اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و دوم، شماره ۸۷، پاییز ۱۳۹۳

تعیین مقدار بهینهٔ اقتصادی مصرف آب و نهاده‌های آلایندهٔ محیط‌زیست در تولید گندم آبی

مطالعهٔ موردی دشت سیدان– فاروق شهرستان مرودشت

اسماعیل فلاحی[۱]، صادق خلیلیان[۲]، مجید احمدیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۶

چکیده

استفادهٔ بهینه از منابع، حفظ کیفیت محیط زیست و ارتقای سلامت بوم‌نظام از مؤلفه‌های اساسی توسعهٔ پایدار است. با این حال، به استناد پژوهش‌های صورت پذیرفته، بسیاری از نظام‌های کشاورزی با هزینه‌های بالا و غیرقابل قبول زیست‌محیطی در فرایند گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن در حال گسترش‌اند. این مطالعه با هدف تعیین میزان بهینهٔ اقتصادی استفاده از آب و نهاده‌های آلایندهٔ محیط زیست برای تولید گندم آبی در دشت

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس e-mail: esmaeilfallahi@yahoo.com

۲. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس (نویسندهٔ مسئول)
e-mail: khalilian_s@yahoo.com

۳. استاد گروه اقتصاد نظری، دانشگاه تهران e-mail: mahmadian@ut.ac.ir

سیدان- فاروق شهرستان مرودشت انجام شد. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز مربوط به سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰ بوده که از طریق مصاحبه و تکمیل تعداد ۱۰۶ پرسش‌نامه و با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای گردآوری شده است. مهم‌ترین نتیجهٔ مطالعهٔ حاضر این است که بهره‌برداران گندمکار نهادهٔ آب و نهادهٔ آلایندهٔ کود اوره را به ترتیب به میزان ۲۶۴۳ مترمکعب و ۶۷ کیلوگرم در هکتار بیشتر از حد بهینهٔ اقتصادی مورد استفاده قرار داده‌اند. از این‌رو، به کارگیری سیستم‌های نوین آبیاری با بازده بالاتر به جای استفادهٔ صرف از ابزارهای قیمتی در مدیریت مصرف آب- که براساس تجربه در منطقهٔ مورد مطالعه عمدتاً ناکارا بوده است- توصیه می‌گردد. در مورد نهادهٔ کود اوره نیز پیگیری فرایند هدفمند کردن یارانهٔ نهاده‌های تولید با توجه به حاشیهٔ سود معقول برای کشاورزان در کنار اقدامات ترویجی می‌تواند آثارمفیدی در راستای بهینه‌سازی مصرف این نهاده داشته باشد. علاوه بر این، یافته‌های این تحقیق نشان‌دهندهٔ استفادهٔ بهینه از نهادهٔ سم توسط گندمکاران منطقه بوده است.

طبقه‌بندی JEL: Q_{53} ،Q_{25} ،Q_{10} ،D_{24}

کلیدواژه‌ها:

مصرف بهینهٔ اقتصادی، محیط زیست، تابع تولید ترانسلوگ، کشاورزی، گندم

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

از دههٔ ۱۹۸۰ آگاهی فزاینده‌ای در مورد لزوم کنترل میزان مصرف منابع، حفظ کیفیت محیط زیست و ارتقای سلامت اکوسیستم وجود داشته و از این‌رو مفهوم توسعهٔ پایدار، نیروی محرکه‌ای در تحقیق و توسعه بوده است (Mermut and Eswaran, 2001). چالش پایداری کشاورزی در سال‌های اخیر با افزایش قابل توجه هزینهٔ غذا و انرژی، تغییر اقلیم، کمیابی آب، تنزل کیفیت خدمات اکوسیستمی و تنوع زیستی، بحران مالی و افزایش مورد انتظار جمعیت شدیدتر شده است (Li et al., 2011). با وجود این، بسیاری از سیستم‌های کشاورزی اگرچه

نوید منفعت در محصول را می‌دهند اما هنوز با هزینه‌های بالا و غیرقابل قبول زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی در حال گسترش هستند (Nolan et al., 2008).

سیستم‌های نوین کشاورزی، شیوهٔ پیش‌بینی آثار زیست‌محیطی و ارزیابی پایداری اغلب پیچیده است (Costanza and Daly, 1992; Stirling, 1999). گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی نوین منجر به سیستم‌های کشت متوالی و استفادهٔ شدید از نهاده‌های کشاورزی از جمله کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و سایر نهاده‌های آلایندهٔ تولید کشاورزی شده است (Huang and Leblanc, 1994; Yadav et al., 1997; Abrahams and Shortle, 2004; Burkart, 2006). این فرایند اگرچه تأثیر مهمی بر بهره‌وری کشاورزی داشته است (Moxey and White, 1994; Kang, 1996; Iyyapazham, 2007) اما اغلب سیستم‌های حوزه آبخیز را تحت تأثیر قرار داده و منجر به ناپایداری و مخاطرات زیست‌محیطی شده است (Darst and Murphy, 1994; Kang, 1996; Burt, 2001; Iyyapazham, 2007; Naramngam, 2008). آلاینده‌های کشاورزی مانند رسوب، کودها، آفت‌کش‌ها، نمک‌ها و عناصر کمیاب ناشی از فعالیت‌های مختلف مانند آبیاری و کاربرد این نهاده‌ها، از طریق فرسایش خاک و آبشویی مواد مغذی و مواد شیمیایی، سبب تنزل کیفی محیط زیست می‌شود (Donoso et al., 1999; Ensink et al., 2002; Zalidis et al., 2002; Thorburn et al., 2003; Chen et al., 2005; Jalali, 2005; Oenema et al., 2005; Rajmohan and Elango, 2005; Wolf et al., 2005; Iyyapazham, 2007). این موارد سبب شده که کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین منبع آلودگی پراکنده[1] (یا غیرنقطه‌ای[2]) شناخته شود (Humenik et al., 1987; Duda, 1993; Zachariah, 1999; Iyyapazham, 2007).

از طرف دیگر، عرضهٔ کنونی آب در بسیاری از نقاط جهان تحت تنش است (Nelson, 2005). کمیابی آب که برای مدت زمان طولانی موضوع مهمی در بسیاری از مناطق جهان بوده (Wada, 2010)، به مسئله‌ای بحرانی در بسیاری مناطق تبدیل شده

1. Diffuse
2. Non-Point

(Pongkijvorasin, 2007) و اخیراً تهدید تغییر اقلیم، این مسئله را بـا اهمیـت بیشـتری در رأس بحث‌های سیاستی قرار داده است (Wada, 2010).

بر اساس مطالب پیش‌گفته، منابع مورد استفاده در بخش کشاورزی، به‌ویژه در گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن، هم از نظر کمی و هم به لحاظ کیفی به شدت در معرض تهدید بوده و از این رو توسعهٔ پایدار را با چالشی جدی مواجه نموده است.

