج باستخدام كمية أقل من تلك الموارد، أي أنها تعني ترشيد استعمال الموارد الإنتاجية، بصرف النظر عن العلاقات السعرية. أي أن الكفاءة الفنية تعكس قدرة المزرعة على الحصول على أقصى إنتاج ممكن باستخدام قدر معين من المدخلات (الموارد الإنتاجية) Inputs، وعلى ذلك فإن نقص الكفاءة الفنية(TIE) Technical Inefficiency تعني فشل المزرعة في الحصول على أقصى إنتاج ممكن من نفس التوليفات من الموارد الموظفة.

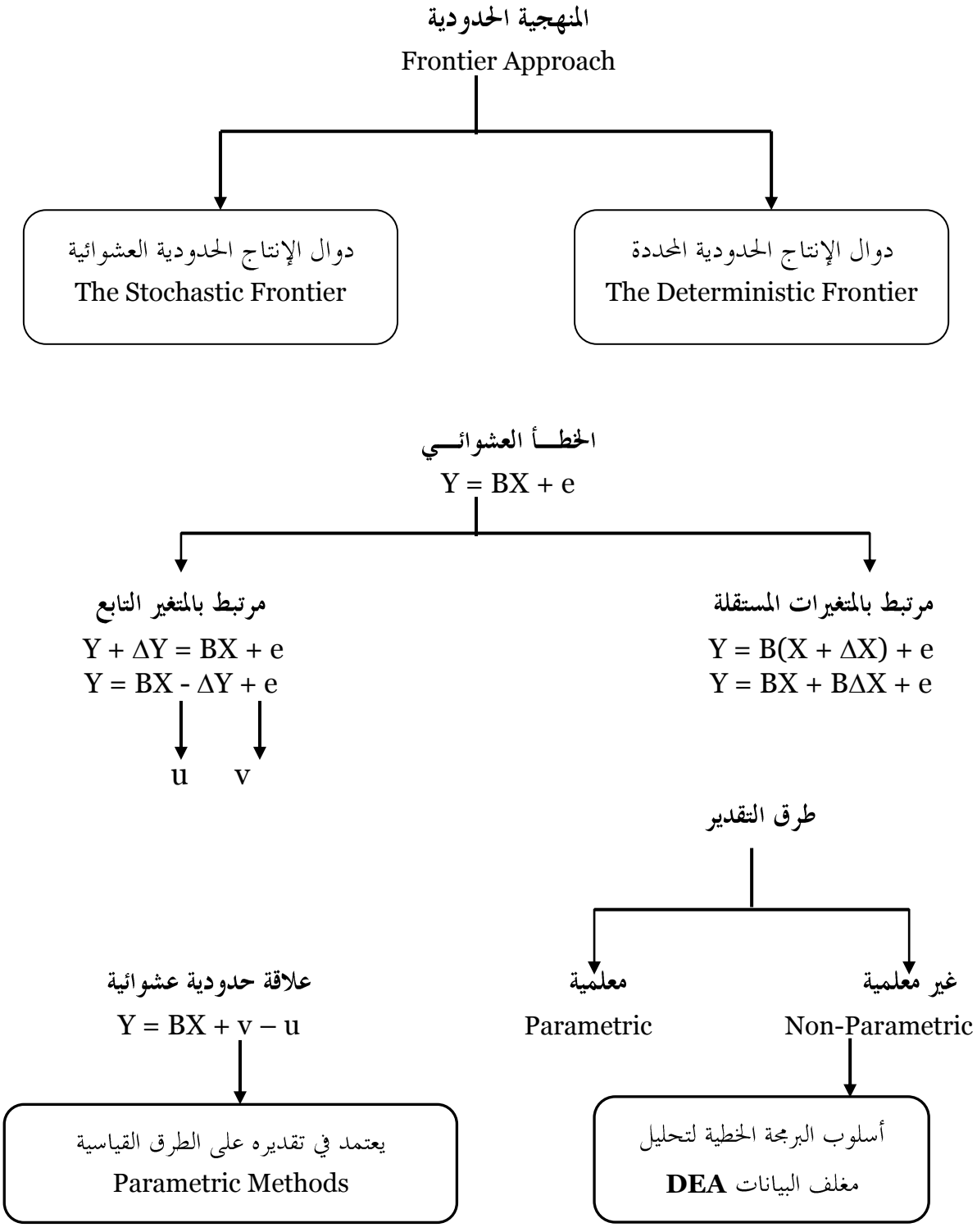
أما الكفاءة التوزيعية Allocative Efficiency **(AE)**: فتعرف بأنها تعظيم الأرباح من القدر المتاح من الموارد الزراعية، أي أن الكفاءة التوزيعية تعكس قدرة المزرعة على استخدام الموارد المتاحة عند المستويات المثلى لها، وعلى ذلك فإن نقص الكفاءة التوزيعية (AIE) Allocative Inefficiency تعني عدم الحصول على أقصى ربح من التوليفات المستخدمة من الموارد، أو أن التوليفات المستخدمة من الموارد لا تعطى أقصى ربح. ويعتبر تحقيق الكفاءة الفنية شرطاً ضرورياً، في حين يعتبر تحقيق الكفاءة التوزيعية شرطاً كافياً لتقدير نسب الخلط للموارد الإنتاجية خلال المرحلة الاقتصادية للإنتاج، حتى يمكن تحقيق الكفاءة الاقتصادية.

الكفاءة الاقتصادية (EE) Economic Efficiency: تمثل حاصل ضرب الكفاءة التقنية والكفاءة التوزيعية

$$EE = TE * AE$$

وتتمثل المنهجية الحدودية كما يتضح من الشكل رقم (1) التالي:

شكل رقم (1): المنهجية الحدودية لتقدير الكفاءات



طريقة تحليل مغلف البيانات: Data Envelopment Analysis (DEA)[1]

تحليل مغلف (مطوق / تطويق) البيانات من أساليب البرمجة الخطية التي يمكن استخدامها لتقييم كفاءة المنظمات، وأن هذا الإسلوب اكتسب قبولاً واسعاً في السنوات الأخيرة نظراً لفعاليته في مقارنة الكفاءة بين مختلف المنظمات باستخدام مختلف متغيرات المدخلات والمخرجات. ويعتمد مفهوم الكفاءة على إسلوب تحليل البيانات المغلفة Data Envelopment Analysis (**DEA**) لتقدير الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية (Norman and Stoker,1991)[2] وفقاً لفرضيات تخص طبيعة النشاط الإنتاجي بالمزرعة. وبصفة عامة فإن تحليل (**DEA**) يعتمد على استخدام إسلوب البرمجة الخطية لإنشاء مغلف أو مجال يحوى البيانات فيما يعرف بـــ Non-parametric Piecewise Surface بحيث يمكن تقدير كفاءة الإنتاج وفقاً لعلاقة توليفة الموارد المستخدمة من هذا المغلف الذي يمثل منحنى الإنتاج المتماثل كما أشارت دراسة (Ali and Seiford, 1993)[3].

وقد أصبح تحليل مغلف البيانات (DEA) أداة إدارية ذات شعبية متزايدة. وهناك كتابات علمية كثيرة حول هذا الموضوع مؤخراً في بحوث العمليات، كما أن شبكة بحوث تحليل الإنتاجية PARN() وغيرها دعمت تحليل مغلف البيانات وغيرها من الأساليب التحليلية الحديثة والمتقدمة. ويشيع استخدام تحليل مغلف البيانات لتقييم مدى كفاءة عدد من المنتجين، وهو منهج نموذجي من الناحية الإحصائية ويتم وصفه بأنه منهج وسطي الاتجاه، ويقيم المنتجين نسبياً للمنتج المتوسط. في المقابل، تحليل مغلف البيانات هو من أساليب نقطة النهاية (أو النقاط المتطرفة) ويقارن كل منتج فقط مع "أفضل" المنتجين. وفي مراجع وأدبيات تحليل مغلف البيانات، عادة ما يشار إلى المنتج على أنه وحدة صنع القرار A Decision Making Unit (DMU).

والجدير بالذكر أن اتجاهات التحليل السابقة يمكن تطبيقها وفقاً لمفهومي الموارد (المدخلات) (Inputs) أو الإنتاج (المخرجات) (Outputs) في النشاط الإنتاجي للمزرعة، ويتوفر لتحقيق هذا الغرض برنامج أو حزمة إحصائية تعرف باسم: DEAP (Coelli, 1996)، وقد تم استخدام هذا البرنامج في هذه الدراسة. وقد تم استخدام هذا الإسلوب في العديد من الدراسات على الرغم من اعتماده على الموارد والعائد الثابت للسعة، وقد تم تطوير نفس هذا الأسلوب ليشمل مفهوم الإنتاج والعائد المتغير للسعة، وفيما يلي عرضاً للنماذج الرياضية لقياس **الكفاءة الفنية** عند فرضيات العائد الثابت للسعة، والعائد المتغير للسعة.

(أ) الكفاءة الفنية بافتراض ثبات العائد للسعة The Constant Returns to Scale (CRS)

بافتراض وجود عدد من الوحدات الاقتصادية (N) تنتج عددا من المنتجات (Y) باستخدام مجموعة من الموارد (X)، وبالتالي يتمثل الهدف من تطبيق (DEA) في تحديد الغلاف (المجال) للإنتاج الذي نسعى إلى أن تقع عليه بيانات

(1) Tim Coelli, **"A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program", Op. Cit.**

(2) Norman M. and Stoker B., **"Data Envelopment Analysis"**, The Assessment of Performance, West Susses, England, 1991.

(3) Ali A. I. And Seiford L. M., **"The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis"**, Oxford University Press, New York, 1993.

الوحدة الاقتصادية كما أشار كل من (Seiford and Thrall, 1990)، وبالتالي يلزم تقدير نسبة المنتجات إلى الموارد لكافة الوحدات الاقتصادية (U' Y_i/V' Xi)، حيث **U** تمثل متجه ترجيح الإنتاج (M Y1)، V تمثل متجه ترجيح المدخلات (K X1)، وبالتالي لاختيار الترجيح الأمثل يلزم تقدير نموذج البرمجة الخطية التالي:

$$\text{Max}_{u,v} \quad (U'Y_i, V'X_i)$$

$$\text{Subject to;} \quad U' Yi / V' Xi \leq 1 \quad j=1,2.....N$$
$$U, V \geq o$$

وعادةً تستخدم الصيغة الثنائية (Dual) بدلاً من صورة المضاعف السابقة Multiplier، وتكون الصيغة الثنائية لتحليل مغلف البيانات **وفقاً لمفهوم مدخلات الإنتاج** على الصورة التالية:

$$\text{Min}_{\theta,\lambda} \quad \theta$$

$$\text{Subject to;} \quad -yi + Y\lambda \geq o$$
$$\theta X_i - X\lambda \geq o$$
$$\lambda \geq o$$

حيث تمثل:

θ : الكفاءة الفنية للمزرعة **i**

λ : محصلة المتجه (K X_1) للثوابت أو الأوزان المرتبطة بكل المزارع الكفؤة.

