اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و چهارم، شمارهٔ ۹۵، پاییز ۱۳۹۵

تعیین مقدار بهینهٔ اقتصادی مصرف نهاده‌های شیمیایی آلایندهٔ محیط‌زیست در تولید گندم آبی دشت ورامین

اکرم نشاط[۱]، مجید احمدیان[۲]، صادق خلیلیان[۳]، محمد حسن وکیل پور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۱۹

چکیده

مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان بهینهٔ اقتصادی مصرف نهاده‌های شیمیایی آلایندهٔ محیط زیست در دشت ورامین برای محصول گندم آبی با تکمیل ۱۱۳ پرسش‌نامه از گندمکاران این منطقه به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای صورت گرفت. با تخمین تابع تولید ترانسلوگ مناسب و با هدف حداکثرکردن سود اقتصادی بهره‌بردار، سودآورترین میزان به‌کارگیری این نهاده‌ها محاسبه گردید. نتایج نشان داد که بهره‌برداران کود ازته را در

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
e-mail: akram.neshat@modares.ac.ir
۲. استاد دانشکدهٔ اقتصاد دانشگاه تهران (نویسندهٔ مسئول) e-mail: mahmadian@ut.ac.ir
۳. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
e-mail: s_khalil@modares.ac.ir
۴. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
e-mail: vakilpoormh@modares.ac.ir

ناحیهٔ سوم تولید و به‌صورت غیراقتصادی و به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از مقدار بهینهٔ اقتصادی و کود فسفره را در ناحیهٔ دوم و اقتصادی تولید و به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار بیش از حد بهینهٔ اقتصادی مصرف می کنند. از طریق به‌کارگیری ابزارهای سیاستی مناسب از جمله اقدامات ترویجی و اطلاع‌رسانی درمورد آثار سوء مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و ترویج مصرف کودهای آلی وبیولوژیک در میان کشاورزان می‌توان مدیریت کارای مصرف نهاده‌های آلاینده را اعمال نمود. علاوه بر این، یافته‌های تحقیق بهینه بودن اقتصادی کاربرد نهادهٔ سم توسط گندمکاران این منطقه را نشان می‌دهد.

طبقه بندی JEL: D53, Q24, Q10

کلیدواژه‌ها:

مصرف بهینه، محیط زیست، نهاده‌های شیمیایی، تابع تولید، دشت ورامین

مقدمه

آلودگی‌های زیست‌محیطی از جمله آب و خاک در دهه‌های اخیر یکی از چالش‌های حوزه کشاورزی محسوب می‌شود. تشدید فعالیت‌های کشاورزی در جهت تأمین نیاز غذایی جمعیت در حال رشد جهان، باعث به‌وجودآمدن نگرانی‌هایی در زمینه محیط‌زیست و به خطر افتادن سلامت انسان‌ها می‌شود(Udeigwe et al., 2015; Monzer, 2012). وابستگی کشاورزی مدرن به نهاده‌های آلاینده محیط زیست از جمله سموم و کودهای شیمیایی، اگرچه در کوتاه‌مدت سبب افزایش بهره‌وری تولید و درآمد کشاورزان می‌شود(Chagnon et al, 2015)، ولیکن در بلندمدت اثرات منفی بر بافت خاک وتنوع زیستی آن، محیط زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی وارد می‌کند (Larson et al., 2005; Rahman, 2003; Bylin et al., 2004; Lu et al., 2015;) و قابلیت خاک را جهت تولید محصول سالم از بین می‌برد (Ghosh 2004 و حسن پور سلطانی ۱۳۷۷). تجمع این عناصر در خاک و حرکت آنها توسط

رواناب‌های سطحی و انتقال به آب‌های زیرزمینی و آلوده کردن منابع آب، از دیگر اثرات مخرب زیست‌محیطی مصرف بی‌رویه این نهاده‌هاست که از هر جهت مغایر با اهداف توسعه پایدار است. از سوی دیگر، ورود این آلاینده‌ها به زنجیره غذایی توسط گیاهان باعث ایجاد خطرات قابل ملاحظه برای سلامت انسان‌ها می‌شود که از آن جمله می‌توان به انواع سرطان‌ها، بیماری‌های تنفسی و سایر خطرات بهداشتی اشاره کرد (Arora et al., 2008; Rattan et al., 2005).

اغلب شیوه‌های مدیریت کشاورزی صرفاً بر اساس معیارهای اقتصادی ارزیابی می‌شوند و جنبه‌های زیست‌محیطی و سلامت بشر را در نظر نمی‌گیرند (Udeigwe et al., 2015)، در حالی‌که مؤثرترین راه‌حل برای دستیابی به توسعه پایدار، معرفی یک رویکرد پایدار با اهداف هم‌زمان افزایش تولید کشاورزی و حداقل کردن اثرات زیان‌آور کشاورزی خواهد بود (Monzer, 2012). مدیریت کارای منابع کشاورزی علاوه بر اینکه باعث افزایش تولید محصول می‌شود، به توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی منجر خواهد شد (Shao et al., 2001). از این رو آگاهی از مقدار بهینه اقتصادی تخصیص نهاده‌های آلاینده محیط زیست درکشاورزی به موازات توجه به معیارهای پایداری زیست محیطی جهت سیاست‌گذاری، یکی از راه‌های افزایش بازده محصول خواهد بود.

در مطالعات پراکنده‌ای که از دیدگاه اقتصادی درمورد نهاده‌های کشاورزی در کشور انجام شده است، شواهدی وجود دارد که نشان‌دهنده مصرف برخی از نهاده‌ها در ناحیه سوم تولید به‌معنی استفاده بیش از حد بهینه و در مواردی حالت تولید نهایی منفی بوده است (هژبرکیانی ۱۳۷۸). بر اساس بسیاری از مطالعات، قیمت پایین برخی نهاده‌ها، عموماً منجر به مصرف بیشتر آنها شده و این افزایش مصرف در بسیاری از موارد، نه‌تنها موجبات افزایش محصول را فراهم نیاورده، بلکه به تخریب محیط‌زیست نیز منجر شده است(رحمانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ تابنده تهرانی و یزدانی، ۱۳۸۲؛ کریم‌زادگان و همکاران،۱۳۸۵). میزان متوسط مصرف کودها و سموم شیمیایی در ایران به ترتیب ۲۶۹ و ۰/۷کیلوگرم در هکتار و در

جهان به میزان ۹۸ و ۱ کیلوگرم در هکتار می باشد. ملاحظه می‌شود میزان متوسط مصرف کودهای شیمیایی در ایران بالاتر از حد متوسط جهانی می باشد، بنابراین به‌کارگیری تمهیدات مؤثر برای کاهش مقدار مصرف این نهاده در راستای منافع اقتصادی و زیست محیطی ضروری می نماید.

