

اثر نهاده‌های جدید (بذر اصلاح شده) بر میزان تولید گندم

محمد رضا زارع مهرجردی، دکتر احمد اکبری*

چکیده

گندم به عنوان یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی و مهم‌ترین محصول زراعی، از جایگاه ویژه‌ای در کشور برخوردار است. با توجه به رشد روزافزون جمعیت، اهمیت دستیابی به خودکفایی در مورد این محصول راهبردی روز به روز افزایش می‌یابد. در گزارش سازمان خواربار جهانی اظهار شده است که عملکرد گندم در واحد سطح (هکتار) در کشور ایران از متوسط عملکرد در واحد سطح (هکتار) جهانی کمتر است. از مهم‌ترین مواردی که کارشناسان این سازمان به عنوان دلایل پایین بودن عملکرد این محصول در ایران ارائه داده‌اند، ناکافی بودن میزان دانش فنی کشاورزان است (کرمی، ۱۳۷۸). در این مطالعه تأثیر به کارگیری بذر اصلاح

* به ترتیب: پژوهشگر مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی و استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

شده بر تولید گندم در واحد سطح (هکتار) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و این نتیجه به دست آمده است که استفاده از بذر اصلاح شده دو اثر مستقیم و غیرمستقیم بر افزایش عملکرد دارد؛ در اثر مستقیم بدون تغییر در میزان مصرف نهاده‌های تولید، عملکرد در هکتار، ۱۷ درصد افزایش می‌یابد و در اثر غیرمستقیم، به کارگیری بذر اصلاح شده باعث افزایش در استفاده از بعضی از نهاده‌های تولید می‌شود که در نتیجه، عملکرد در هکتار ۱۸ درصد افزایش می‌یابد. در مجموع استفاده از بذر اصلاح شده میزان عملکرد را ۳۵ درصد افزایش می‌دهد.

کلید واژه‌ها:

فناوری، بذر اصلاح شده، گندم، تولید.

مقدمه

انسانی که همچون نیاکان خود زراعت می‌کند، هر چند که خودش سختکوش و زمینش حاصلخیز باشد نمی‌تواند مواد غذایی زیادی تولید کند. اما زارعی که از دانش علمی برخوردار باشد و رموز استفاده از آن را در مورد زمین، گیاه، دام و ماشین‌آلات بداند می‌تواند حتی در اراضی نامرغوب هم مقدار زیادی مواد غذایی تولید کند و نیازی به کار سخت و طولانی نخواهد داشت. به کارگیری فناوری مناسب علاوه بر اینکه در تولید محصولات کشاورزی رشد چشمگیری ایجاد می‌کند، ممکن است هزینه تولید را کاهش دهد و صرفه‌های اقتصادی در پی داشته باشد (Musser & Shortle, 1995). در این مطالعه تأثیر به کارگیری بذر اصلاح شده در تولید گندم با این فرض مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت: تغییر در فناوری تولید (استفاده از بذر اصلاح شده) باعث تغییراتی در تابع تولید (شیب و عرض از مبدأ) می‌شود. اهداف تحقیق حاضر بر این بود که با پذیرش فناوری، اولاً تغییر عرض از مبدأ تابع تولید چه مقدار بوده است ثانیاً کوشش‌های جزئی تابع تولید چه مقدار تغییر کرده است، ثالثاً با دو تغییر یاد شده در تابع تولید، در مصرف نهاده‌های تولید چه تغییراتی ایجاد شده است، رابعاً عملکرد در واحد سطح (هکتار) چه مقدار افزایش یافته است. مطالعات مشابهی که در این زمینه انجام شده

عبارت است از مطالعه فیلیپس پیرامون ایجاد تغییرات شدید در فناوری و ظرفیت تولید در کشاورزی که در آن نتیجه گرفته شده است که اگر فناوری جدید کاملاً در محیط پذیرفته شود میزان تولید کتان به مقدار در خور توجهی افزایش می‌یابد (Phillips & Yao, 1987, 448). اومش در مطالعه خود به این نتیجه رسید که تغییرات فناوری در کشاورزی هند با تغییرات در گروه بیوتکنولوژی و ماشین‌آلات شروع شد و این تغییرات باعث تغییر پارامترهای کشش جزئی عوامل تولید در چارچوب تابع کاب-داگلاس شد (Umesh, 1986, 17). آلیشی در مطالعه خود به این نتیجه رسید که اگر در کشت پنبه از روشهای جدید استفاده شود کشت این محصول در کشور هند گسترش می‌یابد و در پی آن استفاده از سرمایه و نیروی کار نیز افزایش پیدا می‌کند (Alshi, 1988, 407).