وتجدر الإشارة إلى أن فرضية ثبات العائد للسعة (**CRS**) هي فرضية غير واقعية حيث تفترض أن منحنى متوسط التكاليف في المدى الطويل أفقي تماماً وأن جميع المزارع تعمل عند السعة المثلى، وبالتالي فإن تقدير الكفاءة الفنية (**TE**) وفقاً لتلك الفرضية يكتنفه الكثير من عدم اليقين.

(ب) الكفاءة الفنية بافتراض تغير العائد للسعة (VRS) وكفاءة السعة (SE)

The Variable Returns to Scale and Scale Efficiency

سبق الإشارة إلى أن تطبيق مفهوم (**CRS**) يفترض أن الوحدة الاقتصادية تعمل عند مستوى السعة المثلى للإنتاج Optimal Scale، أي أن منحنى متوسط التكاليف في المدى الطويل يكون أفقياً، إلا أن هذه الفرضية لا تتوفر في الوحدات الزراعية نتيجة العديد من العوامل منها المنافسة غير الكاملة بالأسواق والقيود الفنية والاقتصادية التي تواجهها الوحدة مما يرجح عمل الوحدات الزراعية في ظروف لا تتفق والسعة المثلى للإنتاج، لذا تم تطوير نموذج البرمجة الخطية السابق بواسطة كل من Charnes, and Cooper, 1984[1] للتعبير عن فرضية العائد المتغير للسعة (VRS) لبرنامج DEAP. وقد أمكن تعديل نموذج البرمجة الخطية الذي يفترض ثبات العائد للسعة لكي يناسب فرضية العائد المتغير للسعة وذلك بإضافة قيد جديد يعبر عن تقعر مجال الإنتاج Frontier Convexity Constraint، وعلى ذلك يتم صياغة النموذج على النحو التالي:

$$\text{Min}\ \theta, \lambda \quad \theta$$

$$\text{Subject to;} \quad -y_i + Y\lambda > 0$$

(1) Banker, R.D., Charnes, D. and Cooper, W.W., **"Some Models for Estimating Technical and Inefficiencies in Data Envelopment Analysis",** Management Science 30, 1984.

$$\theta X_i - X\lambda > 0$$

$$N_1 \lambda < 1$$

$$\lambda > 0$$

وتمثل كفاءة السعة للمزرعة النسبة بين الكفاءة الفنية للمزرعة في ظل ثبات العائد للسعة والكفاءة الفنية لنفس المزرعة في ظل تغير العائد للسعة، أي أن:

$$\mathbf{SE = TE_{CRS} / TE_{VRS}}$$

وتوجد هنا حالتان:

(1) إذا كانت **SE = 1** فذلك يشير إلى كفاءة السعة.

(2) إذا كانت **SE < 1** فذلك يشير إلى نقص في كفاءة السعة.

ويمثل نقص كفاءة السعة مقدار البعد عن الحجم الأمثل للإنتاج.

مؤشرات الإنتاجية: Productivity Measurements

تعتمد مؤشرات الإنتاجية على التغير النسبي في الإنتاجية، فالتغير في الإنتاجية Productivity Change يمكن قياسه بالبعد المسافي بين نقطتين من نقط الإنتاج (المخرجات) من خلال التغير المسافي لنقطتين من نقط الموارد (المدخلات). ولقياس معدلات التغير في الإنتاجية يتم استخدام الأرقام القياسية الكمية في حساب التغيرات في مستويات المخرجات والمدخلات للعملية الإنتاجية.

الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية: Total Factor Productivity Index

يمكن التعبير عن تكنولوجيا الإنتاج Production Technology بمجموع المخرجات P(x) والتي تمثل متجه المخرجات (Y)، والناتجة من استخدام متجه المدخلات (X)، أي أن:

$$P(X) = \{Y : X \text{ can produce } Y\}$$

ويمكن قياس التغير التكنولوجي من خلال التغير النسبي في الإنتاجية، وكما سبق الإشارة فإن التغير في الإنتاجية يمكن قياسه بالبعد المسافي بين نقطتين من نقط الإنتاج من خلال التغير المسافي لنقطتين من نقط مدخلات الإنتاج، وبذلك ستكون دالة مسافة الإنتاج كما يلي:

$$d_o(X,Y) = \min \{\delta : (Y/\delta) \in P(X)\}$$

حيث تأخذ دالة المسافة قيم أكبر من الصفر إلى واحد صحيح، ويوجد عديد من الطرق لاستخلاص الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية TFP والتي من أهمها Malmquist Index

ويقيس مؤشر الإنتاجية الكلية نسبة التغير في جملة المخرجات إلى التغير في جملة استخدام الإنتاجية الكلية للعوامل TFP للمدخلات، ويفضل هذا المؤشر على المؤشرات الجزئية للإنتاجية كالإنتاج للعامل الواحد لأن الأخير يعطي صورة مضللة للأداء الكلي، هذا ويمكن تطبيق مؤشر الإنتاجية الكلية للعوامل لإجراء المقارنات الثنائية وكذلك لإجراء المقارنات متعددة الأطراف.

ويعرف مؤشر الإنتاجية الكلية للعوامل بين نقطتين زمنيتين أو وحدتين في شكله اللوغاريتمي كما يلي:

مؤشر إنتاجية العوامل الكلية = الرقم القياسي لكمية المخرجات/الرقم القياسي لكمية المدخلات.

الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية لـــ Malmquist[1]:

Malmquist Total Factor Productivity Index

يستخدم الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية لـــ Malmquist دالة المسافة والتي توصف مدخلات متعددة ومخرجات متعددة دون الحاجة لمعظمة أو تدنية الربح أو التكاليف، وهو يقيس التغير بين نقطتين عن طريق حساب نسبة المسافات لكل نقط البيانات ذات التكنولوجي المشترك، وهذا الرقم القياسي عبارة عن المتوسط الهندسي لاثنين من المخرجات أحدهما يستخدم لنمط الري **s**، والآخر يستخدم لنمط الري **t**. وقد وصف (Fare, 1994) الرقم القياسي للتغيرات في إنتاجية العوامل الكلية تبعاً لدالة الإنتاج باستخدام المعادلة التالية:

$$m_o(y_s,x_s,y_t,x_t) = \frac{d^t_o(y_t,x_t)}{d^s_o(y_s,x_s)} \left[\frac{d^s_o(y_t,x_t)}{d^t_o(y_t,x_t)} \times \frac{d^s_o(y_s,x_s)}{d^t_o(y_s,x_s)}\right]$$

Eff ch تغير الكفاءة Tech ch التغير التكنولوجي

وترمز $d^s_o(yt,xt)$ إلى المسافة من t إلى s، فإذا كانت:

1) m_o أكبر من الواحد الصحيح فإن هذا يشير إلى أنه يوجد نمو موجب في TFP من t إلى s.

2) m_o أقل من الواحد الصحيح فإن هذا يشير إلى أنه يوجد نمو سالب في TFP من t إلى s.

وتعبر النسبة خارج الأقواس عن التغير في الإنتاج تبعاً لفاريل Farell أي تعبر عن **الكفاءة الفنية** (TE) وهي تمثل النسبة بين الكفاءة الفنية لـــ t إلى نظيرتها لـــ s ، أما النسبة التي بين الأقواس فهي تقيس التغير التكنولوجي.

قوة تحليل مغلف البيانات

هناك بعض الخصائص التي تجعل تحليل مغلف البيانات قوياً وهي:

- تحليل مغلف البيانات يمكنه التعامل مع نماذج متعددة المدخلات ومتعددة المخرجات.
- تحديد نسبة عدم الكفاءة ومصادرها بالإضافة إلى سهولة الاستخدام.
- لا يتطلب افتراض وجود صيغة لدالة علاقة المدخلات بالمخرجات.
- وحدات صنع القرار DMUs يتم مقارنتها بشكل مباشر مع بعضها أو مع توليفات منها.
- المدخلات والمخرجات يمكن أن يكون لها وحدات مختلفة للغاية، على سبيل المثال يمكن أن يكون X_1 في الأرواح التي أنقذت في حين يكون X_2 وحدات من الدولارات دون اشتراط مسبق للمبادلة بينهما.

---

(1) Tim Coelli, **"A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program"**, **Op. Cit.**

القيود المفروضة على تحليل مغلف البيانات

إن نفس الخصائص التي تجعل من تحليل مغلف البيانات أداة قوية يمكن أن تخلق مشاكل، وعلى المحلل أن يبقي هذه القيود في الاعتبار عند اختيار ما إذا كان سيستخدم تحليل مغلف البيانات أم لا.

- حيث أن تحليل مغلف البيانات من أساليب النقاط المتطرفة (النهايات) (مع متوسط صفر) فإن أي خطأ في القياس يمكن أن يسبب مشاكل كبيرة.
- تحليل مغلف البيانات هو جيد في تقدير الكفاءة "النسبية" لوحدة صنع القرار DMU ولكنه يتطابق أو يتقارب ببطء شديد إلى الكفاءة "المطلقة"، وبعبارة أخرى فإن هذا التحليل يمكن أن يخبرنا كيف تقوم بالعمل جيداً مقارنة مع زملائك ولكن ليس مقارنة بالحد "الأقصى نظرياً".
- حيث أن تحليل مغلف البيانات هي من الأساليب اللابارامترية (غير المعلمية) Nonparametric Technique، فإن اختبارات الفروض الإحصائية تكون صعبة ويتم التركيز على تقدم وتطوير البحوث.

النتائج و المناقشة

ينطوي هذا الجزء على نتائج تحليل الكفاءة الإنتاجية الفنية باستخدام إسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) للموارد المستخدمة في إنتاج المحاصيل المتزرعة بعينة الدراسة والتي تتمثل في رأس المال والعمالة وإنتاجيتهما والتي يمثلها كمية وقيمة الإنتاج في ظل أنماط الري المتطور وذلك وفقاً لمفهوم مدخلات الإنتاج Input Orientated للمحاصيل الحقلية والخضرية والفاكهية التي تستخدم نمط واحد من أنماط الري المتطور، بالإضافة إلى حساب الإنتاجية الكلية للعوامل (TFP) وفقاً لمفهوم الإنتاج باستخدام الرقم القياسي لـــ Malmquist وهو يعبر عن الفرق بين كفاءة الإنتاجية الكلية للعوامل في ظل نمط الري بالرش الثابت عن نمط الري بالرش النقالي وذلك لمحاصيل القمح، البرسيم، الفول البلدي والذرة الشامية، في حين أنه يعبر عن الفرق بين كفاءة الإنتاجية الكلية للعوامل في ظل نمط الري بالرش الثابت عن نمطي الري بالرش النقالي والري بالتنقيط كل على حده لمحاصيل البطاطس الشتوي، الفول السوداني والبطاطس الصيفي وهي المحاصيل التي تتبع أكثر من نمط ري من أنماط الري المتطور موضع الدراسة.