عدم توجه به مدیریت کارای نهاده‌های کشاورزی در فرایند گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن، تهدیدات جدی برای سلامت انسان‌ها، حفظ محیط‌زیست و دستیابی به اهداف توسعه پایدار به‌وجود می‌آورد؛ بنابراین به‌دلیل اثرات سوء مصرف بی‌رویه ترکیبات شیمیایی در محیط‌زیست و همچنین جنبه‌های اقتصادی تولید، مدیریت مصرف این نهاده‌ها به امری اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است. یکی از راه‌های کاهش این اثرات سوء، کاربرد اصول اقتصادی جهت تعدیل مصرف این نهاده ها به سطح بهینه می باشد.

نهاده‌های شیمیایی شامل کودهای شیمیایی و سموم در صورت مصرف بیش از حد باعث ایجاد اثرات ناخواسته و منفی بر محیط زیست، سلامت محصولات مصرفی و به خطر افتادن منابع آب و کاهش حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی در بلندمدت خواهد شد. بیشترین مقادیر کودهای مورد استفاده در کشاورزی کودهای ازته و فسفره می باشد. کودهای ازته به‌دلیل خاصیت آبشویی سریع در صورت مصرف بی رویه در طی زمان به منابع آب‌های زیرزمینی انتقال یافته و در نهایت به آلودگی آب‌های آشامیدنی منجر خواهد شد. همچنین کودهای فسفره به‌دلیل باقی ماندن در خاک در دراز مدت سبب افزایش تراکم خاک و کاهش نفوذپذیری خاک و افزایش آلودگی خاک‌های کشاورزی به فلزات سنگین و کاهش ماده آلی خاک، کاهش تنوع زیستی خاک و به‌هم خوردن تعادل قارچ‌ها و باکتری ها در خاک های کشاورزی می شود. علاوه بر این، استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی موجب تجمع آنها در اندام های مصرفی گیاه شده و باعث نامرغوب شدن کیفیت محصول و تولید ناپایدار از دیدگاه زیست محیطی و به‌خطر افتادن سلامتی مصرف کنندگان خواهد شد. در منطقه دشت ورامین نیز به علت وجود کشاورزی گسترده در سطح وسیع، لزوم توجه به به‌کارگیری بهینه نهاده‌های آلاینده محیط زیست ضروری می باشد.

دشت ورامین مهم‌ترین قطب کشاورزی در استان تهران می باشد و در ۴۵ کیلومتری جنوب تهران واقع شده است و مساحت کل آن در حدود ۱۹۱۶ کیلومتر مربع است و عمده‌ترین محصولاتی که در این منطقه زیر کشت می‌روند غلات، سبزیجات، محصولات جالیزی و نباتات علوفه ای می‌باشند (اداره جهاد کشاورزی ورامین و پاکدشت، ۱۳۹۲). به علت وجود کشاورزی در سطح وسیع در این منطقه و به تبع آن مصرف گسترده نهاده های شیمیایی و همچنین نزدیکی به بازار مصرف و با توجه به اینکه بیش از ۴۰ درصد از اراضی این منطقه یعنی حدود ۳۷۵۰۰ هکتار در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ به کشت گندم آبی اختصاص یافته است، این محصول به‌عنوان هدف این پژوهش انتخاب شده و میزان بهینه اقتصادی کاربرد نهاده‌های شیمیایی مخرب محیط‌زیست در تولید گندم آبی در دشت ورامین تعیین شده است.

پژوهش‌های متعددی با استفاده از تخمین تابع تولید محصولات کشاورزی برای تعیین کاربرد بهینه عوامل تولید در خارج و داخل کشور صورت گرفته است که به برخی از آنها در ادامه پرداخته می‌شود.

میروتچی و تیلور (Mirotchi and Taylor, 1993) کاربرد نهاده‌ها را در تولید غلات با کاربرد تابع تولید ترانسلوگ در مزارع اتیوپی مورد تحلیل قرار دادند و نتیجه گرفتند کشاورزان از نهاده نیروی کار کمتر از حد بهینه و از نهاده‌های ماشینی و سایر نهاده‌های مدرن بیش از حد استفاده می‌کنند. اوزابان کوگلو (Ozsabuncuoglu, 1998)، با به‌کارگیری داده‌ای سالانه دوره ۸۹-۱۹۶۳،تابع تولید گندم را برای برخی استان‌های ترکیه برآورد نمود. با محاسبه کشش نهاده‌ها نتیجه گرفت می‌توان با افزایش میزان مصرف نهاده‌ها تولید گندم را افزایش داد.آچاریا و باربیر(Acharya and Barbier, 2000)، با استفاده روش تابع تولید و برآورد توابع تولید خطی و غیرخطی برای دو محصول گندم و سبزیجات، با به کاربردن نهاده‌های نیروی کار، زمین، بذر، کود و آب ارزش تولید نهایی آب را محاسبه کردند.گونی و بیبا (Goni and Baba, 2007) در نیجریه به تحلیل کارایی منابع در تولید محصول برنج پرداختند

و با برآورد تابع کاب-داگلاس دریافتند که از همه نهاده‌ها به جز نیروی کار کمتر از حد بهینه استفاده می‌شود. نتایج به‌دست آمده از مطالعه هژبرکیانی (۱۳۷۸) نشان‌دهنده مصرف بیش از حد بهینه کودهای شیمیایی (مصرف در ناحیه سوم تولید) توسط کشاورزان در امر تولید محصول گندم است. زارع مهرجردی و اکبری (۱۳۸۰)، با برآورد تابع تولید کاب-داگلاس، تأثیر به‌کارگیری نهاده بذر اصلاح‌شده را بر عملکرد محصول گندم بررسی کردند و از طریق محاسبه کشش‌های جزئی نهاده‌ها، افزایش میزان عملکرد و تغییر در مصرف نهاده‌ها را نتیجه گرفتند. میرزایی خلیل‌آبادی و چیذری (۱۳۸۳) در مطالعه خود مقدار بهینه نهاده‌ها را برای محصول پسته در شهرستان رفسنجان، از طریق حداکثرسازی سود و شرط برابری ارزش نهایی محصول با قیمت نهاده تعیین کردند. در این مطالعه با استفاده از برآورد تابع تولید ریشه دوم و به‌کارگیری شاخص دیویژیا، مقدار بهینه برای کود دامی، کود شیمیایی و سم و سایر نهاده‌های تولید به‌دست آمد. نعلبندی اقدم و همکاران (۱۳۹۲) برای محصول گندم آبی در شهرستان اهر، با استفاده از تابع درجه‌دوم تعمیم یافته، نتیجه گرفتند که میزان مصرف نهاده‌های آب، بذر و کود شیمیایی در حد بهینه اقتصادی نمی‌باشد و در ناحیه غیراقتصادی تولید به‌کار گرفته می‌شوند.