مواد و روشها

در ابتدا برای اینکه بدانیم کدام فرم از توابع برای برازش داده‌های موجود مناسب است، با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده، توابع گوناگون تولید (کاب - داگلاس و غیره) تخمین زده شد و با مقایسه آماره‌های F و R^2 ، تابع کاب-داگلاس انتخاب شد. برای تعیین متغیرهای مستقل تابع، آنهایی انتخاب شدند که در تابع برآورد شده آزمایشی معیندار بودند. فرم کلی تابع مورد استفاده به صورت زیر است:

$$y = a \cdot L^{a_1} \cdot N^{a_2} \cdot S^{a_3} \cdot M^{a_4} \cdot F^{a_5} \cdot W^{a_6} \cdot K^{a_7} \cdot \text{EXP}(U) \quad (1)$$

که در آن y, L, N, S, M, F, W, K به ترتیب عبارت است از: میزان محصول تولید شده، سطح زیر کشت محصول، نیروی کار مورد استفاده، مقدار بذر به کار رفته، ساعات کار ماشین‌آلات مورد استفاده، مقدار کود شیمیایی به کار رفته، تعداد دفعات آبیاری و سرمایه (هزینه سایر نهاده‌ها که در تابع به طور مجزا به آنها اشاره نشده است) مورد استفاده. a_0 و a_i ($i = 1, \dots, 7$) نیز به ترتیب عرض از مبدأ و شیب (کشش جزئی عامل i ام تابع تولید) تابع تولید برآورد شده است و U هم جزء اخلاص را نشان می‌دهد.

با توجه به اینکه میزان آب مصرفی هر کشاورز بستگی به نوع محصولات کشت شده دارد، در منطقه مورد نظر، کشاورزانی که در فصلهای بهار و تابستان با کمبود آب روبه رو بوده‌اند برای کاشت گندم از بذر محلی (که احتیاج کمتری به آب دارد) استفاده کرده‌اند و کشاورزانی که آب به اندازه کافی داشته‌اند، بذر اصلاح شده به کار برده‌اند. لذا این دو گروه از کشاورزان از شرایط نسبتاً یکسانی برخوردار بوده‌اند.

در این مطالعه با استفاده از تابع شماره ۱، توابع تولید در حالت‌های «ب.ا»^۱ و «ب.م»^۲ و حالت کلیه مزارع تخمین زده شد و سپس عرض از مبدهای به دست آمده و شیپهای حاصل با استفاده از آزمون چو^۳ آزمون شد و مشخص گردید که آیا تفاوت معنیداری بین توابع به دست آمده در حالت‌های گوناگون وجود دارد یا خیر (Umesh & Daberkow, 1998; Bisaliah, 1986). در مرحله بعد با استفاده از کل داده‌ها (۱۴۱ کشاورز)، تابعی با عرض از مبدأ و شیپ موهومی تخمین زده شد (برای متغیر موهومی در حالتی که بذر اصلاح شده به کار رفته بود، عدد یک و در حالتی که از بذر محلی استفاده شده بود، عدد صفر را در نظر گرفتیم).

بیاباه^۴ با استفاده از روش زیر اجزای ایجادکننده اختلاف در عملکرد بین دو تابع تولید متفاوت را به دست آورد (Alshi, 1988). در این روش باید توابع تولید بر حسب واحد سطح زیرکشت برآورد شود. بنابراین، توابع تولید کاب - داگلاس برای حالت‌های ب.ا و ب.م بر حسب واحد سطح زیرکشت (هکتار) به شکل کلی زیر تخمین زده شد:

$$\ln y_m = \ln a_0 + a_1 \ln N_m + a_2 \ln S_m + a_3 \ln M_m + a_4 \ln F_m + a_5 \ln W_m + a_6 \ln K_m + e_m \quad (2)$$

$$\ln y_t = \ln b_0 + b_1 \ln N_t + b_2 \ln S_t + b_3 \ln M_t + b_4 \ln F_t + b_5 \ln W_t + b_6 \ln K_t + e_t \quad (3)$$

۱. حالتی که بذر اصلاح شده به کار می‌رود. ۲. حالتی که بذر محلی به کار می‌رود.