(1) الكفاءة الفنية لإنتاج المحاصيل المزروعة بعينة الدراسة وفقاً لمفهومي العائد المتغير للسعة VRS والعائد الثابت للسعة CRS في ظل أنماط الري المختلفة

تم تقدير الكفاءة الإنتاجية الفنية وكفاءة السعة وتحديد شكل السعة (ثابتة، متزايدة، متناقصة) لكمية إنتاج المحاصيل الحقلية والخضرية المزروعة بعينة الدراسة وفقاً لكل من مفهوم العائد المتغير للسعة **VRS** ومفهوم العائد الثابت للسعة **CRS** في ظل أنماط الري المختلفة، وتشير نتائج التقدير الموضحة بالجدولين رقم (2، 3) إلى ما يلي:

1) وفقاً لفرضية ثبات العائد للسعة (CRS) يتضح أن متوسط الكفاءة الفنية (TE) لمزارع **القمح** في ظل نظام الري بالرش المحوري بالعينة البحثية بلغ نحو 81%، في حين بلغ نحو 89% وفقاً لفرضية تغير العائد للسعة (VRS)، وفيما يتعلق بمتوسط كفاءة السعة (SE) والتي هي عبارة عن نسبة الكفاءة الفنية وفقاً لفرضية ثبات العائد للسعة إلى الكفاءة الفنية وفقاً لفرضية العائد المتغير للسعة لنفس المزرعة ($SE=TE_{CRS} / TE_{VRS}$) فقد بلغ حوالي 0.91 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 91% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 9% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج.

2) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الشعير** في ظل نظام الري بالرش المحوري بالعينة البحثية نحو 78%، 88% على الترتيب وفقاً لكل من مفهوم (CRS)، (VRS)، وبلغ متوسط كفاءة السعة حوالي 0.89 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 89% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 11% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج.

3) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الكوسة** في ظل نظام الري بالتنقيط بالعينة البحثية نحو 77%، 90% على الترتيب وفقاً لكل من مفهومي CRS و VRS، أما فيما يتعلق بكفاءة السعة فقد بلغت حوالي 0.86 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 86% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 14% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج.

جدول رقم (2): الكفاءة الفنية لإنتاج المحاصيل المزروعة بعينة الدراسة وفقاً للعائد الثابت للسعة **CRS** والعائد المتغير للسعة **VRS** بطريقة تحليل مغلف البيانات **DEA** في ظل أنماط الري المختلفة

نـــوع الـــري / المحاصيـــــل	CRS			VRS		
	رش		تنقيـــط	رش		تنقيـــط
	ثـــابت	محـــوري		ثـــابت	محـــوري	
القمح	–	**0.81**	–	–	**0.89**	–
الشعير	–	**0.78**	–	–	**0.88**	–
الكوسة	–	–	**0.77**	–	–	**0.90**
الطماطم الشتوي	–	**0.84**	**0.90**	–	**0.93**	**0.96**
الخيار الشتوي	–	–	**0.76**	–	–	**0.92**
الذرة	–	**0.83**	–	–	**0.91**	–
البطاطس الصيفي	–	**0.91**	–	–	**0.97**	–
الطماطم الصيفي	–	**0.80**	**0.89**	–	**0.89**	**0.95**
الخيار الصيفي	–	–	**0.82**	–	–	**0.95**
البرسيم	**0.81**	**0.85**	–	**0.90**	**0.94**	–

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1 ,Frontier 4.1.

4) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الطماطم الشتوي** في ظل نظام الري بالرش المحوري بالعينة البحثية نحو 84%، 93% على الترتيب وفقاً لكل من مفهوم (CRS)، (VRS)، أما فيما يتعلق بمتوسط كفاءة السعة فقد بلغ حوالي 0.90 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 90% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 10% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج. أما في ظل نظام الري بالتنقيط فقد بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الطماطم الشتوي** نحو 90%، 96% على الترتيب وفقاً لكل من مفهومي CRS و VRS، وبلغ متوسط كفاءة السعة حوالي 0.94 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 94% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 6% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج، ومن هذا يتضح انخفاض متوسط الكفاءة الفنية لإنتاج محصول الطماطم الشتوي في ظل الري بالرش المحوري عن نظيرتها في ظل الري بالتنقيط.

جدول رقم (3): كفاءة السعة **SE** لإنتاج المحاصيل المزروعة بعينة الدراسة بطريقة تحليل مغلف البيانات **DEA** في ظل أنماط الري المختلفة

نـــوع الـــري / المحاصيـــــل	كفاءة السعة SE			شكـــل السعة
	رش		تنقيـــط	
	ثـــابت	محـــوري		
القمح	–	**0.91**	–	**متزايد**
الشعير	–	**0.89**	–	**متزايد**
الكوسة	–	–	**0.86**	**متزايد**
الطماطم الشتوي	–	**0.90**	**0.94**	**متناقص**
الخيار الشتوي	–	–	**0.83**	**متزايد**
الذرة	–	**0.91**	–	**متزايد**
البطاطس الصيفي	–	**0.94**	–	**متناقص**
الطماطم الصيفي	–	**0.90**	**0.94**	**متناقص**
الخيار الصيفي	–	–	**0.86**	**متزايد**
البرسيم	**0.90**	**0.90**	–	**متزايد**

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي Frontier 4.1, DEAP 2.1.

5) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الخيار الشتوي** في ظل نظام الري بالتنقيط بالعينة البحثية نحو 76%، 92% على الترتيب وفقاً لكل من مفهوم (CRS)، (VRS)، وبلغ متوسط كفاءة السعة حوالي 0.83 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 83% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 17% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج.

6) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الذرة** في ظل نظام الري بالرش المحوري بالعينة البحثية نحو 83%، 91% على الترتيب وفقاً لمفهومي CRS و VRS، أما فيما يتعلق بمتوسط كفاءة السعة فقد بلغ حوالي 0.91 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 91% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 9% مع إنتاج نفس الكمية.

7) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **البطاطس الصيفي** في ظل نظام الري بالتنقيط بالعينة البحثية نحو 91%، 97% على الترتيب وفقاً لكل من مفهوم (CRS)، (VRS)، وبلغ متوسط كفاءة السعة حوالي 0.94 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 94% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 6% مع إنتاج نفس الكمية.

8) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الطماطم الصيفي** في ظل نظام الري بالرش المحوري بالعينة البحثية نحو 80%، 89% على الترتيب وفقاً لمفهومي CRS و VRS، أما فيما يتعلق بكفاءة السعة فقد بلغت حوالي 0.90 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 90% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 10% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج. أما في ظل نظام الري بالتنقيط فقد بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الطماطم الصيفي** نحو 89%، 95% على الترتيب وفقاً لمفهومي CRS و VRS، وبلغ متوسط كفاءة السعة حوالي 0.94 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 94% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 6% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج. ومن هذا يتضح انخفاض الكفاءة الفنية لإنتاج محصول الطماطم الصيفي في ظل الري بالرش المحوري عن نظيرتها في ظل الري بالتنقيط.

9) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **الخيار الصيفي** في ظل نظام الري بالتنقيط بالعينة البحثية نحو 82%، 95% على الترتيب وفقاً لكل من مفهومي CRS و VRS، وبلغ متوسط كفاءة السعة حوالي 0.86 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 86% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 14% مع إنتاج نفس الكمية.

10) بلغ متوسط الكفاءة الفنية لمزارع **البرسيم** في ظل نظام الري بالرش الثابت بالعينة البحثية نحو 81%، 90% على الترتيب وفقاً لكل من مفهومي CRS و VRS. أما في ظل نظام الري بالرش المحوري لمزارع **البرسيم** فقد بلغ متوسط الكفاءة الفنية نحو 85%، 94% على الترتيب وفقاً لمفهومي CRS و VRS، وبلغ متوسط كفاءة السعة في كل من نظام الري بالرش الثابت والمحوري حوالي 0.90 مما يشير إلى أن مزارع العينة البحثية تعمل عند حجم يعادل نحو 90% من السعة المثلى، وهو ما يعني أن هناك إمكانية لخفض تكاليف تلك المزارع بنحو 10% مع إنتاج نفس الكمية من الإنتاج. ويمكن القول بانخفاض متوسط الكفاءة الفنية لإنتاج محصول البرسيم في ظل الري بالرش الثابت عن نظيرتها في ظل الري بالرش المحوري.

ولمقارنة النتائج المتحصل عليها لقيم الكفاءة الفنية (TE) بطريقة DEA سواء كانت وفقاً لفرضية ثبات العائد للسعة (CRS) أو وفقاً لفرضية العائد المتغير للسعة (VRS)، فقد تم تقدير معامل ارتباط سبيرمان بين قيم الكفاءة، وتبين أن جميع معاملات الارتباط موجبة الاتجاه ومعنوية مما يشير إلى توافق النتائج المتحصل عليها لجميع المحاصيل موضع الدراسة. جدول رقم (4).

جدول (4): تقدير معامل ارتباط سبيرمان بين قيم الكفاءة المقدرة بطريقة DEA وفقاً لفرضية ثبات العائد للسعة (CRS) وفرضية العائد المتغير للسعة (VRS) للمحاصيل المزروعة بعينة الدراسة.

المحاصيـــــل	معامل الارتباط	المحاصيـــــل	معامل الارتباط

القمح	0.76**	الذرة	0.69**
الشعير	0.79**	البطاطس الصيفي	0.64**
الكوسة	0.71**	الطماطم الصيفي	0.70**
الطماطم الشتوي	0.81**	الخيار الصيفي	0.73**
الخيار الشتوي	0.73**	البرسيم	0.66**

** معنوية عند المستوى الاحتمالي 0.01

المصدر: حُسبت من تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية.

(2) تحليل التغيرات في إنتاجية العوامل الكلية TFP لكمية إنتاج المحاصيل وفقاً لمفهوم الإنتاج باستخدام الرقم القياسي لـMalmquistفي ظل أنماط الري المختلفة

تشير نتائج تحليل إنتاجية العوامل الكلية لكمية إنتاج المحاصيل المزروعة بعينة الدراسة التي تستخدم أكثر من نمط واحد للري باستخدام الرقم القياسي لـــ Malmquist والموضحة بالجدول رقم (5) إلى ما يلي:

جدول رقم (5): نتائج تحليل التغيرات في إنتاجية العوامل الكلية بطريقة مغلف البيانات DEA لكمية إنتاج محاصيل عينة الدراسة باستخدام الرقم القياسي لـــ Malmquist في ظل أنماط الري المختلفة

نوع الكفاءة / المحصـــول	التغير في الكفاءة الفنية Eff Ch	التغير التكنولوجي Tech Ch	إنتاجية العوامل الكلية TFP Ch
الطماطم الشتوي (رش محوري)	**1**	**1**	**1**
الطماطم الشتوي (تنقيط)	**1.06**	**0.92**	**1.19**
الطماطم الصيفي (رش محوري)	**1**	**1**	**1**
الطماطم الصيفي (تنقيط)	**1.03**	**0.96**	**1.12**
البرسيم (رش ثابت)	**1**	**1**	**1**
البرسيم (رش محوري)	**1.04**	**1**	**1.03**

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي Frontier 4.1, DEAP 2.1.