اگرچه انقلاب سبز، امکان بالقوهٔ افزایش تولید را مطرح کرده است (Falcon, 1970)، دستیابی به این توانایی بالقوه، بدون پیشرفت‌های بنیادین و پایدار در بهره‌برداری بهینه از منابع موجود امکان‌پذیر نخواهد بود. نقش استفادهٔ کارا از عوامل کمیاب در تولید کشاورزی، حائز اهمیت بسیار بوده (Alene et al., 2006) به گونه‌ای که مدیریت کارای منابع کشاورزی، قویاً به توسعهٔ پایدار اقتصادی و اجتماعی مربوط می‌شود (Shao et al., 2001). در جریان توسعه بخش کشاورزی، استراتژی‌های بلندمدت در این بخش لزوم استفادهٔ بهینه از نهاده‌های مورد استفاده در فرایند تولید را مورد توجهٔ خاص قرار می‌دهند. بنابراین، تعیین میزان بهینهٔ به‌کارگیری نهاده‌های کشاورزی ضمن فراهم نمودن امکان افزایش تولید، شرط لازم توسعهٔ پایدار نیز خواهد بود.

امروزه در بسیاری از مطالعات اقتصاد کشاورزی در کشورهای در حال توسعه و پیشرفته به منظور سیاست‌گذاری در بخش کشاورزی، با توجه به استفادهٔ کارا از نهاده‌های تولید محصولات کشاورزی و میزان منطقی بودن کشاورزان در کاربرد آن‌ها، از توابع تولیدات محصولات کشاورزی بهره می‌گیرند (Heady and Dillon, 1988; Sankhayan, 1988). تا کنون مطالعات داخلی و خارجی متعددی در خصوص تعیین میزان بهینه استفاده از عوامل تولید مبتنی بر توابع تولید صورت پذیرفته که به برخی از آن‌ها در ادامه پرداخته می‌شود.

داوان و بانسال (۱۹۷۷) به تعیین میزان منطقی‌بودن کشاورزان در کاربرد نهاده‌ها در کشتزارهای هندوستان پرداختند. نتیجهٔ این پژوهش حاکی از این است که کشاورزان در به کارگیری کودهای شیمیایی در ناحیهٔ اقتصادی تابع تولید و در حد بهینهٔ اقتصادی عمل کرده‌اند.

آنتل و آیتا (۱۹۹۳) با استفاده از داده‌های سال‌های ۷۷-۱۹۶۷ مربوط به ۱۵۳ مزرعهٔ نمونهٔ برنج واقع در شرق مصر با به کارگیری تابع هزینهٔ هموتتیک ترانسلوگ، به برآورد کشش‌های تقاضای عوامل تولید و آزمون ساختار فناوری کشاورزی در مورد این محصول اقدام نمودند. این دو مشخصاً بررسی کردند که آیا تصمیم‌گیری متمرکز دولت مبنی بر قیمت‌گذاری و توزیع از طریق سهمیه‌بندی عوامل تولید مانند کود، تخصیص کارای منابع را به دنبال دارد یا اینکه تصمیمات اقتصادی کارا به وسیلهٔ کشاورزان اتخاذ می‌شود، یعنی کشاورزان عقلایی عمل می‌کنند؟ نتایج این مطالعه نشان داد که کشاورزان از نظر اقتصادی کاملاً عقلایی رفتار می‌کنند.

اوزابان‌کوگلو (۱۹۹۸) در مطالعهٔ خود، تابع تولید گندم را برای بعضی از استان‌های ترکیه با به‌کارگیری داده‌های سالیانهٔ دورهٔ ۱۹۶۳ -۸۹ برآورد نمود. متغیرهای توضیحی در این بررسی، شامل سطح زیرکشت، کود و بارندگی بود. نتایج این مطالعه نشان داد که کشش تولید نهاده‌ها کمتر از یک و ضریب تابع کشش‌پذیر است. بنابراین می‌توان با افزایش میزان مصرف نهاده‌ها تولید گندم را افزایش داد.

کهنسال (۱۳۷۲) با به کارگیری اطلاعات مورد نظر در مورد ۳۳۲ بهره‌بردار در شش گروه مجزا به بررسی استفادهٔ کارای کشاورزان از کود شیمیایی با بهره‌گیری از تابع تولید کاب- داگلاس برای هر گروه پرداخت. وی همچنین با استفاده از معیار نسبت ارزش تولید نهایی کود شیمیایی به قیمت آن ($\frac{VMP_i}{P_i}$)، کارایی استفاده از کود شیمیایی را مورد آزمون قرار داد.

در مطالعهٔ امینی (۱۳۷۳) تابع تولید ترانسلوگ برای گندم آبی در استان‌های مختلف برآورد گردید و با استفاده از ویژگی این تابع، مقدار بهینهٔ فیزیکی کود شیمیایی مورد استفاده در تولید گندم آبی برای استان‌های مختلف به دست آمد.

مطالعات متعدد دیگری نیز از جمله دژپسند (۱۳۷۰)، وزارت امور اقتصادی و دارایی (۱۳۷۱)، حسینی جبلی (۱۳۷۴)، هژبر کیانی و صفاری‌پور اصفهانی (۱۳۷۵)،حسن‌پور و سلطانی

(۱۳۷۷) و هژبر کیانی (۱۳۷۸) صورت پذیرفته که در آن‌ها اشکال تبعی مختلف مورد استفاده قرار گرفته و نتایج متفاوتی را در خصوص استفادهٔ بهینه یا غیر بهینهٔ کشاورزان از عوامل تولید ارائه نموده‌اند.

یکی از انتقادات مهم وارد بر برخی پژوهش‌های صورت پذیرفتهٔ پیشین به ویژه مطالعات انجام شده در داخل کشور این است که در تعدادی از این مطالعات، مواردی مانند آزمون شکل تبعی مناسب برای برآورد الگو مورد توجه قرار نگرفته و در برخی موارد از فرم‌های تبعی استفاده شده که به لحاظ نظری محدودیت‌های عمده‌ای را بر ساختار تولید تحمیل می‌کنند و از این‌رو نتایج چنین مطالعاتی اعتبار لازم را ندارد. بنابراین لازم است این مسئله مورد توجه قرار گیرد.

آمارهای موجود (سازمان آب منطقه‌ای استان فارس، ۱۳۸۵) نشان می‌دهد که ذخایر منابع آب در بسیاری از مناطق کشور از جمله دشت سیدان- فاروق در شهرستان مرودشت به دلیل بهره‌برداری غیربهینه در معرض تهدید جدی قرار گرفته است. همچنین شواهد در دسترس حاکی از این است که کشاورزان در دشت سیدان- فاروق در بسیاری موارد، نهاده‌های آلایندهٔ کشاورزی مانند کودهای شیمیایی و سموم را بیش از حد بهینه به کار گرفته‌اند (فلاحی و چیذری، ۱۳۸۷). ادامهٔ این روند و عدم توجه به ابعاد کمی و کیفی به‌کارگیری نهاده‌های تولید، پیامدهای جبران‌ناپذیر اقتصادی و زیست‌محیطی را در منطقه بر جای خواهد گذاشت. از این رو، مدیریت صحیح تقاضای عوامل تولید به عنوان ابزاری مفید بایستی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

گندم محصول اصلی شتوی در دشت سیدان- فاروق بوده به طوری که حدود ۶۵۰۰ هکتار از اراضی این دشت در سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰ به زیرکشت این محصول اختصاص داشته است (مرکز خدمات کشاورزی سیدان، ۱۳۹۱). بر این اساس، در مطالعهٔ حاضر میزان بهینهٔ اقتصادی استفاده از نهاده‌های کمیاب و مخرب محیط زیست، از جمله آب و نهاده‌های آلاینده، در تولید گندم آبی در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت تعیین شده است.