در تحقیقات انجام شده عمدتاً به تعیین بهینه اقتصادی مصرف همه عوامل تولید پرداخته شده است؛ لذا با توجه به نقش کشاورزی در محیط‌زیست، در تحقیق حاضر با تأکید بر محیط‌زیست و تمرکز بر نهاده‌های آلوده‌کننده، شامل کودهای ازته، فسفره و سموم شیمیایی (سایر عوامل تولید در قالب شاخص دیویژیا در برآورد تابع تولید محصول گنجانده شده‌اند) به برآورد تابع تولید مناسب با توجه به آزمون‌های تصریح مدل پرداخته شده و مقدار بهینه اقتصادی این نهاده‌ها در تولید محصول گندم آبی در سال زراعی ۹۱-۹۲ در دشت ورامین تعیین شده است.

مبانی نظری و روش تحقیق

روش‌های بهینه‌سازی به دو دسته کلی غیرپارامتری[1] و پارامتری[2] تقسیم می‌شوند. در روش‌های غیرپارامتری با استفاده از تکنیک‌های ریاضی و محاسباتی در چارچوب نظریه‌های اقتصادی، مقدار بهینه نهاده مورد نظر به‌دست می‌آید. اما رهیافت پارامتری با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی، یک تابع را که نشان‌دهنده ساختار تولید در منطقه مورد مطالعه می‌باشد، برآورد می‌کند. سپس می‌توان با تخمین تابع تولید، توان تولیدی را مشخص و مقدار بهینه مصرف عوامل تولید را تعیین کرد (نعلبندی اقدم و همکاران، ۱۳۹۲ به نقل از میرزایی خلیل‌آبادی و چیذری ، ۱۳۸۳). موارد استفاده از توابع تولید بسیار گسترده است و در مطالعاتی با اهداف محاسبه کارایی (امینی و حسن‌زاده ۱۳۹۰، دشتی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Omonona et al., 2010, Dlamini et al., 2010)، اندازه گیری بهره‌وری (مصطفوی و دشتی، ۱۳۸۸ و Rashidi ,2011)، بررسی کشش‌های تولید و جانشینی بین نهاده‌ها (اسکندرزاده و راسخ، ۱۳۹۲، Singh, 1986)، بررسی اثر مقیاس (شهیکی تاش و شیوایی، ۱۳۹۱ و Zuleta, 2004) و تخصیص نهاده‌های تولید (Mirotchi &Taylor, 1993 و میرزایی خلیل‌آبادی و چیذری، ۱۳۸۳) و غیره به‌کار می‌رود. تابع تولید، بیان ارتباط فنی بین نهاده‌ها و محصول و نشان‌دهنده حداکثر مقدار محصول به‌دست آمده از نهاده‌ها می‌باشد که به‌صورت رابطه ۱ نشان داده می‌شود (دبرتین، ۱۳۷۶).

$$Y=f(X_1 , X_2 ,X_3 ,...., X_n) \qquad (۱)$$

که در آن Y مقدار محصول، f رابطه تابعی و X_iها مقادیر نهاده‌های تولید می‌باشد.

در تخصیص بهینه عوامل تولید و پیدا کردن سودآورترین مقدار نهاده در شرایط بازار رقابت کامل از شرط حداکثرسازی سود تولیدکننده بهره گرفته می‌شود.

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

1. Non Parametric Approach
2. Parametric Approach

$$P_y MP_{x_i} = P_{x_i} \longrightarrow VMP_{x_i} = P_{x_i} \qquad (۲)$$

رابطه ۲ معیار تخصیص بهینه نهاده‌هاست که در آن VMP_{xi} ارزش تولید نهایی نهاده x_i، P_{xi} قیمت نهاده x_i و P_y قیمت محصول می‌باشد (بخشوده و اکبری، ۱۳۸۲). بدین‌ترتیب نقطه بهینه استفاده از هر نهاده حدی را شامل می‌شود که ارزش تولید نهایی هر نهاده معادل قیمت آن نهاده باشد، به‌عبارتی هر نهاده به اندازه قیمت خودش درآمد ایجاد می‌کند. به‌منظور دستیابی به سودآورترین میزان استفاده از نهاده‌ها لازم است برآورد و انتخاب فرم تبعی مناسب تابع تولیدصورت گیرد تا بر اساس پارامترهای آن بتوان ارزش تولید نهایی صحیحی را برای نهاده‌ها برآورد کرد.

بر اساس نظریه تولید نئوکلاسیک‌ها یک تابع تولید باید دارای مجموعه ویژگی‌هایی همچون تقعر[۱]، متناهی بودن[۲]، پیوستگی[۳] و مشتق‌پذیر بودن مجدد[۴] باشد. چمبرز به‌صورت مشخص دو شرط یکنوایی[۵] و ضرورت[۶] را نیز جزء خصوصیات تابع تولید می‌داند (Chambers, 1988). به‌طور کلی، اشکال تابعی به دو گروه انعطاف‌پذیر[۷] و انعطاف ناپذیر[۸] تقسیم می‌شوند. توابع انعطاف‌پذیر به علت داشتن تعداد پارامتر کافی، هیچ‌گونه محدودیتی بر ساختار فناوری تولید اعمال نمی‌کنند و به‌صورت مطلوب‌تری می‌توانند رفتار واقعی عوامل اقتصادی را تصویر نمایند (حسین‌زاد و سلامی، ۱۳۸۳). از فرم‌های انعطاف‌پذیر پرکاربرد در بخش کشاورزی می‌توان به توابع تولید ترانسلوگ و درجه‌دوم تعمیم‌یافته اشاره کرد. در اینجا به توضیح خصوصیات برخی از اشکال تابع تولید پرداخته می‌شود که در مطالعات تجربی بارها مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