التغير في الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية TFP Ch لكمية إنتاج محصول الطماطم الشتوي من الرش المحوري إلى التنقيط يبلغ نحو 119% مما يعني وجود أثر إيجابي. أما بالنسبة لمحصول الطماطم الصيفي قد بلغ التغير في الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية TFP Ch لكمية إنتاج الطماطم الصيفي من الرش المحوري إلى التنقيط نحو 112% مما يعني وجود أثر إيجابي، وهذا يشير إلى وجود فرصة لزيادة الكفاءة بمقدار 19، 12%، في حين بلغ

التغير في الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية TFP Ch لقيمة إنتاج محصول البرسيم من الرش الثابت إلى الرش المحوري يمثل نحو 103% مما يعني وجود أثر إيجابي.

(3) نتائج تقدير الكفاءة الإنتاجية ودالات الإنتاج الفيزيقية باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية SFA

1) الكفاءة الإنتاجية للمحاصيل المزروعة بعينة الدراسة باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

توضح البيانات الواردة بالجدول رقم (6) معاملات الكفاءة الإنتاجية للمحاصيل المزروعة بعينة الدراسة في ظل أنماط الري المختلفة، وذلك بالنسبة لكل من التوزيع نصف الطبيعي وللتوزيع الاحتمالي المبتور.

جدول رقم (6): الكفاءة الإنتاجية للمحاصيل المزروعة بعينة الدراسة باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية SFA في ظل أنماط الري المختلفة

نوع الري / المحاصيل	Half Normal Dis. (MLE)			Truncated Dis. (MLE)		
	رش		تنقيط	رش		تنقيط
	ثابت	محوري		ثابت	محوري	
القمح	–	0.86	–	–	0.89	–
الشعير	–	0.82	–	–	0.88	–
الكوسة	–	–	0.82	–	–	0.89
الطماطم الشتوي	–	0.88	0.90	–	0.94	0.94
الخيار الشتوي	–	–	0.82	–	–	0.92
الذرة	–	0.88	–	–	0.93	–
البطاطس الصيفي	–	0.92	–	–	0.98	–
الطماطم الصيفي	–	0.85	0.89	–	0.91	0.94
الخيار الصيفي	–	–	0.87	–	–	0.93
البرسيم	0.87	0.91	–	0.92	0.96	–

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي Frontier 4.1, DEAP 2.1.

2) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول القمح باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

تم استخدام التحليل القياسي لتقدير دالات الإنتاج الحدودية العشوائية SFA وذلك بطريقة المربعات الصغرى العادية OLS (ذات التأثير الثابت) في صورة Cobb-Douglas، وطريقة Maximum Likelihood Estimates (MLE) (ذات التأثير العشوائي) بأسلوبي التوزيع نصف الطبيعي Half Normal Distribution والتوزيع المبتور

Truncated Distribution. ويوضح الجدول رقم (7) نتائج التحليل الحدودي العشوائي لمحصول القمح، وتشير تلك النتائج إلى معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي للخطأ بناءً على معنوية γ عند المستوى الاحتمالي 0.01، في حين لم تثبت معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على عدم معنوية γ مما يشير إلى أفضلية التوزيع نصف الطبيعي وإمكانية الاعتماد عليه لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحصول القمح.

جدول رقم (7): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول القمح بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	1.16	5.47^{**}	1.65	11.42^{**}	2.17	4.37^{**}
β_1	-0.13	-0.39^{ns}	-0.004	-0.11^{ns}	-0.01	-0.01^{ns}
β_2	0.20	2.24^{*}	0.01	0.20^{ns}	0.11	0.14^{ns}
σ^2_e	0.02	–	0.03	3.62^{**}	0.02	3.44^{**}
LLF	63.21		81.44		72.09	
γ	–	–	0.59	8.73^{**}	1.07	0.47^{ns}
μ	–	–	–	–	0.05	0.14^{ns}
LR	–		8.64		2.38	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

حيث تمثل: β_0: ثابت الدالة، β_1: معامل رأس المال، β_2: معامل العمل، μ: الخطأ العشوائي.

LLF: (Log Likelihood Function) دالة الاحتمال الأعظم اللوغاريتمية.

σ^2_e: التباين الكلى حيث: $\sigma^2_e = \sigma^2_u + \sigma^2_v$

γ: نسبة التباين الراجع لعدم الكفاءة إلى التباين الكلي حيث:

$$\gamma = \sqrt{\sigma^2_u / \sigma^2_e}$$

LR: **(Likelihood Ratio) نسبة الاحتمال الأعظم.**

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1 ,Frontier 4.1.

3) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول الشعير باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (8)، أشارت النتائج إلى عدم معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي والتوزيع الاحتمالي المبتور

للخطأ بناءً على عدم معنوية γ، وبالتالي فإن أسلوب التحليل الحدودي العشوائي SFA غير مناسب لتقدير الكفاءة الإنتاجية. ونتيجة لعدم معنوية γ فقد تم الاعتماد على طريقة OLS لتقدير الكفاءة الإنتاجية، وطبقاً لمخرجات التحليل الواردة بالجدول رقم (8) أن دالة الإنتاج تأخذ الصورة التالية:

$$\text{Ln Y} = 1.92 + 0.73\ \text{Ln L} + 0.54\ \text{Ln K}$$
$$(3.26)^{**} \quad (2.72)^{*} \quad (3.64)^{**}$$

حيث تمثل:

Ln Y: لوغاريتم الإنتاج لمحصول الشعير.

Ln L: لوغاريتم مورد العمالة.

Ln K: لوغاريتم رأس المال العامل.

ويتبين من المعادلة السابقة أن المرونات الإنتاجية للموردين L, K أكبر من الواحد الصحيح مما يشير إلى وقوعها في المرحلة الإنتاجية الأولى، كما يشير أيضاً إلى أن عائد السعة الثابت غير قائم.

جدول رقم (8): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول الشعير بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	1.92	3.26^{**}	1.80	5.14^{**}	1.52	3.96^{**}
β_1	0.73	2.72^{*}	0.29	0.11^{ns}	0.17	0.31^{ns}
β_2	0.54	3.64^{**}	0.21	4.06^{**}	0.19	5.40^{**}
σ^2_e	0.02	–	0.03	3.76^{**}	0.01	5.94^{**}
LLF	57.76		55.28		62.18	
γ	–	–	0.28	0.73^{ns}	0.43	0.21^{ns}
μ	–	–	–	–	0.22	0.57^{ns}
LR	–		1.12		0.82	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1, Frontier 4.1.

4) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول الكوسة باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (9)، أشارت النتائج إلى معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي للخطأ بناءً على معنوية γ عند 0.01، في حين لم تثبت معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على عدم معنوية γ مما يشير إلى أفضلية التوزيع نصف الطبيعي وإمكانية الاعتماد عليه لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحصول الكوسة.

جدول رقم (9): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول الكوسة بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	0.73	4.60^{**}	0.62	3.39^{**}	0.87	4.06^{**}
β_1	0.09	3.52^{**}	0.12	4.51^{ns}	0.08	0.64^{ns}
β_2	0.13	2.19^{*}	0.08	3.86^{**}	0.12	4.15^{**}
σ^2_e	0.04	–	0.03	2.94^{**}	0.03	5.66^{**}
LLF	39.19		45.80		36.22	
γ	–	–	0.86	5.07^{**}	0.49	0.93^{ns}
μ	–	–	–	–	0.12	0.77^{ns}
LR	–		4.86		3.04	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1, Frontier 4.1.

5) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول الطماطم الشتوي باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (10)، أشارت النتائج إلى معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على معنوية γ عند المستوى الاحتمالي 0.01، في حين لم تثبت معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي للخطأ بناءً على عدم معنوية γ مما يشير إلى أفضلية التوزيع المبتور وإمكانية الاعتماد عليه لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحصول الطماطم الشتوي.

جدول رقم (10): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول الطماطم الشتوي بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	1.34	3.03^{**}	2.20	4.11^{**}	1.56	3.78^{**}
β_1	0.21	2.72^{*}	0.12	0.74^{ns}	0.22	0.54^{ns}
β_2	-0.47	3.64^{**}	-0.08	-0.06^{ns}	-0.15	-3.89^{**}
σ^2_e	0.02	–	0.06	3.75^{**}	0.02	6.08^{**}
LLF	19.03		28.92		23.86	
γ	–	–	0.95	1.42^{ns}	0.68	29.73^{**}
μ	–	–	–	–	0.17	1.49^{ns}
LR	–		11.70		21.61	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1, Frontier 4.1.

6) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول الخيار الشتوي باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (11)، أشارت النتائج إلى معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE سواءً ذات التوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ أو ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي للخطأ بناءً على معنوية γ عند المستوى الاحتمالي 0.01، وبالمفاضلة بين التوزيعين استناداً إلى أعلى قيمة لكل من γ ، LR تبين أفضلية التوزيع المبتور لتقدير الكفاءة الإنتاجية مما يشير إلى أفضلية التوزيع المبتور وإمكانية الاعتماد عليه لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحصول الخيار الشتوي.

جدول رقم (11): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول الخيار الشتوي بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	0.97	9.09^{**}	1.33	4.47^{**}	1.05	5.60^{**}
β_1	-0.18	-2.20^{*}	-0.15	-1.51^{ns}	-0.17	-5.01^{**}
β_2	-0.37	-5.11^{**}	-0.02	-3.69^{**}	-0.09	-3.10^{**}
σ^2_e	0.007	–	0.02	2.83^{**}	0.01	4.55^{**}

LLF	49.51		84.60		90.01	
γ	–	–	0.72	6.57^{**}	0.50	10.91^{**}
μ	–	–	–	–	0.07	4.18^{**}
LR	–		21.76		30.27	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1, Frontier 4.1.

7) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول الذرة باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (12)، أشارت النتائج إلى عدم معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي والتوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على عدم معنوية **γ**، وبالتالي فإن أسلوب التحليل الحدودي العشوائي SFA غير مناسب لتقدير الكفاءة الإنتاجية. ونتيجة لعدم معنوية **γ** فقد تم الاعتماد على طريقة OLS لتقدير الكفاءة الإنتاجية، وطبقاً لمخرجات التحليل الواردة بالجدول رقم (12) أن دالة الإنتاج تأخذ الصورة التالية:

$$\text{Ln } Y = 1.68 - 0.11 \text{ Ln } L - 0.20 \text{ Ln } K$$
$$(2.39)^{*} \quad (-1.82)^{*} \quad (-2.55)^{**}$$

حيث تمثل:

Ln Y: لوغاريتم الإنتاج لمحصول الذرة.