روش تحقیق

محدوده به‌کارگیری توابع تولید بسیار وسیع بوده و در زمینه‌هایی مانند تعیین کارایی (Hu and McAleer, 2005; Kumbhakar and Tsionas, 2006)، اندازه‌گیری بهره‌وری (Gerdin, 2002; Mamatzakis, 2003)، بازدهی نسبت به مقیاس (Singh, 1986)، توزیع درآمد (Heady and Dillon, 1961)، جانشینی بین نهاده‌ها (Singh, 1986)، اثر مقیاس (Zuleta, 2004)، الگوی بهینهٔ تجارت بین‌المللی و بین منطقه‌ای (Heady and Dillon, 1961)، تعیین بازدهی تحقیقات در بخش کشاورزی (Fan, 2000)، استراتژی‌های آبیاری (Rao et al., 1988; Datta et al., 1998) و غیره مورد استفاده واقع می‌شود.

با تخمین تابع تولید کشاورزی و اطلاعات حاصل از آن می‌توان تولیدی را مشخص و آن را با عملکرد واقعی مقایسه کرد. این قیاس، امکان ریشه‌یابی و شناسایی مشکلات موجود را فراهم نموده و درک جامعی از عوامل اصلی شکل دهندهٔ آن فراهم می‌سازد. برآورد تابع تولید همچنین این امکان را فراهم می‌آورد که نقش و اهمیت هر یک از نهاده‌های تولید، به تفکیک، مشخص شود. بدین ترتیب هرگونه تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری در ارتباط با میزان به کارگیری نهاده‌ها، جانشینی بین آن‌ها، محاسبهٔ بهره‌وری جزئی و کل نهاده‌های تولید، قیمت‌گذاری نهاده‌ها و به طور کلی برنامه‌ریزی تولید و تدوین استراتژی‌های توسعه امکان‌پذیر خواهد بود.

فرض بازار رقابت کامل برای محصولات کشاورزی و فرض‌های اقتصاددانان کلاسیک با توجه به هدف حداکثرکردن سود هر واحد تولیدی به منظور حصول بیشترین منفعت برای جامعه، مسئلهٔ تعیین بهینهٔ عوامل تولیدی و به‌عبارتی تخصیص بهینهٔ عوامل تولید را برای تعیین سودآورترین میزان نهاده امری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. شرط مرتبهٔ اول (شرط لازم) حداکثرسازی سود به صورت رابطهٔ ۱ بیان می‌شود:

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = P_y(\frac{\partial y}{\partial x_i}) - P_{x_i} = 0$$

(۱)

$$\rightarrow P_y.MP_{x_i} = P_{x_i} \rightarrow VMP_{x_i} = P_{x_i}$$

در رابطهٔ بالا، VMP_{x_i} ارزش تولید نهایی نهاده x_i و P_{x_i} قیمت نهادهی x_i می‌باشد.

برآورد تابع تولید یکی از مسائل اساسی در اقتصادسنجی کاربردی بوده (Intriligator et al., 1996) و انتخاب فرم تبعی مناسب به عنوان یکی از مشکل‌ترین بخش‌ها در هر کار تجربی به شمار می‌آید (Fan, 2000). برخی از مطالعات به موضوعات اساسی در ارتباط با متغیرها و فرم‌های تبعی تابع تولید و به طور اخص، تابع تولید کشاورزی پرداخته‌اند (Kaneda, 1982; Barelli and Pessoa, 2003). به طورکلی، توابع مورد استفاده در تولید به دو دستهٔ کلی توابع انعطاف‌ناپذیر و انعطاف‌پذیر تقسیم می‌شوند. توابع انعطاف‌ناپذیر ماهیتاً محدودیت‌هایی را بر ساختار تولید تحمیل می‌کنند، از جمله در این توابع ممکن است شرایط مرتبهٔ اول حداکثرسازی سود در مورد نهاده‌ها، منجر به دستگاه معادلات غیرخطی شده و حل دستگاه یادشده به دستیابی به جواب‌های قابل قبولی منتهی نگردد.[۱] اما توابع تولید انعطاف‌پذیر، بسیاری از محدودیت‌های مورد نظر در فرم‌های انعطاف‌ناپذیر را ندارند. در مطالعهٔ حاضر، سه فرم انعطاف‌پذیر ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته مورد آزمون قرار گرفت که به دلیل برتری شکل تابعی ترانسلوگ (با توجه به بیشتر بودن آماره لگاریتم راست‌نمایی، کمتر بودن معیارهای آکاییک و شوارتز و صحت فرم تابعی مدل تخمین زده شده بر اساس نتایج آزمون RESET رمزی[۲]) این فرم تبعی انتخاب شد و تجزیه و تحلیل و تفسیر نتایج بر مبنای این شکل صورت گرفت. تابع ترانسلوگ دارای ویژگی‌های یکنواختی،

۱. شایان ذکر است که به کارگیری فرم انعطاف‌ناپذیر کاب-داگلاس در پژوهش حاضر نیز با این مشکل مواجه شد.

2. Ramsey's RESET Test

تقعر، محدود و غیرمنفی بودن، پیوستگی، دوبار قابل مشتق‌گیری و همچنین توانایی نشان دادن هر سه ناحیهٔ تولید و تغییر کشش‌های جانشینی و تولیدی به ازای سطوح مختلف مصرف نهاده‌ها می‌باشد. شکل عمومی تابع تولید ترانسلوگ با n نهاده متغیر به صورت زیر است (سانخایان، ۱۳۷۵):

$$\ln y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \ln x_i + \frac{1}{2} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} \beta_{ii} (\ln x_i)^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=2}^{n} \beta_{ij} (\ln x_i)(\ln x_j) \qquad (۲)$$

که در این رابطه، y مقدار تولید محصول، x_iها مقادیر نهاده‌های مصرف شده در تولید، و α، β_i، β_{ii} و β_{ij}ها پارامترهای مدل و ln نماد لگاریتم طبیعی می‌باشد.