تمام متغیرها در تابع بالا برحسب واحد سطح زیرکشت است و e نشان‌دهنده جزء اخلاط است. اندیسهای m و t به ترتیب تولید در حالتهای به کارگیری بذره‌های اصلاح شده و محلی را نشان می‌دهد. کلیه توابع فوق با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) تخمین زده شد. با کسر کردن تابع ۲ از ۳ و انجام عملیات جبری و مرتب کردن پارامترها می‌توان به تابع زیر دست یافت:

$$\begin{aligned} \ln y_m - \ln y_t = & [\ln a_1 - \ln b_1] + [(a_1 + b_1) \ln N_t + (a_2 + b_2) \ln S_t + \\ & (a_3 + b_3) \ln M_t + (a_4 + b_4) \ln F_t + (a_5 + b_5) \ln W_t + (a_6 + b_6) \ln K_t] + \\ & [a_1 (\ln N_m + \ln N_t) + a_2 (\ln S_m + \ln S_t) + a_3 (\ln M_m + \ln M_t) + \\ & a_4 (\ln F_m + \ln F_t) + a_5 (\ln W_m + \ln W_t) + a_6 (\ln W_m + \ln W_t)] + \\ & [U_m + U_t] \end{aligned} \quad (4)$$

سمت چپ معادله بالا نشان‌دهنده اختلاف عملکرد در واحد سطح، به علت کاربرد بذر اصلاح شده است. قسمت اول فرمول فوق در سمت راست، اثر جزء خنثای فناوری (مقدار افزایش در تولید بدون اینکه مقدار یا نسبت نهاده‌ها تغییر کند) را نشان می‌دهد. و بראکت دوم در قسمت راست معادله، اثر اجزای غیر خنثای فناوری را بر میزان عملکرد نشان می‌دهد که با مقدار مصرف نهاده‌های متغیر استفاده شده در مزارعی که با بذره‌های محلی کشت می‌شوند، وزن داده می‌شود. بראکت سوم، نشان‌دهنده اختلاف عملکرد ناشی از تغییر در میزان مصرف نهاده‌هاست که با کسش جزئی هر یک از عوامل تولید در تابع ب.ا وزن داده می‌شود. در این مطالعه، آمار و اطلاعات مورد استفاده با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای به دست

آمده و از آمار مقطعی مربوط به سال زراعی ۱۳۷۷ - ۷۸ استفاده شده است. جامعه آماری شامل ۱۴۱ کشاورز گندمکار بود. از این تعداد، ۷۶ نفر از بذر اصلاح شده استفاده کرده بودند که آنها را با علامت اختصاری «ب.ا» نشان دادیم. ۶۵ کشاورز دیگر نیز از بذر محلی استفاده کرده بودند که آنها را با علامت «ب.م» نشان دادیم.

بحث و نتیجه‌گیری

در این مرحله، توابع تولید را با چهار روش تخمین زدیم: تابع اول با استفاده از تابع ب.ا، تابع دوم با استفاده از تابع ب.م، تابع سوم با استفاده از متغیرهای کلیه مزارع و تابع چهارم با استفاده از متغیرهای کلیه مزارع و متغیر موهومی برای عرض از مبدأ. در این زمینه، نتایج در جدول شماره ۱ آورده شده است.

مقادیر F در جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که معادلات تخمین زده شده معنی‌دار است و R^2 در تمام معادلات فوق، بالاتر از ۷۰ درصد است و کششهای جزئی زمین و نیروی کار در ب.م بزرگتر از ب.ا است و در بقیه موارد کشش جزئی عوامل در ب.ا بزرگتر از ب.م است. در تمام توابع فوق بازده نسبت به مقیاس نزولی است.

مقدار F چو میان دو تابع کلی و کلی همراه با عرض از مبدأ موهومی در سطح یک درصد معنی‌دار است؛ یعنی بین ضریبهای این دو تابع تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بنابراین به کارگیری بذر اصلاح شده باعث افزایش عرض از مبدأ شده است. برای اینکه تأثیرات کاربرد بذر اصلاح شده را بر کششهای جزئی عوامل تولید بررسی کرده باشیم، تابع تولید کلی را دوباره با عرض از مبدأ و شیبهای موهومی برآورد کردیم که نتایج آن در جدول شماره ۲ آمده است.