Ln L: لوغاريتم مورد العمالة.

Ln K: لوغاريتم رأس المال العامل.

ويتبين من المعادلة السابقة أن المرونات الإنتاجية للموردين L, K سالبة مما يشير إلى وقوعها في المرحلة الإنتاجية الثالثة مما يقتضي خفض المقادير المستخدمة منهما، كما أن عائد السعة الثابت غير قائم حيث أن مجموع المرونات أقل من الواحد الصحيح.

جدول رقم (12): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول الذرة بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	**OLS**		**Half Normal Dis.** (MLE)		**Truncated Dis.** (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	1.68	2.39^{*}	1.26	4.36^{**}	1.01	3.07^{**}
β_1	-0.11	-1.82^{*}	-0.12	-0.11^{ns}	-0.16	-0.56^{ns}

β_2	-0.20	-2.55^{**}	-0.26	-4.06^{**}	-0.19	-4.15^{**}
σ^2_e	0.02	–	0.03	3.62^{**}	0.01	5.94^{**}
LLF	66.51		61.86		57.14	
γ	–	–	0.34	1.08^{ns}	0.42	0.41^{ns}
μ	–	–	–	–	0.16	0.85^{ns}
LR	–		2.03		0.99	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1, Frontier 4.1.

8) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول البطاطس الصيفي باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (13)، أشارت النتائج إلى عدم معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي والتوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على عدم معنوية γ، وبالتالي فإن أسلوب التحليل الحدودي العشوائي SFA غير مناسب لتقدير الكفاءة الإنتاجية. ونتيجة لعدم معنوية γ فقد تم الاعتماد على طريقة OLS لتقدير الكفاءة الإنتاجية طبقاً لمخرجات التحليل الواردة بالجدول رقم (13) أن دالة الإنتاج تأخذ الصورة التالية:

$$\text{Ln } Y = 2.07 + 0.56 \text{ Ln } L - 0.32 \text{ Ln } K$$
$$(4.23)^{**} \quad (3.77)^{**} \quad (-1.50)^{ns}$$

حيث تمثل:

Ln Y: لوغاريتم الإنتاج لمحصول البطاطس الصيفي.

Ln L: لوغاريتم مورد العمالة.

Ln K: لوغاريتم رأس المال العامل.

ويتبين من المعادلة السابقة أن المرونات الإنتاجية للموردين L, K أقل من الواحد الصحيح وهو ما يشير إلى وقوعها في المرحلة الإنتاجية الثانية، كما أن المرونة الإنتاجية لمورد رأس المال سالبة مما يقتضي خفض المقادير المستخدمة منه، كما أن عائد السعة الثابت غير قائم حيث أن مجموع المرونات أقل من واحد صحيح.

جدول رقم (13): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول الذرة بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	t	Value	t	Value	t
β_0	2.07	4.23^{**}	2.10	8.52^{**}	1.92	1.79^{ns}

β_1	0.56	3.77^{**}	0.31	1.16^{ns}	0.39	1.08^{ns}
β_2	-0.32	-1.50^{ns}	-0.25	-1.14^{ns}	-0.22	-1.13^{ns}
σ^2_e	0.02	–	0.01	4.71^{**}	0.02	5.60^{**}
LLF	32.73		34.66		33.17	
γ	–	–	0.04	0.38^{ns}	0.14	1.21^{ns}
μ	–	–	–	–	0.09	0.71^{ns}
LR	–		2.37		1.62	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1, Frontier 4.1.

9) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول الطماطم الصيفي باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (14)، أشارت النتائج إلى معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE سواءً ذات التوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ أو ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي للخطأ بناءً على معنوية γ عند المستوى الاحتمالي 0.01، وبالمفاضلة بين التوزيعين استناداً إلى أعلى قيمة لكل من γ ، LR تبين أفضلية التوزيع المبتور لتقدير الكفاءة الإنتاجية مما يشير إلى أفضلية التوزيع المبتور وإمكانية الاعتماد عليه لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحصول الطماطم الصيفي.

جدول رقم (14): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول الطماطم الصيفي بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	2.18	4.61^{**}	1.92	2.20^{*}	2.63	3.96^{**}
β_1	0.29	2.45^{*}	0.27	1.03^{ns}	0.36	2.31^{*}
β_2	-0.14	1.23^{ns}	-0.15	-3.61^{**}	-0.19	-4.27^{**}
σ^2_e	0.009	–	0.01	2.99^{**}	0.002	9.26^{**}
LLF	16.38		20.07		36.14	
γ	–	–	0.48	11.56^{**}	0.22	15.54^{**}
μ	–	–	–	–	0.17	1.49^{ns}
LR	–		12.12		16.44	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1, Frontier 4.1.

10) دالات الإنتاج الفيزيقية لمحصول الخيار الصيفي باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (15)، أشارت النتائج إلى معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على معنوية γ عند 0.01، في حين لم تثبت معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي للخطأ بناءً على عدم معنوية γ مما يشير إلى أفضلية التوزيع المبتور وإمكانية الاعتماد عليه لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحصول الخيار الصيفي.

11) دالات الإنتاج القيمية لمحصول البرسيم باستخدام المنهجية الحدودية العشوائية:

باستعراض مخرجات التحليل الحدودي العشوائي بطريقتي OLS, MLE والواردة بالجدول رقم (16)، أشارت النتائج إلى معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي للخطأ بناءً على معنوية γ عند 0.01، في حين لم تثبت معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على عدم معنوية γ مما يشير إلى أفضلية التوزيع نصف الطبيعي وإمكانية الاعتماد عليه لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحصول البرسيم.

جدول رقم (15): دالات الإنتاج الفيزيقية الحدودية العشوائية لمحصول الخيار الصيفي بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	1.66	6.15^{**}	1.80	3.82^{**}	1.98	5.14^{**}
β_1	-0.20	-1.13^{ns}	-0.21	-1.17^{ns}	-0.26	-5.00^{**}
β_2	-0.29	-2.52^{*}	-0.02	-1.25^{ns}	-0.18	-2.47^{*}
σ^2_e	0.02	–	0.01	2.76^{*}	0.006	6.17^{**}
LLF	41.07		54.31		63.49	
γ	–	–	1.88	1.14^{ns}	0.82	7.33^{**}
μ	–	–	–	–	0.03	5.74^{**}
LR	–		16.34		27.26	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1 ,Frontier 4.1.

جدول رقم (16): دالات الإنتاج القيمية الحدودية العشوائية لمحصول البرسيم بعينة الدراسة بطريقتي **OLS, MLE**

Model / Parameters	OLS		Half Normal Dis. (MLE)		Truncated Dis. (MLE)	
	Value	**t**	**Value**	**t**	**Value**	**t**
β_0	1.90	13.87^{**}	1.67	15.13^{**}	1.77	6.93^{**}
β_1	-0.29	-3.85^{**}	-0.18	-0.91^{ns}	-0.27	0.98^{ns}
β_2	-0.02	-3.09^{*}	-0.01	-3.00^{**}	-0.02	-2.71^{**}
σ^2_e	0.004	–	0.02	2.65^{**}	0.03	3.69^{**}
LLF	55.89		67.70		56.03	
γ	–	–	0.96	21.47^{**}	0.09	0.48^{ns}
μ	–	–	–	–	0.10	0.89^{ns}
LR	–		24.76		0.54	

** معنوية عند 0.01 * معنوية عند 0.05 ns غير معنوية.

المصدر: نتائج تحليل البيانات الواردة بالاستمارة البحثية باستخدام برنامجي DEAP 2.1 ,Frontier 4.1.

(4) اشتقاق دوال الطلب على الموارد الزراعية في ظل أنماط الري المختلفة باستخدام البرمجة البارامترية

يركز هذا الجزء على اشتقاق دوال الطلب على الموارد الزراعية في ظل أنماط الري المختلفة بمزارع عينة الدراسة بمنطقة القصيم وذلك باستخدام إسلوب البرمجة البارامترية Parametric Programming كأحد أساليب البرمجة الخطية والتي تهدف إلى تحديد أسعار المحددات أي قيمة الإنتاجية الحدية للموارد من خلال التغيرات التي تحدث في الدالة الهدفية Objective Function.

وتأتي أهمية استخدام إسلوب البرمجة البارامترية في التعرف على قيمة الإنتاجية الحدية أي أسعار الظل والتغيرات في قيمة الدالة الهدفية عند تغيير مقادير المحددات (الموارد الإنتاجية) إلى مدى معين من القيم، مما يساعد على معرفة ما تضيفه الوحدة الواحدة من المورد الإنتاجي عند مستويات معينة منه، وأيضاً في مواجهة مشكلة تحديد مقادير الموارد الإنتاجية المستخدمة في العملية الإنتاجية، حيث أن التغير في مقادير أحد المحددات (مع ثبات المحددات الأخرى) يؤدي إلى تغيرات في قيمة الدالة الهدفية (صافي الدخل)، وعلى ذلك فإن هذه التغيرات بالزيادة تمثل عائد التغيرات في مقادير المحدد، أي أنها تمثل قيمة إنتاجيته الحدية أو سعر ظله.

وللتوصل إلى قيم أو مقادير التغيرات في المحدد المراد اشتقاق منحنى الطلب له، فإنه يتم البدء بقيمة لهذا المحدد تساوي صفر ثم يتم زيادته تدريجياً وملاحظة التغيرات التي تحدث للدالة الهدفية، وبذلك يتم الحصول على منحنى الطلب الذي يمثل الزيادة في الدالة الهدفية بالتوازي مع الزيادات في وحدات المورد، وتمثل الزيادات في الدالة الهدفية قيمة الإنتاجية الحدية لوحدات المورد أي سعر الظل له، وقد تم استخدام إسلوب البرمجة البارامترية في هذه الدراسة لتحديد أسعار الظل (قيمة الإنتاجية الحدية) لكل من: الأسمدة الآزوتية، الأسمدة الفوسفاتية، العمالة الزراعية والموارد المائية.

1) استخدام البرمجة البارامترية في اشتقاق دوال الطلب على الموارد المستخدمة في إنتاج المحاصيل الشتوية في ظل نمط الري بالرش المحوري:

أمكن التوصل من خلال نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية إلى قياس دالة الطلب باستخدام إسلوب البرمجة البارامترية على الموارد المستخدمة في إنتاج المحاصيل الشتوية في ظل نمط الري بالرش المحوري بناءً على النظرية التقليدية، حيث أن الكمية المطلوبة من العنصر هي دالة لسعر العنصر، قيمة الناتج الحدي تساوي سعر العنصر.