کشش تولید نهاده iام در تابع تولید ترانسلوگ از رابطهٔ ۳ قابل محاسبه است:

$$E_{x_i} = \beta_i + \beta_{ii} \ln x_i + \sum_{j=2}^{n} \beta_{ij} \ln x_j \qquad (۳)$$

الگوی تجربی تابع تولید ترانسلوگ با پنج نهادهٔ مورد نظر در مطالعهٔ حاضر به صورت رابطهٔ ۴ قابل ارائه است:

$$\begin{aligned} \ln y = {} & \alpha + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \beta_3 \ln x_3 + \beta_4 \ln x_4 + \beta_5 \ln x_5 + \\ & \frac{1}{2}\beta_{11}(\ln x_1)^2 + \frac{1}{2}\beta_{22}(\ln x_2)^2 + \frac{1}{2}\beta_{33}(\ln x_3)^2 + \frac{1}{2}\beta_{44}(\ln x_4)^2 + \frac{1}{2}\beta_{55}(\ln x_5)^2 + \\ & \beta_{12} \ln x_1 . \ln x_2 + \beta_{13} \ln x_1 . \ln x_3 + \beta_{14} \ln x_1 . \ln x_4 + \beta_{15} \ln x_1 . \ln x_5 + \\ & \beta_{23} \ln x_2 . \ln x_3 + \beta_{24} \ln x_2 . \ln x_4 + \beta_{25} \ln x_2 . \ln x_5 + \beta_{34} \ln x_3 . \ln x_4 + \beta_{35} \ln x_3 . \ln x_5 + \beta_{45} \ln x_4 . \ln x_5 \end{aligned} \qquad (۴)$$

در الگوی ۴، y مقدار تولید گندم در هکتار بر حسب کیلوگرم، x_1 مقدار آب مصرفی در هکتار بر حسب متر مکعب، x_2 مقدار کود اورهٔ مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، x_3 مقدار سم مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، x_4 مقدار بذر مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم و x_5 نیروی کار مورد استفاده بر حسب نفر روزکار در هکتار می‌باشد.

برآورد الگوهای مورد نظر در این مطالعه، به روش OLS و با به کارگیری بستهٔ نرم‌افزاری Eviews 7.0 انجام شد. آمار و اطلاعات مورد نیاز در این بررسی به صورت مقطعی

و مربوط به سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰ بوده که به روش تحقیق پیماشی و نیز مراجعه به سازمان‌های ذیربط گردآوری شد. گفتنی است که برای نهادهٔ سم، میزان سموم علف‌کش و حشره‌کش مورد استفاده کشاورزان در نظر گرفته شد و در مورد نیروی‌کار نیز مجموع نیروی‌کار خانوادگی و نیروی‌کار استخدام شده در مراحل مختلف تولید، مورد نظر بود. همچنین قیمت تضمینی گندم در سال مورد نظر به عنوان قیمت محصول لحاظ شد. جامعهٔ آماری مورد مطالعه، شامل گندمکاران آبی دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت بوده که برای انتخاب نمونهٔ مناسب از جامعهٔ مذکور، روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از مجموع ۱۰۶ پرسش‌نامه استخراج گردید. نظر به‌اینکه در این پژوهش، روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای به کارگرفته شد، لذا برآوردگر نااریب میانگین جامعه μ برای هر یک از متغیرهای الگو، با استفاده از رابطهٔ ۵ قابل محاسبه خواهد بود (Scheaffer et al., 1996):

$$\hat{\mu} = (\frac{N}{M})\frac{\sum_{i=1}^{n} M_i \bar{y}_i}{n} = \frac{1}{\overline{M}}\frac{\sum_{i=1}^{n} M_i \bar{y}_i}{n} \qquad (5)$$

در رابطهٔ فوق، N تعداد خوشه‌ها در جامعه مورد نظر و n تعداد خوشه‌هایی است که به طور تصادفی ساده انتخاب شدند. همچنین M_i تعداد افراد در خوشهٔ iام و m_i تعداد افرادی است که از خوشهٔ iام به طور تصادفی ساده انتخاب شدند. $M = \sum_{i=1}^{N} M_i$ تعداد افراد در کل جامعه، $\overline{M} = \frac{M}{N}$ متوسط اندازهٔ خوشه‌های جامعه، y_{ij} مشاهدهٔ نمونهٔ jام از خوشهٔ iام و $\bar{y}_i = \frac{1}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$ میانگین نمونه برای خوشهٔ iام می‌باشند.

نتایج و بحث

قیمت محصول گندم و نیز قیمت هر یک از نهاده‌های تولید در منطقهٔ مورد مطالعه در سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰ در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. قیمت محصول و نهاده‌های تولید گندم در منطقهٔ مورد مطالعه در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰

محصول و نهاده / شرح	گندم (Rial/kg)	آب (Rial/m^3)	کود اوره (Rial/kg)	کود فسفات (Rial/kg)	سم (Rial/kg)	بذر (Rial/kg)	نیروی کار (نفر روز کار/ Rial)
قیمت	۳۶۰۰	۱۹۵	۲۰۰۰	۳۶۰۰	۲۴۸۰۰۰	۴۸۰۰	۱۵۰۰۰۰

مأخذ: ادارهٔ آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس و محاسبات پژوهش

نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ برای گندم آبی در منطقهٔ مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. این نتایج پس از انجام آزمون‌های لازم به منظور بررسی برقراری فروض کلاسیک در رگرسیون به روش OLS و رفع مشکلات موجود ارائه شده است. برای بررسی نرمال بودن باقیمانده‌ها از آزمون جارک- برا[1] استفاده شد که نتایج این آزمون حاکی از نرمال بودن اجزای اخلال الگو بود. در به کارگیری داده‌های مقطع عرضی[2]، وجود واریانس ناهمسانی بین اجزای اخلال دور از انتظار نبوده و آزمون براش- پاگان- گادفری[3] در رگرسیون اولیه نیز مشکل واریانس ناهمسانی بین اجزای اخلال الگو را نمایان ساخت که برای رفع این مشکل از تصحیح وایت[4] استفاده شد. آزمون خودهمبستگی بین اجزای اخلال الگو نیز بر عدم وجود خودهمبستگی بین باقیمانده‌ها صحه گذاشت. همچنین همان‌طور که اشاره شد، تصریح صحیح الگو نیز توسط آزمون RESET رمزی به تأیید رسید. گفتنی است که متغیر کود فسفات به دلیل هم‌خطی شدید و متغیر ماشین‌آلات به دلیل عدم معنی داری، از الگو حذف شدند. نظر به اینکه تغییرات چندانی در استفاده از ماشین‌آلات در کشت گندم در منطقه وجود ندارد، لحاظ نکردن این متغیر در الگو می‌تواند قابل توجیه باشد.