نتایج جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که عرض از مبدأ موهومی، مثبت و در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است و شیبهای موهومی برای سطح زیرکشت، نیروی کار، ماشین‌آلات، کود و آب معنی‌دار است و برای نیروی کار، بذر و سرمایه مقدار آن منفی است؛ یعنی با به کارگیری بذره‌های اصلاح شده، کشش جزئی برای این عوامل کاهش می‌یابد. بنابراین با به کارگیری بذره‌های اصلاح

اثر نهاده‌های جدید ...

شده علاوه بر اینکه عرض از مبدأ افزایش می‌یابد کشش جزئی عوامل تولید نیز دچار تغییر می‌شود.

برای جداسازی آثار عوامل مؤثر بر تغییر عملکرد، در ابتدا باید توابع تولید ب.ا و ب.م را بر حسب واحد سطح (هکتار) برآورد کنیم. بدین منظور از توابع ۱ و ۲ و ۳ استفاده کردیم. نتایج توابع تخمین زده شده برای نهاده‌های تولیدی که ضریبهای رگرسیون آنها معنی‌دار بود، در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱. تخمین توابع تولید

متغیرها	ضریبها		
	ب.ا	ب.م	کلی با عرض از مبدأ موهومی
عرض از مبدأ	۳/۲۱۸*	۳/۰۹**	۳/۱۳۱**
عرض از مبدأ موهومی			۰/۶۳*
زمین	۰/۳۸۷*	۰/۳۱۸۳***	۰/۳۸۷۱*
نیروی کار	۰/۰۹۵**	۰/۱۲۶*	۰/۱۵۶۱***
بذر	۰/۰۰۴	۰/۰۲۵**	۰/۰۹۱
ماشین‌آلات	۰/۲۱۴**	۰/۰۹۸*	۰/۱۷۲**
کود	۰/۱۰۰۱**	۰/۰۵۶**	۰/۸۳۲۱*
آب	۰/۱۷۰۱*	۰/۱۰۸۹**	۰/۱۱۸۱**
سرمایه	۰/۰۱۳۱	۰/۰۲۱۳	۰/۰۳۴**
\bar{R}^2	۰/۸۹۱	۰/۷۲۵	۰/۷۴۳
F	۶۲/۹۶***	۹۱/۴۱***	۱۲۱/۸۷***
(n) تعداد نمونه	۷۶	۶۵	۱۴۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

*** و ** و * در جدولهای این مقاله به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح ۱۰ و ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲. تخمین تابع تولید (ضریبهای رگرسیونی) با استفاده از

متغیرهای توضیحی و موهومی

متغیر	متغیر توضیحی	متغیر موهومی
عرض از مبدأ	۳/۰۹*	۰/۱۲۸*
سرمایه	۰/۰۲۱۳	-۰/۰۰۰۸
آب	۰/۰۰۸۹*	۰/۰۰۶۲*
کرد	۰/۰۰۵۶***	۰/۰۰۴۴*
ماشین آلات	۰/۰۰۹۸*	۰/۰۱۱۷*
بذر	۰/۰۰۴۵***	-۰/۰۰۲۱nc
نیروی کار	۰/۱۲۶***	۰/۰۰۰۳*
زمین	۰/۲۱۸۳#	

$$\bar{R}^2 = ۰/۷۲۸۱$$

$$F = ۶۰/۵***$$

مأخذ: یافته های تحقیق

NS یعنی معنیدار نیست.

جدول شماره ۳. نتایج تخمین توابع تولید بر حسب واحد سطح

(هکتار)