وقد تبين أن قيمة إنتاجيتها الحدية (سعر الظل) تتسم بالاتجاه التنازلي بزيادة المقادير المستخدمة منها، وهذا يتفق مع النظرية الاقتصادية والتي تبين أن دالة الطلب على المورد تمثل الجزء ذو الميل السالب من منحنى قيمة الناتج الحدي.

وتشير البيانات الواردة بالجدول رقم (17) إلى أنه بالنسبة لمورد الأسمدة الفوسفاتية المستخدم في إنتاج المحاصيل الشتوية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري فإن الوحدة (50كجم) يبلغ سعر الظل لها حوالي 416.0 ريالاً حتى

استخدام 1431 وحدة وهكذا حتى يصل سعر الوحدة إلى حوالي 69.1 ريالاً عند استخدام 1859 وحدة، أي أنه في ظل الاستخدام الأمثل لذلك المورد تبلغ قيمة إنتاجيته الحدية 69.1 ريالاً. أما بالنسبة لمورد الأسمدة الآزوتية المستخدم في إنتاج المحاصيل الشتوية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري فإن سعر الوحدة (50كجم) يبلغ حوالي 803.3 ريالاً حتى استخدام 7215.9 وحدة وهكذا حتى يصل سعر الوحدة إلى حوالي 295.4 ريالاً عند استخدام 7544.2 وحدة، أي أنه في ظل الاستخدام الأمثل لذلك المورد تبلغ قيمة إنتاجيته الحدية 295.4 ريالاً. كما تشير البيانات الواردة بالجدول رقم (19) إلى أنه بالنسبة لمورد العمالة المستخدم في إنتاج المحاصيل الشتوية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري فإن الوحدة (رجل/يوم) يبلغ سعرها حوالي 163.6 ريالاً حتى استخدام 9020.7 وحدة وهكذا حتى يصل سعر الوحدة إلى حوالي 52.3 ريالاً عند استخدام 13711.7 وحدة، أي أنه في ظل الاستخدام الأمثل لذلك المورد تبلغ قيمة إنتاجيته الحدية 52.3 ريالاً.

جدول رقم (17): دوال الطلب على الموارد المستخدمة في إنتاج المحاصيل الشتوية في ظل نمط الري بالرش المحوري وأسعار الظل المقابلة لها باستخدام البرمجة البارامترية

مورد الأسمدة الفوسفاتية		مورد الأسمدة الآزوتية		مورد العمالة	
الفئـــات	سعر الظل (ريال)	الفئـــات	سعر الظل (ريال)	الفئـــات	سعر الظل (ريال)
صفر- 1431	416.0	**صفر- 7215.9**	**803.3**	**صفر- 9020.7**	**163.6**
1503 -	**312.0**	**7300.5 -**	**612.9**	**10880.8 -**	**103.4**
1859 -	**69.1**	**7544.2 -**	**295.4**	**13711.7 -**	**52.3**

المصدر: نتائج البرمجة البارامترية باستخدام برنامج الحاسب الآلي Lindo 6.1

2) استخدام البرمجة البارامترية في اشتقاق دوال الطلب على الموارد المستخدمة في إنتاج المحاصيل الصيفية في ظل نمط الري بالرش المحوري:

أمكن التوصل من خلال نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية إلى قياس دوال الطلب باستخدام إسلوب البرمجة البارامترية على الموارد المستخدمة في إنتاج المحاصيل الصيفية في ظل نمط الري بالرش المحوري، وقد تبين أن قيمة إنتاجيتها الحدية (سعر الظل) تتسم بالاتجاه التنازلي بزيادة المقادير المستخدمة منها، وهذا يتفق مع النظرية الاقتصادية والتي تبين أن دالة الطلب على المورد تمثل الجزء ذو الميل السالب من منحنى قيمة الناتج الحدي.

وتشير البيانات الواردة بالجدول رقم (18) إلى أنه بالنسبة لمورد الأسمدة الفوسفاتية المستخدم في إنتاج المحاصيل الصيفية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري فإن الوحدة (50كجم) يبلغ سعر الظل لها حوالي 317.9 ريالاً حتى

استخدام 1624 وحدة وهكذا حتى يصل سعر الوحدة إلى حوالي 131.3 ريالاً عند استخدام 1423 وحدة، أي أنه في ظل الاستخدام الأمثل لذلك المورد تبلغ قيمة إنتاجيته الحدية 131.3 ريالاً. أما بالنسبة لمورد الأسمدة الآزوتية المستخدم في إنتاج المحاصيل الصيفية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري فإن سعر الوحدة (50كجم) يبلغ حوالي 864.8 ريالاً حتى استخدام 6957.4 وحدة وهكذا حتى يصل سعر الوحدة إلى حوالي 68.7 ريالاً عند استخدام 7640.4 وحدة، أي أنه في ظل الاستخدام الأمثل لذلك المورد تبلغ قيمة إنتاجيته الحدية 68.7 ريالاً. وبالنسبة لمورد العمالة المستخدم في إنتاج المحاصيل الصيفية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري فإن الوحدة (رجل/يوم) يبلغ سعرها حوالي 409.5 ريالاً حتى استخدام 11403.4 وحدة وهكذا حتى يصل سعر الوحدة إلى حوالي 47.5 ريالاً عند استخدام 11574.8 وحدة، أي أنه في ظل الاستخدام الأمثل لذلك المورد تبلغ قيمة إنتاجيته الحدية 47.5 ريالاً.

جدول رقم (18): دوال الطلب على الموارد المستخدمة في إنتاج المحاصيل الصيفية في ظل نمط الري بالرش المحوري وأسعار الظل المقابلة لها باستخدام البرمجة البارامترية

مورد الأسمدة الفوسفاتية		مورد الأسمدة الآزوتية		مورد العمالة	
الفئـــات	سعر الظل (ريال)	الفئـــات	سعر الظل (ريال)	الفئـــات	سعر الظل (ريال)
صفر– 1624	317.9	صفر– 6957.4	864.8	صفر– 11403.4	409.5
1571 –	244.9	7369.9 –	807.9	11498.1 –	218.7
1423 –	131.3	7612.8 –	269.4	11574.8 –	47.5
		7640.4 –	68.7		

المصدر: نتائج البرمجة البارامترية باستخدام برنامج الحاسب الآلي Lindo 6.1

التوصيات

- أشارت النتائج إلى وجود إشكالية في استغلال الموارد المائية والرأسمالية والبشرية المتاحة في مزارع عينة الدراسة، حيث تبين من نتائج كفاءة السعة وجود طاقات غير مستغلة في هذه المزارع وأنها تعمل عند حجم أقل من السعة المثلى، لذا يجب الاستفادة من مؤشرات الكفاءة التي تم الحصول عليها ومحاولة تحسين مستويات المدخلات والمخرجات بمزارع منطقة الدراسة.

- إجراء دراسات أخرى باستخدام إسلوب التحليل التطويقي للبيانات تأخذ بالاعتبار الأفق الزمني، لإيجاد مؤشرات الكفاءة على مستوى مزارع منطقة الدراسة خلال مدة زمنية معينة، وهو ما يسمى بتحليل النوافذ Windows Analysis.

- دراسة الأسباب التي تحول دون تحقيق الكفاءة التامة لمعرفة مواطن الضعف في المدخلات والمخرجات حتى يتمكنوا من استغلال الموارد المتاحة لهم بشكل جيد.

- توصي الدراسة بضرورة تفعيل العمل الإرشادي في مزارع منطقة الدراسة بما يؤدي إلى استخدام المقننات المائية والسمادية المناسبة، حيث بينت الدراسة أن هناك إسراف في استخدام الموارد السمادية من قبل المزارعين، وإعادة توجيه فائض هذه الموارد إلى استخدامات بديلة لتعظيم العائد المتحقق منها.

- عقد دورات تدريبية للمزارعين لإكسابهم المهارات والخبرات الزراعية اللازمة لزيادة إنتاجيتهم وكيفية التخطيط الجيد لتحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة لهم.

الملخص

يُعتبر ترشيد استخدام المياه والمحافظة عليها للأجيال الحاضرة والقادمة أهم أسس تحقيق التنمية المتواصلة Sustainable Development والإدارة المستدامة للمياه، وحيث أن الموارد المائية تعتبر هي العنصر الإستراتيجي المحدد للتنمية الزراعية الأفقية، لذلك فإنه من الأهمية تحقيق الكفاءة في استخدام هذه الموارد في ظل محدوديتها. وتقع المملكة العربية السعودية ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة وتتميز بظروف مناخية وبيئية قاحلة وبمحدودية المصادر المائية الطبيعية وزيادة تكاليف الحصول عليها من المصادر غير التقليدية، لذا فإن ندرة المياه بالمملكة تعتبر من أهم المشاكل التي تواجه عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وينعكس الأثر المباشر لهذه المشكلة في صورة انخفاض مساحة الرقعة الأرضية المتزرعة بالمملكة حيث تمثل ما يقرب من 0.50% فقط من إجمالي مساحة الرقعة الأرضية للمملكة والتي تبلغ نحو 2.25 مليون كيلو متر مربع. ومن هنا تبرز أهمية تخطيط استخدام الموارد المائية والوصول إلى أكفأ استخدام ممكن لها خاصة في ظل محدودية تلك الموارد.

وتستهدف هذه الدراسة بصفة أساسية تقدير كفاءة استخدام الموارد المائية في الري بمزارع منطقة القصيم، وذلك بتقدير الكفاءة الإنتاجية الفنية وكفاءة السعة في ظل كل من ثبات وتغير العائد للسعة لإنتاج أهم المحاصيل التي تتضمنها عينة الدراسة في ظل أنماط الري المختلفة. وتقدير دوال الطلب على الموارد المستخدمة في إنتاج أهم المحاصيل التي تتضمنها عينة الدراسة في ظل أنماط الري المختلفة. وتعتمد الدراسة في تحقيق أهدافها على كل من البيانات الثانوية الصادرة من الجهات الرسمية كالنشرات والتقارير والدراسات سواء المنشورة أو غير المنشورة والتي تصدرها كل من وزارة الزراعة، وزارة المياه، وزارة الاقتصاد والتخطيط، مؤسسة النقد العربي السعودي وغيرها. والبيانات الأولية والتي تم تجميعها بأسلوب المقابلة الشخصية من خلال استمارة الاستبيان التي تم إعدادها لهذا الغرض من عينة عشوائية من زراع منطقة القصيم، وذلك نظراً لعدم توافر معلومات كافية من البيانات الثانوية عن المدخلات والمخرجات للأنماط الزراعية ونظم الري المتبعة.