1. Jarque-Bera
2. Cross-Section
3. Breusch-Pagan-Godfrey
4. White

جدول ۲. نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ برای گندم آبی در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت

ردیف	متغیر	ضریب	آمارهٔ t	ردیف	متغیر	ضریب	آمارهٔ t
۱	جزء ثابت	۶/۱۸***	۱۵/۲۱	۱۲	$\ln x_1.\ln x_2$	-۰/۱۱*	-۱/۹
۲	$\ln x_1$	-۲/۰۱*	-۱/۷۱	۱۳	$\ln x_1.\ln x_3$	۰/۰۰۳	۰/۹۸
۳	$\ln x_2$	-۰/۲۶*	-۱/۹	۱۴	$\ln x_1.\ln x_4$	۰/۲۷*	۱/۷۳
۴	$\ln x_3$	۰/۲۴*	۱/۷۷	۱۵	$\ln x_1.\ln x_5$	۰/۰۹***	۲/۸۵
۵	$\ln x_4$	-۰/۵۷**	-۲/۳۲	۱۶	$\ln x_2.\ln x_3$	۰/۰۶	۱/۰۹
۶	$\ln x_5$	۲/۱۶***	۴/۱	۱۷	$\ln x_2.\ln x_4$	-۰/۱**	-۱/۸۸
۷	$(\ln x_1)^2$	۰/۰۵	۱/۱۷	۱۸	$\ln x_2.\ln x_5$	۰/۰۰۵	۰/۸۹
۸	$(\ln x_2)^2$	۰/۱۴*	۱/۸۳	۱۹	$\ln x_3.\ln x_4$	۰/۰۴	۱/۳۲
۹	$(\ln x_3)^2$	-۰/۰۹**	-۲/۰۸	۲۰	$\ln x_3.\ln x_5$	۰/۰۲***	۴/۲۶
۱۰	$(\ln x_4)^2$	-۰/۲*	-۱/۷۵	۲۱	$\ln x_4.\ln x_5$	-۰/۳۴*	-۱/۷۹
۱۱	$(\ln x_5)^2$	-۰/۱۹***	-۳/۴۶				

R^2=۰/۷۸ F=۴۹/۱۵*** D.W=۱/۹۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

*، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطوح ۱۰، پنج و یک درصد می‌باشد.

بر پایهٔ جدول ۲، ضریب تعیین برابر با ۰/۷۸ است که توضیح‌دهندگی مناسب الگوی برآورد شده را نشان می‌دهد. همچنین مقدار آمارهٔ F نیز معنی‌داری کل الگو را در سطح ۹۹ درصد تأیید می‌کند.

به منظور تعیین کشش تولید مربوط به هر نهاده که حاکی از درصد تغییر در میزان تولید به ازای یک درصد تغییر در میزان به کارگیری نهادهٔ مورد نظر است، و نیز تعیین ناحیهٔ تولید مربوط به آن نهاده، رابطهٔ ۳ به کارگرفته شد. چنان‌که از رابطهٔ مذکور پیداست، در تابع ترانسلوگ، کشش تولیدی هر نهاده تابعی از سطح مصرف نهاده‌هاست. گفتنی است که شش‌های مذکور در میانگین سایر عوامل محاسبه شد که نتایج در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. کشش تولید و نواحی تولید مربوط به هر نهاده

نهاده / شرح	آب	کود اوره	سم	بذر	نیروی کار
کشش تولید	-۰/۳۸	-۰/۹۶	۰/۸۳	-۰/۷۶	۰/۵۳
ناحیه تولید	۳	۳	۲	۳	۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به مقادیر برآورد شده برای کشش جزئی نهاده‌ها، ناحیهٔ تولیدی که هر یک از نهاده‌ها در آن مورد استفاده قرار گرفته‌اند قابل تشخیص خواهد بود. بر این اساس می‌توان گفت که نهاده‌های آب، کود اوره و بذر (به دلیل منفی بودن مقدار کشش جزئی تولیدشان) در ناحیهٔ سوم تولید و نهاده‌های سم و نیروی کار (به دلیل اینکه مقدار کشش جزئی تولیدشان بین مقادیر صفر و یک قرار دارد) در ناحیهٔ دوم تولید مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بنابراین، به طور قطع می‌توان گفت که نهاده‌های آب، کود اوره و بذر مصرفی بیش از حد بهینه به کار گرفته شده است.[۱]

به منظور تعیین مقدار بهینهٔ اقتصادی مصرف هر یک از نهاده‌ها، از شرط لازم حداکثرسازی سود- که توسط رابطهٔ ۱ تعریف شده است- بهره گرفته شد. مقدار بهینهٔ اقتصادی مصرف آب و نهاده‌های آلایندهٔ محیط زیست (و نیز سایر نهاده‌ها) در جدول ۴ ارائه شده است.

۱. در زمینهٔ نهاده‌هایی که در ناحیهٔ دوم تولید مورد استفاده قرار گرفته‌اند نیز نمی‌توان گفت که لزوماً به طور بهینه به کار گرفته شده‌اند. در مورد این نهاده‌ها بایستی مقدار مصرف آن‌ها را با مقدار بهینهٔ اقتصادی مقایسه نمود.

جدول ۴. مقدار بهینهٔ اقتصادی، مقدار متوسط مصرف و اختلاف مقدار متوسط از مقدار بهینهٔ اقتصادی مصرف نهاده‌های تولید گندم

نهاده / شرح	آب (m^3/ha)	کود اوره (kg/ha)	سم (kg/ha)	بذر (kg/ha)	نیروی کار (ha/ نفرروزکار)
مقدار بهینهٔ اقتصادی (x^*)	۷۹۲۳/۱۲	۲۸۱/۲	۲/۶۲	۲۲۵/۱۸	۲۰/۸۲
مقدار متوسط مصرف ($\overline{x}$)	۱۰۵۶۶	۳۴۸/۱۳	۲/۴۹	۳۰۰/۹۱	۲۰/۵
اختلاف مقدار متوسط از مقدار بهینهٔ اقتصادی ($x^* - \overline{x}$)	-۲۶۴۲/۸۸	-۶۶/۹۳	۰/۱۳	-۷۵/۷۳	۰/۳۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

چنان‌که از اعداد ردیف اول جدول ۴ برمی‌آید، مقدار بهینهٔ اقتصادی مصرف آب در تولید گندم در منطقهٔ مورد مطالعه در سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰ معادل ۷۹۲۳/۱۲ متر مکعب در هکتار بوده است. همچنین مقدار بهینهٔ اقتصادی استفاده از کود اوره ۲۸۱/۲ کیلوگرم در هر هکتار بوده است. در مورد نهاده‌های سم و بذر نیز می‌توان گفت که کشاورزان برای حداکثرسازی سود خود بایستی به ترتیب به میزان ۲/۶۲ و ۲۲۵/۱۸ کیلوگرم از این نهاده‌ها را در هر هکتار مصرف نمایند. نهایتاً در مورد نهادهٔ نیروی کار، این مقدار معادل ۲۰/۸۲ نفرروزکار در هر هکتار بوده است.