1. Concavity
2. Finite
3. Continiouse
4. Twice Continuously Differentiable
5. Monotonicity
6. Essentiality
7. Flexible Functional Form
8. Inflexible Functional Form

تابع تولید کاب-داگلاس[1]

یکی از معروف‌ترین و قدیمی‌ترین توابع تولید، تابع کاب-داگلاس می‌باشد. شکل کلی تابع تولید فوق، که گاهی اوقات به آن تابع تولید توانی[2]نیز گفته می‌شود، به‌صورت زیر است:

$$Y = \alpha_0 \prod_i X_i^{a_i} \qquad i=1,2,\ldots,n \qquad (۳)$$

که در آن Y مقدار محصول، Xi مقدار نهاده iام و α_0 پارامتر کارایی می‌باشد. این تابع خصوصیات ضرورت، همگنی، یکنواختی، تقعر، پیوستگی، مشتق‌پذیری، غیرمنفی و غیرتهی بودن را دارد. پارامترهای تابع کاب-داگلاس کشش‌های تولید نهاده‌ها را نشان می‌دهد. این تابع خصوصیت ضرورت مصرف نهاده را به‌خوبی نمایان می‌سازد. از جمله محدودیت‌های این تابع می‌توان به ثابت بودن کشش تولید نهاده‌ها، نشان دادن تنها یک ناحیه تولیدی برای هر نهاده و ثابت بودن بازده نسبت به مقیاس بدون توجه به سطح تولید اشاره کرد (دبرتین، ۱۳۷۶). دلایل عمده استفاده از این تابع، سادگی و سهولت تفسیر نتایج حاصله است. در حقیقت این تابع اجازه می‌دهد که به‌سادگی نوع بازده به مقیاس، کارایی عوامل تولید، کشش جانشینی بین نهاده‌ها و کشش تولید آنها را بتوان تعیین کرد.

تابع تولید ترانسندنتال[3]

این تابع یکی از انواع توابع تولید تعمیم‌یافته فرم کاب- داگلاس است که از آن به تابع متعالی هم یاد می‌شود (Johanson, 1972). فرم ریاضی این تابع به‌صورت زیر است:

$$Y = \alpha_0 \prod_i X_i^{a_i} * e^{b_i X_i} \qquad i=1,2,\ldots,n \qquad (۴)$$

1. Cobb-Douglas production function.
2. Power production function
3. Transendental production function

این تابع شکل تغییریافته‌ای از تابع کاب-داگلاس است که کلیه ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها را تأمین می‌کند. کشش‌های تولیدی نهاده‌ها در این فرم ثابت نیست ولی مقدار آنها تنها به میزان مصرف همان نهاده بستگی دارد. از خصوصیات این تابع آن است که بازده نسبت به مقیاس در آن ثابت نیست، بلکه بستگی به مقدار مصرف نهاده‌ها دارد. به‌علاوه، این فرم سه ناحیه تولیدی نئوکلاسیک‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به این مجموعه صفات، تابع ترانسندنتال را می‌توان یکی از فرم‌های مناسب برای بیان روابط تولید بر اساس نظریه تولید کلاسیک‌ها دانست (Halter et al., 1957).

تابع تولید درجه دوم تعمیم‌یافته[1]

شکل کلی تابع تولید درجه دوم به‌صورت زیر است:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i X_i + \sum_{i=1}^{n} a_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_i X_j \qquad (۵)$$

این تابع کلیه ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها به جز شرط ضرورت تامین می‌کند. تابع خطی متداخل در این فرم وجود دارد. کشش‌های تولیدی در این تابع نیز بستگی به میزان مصرف نهاده‌ها دارد و مشتق اول آن محدودیتی از نظر علامت ندارد. این تابع سه ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد. در این تابع پارامترهای روابط متقابل نهاده‌ها برآورد می‌شود و در نتیجه امکان ارزیابی هم‌زمان اثر متقابل نهاده‌ها بر یکدیگر فراهم می‌شود. در این تابع شرط تقعر کلیت ندارد.

تابع تولید ترانسلوگ[2]

تابع ترانسلوگ در حقیقت تابع تولید ترانسندنتال لگاریتمی است. فرم کلی این تابع به‌صورت زیر است:

1. Generalized Quadratic Production Function
2. Translog Production Function

$$Y = a_0 \prod_i X_i^{a_i} \prod_i X_i^{\frac{1}{2}\sum_{i,j=1,2,\ldots,n} (b_{ij} \log X_j) X_i} \qquad (۶)$$

از مهم‌ترین علل به‌کارگیری گسترده این تابع توسط اقتصاددانان، سهولت در تفسیر نتایج و نیز محاسبات لازم در استخراج تابع هزینه ترانسلوگ است (جوهانسن، ۱۹۷۲). از مشخصات تابع یاد شده این است که اجازه می‌دهد کشش‌های جانشینی و کشش‌های تولیدی بسته به سطح مصرف نهاده‌ها تغییر کند. به‌علاوه، مشتق اول این تابع محدودیتی از نظر علامت ندارد. به عبارت دیگر تابع ترانسلوگ هر سه ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد و تولید نهایی در آن فزاینده، کاهنده و یا منفی است. در تابع ترانسلوگ علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی ضرایب، روابط متقابل متغیرها[1] نیز برآورد می‌شود (Christensen et al., 1971).

با استفاده از رهیافت تابع تولید و تعیین ضرایب فنی علاوه بر ارزش تولید نهایی، اهمیت و جایگاه هر نهاده در افزایش تولید محصول گندم با استفاده از کشش تولید نهاده‌ها مشخص می‌گردد. اینکه کدام‌یک از توابع می‌توانند رفتار تولیدی محصول مورد نظر را بهتر بازگو نمایند، بستگی به فناوری حاکم بر جریان تولید دارد و با استفاده از معیارهای اقتصادسنجی و آزمون‌های تصریح مشخص می‌شود. گجراتی(۱۹۹۵) تعداد پارامترهای کمتر، سادگی تفسیر، سادگی محاسباتی، خوبی برازش، قدرت تعمیم‌دهی و پیش‌بینی را از جمله معیارهای انتخاب مناسب‌ترین تابع بیان می‌کند. تامپسون (Thompson, 1998) علاوه بر معیارهای مذکور، مطالعات تجربی را راهنمای خوبی برای انتخاب تابع مناسب می‌داند.