وقد تم اختيار عينة الدراسة من منطقة القصيم والتي تضم بريدة، عنيزة، البكيرية، البدائع، رياض الخبرا، الأسياح، المذنب، الرس، عيون الجوا برقعة أرضية مزروعة تبلغ حوالي 192.5 ألف هكتار تمثل حوالي 17% من إجمالي المساحة المزروعة بالمملكة عام 2006م. ويبلغ عدد المزارعين الذين تم اختيارهم في عينة الدراسة 124 مزارعاً. وقد روعي عند اختيار مزارع العينة أن تكون ممثلة لأهم المحاصيل الحقلية والخضرية السائدة بالتركيب المحصولي بمناطق عينة الدراسة وهي: القمح، الشعير، الكوسة، الطماطم والخيار كمحاصيل شتوية، الذرة، البطاطس، الطماطم والخيار كمحاصيل صيفية، كمحصول مستديم. وتستند الدراسة إلى تحليل مغلف البيانات Data Envelopment Analysis (**DEA**) وفقاً لمفهومي العائد الثابت للسعة (CRS) والعائد المتغير للسعة (VRS) لتقدير الكفاءة الفنية (TE) وكفاءة السعة (SE) وإلى إسلوب البرمجة البارامترية. وقد تم إجراء التحليل باستخدام المتغيرات التالية: الإنتاجية (Output)، بينما تمثلت المدخلات (Inputs) في كمية كل من السماد الآزوتي (كجم)، السماد الفوسفاتي (كجم)، السماد البوتاسي (كجم)، العمالة البشرية (رجل/يوم)، العمل الآلي (ريال) وأخيراً تكاليف الري معبراً عنها بالريال.

ويمكن تلخيص أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة فيما يلي:

(**1**) بتقدير الكفاءة الإنتاجية الفنية وكفاءة السعة لإنتاج المحاصيل الحقلية والخضرية المزروعة بعينة الدراسة وفقاً لكل من مفهوم العائد المتغير للسعة **VRS** ومفهوم العائد الثابت للسعة **CRS** في ظل أنماط الري المختلفة، أوضحت نتائج التقدير ما يلي:

* وفقاً لفرضية ثبات العائد للسعة (CRS) أشارت النتائج إلى أن متوسط الكفاءة الفنية (TE) في ظل نظام الري بالرش المحوري لمزارع القمح، الشعير، الطماطم الشتوي، الذرة، الطماطم الصيفي والبرسيم بالعينة البحثية بلغ نحو 81%، 78%، 84%، 83%، 80%، 85% وهو ما يشير إلى انخفاض الكفاءة الفنية تحت نظام الري المحوري لتلك المحاصيل المذكورة.

* وفقاً لفرضية تغير العائد للسعة (VRS) أشارت النتائج إلى أن متوسط الكفاءة الفنية (TE) في ظل نظام الري بالرش المحوري لمزارع القمح، الشعير، الطماطم الشتوي، الذرة والطماطم الصيفي بالعينة البحثية بلغ نحو 89%، 88%، 93%، 91%، 89% وهو ما يشير إلى تحسن الكفاءة الفنية تحت نظام الري المحوري لتلك المحاصيل المذكورة وفقاً لفرضية تغير العائد للسعة.

* فيما يتعلق بمتوسط كفاءة السعة (SE) والتي هي عبارة عن نسبة الكفاءة الفنية وفقاً لفرضية ثبات العائد للسعة إلى الكفاءة الفنية وفقاً لفرضية العائد المتغير للسعة لنفس المزرعة ($SE=TE_{CRS} / TE_{VRS}$) فقد بلغ حوالي 0.91، 0.89، 0.90، 0.91، 0.90، 0.90في ظل نظام الري بالرش المحوري لمزارع القمح، الشعير، الطماطم الشتوي، الذرة ، الطماطم الصيفي والخيار الصيفي بالعينة البحثية.

* وفقاً لفرضية ثبات العائد للسعة (CRS) أشارت النتائج إلى أن متوسط الكفاءة الفنية (TE) في ظل نظام الري بالتنقيط لمزارع الكوسة، الطماطم الشتوي، الخيار الشتوي، البطاطس الصيفي، الطماطم الصيفي والخيار الصيفي بالعينة البحثية بلغ نحو 77%، 90%، 76%، 91%، 89%، 82% وهو ما يشير إلى انخفاض الكفاءة الفنية تحت نظام الري بالتنقيط لتلك المحاصيل المذكورة.

* وفقاً لفرضية تغير العائد للسعة (VRS) أشارت النتائج إلى أن متوسط الكفاءة الفنية (TE) في ظل نظام الري بالتنقيط لمزارع الكوسة، الطماطم الشتوي، الخيار الشتوي، البطاطس الصيفي، الطماطم الصيفي والخيار الصيفي بالعينة البحثية بلغ نحو 90%، 96%، 92%، 97%، 95%، 95% وهو ما يشير إلى تحسن الكفاءة الفنية تحت نظام الري بالتنقيط لتلك المحاصيل وفقاً لفرضية تغير العائد للسعة.

* فيما يتعلق بمتوسط كفاءة السعة (SE) فقد بلغ حوالي 0.86، 0.94، 0.83، 0.94، 0.94، 0.86في ظل نظام الري بالتنقيط لمزارع الكوسة، الطماطم الشتوي، الخيار الشتوي، البطاطس الصيفي، الطماطم الصيفي والخيار الصيفي بالعينة البحثية.

(**2**) تم تقدير معامل ارتباط سبيرمان بين قيم الكفاءة المتحصل عليها وذلك لمقارنة نتائج قيم الكفاءة الفنية (TE) بطريقة DEA سواءً كانت وفقاً لفرضية ثبات العائد للسعة (CRS) أو وفقاً لفرضية العائد المتغير للسعة (VRS)، وتبين أن جميع معاملات الارتباط موجبة الاتجاه ومعنوية مما يشير إلى توافق النتائج المتحصل عليها لجميع المحاصيل موضع الدراسة.

(**3**) بلغ التغير في الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية TFP Ch لكمية إنتاج محصول الطماطم الشتوي من الرش المحوري إلى التنقيط نحو 119% مما يعني وجود أثر إيجابي. أما بالنسبة لمحصول الطماطم الصيفي قد بلغ التغير في الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية TFP Ch لكمية إنتاج الطماطم الصيفي من الرش المحوري إلى التنقيط نحو 112% مما يعني وجود أثر إيجابي، وهذا يشير إلى وجود فرصة لزيادة الكفاءة بمقدار 19، 12%، في حين بلغ التغير في الرقم القياسي لإنتاجية العوامل الكلية TFP Ch لقيمة إنتاج محصول البرسيم من الرش الثابت إلى الرش المحوري يمثل نحو 103% مما يعني وجود أثر إيجابي.

(**4**) تم استخدام التحليل القياسي لتقدير دالات الإنتاج الحدودية العشوائية SFA وذلك بطريقة المربعات الصغرى العادية OLS (ذات التأثير الثابت) في صورة Cobb-Douglas، وطريقة Maximum Likelihood Estimates (MLE) (ذات التأثير العشوائي) بأسلوبي التوزيع نصف الطبيعي Half Normal Distribution والتوزيع المبتور Truncated Distribution وأشارت النتائج إلى ما يلي:

* تبين أفضلية طريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي للخطأ بناءً على معنوية γ وإمكانية الاعتماد عليها لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحاصيل القمح والكوسة والبرسيم. في حين تبين أفضلية طريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على معنوية γ واستناداً إلى أعلى قيمة LR وذلك لمحاصيل الطماطم الشتوي والصيفي والخيار الشتوي والصيفي. كما تبين عدم معنوية التأثير العشوائي بطريقة MLE ذات التوزيع الاحتمالي نصف الطبيعي والتوزيع الاحتمالي المبتور للخطأ بناءً على عدم معنوية γ، لذلك فقد تم الاعتماد على طريقة OLS لتقدير الكفاءة الإنتاجية لمحاصيل الشعير والذرة والبطاطس الصيفي.

(**5**) باستخدام إسلوب البرمجة البارامترية للتعرف على قيمة الإنتاجية الحدية أي أسعار الظل لكل من الأسمدة الآزوتية، الأسمدة الفوسفاتية، العمالة الزراعية والموارد المائية. أمكن التوصل من خلال نتائج تحليل نماذج البرمجة الخطية إلى قياس دالة الطلب باستخدام إسلوب البرمجة البارامترية على الموارد المستخدمة في إنتاج المحاصيل الشتوية والصيفية في ظل نمط الري بالرش المحوري بناءً على النظرية التقليدية، حيث أن الكمية المطلوبة من العنصر هي دالة لسعر العنصر. وتبين أن قيمة إنتاجيتها الحدية (سعر الظل) تتسم بالاتجاه التنازلي بزيادة المقادير المستخدمة منها.

* أشارت النتائج إلى أن سعر الظل للوحدة (50كجم) لمورد الأسمدة الفوسفاتية يصل إلى حوالي 69.1 ريالاً عند الاستخدام الأمثل لذلك المورد في إنتاج المحاصيل الشتوية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري في حين يصل إلى حوالي 131.3 ريالاً عند الاستخدام الأمثل لذلك المورد في إنتاج المحاصيل الصيفية. أما بالنسبة لمورد الأسمدة الآزوتية المستخدم في إنتاج المحاصيل الشتوية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري فإن سعر الظل للوحدة (50كجم) يصل إلى حوالي 295.4 ريالاً في ظل الاستخدام الأمثل لذلك المورد، ويصل إلى حوالي 68.7 ريالاً لإنتاج المحاصيل الصيفية، وبالنسبة لمورد العمالة المستخدم في إنتاج المحاصيل الشتوية التي تتبع نمط الري بالرش المحوري فإن سعر الظل للوحدة (رجل/يوم) يبلغ حوالي 52.3 ريالاً عند الاستخدام الأمثل لذلك المورد، في حين يصل إلى حوالي 47.5 ريالاً لإنتاج المحاصيل الصيفية.

المراجـع

التميمي، عبدالله بن عبدالعزيز (2006)- **تقويم الكفاءة التقنية والاقتصادية لصناعة تعبئة التمور في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية**، رسالة دكتوراه، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الخرطوم.

الرويس، خالد بن نهار و فرانسيس إبلن (2003-أ)- **الكفاءة التقنية التوزيعية والاقتصادية لمزارع دجاج اللحم في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية باستخدام Data Envelopment Analysis Approach**، مجلة الجمعية السعودية للعلوم الزراعية، (2): ص ص73-99، الرياض.

الرويس، خالد بن نهار و فرانسيس إبلن (2003-ب)- **الكفاءة التقنية لمزارع دجاج اللحم في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية باستخدام الدالة المجالية العشوائية Stochastic Frontier Production Function Approach**، جامعة الملك سعود، كلية علوم الأغذية والزراعة، مركز البحوث الزراعية، نشرة بحثية رقم 116، ص ص5-34.