در ادامه به منظور بررسی رفتار کشاورزان در استفاده بهینه از آب و نهاده‌های آلایندهٔ محیط زیست و مقایسهٔ مقدار متوسط مصرف هر یک از نهاده‌ها با مقدار بهینهٔ مصرف آن نهاده در سطح دشت سیدان- فاروق در سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰ مقدار متوسط هر یک از نهاده‌ها با به کارگیری رابطهٔ ۵ محاسبه شده است. ردیف دوم جدول ۴ مقدار متوسط مصرف آب و نهاده‌های آلایندهٔ محیط زیست شامل کود اوره و سم و نیز سایر عوامل تولید را توسط بهره‌برداران نشان می‌دهد. ارقام این ردیف حاکی از این است که بهره‌برداران گندمکار در منطقه مورد نظر به طور متوسط به میزان ۱۰۵۶۶ متر مکعب آب در هر هکتار در سال زراعی

۱۳۸۹-۹۰ مورد استفاده قرار داده‌اند. همچنین کشاورزان به طور میانگین، مقدار ۳۴۸/۱۳ کیلوگرم کود اوره در هکتار استفاده نموده‌اند. این مقدار در مورد نهاده‌های سم، بذر، و نیروی کار به ترتیب ۲/۴۹، ۳۰۰/۹۱ کیلوگرم و ۲۰/۵ نفرروزکار به ازای هر هکتار بوده است. مقایسهٔ مقادیر متوسط و مقادیر بهینهٔ اقتصادی مصرف آب و نهاده‌های آلایندهٔ محیط زیست در تولید گندم حاکی از این است که بهره‌برداران گندمکار دشت سیدان- فاروق در سال زراعی مورد نظر، از نهاده‌های آب و کود اوره بیش از حد بهینهٔ اقتصادی استفاده کرده‌اند به طوری که در هر هکتار، نهادهٔ آب به میزان ۲۶۴۲/۸۸ متر مکعب و کود اوره به مقدار ۶۶/۹۳کیلوگرم بیشتر از حد بهینهٔ اقتصادی مورد استفاده واقع شده‌اند. مهم‌ترین دلیل استفادهٔ بیش از حد آب به سیستم آبیاری مورد استفاده در کشت این محصول در دشت مورد مطالعه بر می‌گردد. بر اساس آمارهای موجود (مرکز خدمات کشاورزی سیدان، ۱۳۹۱)، حدود ۹۰ درصد از اراضی زیرکشت گندم در منطقه و در سال مورد مطالعه توسط سیستم غرقابی آبیاری شده‌اند. تجربهٔ سال‌های اخیر در افزایش قیمت آب کشاورزی و عدم تغییر واکنش قابل توجه کشاورزان منطقه در مصرف آب نسبت به افزایش قیمت آب، عاملی در تأیید این ادعا بوده و توسل صرف به ابزارهای قیمتی را در مدیریت مصرف آب کشاورزی در منطقهٔ مورد مطالعه ناکام گذاشته است. در مورد نهادهٔ کود اوره نیز می‌توان گفت که اگرچه فرایند هدفمند کردن یارانه‌های نهاده‌های تولید اثرات مفیدی در راستای بهینه‌سازی مصرف این نهاده داشته است، هنوز در منطقهٔ مورد مطالعه، این نهاده به میزانی بیش از حد بهینه مورد استفاده واقع شده و به نظر می‌رسد پیگیری فرایند واقعی‌سازی قیمت نهاده تأثیر مهمی در راستای بهینه‌سازی مصرف این عامل تولید داشته باشد. از طرف دیگر، فرهنگ مصرفی ناصحیح و عدم آگاهی تخصصی نسبت به مصرف نهاده و پیروی کشاورزان جدید از نظام مرسوم مصرف نهاده توسط کشاورزان پیشین، الگوی مصرف عوامل تولید را به شکلی ثابت و غلط در بین بهره‌برداران نهادینه ساخته است. مقایسهٔ مقدار متوسط مصرف نهادهٔ سم (و نیز نیروی کار) با مقدار بهینهٔ اقتصادی مصرف این عوامل حاکی از این است که کشاورزان منطقه در استفاده از نهاده‌های

مذکور به صورت عقلایی عمل کرده و این نهاده‌ها را در حد بهینهٔ اقتصادی مصرف نموده‌اند. همچنین در مورد نهادهٔ سم می‌توان اذعان نمود که اقدامات ترویجی صورت گرفته در منطقه و نیز واقعی‌تر شدن قیمت این نهاده در سال‌های اخیر تأثیر مهمی در منطقی نمودن رفتار کشاورزان در استفاده از این عامل تولید داشته است. در مورد نهادهٔ بذر نیز می‌توان گفت که کشاورزان این نهاده را به میزان ۷۵/۷۳ کیلوگرم در هر هکتار، بیشتر از مقدار بهینهٔ اقتصادی مصرف کرده‌اند. یکی از دلایل مصرف بیش از اندازهٔ بذر نیز استفاده از بذرپاش‌ها به‌جای بذرکارهاست به طوری که تعداد قابل توجهی از کشاورزان منطقه از بذرپاش‌ها به منظور عملیات کشت گندم استفاده می‌کنند. استفاده از بذرکارها ضمن کاهش قابل توجهٔ میزان مصرف بذر، موجب افزایش راندمان و عملکرد در واحد سطح می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در نوشتار حاضر کوشش شد میزان بهینهٔ اقتصادی استفاده از آب و نهاده‌های آلایندهٔ محیط زیست در تولید گندم آبی در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت تعیین گردد. براساس نتایج این پژوهش، کشاورزان گندمکار دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت در سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰، نهادهٔ آب و نهادهٔ آلایندهٔ کود اوره را بیش از حد بهینهٔ اقتصادی و در ناحیهٔ سوم تولید مورد استفاده قرار داده‌اند. استفادهٔ بیش از حد بهینه از آب و در نتیجه تخلیهٔ منابع آب و نیز به کارگیری بیش از حد نهادهٔ آلایندهٔ کود اوره، محیط زیست منطقه را با تهدید مواجه ساخته و ادامهٔ این روند منجر به پیامدهای بحرانی برای منطقه خواهد بود. از این رو مدیریت صحیح مصرف این عوامل در تولید محصول گندم- که هر ساله بخش عمده‌ای از سطح زیرکشت منطقه را به خود اختصاص می‌دهد- حائز اهمیت بسیار بوده و بایستی در اولویت برنامه‌های کلان بخش کشاورزی در منطقه قرار گیرد. دلیل اصلی استفادهٔ بی‌رویه از آب مربوط به شیوهٔ آبیاری غالب منطقه است به طوری که حدود ۹۰ درصد از اراضی زیرکشت گندم آب در منطقهٔ مورد مطالعه با استفاده از سیستم آبیاری غرقابی آبیاری می‌شود.

بر این اساس توصیه می‌شود سیستم‌های نوین آبیاری با راندمان بالاتر جهت آبیاری و همچنین لوله یا جویچه‌های سیمانی به منظور انتقال آب مورد استفاده قرار گیرد. البته با توجه به هزینه‌بر بودن این نوع سیستم‌های آبیاری، بایستی ملاحظات مربوط به هزینهٔ این سیستم‌ها را نیز مدنظر قرار داد. علاوه بر این، چنان‌که اشاره شد، توسل صرف به ابزارهای قیمتی در مدیریت مصرف آب کشاورزی در منطقهٔ مورد مطالعه چندان کارا نبوده و پیشنهاد می‌شود از سیاست‌های قیمتی به عنوان ابزاری جایگزین در کنار ابزارهای مدیریتی دیگر بهره گرفته شود. در مورد نهادهٔ آلایندهٔ کود اوره نیز پیگیری بحث هدفمندسازی یارانه نهاده‌های کشاورزی و ادامهٔ روند واقعی‌سازی قیمت‌های نهاده با توجه به حاشیهٔ سود معقول برای کشاورزان می‌تواند در تکمیل فرایند بهینه‌سازی مصرف این عامل تولید مؤثر واقع شود. همچنین، فرهنگ‌سازی در زمینهٔ مصرف این نهاده از طریق اقدامات ترویجی که می‌تواند در قالب تدوین برنامه‌های کودی با توجه به نیاز خاک توسط سازمان جهاد کشاورزی و نیز سازمان‌های ذیربط صورت پذیرد، گام مهمی در مدیریت مصرف این نهاده محسوب می‌شود. علاوه بر این، استفاده از کودهای آلی (مانند کودهای دامی و کود سبز) به جای استفاده از این نهادهٔ شیمیایی نیز می‌تواند نقش بسزایی در کاهش مصرف نهاده‌های آلایندهٔ محیط زیست ایفا نماید.