شاخص دیویژیا[2]

با توجه به معیارهای گفته شد، جهت انتخاب تابع تولید مناسب از جمله توجه به فناوری حاکم بر جریان تولید و استفاده از معیارهای اقتصادسنجی تابعی برگزیده می‌شود که روابط واقعی بین متغیرها را بهتر نشان دهد. در توابع تولید ترانسلوگ، ترانسندنتال و درجه دوم به

1. Interaction Term
2. Divisia Index

دلیل زیاد بودن تعداد متغیرها، امکان بروز مشکل هم‌خطی شدید بین متغیرهای مستقل بسیار بالاست. لذا برای جلوگیری از کاهش کارایی ضرایب و حفظ دقت آنها در برآورد تابع تولید می‌توان از شاخص دیویژیا استفاده کرد. در این مطالعه به‌منظور تمرکز بیشتر بر نهاده‌های مورد مطالعه و به‌دلیل وجود هم‌خطی شدید بین متغیرها از این شاخص استفاده شده است. این شاخص جمع موزونی از نرخ‌های رشد است که در آن وزن‌ها،سهم هزینه‌ای هر نهاده از ارزش کل تولید می‌باشد و به طریق زیر محاسبه می‌گردد:[1]

$$D = \prod_{i=1}^{n} X_i^{V_i} \qquad (۷)$$

که در آن D شاخص دیویژیا، Xi نهاده iام، و Vi سهم نهاده iام از هزینه کل می‌باشد و به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_i = \frac{P_i X_i}{P_0 X_0}$$

از این شاخص در مطالعات فراوانی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه مهرابی بشرآبادی (۱۳۸۷)، میرزایی خلیل‌آبادی و چیذری(۱۳۸۳)، هژبرکیانی(۱۳۷۶)، زوبری (Zuberi, 1989) و رشیدی (Rashidi, 2011) اشاره کرد.

الگوی تجربی تابع تولید ترانسلوگ برای نهاده های مورد مطالعه حاضر به صورت رابطه زیر است:

$$\begin{aligned} LnY = {} & \alpha + \beta_1 lnX_1 + \beta_2 lnX_2 + \beta_3 lnX_3 + \beta_4 lnDI + \\ & \frac{1}{2}\beta_{11}(lnX_1)^2 + \frac{1}{2}\beta_{22}(lnX_2)^2 + \frac{1}{2}\beta_{33}(lnX_3)^2 + \frac{1}{2}\beta_{44}(lnDI)^2 + \\ & \beta_{12} lnX_1 lnX_2 + \beta_{13} lnX_1 lnX_3 + \beta_{14} lnX_1 lnDI + \\ & \beta_{23} lnX_2 lnX_3 + \beta_{24} lnX_2 lnDI + \beta_{34} lnX_3 lnDI \end{aligned} \qquad (۸)$$

در رابطه ۸، Y مقدار تولید گندم در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_1 مقدار کود ازته مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم،X_2 مقدار کود فسفره مصرفی در هکتار بر حسب

۱. جهت مطالعه بیشتر، به مطالعه هژبرکیانی(۱۳۷۶) مراجعه شود.

کیلوگرم، X_3 مقدار سم مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، DIشاخص دیویژیا شامل سایر نهاده‌های مورد استفاده در تولید گندم (آب، نیروی کار و بذر) و ln نماد لگاریتم طبیعی می‌باشد.

کشش تولید نهاده iام در تابع تولید ترانسلوگ عبارت است از:

$$E_{x_i} = \beta_i + \beta_{ii} \ln X_i + \sum_{j=2}^{n} \beta_{ij} \ln X_i \qquad (۹)$$

برآورد توابع مورد نظر در این مطالعه، به روش OLS[1] و با استفاده از نرم افزار Eviews8 انجام شد.

آمار و اطلاعات مورد نیاز به‌صورت مقطعی و مربوط به سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ است که به روش پیمایشی و با تکمیل پرسش‌نامه از کشاورزان دشت ورامین جمع‌آوری گردید. لازم به‌ذکر است برای نهاده سم، میزان سموم علف‌کش و حشره‌کش مصرفی توسط کشاورزان در نظر گرفته شده است. جامعه آماری مورد تحقیق، شامل گندم‌کاران آبی دشت ورامین است که برای انتخاب نمونه مناسب از جامعه مذکور، روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای مورد استفاده قرار گرفت و داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از مجموع ۱۱۳ پرسش‌نامه استخراج گردید. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران[2] با در نظر گرفتن دقت احتمالی ۹۲ درصد تعیین گردید. در مرحله اول تعداد آبادی های نمونه از شهرستان‌های ورامین، ری، پیشوا و پاکدشت به‌صورت تخصیص متناسب انتخاب گردید و در مرحله بعد از هر آبادی نمونه به تعداد یکسان بهره بردار به صورت تصادفی انتخاب و پرسش‌نامه تکمیل گردید.

---

1. Ordinary Least Squares

2. $$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N}\left[\frac{z^2 pq}{d^2} - 1\right]}$$

n: حجم نمونه، N: حجم جامعه،Z: مقدار متغیرنرمال واحداستاندارد،d: مقدار اشتباه (که در این مطالعه برابر ۸٪ در نظرگرفته شد)، و p و q که هر دو معادل ۰/۵در نظر گرفته شدند.