الشايع، علي بن صالح (2008)- **قياس الكفاءة النسبية للجامعات السعودية باستخدام تحليل مغلف البيانات**، رسالة دكتوراه، ، كلية التربية، جامعة أم القرى.

الشعيبي، خالد بن منصور (2004)- **استخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات في قياس الكفاءة النسبية للوحدات الإدارية بالتطبيق على الصناعات الكيماوية والمنتجات البلاستيكية بمحافظة جدة بالمملكة العربية السعودية**، مجلة جامعة الملك سعود، مجلد 16، العلوم الإدارية (2)، ص ص 313-342، الرياض.

الصفتي، محمد فوزي (2004)- **دراسة تحليلية اقتصادية لاستخدام الموارد المائية في الري بمحافظة كفر الشيخ**، رسالة دكتوراه، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة طنطا.

العمود، أحمد بن إبراهيم (2003)- **الترشيد في ري النخيل**، شركة الشرق الأوسط للزراعة، لقاء منطقة القصيم.

الطخيس، علي بن سعد (2002)- **مستقبل الموارد المائية في ظل متطلبات التنمية في المملكة العربية السعودية**، ندوة الرؤية المستقبلية للاقتصاد السعودي، وزارة الاقتصاد والتخطيط، الرياض.

القنيبط، محمد بن حمد (2002)- **الزراعة والمياه في المملكة**، ندوة الرؤية المستقبلية للاقتصاد السعودي، وزارة الاقتصاد والتخطيط، الرياض.

بتال، أحمد حسين (2006)- **استخدام برنامج الأكسل في قياس الكفاءة الفنية للمصارف الإسلامية (باعتماد طريقة التحليل التطويقي للبيانات)**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الأنبار، العراق.

خليفة، ثناء إبراهيم (2002)- **كفاءة إدارة الموارد المزرعية وعلاقتها بالسعة الاقتصادية لإنتاج القمح**، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد الثاني عشر، العدد الثاني، القاهرة.

شيبة، محمد بن مصطفى، فؤاد عبد اللطيف سلامة، الحاج أحمد الحاج و خالد بن عبد الرحمن الخريجي (2002)- بعض الجوانب المرتبطة بتبني مزارعي محافظة الخرج لبعض طرق الري الحديثة، **مجلة جامعة الملك سعود، مجلد 14، العلوم الزراعية (2)، ص ص 149-171، الرياض.**

هلال، سمية محي الدين (1999)- **قياس الكفاءة النسبية للوحات الإدارية باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات: دراسة تطبيقية على أحد المطاعم السريعة**، رسالة ماجستير، جامعة الملك عبدالعزيز.

وزارة الاقتصاد والتخطيط- **منجزات خطط التنمية: حقائق وأرقام 1390 - 1427**هـ، الإصدار الثالث والعشرون، الرياض، المملكة العربية السعودية، 1428هـ.

Ajibefun, A.I. (2002). **"*Analysis of Policy Issues in Technical Efficiency of Small Scale Farmers Using the Stochastic Frontier Production Functions with Application to Nigerian Farmers*,"** Paper Prepared for Presentation at the International Farm Management Association Congress, Wageningen, Netherland.

Ali, A. I. And Seiford L. M., (1993). **"*The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis,*"** Oxford University Press, New York, 1993.

Ali, A.I., Lerme, C.S. et al. (1995). **"*Components of Efficiency Evaluation in Data Envelopment Analysis,*"** European Journal of Operational Research, 80 (3): 462-73.

Banker R.D., Charnes A.D. and Cooper W.W. (1984). **"*Some Models for Estimating Technical and Inefficiencies in Data Envelopment Analysis*,"** Management Science 30.

Battese, E.G. and Coelli, J.T. (1995). **"*A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data,*"** Empirical Economics, Vol. 20, No. 2. Available online at: http://econpapers.repec.org/article/sprempeco/

Bimbao, G.B., Paraguas, F.J., Dey, M.M. and Eknath, A.E. (2000). **"*Socioeconomics and Production Efficiency of Tilapia Hatchery Operations in the Philippines*,"** Aquaculture Economics and Management 4 (1/2).

Charnes, A.D., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). **"*Measuring the efficiency of decision making units*,"** European journal of operational research, Vol. 2, No. 4, pp. 429 - 444.

Charnes, A.D., Cooper, W.W. and Li, S. (1989). **"*Using Data Envelopment Analysis to Evaluate Efficiency in the Economic Performance of Chinese Cities*,"** Socio-Economic Planning Sciences, Volume 23, Issue 6, pp. 325-344.

Charnes A., Cooper W.W., Lewin A. Y. and Seiford L. M., **"*Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*,"** Kluwer, 1995.

Chen, Z.A., Huffman, E.W. and Rozelle, S. (2003). **"*Technical Efficiency of Modern Grain Production on Chinese Farms: A Stochastic Production Frontier Approach,*"** Labor and Human Resource Workshop, Department of Economics, Iowa State University, USA.

Coelli, T.J. (1996). **"*A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program*,"** Centre for Efficiency and Productivity Analysis, Department of Econometrics, University of New England, 1996.

Coelli T.J., Rao, D.S. and Battese, G. (1998). **"*An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*,"** Boston: Kluwer Academic Publishers.

Croppenstedt, A. (2005). **"*Measuring Technical Efficiency of Wheat Farmers in Egypt*,"** The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Agricultural and Development Economics Division, ESA Working Paper No. 05-06. Available online at: www.fao.org/es/esa

Dhehibi, B., Lachaal, L., Elloumi, M. and Messaoud, E. (2007). **"*Measuring Irrigation Water Efficiency wit a Stochastic Production Frontier: An Application for Citrus Producing Farms in Tunisia*,"** African Association of Agricultural Economists, African Development Bank, Vol. 1, No. 2. Available online at: http://www.aaae-africa.org/afjare/docs/Dhehibi%20et%20al%20final.pdf

Fan, S., (1999). **"*Technological Change, Technical and Allocative Efficiency in Chinese Agriculture: The Case of Rice Production in Jiangsu*,"** Environment and Production Technology Division, International Food Policy Research Institute, Discussion Paper No. 39, Washington, D.C., U.S.A.

Fare, R.G. and Lovell, C.K. (1978). **"*Production Frontiers*,"** Cambridge University Press, Cambridge.

Farrell, M.J. (1957). **"*The Measurement of Productive Efficiency*,"** J. Royal Statistical Society, Series A (General), 120 (3), pp. 253-290, Part III.

Farrell, M.J. and Fieldhouse, M. (1962). **"*Estimating efficient production frontiers under increasing returns to scale*,"** J. Royal Statistical Society, pp. 252-267.

Greene, W.H. (1997). "***Frontier Production Functions***," in M. Hashem Pesaran and P. Schmidt (eds), Handbook of Applied Econometrics, Vol. II: Microeconomics, Massachusetts: Blackwell Publishers.

Helfand, M.S. (2003). **"*Farm Size and the Determinants of Productive Efficiency in the Brazilian Center-West*,"** International Association of Agricultural Economists, Annual Meeting, Durban, South Africa. Available online at: http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/detailview.pl

Kebede, A.T., (2001). **"*Farm Household Technical Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis (A Study of Rice Producers in Mardi Watershed in the Western Development, Region of Nepal*,"** A Masters Thesis, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway.

Koo, W.W. and Taylor, D.R. (1999). **"*An Economic Analysis of Producing Carrots in The Red River Valley*,"** Agricultural Economics Report 430, North Dakota State University, Department of Agricultural Economics. Available online at: http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/detailview

Krasachat, W., (2003). **"*Technical Efficiencies of Rice Farms in Thailand: A Non-parametric Approach*,"** Paper presented to the 2003 Hawaii International Conference on Business, Honolulu, USA.

Kurkalova, A.L. and Jensen, H.H. (2000). **"*Technical Efficiency of Grain Production in Ukraine*,"** Working paper No. 00-W, P. 250.

Lawson, L.G., Bruun, J., Coelli, T., Agger, J.F. and Lund, M. (2004). **"*Relationships of Efficiency to Reproductive Disorders in Danish Milk Production: A Stochastic Frontier Analysis*,"** J. Dairy Science, 87, pp. 212-224.

Lissitsa, A. and Odening, M. (2001). **"*Efficiency and Total Factor Productivity in the Ukrainian Agriculture in Transition*,"** Presented at: (7th EWEPA) Seventh European workshop on efficiency and productivity analysis - (Post conference) [in Nonparametric applications], Oviedo, Spain.

Maietta, W.O. (2002). **"*The Quality of Natural Resources and The Measurement of Efficiency for The Agricultural Production in The Italian Provinces*,"** Paper No. 20. Available online at: http://www.unisit.it/ateneo/ricerca/cipa/welcome.htm

Mao, W. and Koo, W.W. (1996). **"*Productivity Growth, Technology Progress and Efficiency Change in Chinese Agricultural Production from 1984 to 1993*,"** Agricultural Economics Report 362, North Dakota State University, Department of Agricultural Economics. Available online at: http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/detailview.pl

Meeusen, W.J. and Van den Broeck, J. (1977). "***Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error***," International Economic Review 18, pp. 435-444.

Munzir, A. and Heidhues, F. (2002). **"*Towards a Technically Efficient Production in Rural Agriculture, Case Study at Lake Maninjau, Indonesia,*"** International Symposinm, Sustaining Food Security and Managine Natural Resources in South-East Asia, Challenges for the 21st Century, Thailand.

Ojo, S.O. (2003). **"*Production and technical Efficiency of Poultry Egg Production in Nigeria*,"** International Journal of poultry Science, Vol. 2, No. 6, pp. 459-464.

Seiford, L.M. (1996). **"*Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978–1995)*,"** Journal of Productivity Analysis, Vol. 7, No. 2/3, pp. 99-137.

Serrao, A. (2003). **"*Agricultural Productivity Analysis of European Union and Eastern Region,*"** American Agricultural Economics Association, Annual Meeting, Montreal, Canada. Available online at: http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/detailview.pl

Sharma, K.R., Pradhan, N.C. and Leung, P. (2001). **"*Stochastic Frontier Approach to Measuring Irrigation Performance: An Application to Rice Production Under the Two Systems in the Tarai of Nepal,*"** Water Resources Research, 37 (7), pp. 2009–2018.

Sharma, C.S., Sylwester, K. and Margono, H. (2003). **"*Technical Efficiency and Total Factor Productivity Analysis Across U.S. States: 1977-2000,*"** Department of Economics, Southern Illinois University Carbondale.

Tong, H. and Fulginiti, E.L. (2003). **"*Chinese Regional Agricultural Productivity in the 1990's*,"** AAEA Meetings, Long Beach, California.

Yen-Shogn C. (2002). **"*Frontier Production Approaches for Measuring Efficiency of Egyptian Farms*,"** Ph.D. Thesis, Graduate Division, University of California.