متغیرهای توضیحی	ضریبهای رگرسیونی		
	ب.م	ب.ا	کلی
عرض از مبدأ	۲/۳۱**	۲/۵۶*	۳/۱۰۱*
نیروی کار	۰/۲۵۱**	۰/۱۴۲*	۰/۲۰۱۱**
ماشین‌آلات	۰/۱۹۱۲***	۰/۲۰۳۱**	۰/۱۷۶۵**
کود	۰/۱۹۲*	۰/۱۴۹۱**	۰/۲۳۱*
آب	۰/۱۹۰۸*	۰/۲۱۰۶**	۰/۰۹۷*
سرمایه	۰/۰۸۲	۰/۱۰۷۱	۰/۱۰۰۳*
R ^۲	۰/۶۲۰۷	۰/۶۰۶	۰/۷۴۰۱
تعداد نمونه	۶۵	۷۶	۱۴۱
chows F		۵/۱۱۷***	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول شماره ۳ ملاحظه می‌شود که عرض از مبدأ در تابع تولید ب.ا معنی‌دار و بزرگتر از تابع تولید ب.م است؛ یعنی با به کارگیری بذر اصلاح شده، تابع تولید به سمت بالا حرکت کرده است. کشش جزئی نیروی کار و کود شیمیایی در حالت ب.م بزرگتر از ب.ا است و کشش جزئی ماشین‌آلات و سرمایه در حالت ب.ا بزرگتر از ب.م است. مقدار F چو در سطح یک درصد معنی‌دار است. بدین معنا که تفاوت معنی‌داری بین ضریبهای تابع ب.ا و ب.م وجود دارد.

برای تعیین اثر به کارگیری بذر اصلاح شده بر میزان تولید و مصرف نهاده‌ها علاوه بر توابع عملکرد به متوسط استفاده از نهاده‌های تولید در دو حالت ب.ا و ب.م احتیاج داشتیم. در جدول شماره ۴ متوسط استفاده از نهاده‌های تولید در حالت‌های متفاوت نشان داده شده و این نتیجه به دست آمده است که با استفاده از بذره‌های اصلاح شده، میزان عملکرد در واحد سطح به طور متوسط ۳۴/۹ درصد افزایش یافته است.

جدول شماره ۴. مقادیر متوسط محصول و نهاده‌های

مورد استفاده در هکتار

کل	م.ب	ا.ب	نهاده و محصول
۹۳/۲۱	۱۲۰/۱	۷۵/۲	نیروی کار (ساعت)
۱۲/۵	۱۱/۱۵	۱۵/۰۹	ماشین آلات (ساعت)
۳۵۲/۲	۲۲۰	۵۰۰/۳۲	کود (کیلوگرم)
۶۷/۵	۶۳/۷۱	۷۵/۴۶۰	سرمایه (هزار ریال)
۶/۵	۶	۷/۵	آب (دفعه)
۲۹۰۰/۴۵	۲۵۲۱/۲	۳۴۰۱/۵	محصول (کیلوگرم)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

درصد تغییر در عملکرد را با استفاده از تابع ۴ محاسبه کردیم که برابر ۳۵/۲۵ درصد بود؛ مراحل محاسبه در جدول شماره ۵ نشان داده شده است. مقایسه این مقدار با درصد تغییر مشاهده شده در جدول ۴ (۳۴/۹۱) بیانگر اختلاف ناچیز (۰/۳۵ درصد) بین این دو مقدار است که می‌توان این اختلاف را مرتبط با جله اخلاص دانست.

در جدول شماره ۵ مشاهده می‌شود که به کارگیری بذر اصلاح شده، در فناوری تولید تغییر به وجود آورده و به طور مستقیم و غیرمستقیم (با تغییر در میزان مصرف نهاده‌ها) عملکرد در واحد سطح (کیلوگرم/هکتار) را به ترتیب ۱۷/۰۱ درصد و ۱۸/۲۴ درصد بالا برده است.

جدول شماره ۵. عوامل مؤثر بر میزان عملکرد در واحد سطح

درصد تغییرات		عوامل تغییردهنده عملکرد در واحد سطح
کل	اجزا	
۳۴/۹		تغییرات واقعی در متوسط عملکرد
۱۷/۰۱		تغییر در عملکرد به علت تغییر در فناوری شامل:
۷۵		تغییر به علت فناوری خنثی
-۵۷/۹۹		تغییر به علت فناوری غیرخنثی شامل:
	-۵۱/۷	الف) نیروی کار
	۲/۸۷	ب) ماشین‌آلات
	-۲۳/۱۳	ج) کود
	۱۰/۴۲	د) سرمایه
	۳/۵۵	ه) آب
۱۸/۲۴		تغییر در عملکرد به علت تغییر در میزان نهاده مصرفی شامل:
	-۶/۷	الف) نیروی کار
	۶/۱۵	ب) ماشین‌آلات
	۱۲/۲۵	ج) کود
	۱/۸۴	د) سرمایه
	۴/۷	ه) آب
۳۵/۲۵		کل تغییرات تخمین زده شده در عملکرد

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری

در مجموع به این نتیجه می‌رسیم که به کارگیری بذر اصلاح شده باعث ۳۵ درصد تغییر در عملکرد (کیلوگرم/هکتار) می‌شود، بنابراین به کارگیری این بذر موجب انتقال تابع تولید و تغییر در کشتشهای جزئی نهاده‌های تولید می‌گردد که علاوه بر افزایش میزان عملکرد در واحد سطح، تغییر در مصرف بعضی از نهاده‌ها را در پی داشته است. در منطقه مورد مطالعه کشاورزانی که از بذر اصلاح شده استفاده کرده‌اند، عملکرد بالاتری در تولید داشته‌اند و

نهاده‌های کود، سرمایه، آب و ماشین‌آلات را بیشتر از حالت ب.م به کار برده‌اند و در مقابل، به علت مکانیزه‌تر شدن کشت در حالت ب.ا، نهاده نیروی کار کمتری نسبت به حالت ب.م مورد استفاده قرار داده‌اند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که اولاً مراکز اصلاح بذر، شرایط منطقه‌ای را در نظر بگیرند و به کمبود بعضی از نهاده‌ها توجه کنند؛ به عنوان مثال، برای مناطق کم آب (منطقه مورد مطالعه) بذرهای اصلاح شده‌ای تولید شود که نسبت به کم آبی مقاوم باشد، ثانیاً با توجه به آنکه پذیرش فناوری نوین احتیاج به سرمایه‌گذاری بیشتری دارد، دولت باید با اعمال سیاست‌های مناسب، سرمایه مورد نیاز و سایر نهاده‌ها (کود و ...) را به حد کافی در دسترس کشاورزان قرار دهد تا با پذیرش فناوری، به میزان بهینه مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

۱. کرمی، ع. (۱۳۷۸)، رابطه سازه‌های اجتماعی - اقتصادی با دانش فنی و کشاورزی پایدار در بین گندمکاران، مجموعه مقالات پژوهشی اقتصاد گندم، انتشارات مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.
2. Alshi, M.R, Kumar (1988), Technological change and factor shares in cotton: A case study of Akoala cotton farms, *Indian of Agricultural Economics* : 407-415.
3. Daberkow, S. & W.D. McBride (1998), Adoption of precision agriculture technologies by U.S corn producers, *Journal of Agri-business*, 16: 151-1681.
4. Ford, C. (1998), Technology and financial adjustment in American agriculture: Who will quit and why? Staff Paper, pp. 38-86.
5. Kislev, Y. & W. Peterson (1982), Prs, technology and farm size, *Journal*

Political Economics, 578-596.

6. Lalwani, M. (1990), Human labour absorption in dairying: evidence from kamal villages of Haryana, *Indian Journal of Agricultural Economics*, No. 2: 150-158.

7. Larson, B. & M. Knudson (1991), Public regulation of agricultural biotechnology field test: Economic implication of alternative approaches, *American Journal of Agricultural Economic*, 73: 1042 - 1082.

8. Musser, W.C. & J.S. Shortle (1995), An economic analysis of the presidas soil nitrogen test for Pennsylvanian corn production, *Review of Agricultural Economic*, 17: 25 - 352.

9. Maredia, M. & R. Ward (1996), Econometric estimation of a globe spillover matrix for wheat varietal technology, *Agricultural Economic*, 14: 159-173.

10. Phillips, M. & C. Yao (1987), Impact of emerging technologies on food and agricultural, *American Journal of Agricultural Economic*, 448-453.

11. Shenggen, F. (1991), Effects of technological change and institutional reform on production growth in Chinese agriculture, *American Journal of Agricultural Economic*, 267-272.

12. Singh, J. & D. Grover (1991), The impact of technological advance on inter-regional disparities in land use and farm incomes in Punjab, *Indian Journal of Agricultural Economics*, 440-448.

13. Smale, M. & P. Wheisery (1993), Simultaneous estimation of seed-fertilizer adoption decision: An application to hybrid maize in Malawi,

Technological Forecasting and Social Change, 43: 353-364.

14. Umesh, K.b. & S.Bisaliah (1986), Productivity differential between small and large farm: An econometric study, *Asian Economic Review* No. 3, p 17-33.

15. Zepeda, L. (1990), Adoption of capital versus management intensive technologies, *Canadian of Journal of Agricultural Economics*, 38: 457-469.