به‌منظور تعیین مقدار بهینه مصرف نهاده‌های تولید با هدف حداکثرسازی سود اقتصادی کشاورز، ابتدا بایستی تابع تولید محصول برآورد شود. لذا تابع تولید کاب-داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ و درجه دوم تعمیم‌یافته به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین تابع تولید برآورد شد. لازم به‌ذکر است که به‌منظور تمرکز بر متغیرهای مهم مورد هدف مطالعه و به‌دلیل وجود هم‌خطی شدید بین متغیرها از شاخص دیویژیا برای تخمین توابع تولید استفاده گردید. پس از برازش انواع مختلف تابع تولید و با توجه به معیارهای تعداد پارامترهای کمتر، سازگاری با تئوری، سادگی محاسباتی، خوبی برازش (R^2)، و آماره معنی‌داری کل رگرسیون (F)، سرانجام تابع تولید ترانسلوگ به‌عنوان بهترین فرم تابع تولید گندم آبی انتخاب گردید که نتایج برآورد در قسمت بعد مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به مباحث مطرح شده در روش تحقیق، نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ به عنوان مناسب‌ترین مدل با توجه به معیارهای انتخاب تابع مناسب در جدول ۱ ارائه گردیده است:

جدول۱. نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ برای گندم آبی در دشت ورامین

نام متغیر	ضریب	آماره t
ضریب ثابت	۱/۶۰	۰/۱۴
Lnx_1	$-۵/۸۴^{***}$	-۳/۸۷
Lnx_2	$-۶/۱۲^{*}$	-۱/۸۹
Lnx_3	$۱۱/۸^{***}$	۹/۰۶
LnDI	$۶/۹۰^{**}$	۳/۶۷
$(Lnx_1)^2$	$۰/۲۹^{**}$	۲/۲۹
$(Lnx_2)^2$	$۱/۷۶^{***}$	۴/۹۰
$(Lnx_3)^2$	-۰/۱۱	-۱/۴۸
$(LnDI)^2$	$-۰/۳۰^{***}$	-۳/۰۷

ادامه جدول ۱

$Lnx_1 . Lnx_2$	$-۰/۳۹^{***}$	$-۳/۰۵$
$Lnx_1 . Lnx_3$	$۰/۷۵^{***}$	$۶/۰۶$
$Lnx_1 . LnDI$	$۰/۵۳^{***}$	$۳/۶۹$
$Lnx_2 . Lnx_3$	$-۱/۱۲^{***}$	$-۸/۶۶$
$Lnx_2 . LnDI$	$-۰/۷۵^{***}$	$-۶/۷۲$
$Lnx_3 . LnDI$	$-۱/۳۶^{***}$	$-۱۰/۰۲$
$F= ۳۶/۰۸$	$R^2= ۰/۸۳$	

مأخذ: نتایج تحقیق *و**و*** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۹۰٪ و ۹۵٪ و۹۹٪ می‌باشد.

بر اساس جدول۱، ضریب تعیین برابر ۰/۸۳ است که توضیح‌دهندگی مناسب الگوی برآورد شده را نشان می‌دهد. معنی‌داری آماره F در سطح ۹۹ درصد و معنی‌داری اکثریت ضرایب بر اساس آماره t حداقل در سطح ۱۰درصد نشان‌دهنده خوبی برازش این الگو می‌باشد. نتایج پس از انجام آزمون‌های لازم برای بررسی برقراری فروض کلاسیک در رگرسیون به روش OLS و رفع مشکلات این فروض ارائه شده است. ناهمسانی واریانس[1]اجزای اخلال در داده‌های مقطع عرضی[2] معمولاً وجود دارد و آزمون هاروی[3] این مشکل را نشان داد که برای رفع آن از تصحیح وایت[4] استفاده شد. تصریح الگو توسط آزمون RESET رمزی و آزمون پایداری ضرایب به تأیید رسید.

جدول ۲. کشش تولید نهاده‌های شیمیایی تولید گندم آبی

	کود ازته	کود فسفره	سموم
کشش تولید	-۰/۴۹	۰/۲۱	۰/۰۹

مأخذ: محاسبات تحقیق

1. Heteroskedasticity
2. Cross Section
3. Harvay
4. White

در تابع تولید ترانسلوگ، کشش تولیدی هر نهاده تابعی از سطح مصرف نهاده‌هاست. کشش‌های تولید در مقدار میانگین نهاده‌ها محاسبه شد و نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به مقادیر محاسبه شده کشش جزئی نهاده‌ها، ناحیه تولیدی که در آن ناحیه مورد استفاده قرار گرفته‌اند تعیین می‌شود. بر این اساس از نهاده‌های کود ازته به‌دلیل کشش تولید منفی در ناحیه سوم تولید و از کود فسفره و سموم به‌دلیل اینکه کشش تولید آنها بین صفر و یک قرار گرفته است، در ناحیه دوم تولید استفاده می‌شود و لذا می‌توان گفت از نهاده کود ازته بیش از حد بهینه مصرف شده است.

قیمت محصول گندم و نیز قیمت هر یک از نهاده‌های شیمیایی تولید در منطقه مورد مطالعه در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. قیمت محصول و نهاده های شیمیایی تولید گندم در منطقه در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ (۱۰ ریال)

محصول و نهاده	گندم	کود ازته	کود فسفره	سموم
قیمت	۷۷۲	۴۰۰	۶۹۰	۳۰۰۰۰

مأخذ: اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی استان تهران و محاسبات تحقیق

به‌منظور تعیین مقدار بهینه اقتصادی مصرف نهاده‌ها، از شرط لازم حداکثرسازی سود (رابطه ۲) استفاده شده که مقادیر بهینه مصرف نهاده‌های کود ازته، کود فسفره و سموم شیمیایی و همچنین مقدار متوسط مصرف کنونی آنها توسط کشاورز در جدول۴ ارائه شده است.

جدول ۴. مقدار بهینه اقتصادی و مقدار متوسط مصرف نهاده‌های شیمیایی تولید گندم (کیلوگرم)

	کود ازته	کود فسفره	سموم
مقدار بهینه اقتصادی	۹۲/۸۳	۷۵/۲۸	۳/۸۳
مقدار متوسط مصرف	۲۰۰/۹۹	۸۰/۲۱	۲/۹۴