یافته‌های این تحقیق در مورد میزان بهینهٔ مصرف نهادهٔ سم (و نیز نیروی کار) نشان‌دهندهٔ این است که بهره‌برداران گندمکار در استفاده از این نهاده‌ها به صورت عقلایی عمل نموده و این عوامل تولید را در حد بهینهٔ اقتصادی به کار گرفته‌اند. در این خصوص می‌توان گفت که اقدامات ترویجی صورت گرفته و نیز واقعی‌تر شدن قیمت نهاده‌ها در سال‌های اخیر نقش مهمی در منطقی نمودن رفتار کشاورزان در استفاده از این نهاده‌ها داشته است.

در مورد نهادهٔ بذر نیز می‌توان اذعان کرد که میزان به کارگیری این عامل تولید، بیش از حد بهینهٔ اقتصادی بوده و کشاورزان این نهاده را در ناحیهٔ سوم تولید مصرف نموده‌اند. یکی از علل این مازاد مصرف، استفاده از بذرپاش‌ها به جای استفاده از بذرکارهاست. از آنجا که عدهٔ زیادی از گندمکاران منطقه از بذرپاش‌ها به منظور انجام عملیات کشت گندم استفاده

می‌کنند، لذا پیشنهاد می‌گردد به منظور جلوگیری از مصرف بیش از حد بذر و همچنین افزایش راندمان و عملکرد در واحد سطح، از بذرکارها جهت انجام عملیات کشت، استفاده گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود واجب می‌دانند مراتب صمیمانه‌ترین سپاسگزاری‌های خود را از جناب آقای ایوب فلاحی، یکی از کشاورزان پیشرو در منطقه، به سبب کمک‌های بی‌شائبه‌شان در جمع‌آوری اطلاعات این پژوهش ابراز دارند.

منابع

اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس. ۱۳۹۱.

امینی، ع.ر. ۱۳۷۳ تعیین مقدار بهینهٔ استفاده از کود شیمیایی در کشت محصول گندم آبی در هر یک از استان‌های کشور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی. دانشگاه شهید بهشتی.

حسن‌پور، ب. و سلطانی، غ.ر. ۱۳۷۷. بررسی اقتصادی مصرف کود شیمیایی فسفاته در مزارع گندم آبی استان فارس. فصلنامه *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شمارهٔ ۲۳: ۲۰۹-۲۳۲.

حسینی جبلی، س.س. ۱۳۷۴. بهینه‌یابی مقدار بذر مصرفی در کشت گندم آبی استان فارس ۷۰-۷۱. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شمارهٔ ۱۲: ۱۳۳-۱۴۴.

دژپسند، ف. ۱۳۷۰. بررسی اثر تغییر سوبسید کود شیمیایی در تولید چغندرقند. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی.

سازمان آب منطقه‌ای استان فارس.۱۳۸۵. گزارش منتشر نشده. شیراز.

سانخایان، پی ال.۱۳۷۵۰. درآمدی بر اقتصاد تولید کشاورزی. ترجمه اکبری و رنانی. تهران : نشر هشت بهشت.

فلاحی، ا. و چیذری، ا.ح. ۱۳۸۷. کاربرد تحلیل نقطه‌ی سر به سر در مدیریت کشاورزی مزارع گندم آبی شهرستان مرودشت. *مجله کشاورزی*، ۱۰(۱): ۱۱۱-۱۲۲.

کهنسال، م.ر. ۱۳۷۲. بررسی اثرات اقتصادی حذف سوبسید کود شیمیایی در استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

مرکز خدمات کشاورزی سیدان.۱۳۹۱.

هژبر کیانی، ک. و صفاری‌پور اصفهانی، م. ۱۳۷۵. بررسی مصرف کود شیمیایی در کشت گندم دیم در استان اصفهان. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۱۴: ۶۰-۷۶.

هژبر کیانی، ک. ۱۳۷۸. بررسی و تعیین مقدار بهینه اقتصادی استفاده از نهاده‌ها در کشت گندم آبی. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۲۶: ۶-۴۲.

وزارت امور اقتصادی و دارایی.۱۳۷۱. بررسی اثرات سوبسید کود در تولید محصولات عمده کشاورزی.

Abrahams, N. A. and Shortle, J. S. 2004. The performance of compliance measures and instruments for nitrate nonpoint pollution under uncertainty and alternative agricultural commodity policy regimes. *Agricultural and Resource Economics Review*, 33: 79-90.

Alene, A. D., Manyong, V. M. and Gockowski, J. 2006. The production efficiency of intercropping annual and perennial crops in southern Ethiopia: a comparison of distance functions and production frontiers.

Antel, J. M. and Aitah, A. S. 1993. Rice technology, farmer rationality, and agricultural policy in Egypt. *American Journal of Agricultural Economics,* 65(4): 667-674.

Barelli, P. and Pessoa, S. D. A. 2003. Inada conditions imply that production function must be asymptotically Cobb–Douglas. *Economics Letters*, 81: 361-363.

Burkart, C. S. 2006. Micro-level econometric and water-quality modeling: simulation of nutrient management policy effects. Ph.D. Dissertation

in Economics. the Graduate Faculty. University of Iowa State University.

Burt, T. P. 2001. Integrated management of sensitive catchment systems. *CATENA*, 42: 275-290.

Chen, J., Tang, C., Sakura, Y., Yu, J. and Fukushima, Y. 2005. Nitrate pollution from agriculture in different hydrogeological zones of the regional groundwater flow system in the North China Plain. *Hydrogeology Journal,* 13: 481-492.

Costanza, R. and Daly, H.E. 1992. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology,* 6: 37-46.

Darst, B. C. and Murphy, L. S. 1994. Keeping agriculture viable: industry's viewpoint. *J. Soil and Water Cons*, 49(2): 8-14.

Datta, K. K., Sharma, V. P. and Sharma, D. P. 1998. Estimation of a production function for wheat under saline conditions. *Agricultural Water Management,* 36: 85-94.

Dhawan, K. C. and Bansal, P. K. 1977. Rationality of the use of various factors of production on different sizes of farm in the Panjab. *Indian. Journal of Agricultural Economics*, 32(3): 121-130.

Donoso, G., Cancino, J. and Magri, A. 1999. Effects of agricultural activities on water pollution with nitrates and pesticides in the central valley of Chile. *Water Sci. Technol.,* 39(3): 49-60.

Duda, A. M. 1993. Addressing non-point sources of water pollution must become an international priority. *Water Sci. Technol.,* 28 (3–5): 1–11.

Ensink, J. H. J., Van der Hoek, W., Matsuno, Y., Munir S. and Aslam, M. R. 2002. Use of environmental impact of environmental compensation payment policy under uniform and variable-rate nitrogen management. *Agricultural Systems,* 91: 135–153.

Falcon, W. P.1970. The green revolution: generation of problems. *American Journal of Agricultural Economics*,52(5).

Fan, S. 2000. Research investment and the economic returns to Chinese agricultural research. *Journal of Productivity Analysis*, 14: 163–182.

Gerdin, A. 2002. Productivity and economic growth in Kenyan agriculture, 1964–1996. *Agricultural Economics*, 27: 7-13.

Heady, E. O. and Dillon, J.L. 1961. Agricultural production functions, Kalyani Publishers. Ludhiana. India.

Heady, E. O. and Dillon, J.L. 1988. Agricultural production functions, India: Kalyani publishers, Ludhiana.

Huang, W. and LeBlanc, M. 1994. Market-based incentives for addressing non-point water quality problems: a residual nitrogen tax approach. *Review of Agricultural Economics,* 16: 427-440.

Hu, B. and McAleer M, 2005. Estimation of chinese agricultural production efficiencies with panel data. *Mathematics and Computers in Simulation,* 68: 474-483.

Humenik, J. J., Smolen, M. D. and Dressing, S. A. 1987. Pollution from non point sources: where we are and where we should go. *Environ. Sci. Technol,* 21(8): 737-742.

Intriligator, M. D., Bodkin, R. G. and Hsiao, C. 1996. Econometric models, techniques, and applications. Second Edition. USA: Upper Saddle River: Prentice Hall.

Iyyapazham, S. 2007. Managing water resources in agriculture and watersheds: modeling using GIS and dynamic simulation. Ph.D Dissertation in Natural Resources Conservation. The University of Massachusetts Amherst.

Jalali, M. 2005. Nitrates leaching from agricultural land in Hamadan. Western Iran. *Agric. Ecosyst. Environ*., 110: 210–218.

Kaneda, H. 1982. Specification of production functions for analyzing technical change and factor inputs in agricultural development. *Journal of Development Economics,* 11: 97-108.

Kang, C. 1996. Evaluation of economic and water quality effects for variable rate application of nitrogen fertilizer. Ph.D Dissertation in Agricultural Economics. The Faculty of the Graduate School. University of Missouri-Columbia.

Kumbhakar, S. C. and Tsionas, E. G. 2006. Estimation of stochastic frontier production functions with input-oriented technical efficiency. *Journal of Econometrics,* 133: 71-96.

Li, L.L., Huang, G.B., Zhang, R.Z., Bellotti, B., Li, G. and Chan, K. Y. 2011. Benefits of conservation agriculture on soil and water conservation and its progress in China. *Agricultural Sciences in China,* 10(6): 850-859.

Mamatzakis, E. C., 2003. Public infrastructure and productivity growth in Greek agriculture. *Agricultural Economics,* 29: 169-180.

Mermut, A. R. and Eswaran, H. 2001. Some major developments in soil science since the mid-1960s. *Geoderma*, 100: 403-426.

Moxey, A. and White, B. 1994. Efficient compliance with agricultural nitrate pollution standards. *J. Agr. Econ*., 45(1): 27-37.

Naramngam, S. 2008. Modeling the impacts of agricultural management practices on water quality in the little Miami River Basin. Ph.D Dissertation in geography. The College of Arts and Sciences, University of Cincinnati.

Nelson, M. A. 2005. Optimal management of a groundwater resource with allowance for backstop technologies. Ph.D Dissertation in Economics. Washington State University.

Nolan, S., Unkovich, M., Shen, Y. Y., Li, L. L. and Bellotti, W. 2008. Farming systems of the Loess Plateau, Gansu Province, China. *Agriculture Ecosystems and Environment,* 124: 13-23.

Oenema, O., Liere, L.V. and Schoumans, O. 2005. Effects of lowering nitrogen and of agricultural systems at the farm level, methods for assessing soil quality. SSSA. *Special Publication,* 49: 401–409.

Ozsabuncuoglu, I. H. 1998. Production function for wheat: a case study of southeastern anatolian Project (SAP) region. *Agricultural Economics,* 18: 75-87.

Pongkijvorasin, S. 2007. Stock-to-stock externalities resources in renewable resource economics: watersheds. conjunctive water use, and mud. Ph.D Dissertation in Economics. University of Hawai'i.

Rajmohan, N. and Elango, L. 2005. Nutrient chemistry of groundwater in an intensively irrigated region of southern India. *Environ. Geol*., 47: 820–830.

Rao, N. H., Sarma, P. B. S. and Chander, S. 1988. A simple dated water-production function for use in irrigated agriculture. *Agricultural Water Management*, 13: 25-32.

Sankhayan, P. L. 1988. Introduction to the economics of agricultural production. New Delhi: Prentic Hall of India.

Scheaffer, R. L., Mendenhall. W. and Ott, L. 1996. Elementary survey sampling. U. S. A: Duxbury press.

Shao, Y., Fan, X., Liu, H., Xiao, J., Ross, S., Brisco, B., Brown, R. and Staples, G. 2001. Rice monitoring and production estimation using multitemporal RADARSAT. *Remote Sensing of Environment*, 76: 310-325.

Singh, S. R. 1986. Technological parameters in agricultural production function. New Delhi: Ashish Publishing House. India.

Stirling, A. 1999. The appraisal of sustainability: some problems and possible responses. *Local Environment*, 4(2): 111-135.

Thorburn, P. J., Biggs, J. S., Weier K. L. and Keating, B. A. 2003. Nitrate in groundwater of intensive agricultural areas in coastal Northeastern Australia. Agric. *Ecosyst. Environ*, 94(1): 49-58.

Wada, C. A. 2010. Optimal and sustainable groundwater managemnent: multiple aquifers, watershed conservation and water recycling. Ph.D Dissertation in Economics, University of Hawai'i.

Wolf, J., Rötter, R. and Oenema, O. 2005. Nutrient emission models in environmental policy evaluation at different scales-experience from the Netherlands. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 105: 291-306.

Yadav, S. N., Peterson, W. and Easter, K. W. 1997. Do farmers overuse nitrogen fertilizer to the detriment of the environment?. *Environmental and Resource Economics,* 9: 323-340.

Zachariah, O. 1999. Optimal economic management of groundwater quantity and quality: an integrated approach. Ph.D Dissertation in Agricultural Economics and Business. The Faculty of Graduate Studies, University of Guelph.

Zalidis, G., Stamatiadis, S., Takavakoglou, V., Eskridge, K., and Misopolinos, N. 2002. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agric. Ecosyst. Environ*., 88(2): 137–146.

Zuleta, H. 2004. A note on scale effects. *Review of Economic Dynamics*, 7: 237-242.