مأخذ: محاسبات تحقیق

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده شد، به‌دلیل منفی بودن کشش تولید نهاده کود ازته، که نشان‌دهنده مصرف بیش از بهینه تکنیکی این نهاده است، به‌طور یقین می‌توان گفت که از این نهاده بیش از حد بهینه اقتصادی به‌کارگرفته می‌شود. اما در مورد نهاده‌های کود فسفره و سموم، که کشش تولید مثبت دارند و در ناحیه اقتصادی تولید به کارگرفته می‌شوند، با محاسبه حد بهینه اقتصادی با توجه به شرط حداکثرسازی سود بهره‌بردار و مقایسه آن با مقدار متوسط مصرف فعلی توسط کشاورز می‌توان به بهینه بودن یا نبودن رفتار کشاورز در مورد مصرف این نهاده‌ها پی برد. با توجه به جدول ۴، و مقایسه مقدار بهینه مصرف اقتصادی و مقدار متوسط مصرف، ملاحظه می‌گردد در حال حاضر از کود ازته و کود فسفره به‌ترتیب تقریباً به اندازه ۱۰۸ و ۵ کیلوگرم بیش از اندازه مصرف می‌شود و برای حداکثر کردن سود کشاورز بایستی از کود ازته و کود فسفره به‌ترتیب به مقدار ۹۲/۸۳ و ۷۵/۲۸ کیلوگرم در هکتار استفاده کرد. براساس نتایج محاسبات صورت گرفته، میزان مصرف سموم شیمیایی توسط کشاورزان در این دوره زمانی برابر با ۲/۹۴ کیلوگرم در هکتار و کمتر از حد مصرف بهینه اقتصادی بوده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه مقدار بهینه اقتصادی مصرف نهاده‌های آلوده‌کننده محیط‌زیست (کودها و سموم شیمیایی) در تولید گندم آبی در دشت ورامین تعیین شد. بر اساس نتایج پژوهش، کشاورزان دشت ورامین در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲، نهاده کود ازته را بیش از حد بهینه اقتصادی و در ناحیه سوم تولید، و نهاده کود فسفره را در ناحیه دوم تولید، اما بیشتر از حد بهینه اقتصادی مورد استفاده قرار داده‌اند. تدوین ابزارهای سیاستی مناسب در جهت کاهش مقدار مصرف این نهاده‌ها به‌منظور حفاظت از محیط‌زیست و افزایش تولید محصول امری قابل ملاحظه می‌باشد. از جمله اقدامات مؤثر در این زمینه، در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی و بهینه‌سازی مصرف کودها و سموم شیمیایی و توسعه و ترویج استفاده از مواد آلی و بیولوژیک و کشت محصولات ارگانیک می‌باشد. همچنین برآورد نیاز کودی مناطق مختلف

و توصیه میزان مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آن برای رسیدن به این هدف می تواند راهگشا باشد. به‌علاوه، واقعی‌تر کردن قیمت کودهای شیمیایی می‌تواند به مصرف بهینه آنها توسط کشاورز بینجامد. همچنین یافته‌های تحقیق بیانگر مصرف عقلایی نهاده سم توسط کشاورزان می‌باشد که می‌توان گفت اقدامات ترویجی صورت گرفته در سال‌های اخیر و واقعی شدن قیمت این نهاده، نقش مهمی در رفتار منطقی کشاورزان در مصرف این نهاده داشته است. همچنین از پیشنهادات تکمیلی و پژوهشی این مطالعه استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی در تحقیقات آتی برای تعیین میزان بهینه کاربرد نهاده های شیمیایی و مقایسه آن با نتایج حاصل از روش تحقیق فعلی می باشد.

منابع

امینی، ع.ر. و حسن‌زاده، ک. ۱۳۹۰. اندازه‌گیری عدم کارایی در استفاده از نیروی کار ماهر و شناسایی عوامل مؤثر بر آن، مطالعه موردی: کارگاه‌های صنعتی ایران. *مجله سیاست‌گذاری اقتصادی*، ۶: ۱۰۹-۱۴۴.

اسکندرزاده، م. و راسخ، ع. ۱۳۹۲. برآورد تابع تولید محصولات مشخص کشاورزی در ایران با استفاده از روش بیشینه آنتروپی تعمیم‌یافته. *اقتصاد کشاورزی*، ۷ (۴):۱۰۵-۱۱۶.

بخشوده، م. و اکبری، ا.۱۳۸۲. اصول اقتصاد تولید محصولات کشاورزی. کرمان، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.

تابنده تهرانی، ک. و یزدانی، س. ۱۳۸۲. بررسی اقتصادی کاربرد نهاده‌ها در تولید پنبه (مطالعه موردی منطقه گرمسار). *مجله علوم کشاورزی*، ۹(۴): ۱۹-۳۴.

حسین‌زاد، ج. و سلامی، ح. ۱۳۸۳.انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی (مطالعه موردی تولید گندم). *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۲ (۴۸): ۵۳-۸۴.

حسن‌پور، ب. و سلطانی، غ. ۱۳۷۷. بررسی اقتصادی مصرف کود شیمیایی فسفاته در مزارع گندم آبی استان فارس. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۶ (۲۳): ۲۰۹-۲۳۰.

دبرتین، د.، ال. ۱۳۷۶. اقتصاد تولید کشاورزی. ترجمه محمد قلی موسی‌نژاد و رضا نجارزاده. تهران: موسسه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس.

دشتی، ق.، یاوری، س.، پیش‌بهار، ا. و حیاتی، ب. ۱۳۹۰. عوامل موثر بر کارایی تکنیکی واحدهای مرغداری گوشتی شهرستان سنقر و کلیایی. *نشریه پژوهش‌های علوم دامی*، ۲۱(۳): ۸۳-۹۵.

رحمانی، ف.، احمدیان، م. و یزدانی، س.۱۳۹۰.بررسی حذف یارانه‌ی نهاده‌های کشاورزی بر تولید محصولات کشاورزی منتخب در ایران. *مجله اقتصاد کشاورزی*، ۵ (۳): ۵۵-۷۴.

زارع مهرجردی، م. ر. و اکبری، ا.۱۳۸۰. اثر نهاده‌های جدید (بذر اصلاح شده) بر میزان تولید گندم. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۹ (۳۶): ۱۳۷-۱۵۰.

شهیکی تاش، م.ن. و شیوایی، ا. ۱۳۹۱. سنجش رشد بهره‌وری عوامل تولید(TFP) و اثر مقیاس بر مبنای تابع تجزیه‌پذیر مرزی (مطالعه موردی صنایع ایران). *مجله سیاست‌گذاری اقتصادی*، ۷: ۱۲۷-۱۴۶.

کریم‌زادگان، ح.، گیلان‌پور، ا. و میرحسینی، س.ا. ۱۳۸۵. اثر یارانه کود شیمیایی بر مصرف غیربهینه آن در تولید گندم. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۵۵: ۱۲۱-۱۳۴

کوچکی، ع.ر. ، نصیری محلاتی، م. و کیانی، م.ر.۱۳۹۳. پیش‌بینی درازمدت تقاضای مصرف کودهای شیمیایی در کشاورزی ایران. *مجله کشاورزی بوم‌شناختی*، ۴(۱): ۱-۱۴.

گجراتی، د.۱۳۸۳. مبانی اقتصاد سنجی. ترجمه حمید ابریشمی. جلد دوم. چاپ سوم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

مصطفوی، س. م. ح. و دشتی، ن. ۱۳۸۸. اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری در صنعت سیمان ایران. *مجله سیاست‌گذاری اقتصادی*، ۱: ۸۶-۱۱۳.

مهرابی بشرآبادی، ح. ۱۳۸۷. بررسی رابطه بین نسبت شکاف تکنولوژیکی و اندازه مزرعه برای گندم‌کاران استان کرمان. *مجله علوم و صنایع کشاورزی*، ۲۲(۱):۱۰۵-۱۱۶.

میرزایی خلیل‌آبادی، ح. ر. و چیذری، ا.ح. ۱۳۸۳. تعیین کارایی فنی و مقدار بهینه آب در تولید پسته (مطالعه موردی شهرستان رفسنجان).*پژوهش و سازندگی*، ۶۲: ۴۳-۴۹.

نعلبندی اقدم، ل. ، دشتی، ق. و اجلی، ج. ۱۳۹۲. ارزیابی تطبیقی اقتصاد مصرف عوامل تولید گندم آبی در مزارع کوچک و بزرگ شهرستان اهر. *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۳(۲): ۹۷-۸۵.

هژبر کیانی، ک. ۱۳۷۸. بررسی و تعیین مقدار بهینه اقتصادی استفاده از نهاده‌ها در کشت گندم آبی. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۷:۲۶-۴۰.

هژبر کیانی، ک. ۱۳۷۶. بررسی و تعیین مقدار بهینه اقتصادی استفاده از نهاده‌ها در کشت گندم. تهران: مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.

هژبرکیانی، ک. و امینی، ع.ر. ۱۳۷۵. شاخص دیویژیا و کاربرد آن در تابع تولید. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۴ (۱۵):۳۵-۵۸.

Acharya, G. 2000. The values of wetlands: landscape and institutional perspectives. *Ecological Economics,* 35: 63-74.

Acharya, G. and Barbier, E. B. 2000. Valuing ground Water Recharge through agricultural production in the Hadejia-Nguru wetlands in northern Nigeria. *Agricultural Economics*, 22: 247-259.

Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B. and Mittal, N. 2008. Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. *Food Chemistry*, 111: 811-815

Bylin, C., Misra, R., Murch, M. and Rigterink, W. 2004. Sustainable agriculture: development of an on farm assessment tool, A project submitted in partial fulfillment of the requirments for the degree of Master of Science/Master of Forestry. Master of Landscape Architecture at the University of Michigan, Retrieved May 13 2007.

Chagnon, M., Kreutzweiser, D., Mitchell, E.A.D., Morrisseey, Ch.A., Noome, D.A., & Van der Sluijs, J. P. 2015. Risks of large-scale use of systemic

insecticides to ecosystem functioning and services. *Environ*. Sci. Pollut Res., 22:119-134

Chambers, R. G. 1988. Applied production analysis: A dual approach. Cambridge University Press.

Christensen, L. R., , Jorgenson, D.W. and Lau, L. J. 1971. Conjugateand the transcendental logarithmic function. *Econometrica*, 39: 68-259

Dlamini, S., Rugambisa, J. I., Masuku, M. B., and Belete, A. 2010. Technical efficiency of the small scale sugarcane farmers in Swaziland: A case study of Vuvulane and Big bend farmers. *African Journal of Agricultural Research*, 5(9): 935-940.

Ghosh, N. 2004. Reducing dependence on chemical fertilizers and its financial implications for farmers in India. *Ecological Economics*, 49: 149-162.

Goni, M., & Mohammed baba, B. A. 2007. Analysis of resource-use efficiency in rice production in the lake chad area of borno state, Nigeria. *Journal of Sustaianable Development in Agriculture & Environment*, 3:31-37

Halter, A.N., Carter, H.O., and Hocking, J.G. 1957. A note on thetranscendental production function. *Journal of Farm Economics,* 39:966-974

Johanson, L. 1972. Production function, an integration of micro andmacro, short-run and long-run aspect. North Holland publishingcompany, amesterdam. New York: Oxford

Larson, D.L., Mcdonald, S., Fivizzani, A., Newton, W., and Hamilton, S. 2005. Effect of pesticides on amphibians and reptiles. *Journal of Experimental Zoology, India,* 7: 39–47.

Lu, Y., Song, Sh. Wang, R., Jenkins, A., Ferrier, R., & Sweetman, A. 2015. Impact of soil and water pollution on food safety and health risks in China. *Environment International*, 77: 5-15

Monzer, Z., Tabi, A., & Csutora, M. 2012. Modifying the yield factor based on more efficient use fertilizer-the environmental impacts of intensive and extensive agricultural practices. *Ecological Economics*, 16:58

Mirotchi, M., & Taylor, D. B. 1993. Resource allocation and productivity of cereal state farms in Ethiopia. *Agriculture Economiic*, 8:97-187

Omonona, B., & Egbetokun, O. A. and Akanbi, A. T. 2010. Farmersresource – Use and technical efficiency in cowpea production in Nigeria. *Economic Analysis & Policy*, 40(1):87- 95.

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

Rahman, S. 2003. Environmental impact of modern agricultural technology diffusion in Bangladesh: an analysis of farmers' perceptions and their determinants. *Journal of Environmental Management*, 68: 183-191

Rashidi Sharifabadi, A.R. and Mehrabi Boshrabadi, H. 2011. Decomposition of total factor productivity Growth of Pistachio production in Rafsanjan region of IRAN. *International Journal of Nuts and Related Science*, 2(1):1-10

Rattan, R.K., Datta, S.P., Chhonkar, P.K., Suribabu, K. & Singh, A.K. 2005. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal

content in soils, crops and groundwaterd a case study. *Agriculture Ecosystems and Environment,* 109 :310-322.

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

Thompson, C. D. 1998. Choice of flexible functional forms: Reviewand appraisal. *Western Journal of Agricultural Economics*, 13: 169-183.

Udeigwe, T. K., Teboh, J. M., Eze, Stietiya, M. H., Kumar, V., Hedrix, J., Mascagni, H. JR., Ying, T. & Kandakji, T. 2015. Implication of leading crop production practices on environmental quality and human health. *Journal of Environmental Management*, 151:267-279

Zuberi, H. A. 1990. Production function: Institutional credit and agricultural development in Pakistan . *Pakistan Development Review*, 28(1): 43-56

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی