

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

تعیین مقدار بهینه اقتصادی مصرف نهاده‌های شیمیایی آلاینده محیط زیست 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 بهینه اقتصادی مصرف نهاده‌های شیمیایی آلاینده محیط زیست در دشت ورامین برای محصول گندم آبی با تکمیل ۱۱۳ پرسش‌نامه از گندمکاران این منطقه به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومارحله‌ای صورت گرفت. با تخمین تابع تولید ترانسلوگ مناسب و با هدف حداکثر کردن سود اقتصادی بهره‌بردار، سودآورترین میزان به کارگیری این نهاده‌ها محاسبه گردید. نتایج نشان داد که بهره‌برداران کود ازته را در

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

e-mail: akram.neshat@modares.ac.ir

e-mail: mahmadian@ut.ac.ir

۲. استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

۳. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

e-mail: s_khalil@modares.ac.ir

۴. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

e-mail: vakilpoormh@modares.ac.ir

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و چهارم، شماره ۹۵

ناحیه سوم تولید و به صورت غیراقتصادی و به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از مقدار بهینه اقتصادی و کود فسفره را در ناحیه دوم و اقتصادی تولید و به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار بیش از حد بهینه اقتصادی مصرف می کنند. از طریق به کارگیری ابزارهای سیاستی مناسب از جمله اقدامات ترویجی و اطلاع رسانی در مورد آثار سوء مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و ترویج مصرف کودهای آلی و بیولوژیک در میان کشاورزان می توان مدیریت کارای مصرف نهاده های آلاینده را اعمال نمود. علاوه بر این، یافته های تحقیق بهینه بودن اقتصادی کاربرد نهاده سم توسط گندمکاران این منطقه را نشان می دهد.

طبقه بندی JEL: D53, Q24, Q10

کلیدواژه ها:

مصرف بهینه، محیط زیست، نهاده های شیمیایی، تابع تولید، دشت ورامین

مقدمه

آلودگی های زیست محیطی از جمله آب و خاک در دهه های اخیر یکی از چالش های حوزه کشاورزی محسوب می شود. تشدید فعالیت های کشاورزی در جهت تأمین نیاز غذایی جمعیت در حال رشد جهان، باعث به وجود آمدن نگرانی هایی در زمینه محیط زیست و به خطر افتادن سلامت انسان ها می شود (Udeigwe et al., 2015; Monzer, 2012). وابستگی کشاورزی مدرن به نهاده های آلاینده محیط زیست از جمله سموم و کودهای شیمیایی، اگرچه در کوتاه مدت سبب افزایش بهره وری تولید و درآمد کشاورزان می شود (Chagnon et al, 2015)، ولیکن در بلندمدت اثرات منفی بر بافت خاک و تنوع زیستی آن، محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی وارد می کند (Larson et al., 2004; Lu et al., 2015; Bylin et al., 2004). تجمع این عناصر در خاک و حرکت آنها توسط (Ghosh 2004 و حسن پور سلطانی ۱۳۷۷).

تعیین مقدار بهینه.....

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 (Rattan et al., ;Arora et al., 2008). (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 حالی که 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 در کشاورزی 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 در مورد نهاده‌های کشاورزی در کشور انجام شده است، شواهدی وجود دارد که نشان‌دهنده مصرف برخی از نهاده‌ها در ناحیه سوم تولید به معنی 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، نه تنها 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 ۰/۷ کیلوگرم در هکتار و در

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و چهارم، شماره ۹۵

جهان به میزان ۹۸ و ۱ کیلوگرم در هکتار می باشد. ملاحظه می شود میزان متوسط مصرف کودهای شیمیایی در ایران بالاتر از حد متوسط جهانی می باشد، بنابراین به کارگیری 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 به وجود می آورد؛ بنابراین به دلیل 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 نهاده‌ها 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 به دلیل خاصیت آبشویی سریع در صورت مصرف بی‌رویه در طی زمان به منابع آب‌های زیرزمینی انتقال یافته و در نهایت به آلودگی آب‌های آشامیدنی منجر خواهد شد. همچنین کودهای فسفره به دلیل 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 به هم خوردن تعادل قارچ‌ها و باکتری‌ها در خاک‌های کشاورزی می شود. علاوه بر این، استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی موجب تجمع آنها در اندام‌های مصرفی گیاه شده و باعث نامرغوب شدن کیفیت محصول و تولید ناپایدار از دیدگاه زیست محیطی و به خطر افتادن سلامتی مصرف کنندگان خواهد شد. در منطقه دشت ورامین نیز به علت وجود کشاورزی گسترده در سطح وسیع، لزوم توجه به به کارگیری بهینه نهاده‌های آلاینده محیط زیست ضروری می باشد.

تعیین مقدار بهینه.....

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 (Mirotschi 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 به‌کاربردن 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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و چهارم، شماره ۹۵

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 چیدری (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^۱ و پارامتری^۲ تقسیم می‌شوند. در روش‌های غیرپارامتری با استفاده از تکنیک‌های ریاضی و محاسباتی در چارچوب نظریه‌های اقتصادی، مقدار بهینه نهاده مورد نظر به دست 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 چیدری، 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)، اندازه‌گیری بهره‌وری (مصطفوی و دشتی، ۱۳۸۸ و Rashidi, 2011)، بررسی کشش‌های تولید و جانشینی بین نهاده‌ها (اسکندرزاده و راسخ، ۱۳۹۲، Singh, 1986)، بررسی اثر مقیاس (شهیک‌تاش و شیوایی، ۱۳۹۱ و Zuleta, 2004) و تخصیص نهاده‌های تولید (Mirotschi & Taylor, 1993) و میرزایی خلیل‌آبادی و چیدری، ۱۳۸۳) و غیره به کار می‌رود. تابع تولید، بیان ارتباط فنی بین نهاده‌ها و محصول و نشان‌دهنده حداکثر مقدار محصول به دست آمده از نهاده‌ها می‌باشد که به صورت رابطه ۱ نشان داده می‌شود (دبرتین، ۱۳۷۶).

$$Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) \quad (1)$$

که در آن Y مقدار محصول، f رابطه تابعی و X_i ها 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

$$P_y MP_{x_i} = P_{x_i} \longrightarrow VMP_{x_i} = P_{x_i} \quad (2)$$

رابطه ۲ معیار تخصیص بهینه نهاده‌هاست که در آن VMP_{x_i} ارزش تولید نهایی نهاده x_i ، P_{x_i} قیمت نهاده x_i و P_y قیمت محصول می‌باشد (بخشوده و اکبری، ۱۳۸۲). بدین ترتیب نقطه بهینه استفاده از هر نهاده حدی را شامل می‌شود که ارزش تولید نهایی هر نهاده معادل قیمت آن نهاده باشد، به عبارتی هر نهاده به اندازه قیمت خودش درآمد ایجاد می‌کند. به منظور دستیابی به سودآورترین میزان استفاده از نهاده‌ها لازم است برآورد و انتخاب فرم تبعی مناسب تابع تولید صورت 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 به صورت مشخص دو شرط یکنوایی^۵ و ضرورت^۶ را نیز جزء خصوصیات تابع تولید می‌داند (Chambers, 1988). به طور 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 به صورت 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 درجه دوم 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. Continious
4. Twice Continuously Differentiable
5. Monotonicity
6. Essentiality
7. Flexible Functional Form
8. Inflexible Functional Form

تعیین مقدار بهینه.....

تابع تولید کاب-داگلاس^۱

یکی از معروف‌ترین و قدیمی‌ترین توابع تولید، تابع کاب-داگلاس می‌باشد. شکل کلی تابع تولید فوق، که گاهی اوقات به آن تابع تولید توانی^۲ نیز گفته می‌شود، به صورت زیر است:

$$Y = \alpha_0 \prod_i X_i^{a_i} \quad i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

که در آن Y مقدار محصول، X_i مقدار نهاده نام 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 به خوبی 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 به سادگی نوع بازده به مقیاس، کارایی عوامل تولید، کشش جانشینی بین نهاده‌ها و کشش تولید آنها را بتوان تعیین کرد.

تابع تولید ترانسندنتال^۳

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 به صورت زیر است:

$$Y = \alpha_0 \prod_i X_i^{a_i} * e^{b_i X_i} \quad i=1,2, \dots, n \quad (4)$$

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

این تابع شکل تغییر یافته‌ای 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. به علاوه، این فرم سه ناحیه تولیدی نئوکلاسیک‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به این مجموعه صفات، تابع ترانسدنتال را می‌توان یکی از فرم‌های مناسب برای بیان روابط تولید بر اساس نظریه تولید کلاسیک‌ها دانست (Halter et al., 1957).

تابع تولید درجه دوم تعمیم یافته^۱

شکل کلی تابع تولید درجه دوم به صورت زیر است:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i X_i + \sum_{i=1}^n a_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} X_i X_j \quad (5)$$

این تابع کلیه ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها به جز شرط ضرورت تأمین 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^۲

تابع ترانسلوگ در حقیقت تابع تولید ترانسدنتال لگاریتمی است. فرم کلی این تابع به صورت زیر است:

1. Generalized Quadratic Production Function
2. Translog Production Function

تعیین مقدار بهینه.....

$$Y = a_0 \prod_i X_i^{a_i} \prod_i X_i^{\frac{1}{2} \sum_{j=1,2,\dots,n} (b_{ij} \log X_j)} \quad (6)$$

از مهم ترین علل به کارگیری 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 می دهد کشش های جانشینی و کشش های تولیدی بسته به سطح مصرف نهاده ها تغییر کند. به علاوه، مشتق اول این تابع محدودیتی از نظر علامت ندارد. به عبارت دیگر تابع ترانسلوگ هر سه ناحیه تولیدی را نشان می دهد و تولید نهایی در آن فزاینده، کاهنده و یا منفی است. در تابع ترانسلوگ علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی ضرایب، روابط متقابل متغیرها^۱ نیز برآورد می شود (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 نهاده ها مشخص می گردد. اینکه کدام یک از توابع می توانند رفتار تولیدی محصول مورد نظر را بهتر بازگو نمایند، بستگی به فناوری حاکم بر جریان تولید دارد و با استفاده از معیارهای اقتصادسنجی و آزمون های تصریح مشخص می شود. گجراتی (۱۹۹۵) تعداد پارامترهای کمتر، سادگی تفسیر، سادگی محاسباتی، خوبی برازش، قدرت تعمیم دهی و پیش بینی را از جمله معیارهای انتخاب مناسب ترین تابع بیان می کند. تامپسون (Thompson, 1998) علاوه بر معیارهای مذکور، مطالعات تجربی را راهنمای خوبی برای انتخاب تابع مناسب می داند.

شاخص دیوژی یا^۲

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 می شود 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 هم خطی شدید بین متغیرهای مستقل بسیار بالاست. لذا برای جلوگیری از کاهش کارایی ضرایب و حفظ دقت آنها در برآورد تابع تولید می توان از شاخص دیویژیا استفاده کرد. در این مطالعه به منظور تمرکز بیشتر بر نهاده های مورد مطالعه و به دلیل وجود هم خطی شدید بین متغیرها از این شاخص استفاده شده است. این شاخص جمع موزونی از نرخ های رشد است که در آن وزن ها، سهم هزینه ای هر نهاده از ارزش کل تولید می باشد و به طریق زیر محاسبه می گردد^۱:

$$D = \prod_{i=1}^n X_i^{V_i} \quad (7)$$

که در آن D شاخص دیویژیا، X_i نهاده نام، و V_i سهم نهاده نام از هزینه کل می باشد و به صورت زیر محاسبه می شود:

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

از این شاخص در مطالعات فراوانی استفاده شده است که از آن جمله می توان به مطالعه مهرابی بشرآبادی (۱۳۸۷)، میرزایی خلیل آبادی و چیدری (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:

$$\begin{aligned} \ln Y = & \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln DI + \\ & \frac{1}{2} \beta_{11} (\ln X_1)^2 + \frac{1}{2} \beta_{22} (\ln X_2)^2 + \frac{1}{2} \beta_{33} (\ln X_3)^2 + \frac{1}{2} \beta_{44} (\ln DI)^2 + \\ & \beta_{12} \ln X_1 \ln X_2 + \beta_{13} \ln X_1 \ln X_3 + \beta_{14} \ln X_1 \ln DI + \\ & \beta_{23} \ln X_2 \ln X_3 + \beta_{24} \ln X_2 \ln DI + \beta_{34} \ln X_3 \ln DI \end{aligned} \quad (8)$$

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.

تعیین مقدار بهینه.....

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

کشش تولید نهاده λ م در تابع تولید ترانسلوگ عبارت است از:

$$E_{x_i} = \beta_i + \beta_{ii} \ln X_i + \sum_{j=2}^n \beta_{ij} \ln X_j \quad (9)$$

برآورد توابع مورد نظر در این مطالعه، به روش OLS¹ و با استفاده از نرم افزار Eviews8

انجام شد.

آمار و اطلاعات مورد نیاز به صورت مقطعی و مربوط به سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ است که به روش پیمایشی و با تکمیل پرسش‌نامه از کشاورزان دشت ورامین جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر 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 دو مرحله‌ای مورد استفاده قرار گرفت و داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از مجموع ۱۱۳ پرسش‌نامه استخراج گردید. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران^۲ با در نظر گرفتن دقت احتمالی ۹۲ درصد تعیین گردید. در مرحله اول تعداد آبادی‌های نمونه از شهرستان‌های ورامین، ری، پیشوا و پاکدشت به صورت 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

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

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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و چهارم، شماره ۹۵

به منظور 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 تعمیم یافته به منظور انتخاب مناسب ترین تابع تولید برآورد شد. لازم به ذکر است که به منظور تمرکز بر متغیرهای مهم مورد هدف مطالعه و به دلیل وجود هم خطی 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 معنی داری کل رگرسیون (F)، سرانجام تابع تولید ترانسلوگ به عنوان 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 مناسب ترین مدل با توجه به معیارهای انتخاب تابع مناسب در جدول ۱ ارائه گردیده است:

جدول ۱. نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ برای گندم آبی در دشت ورامین

نام متغیر	ضریب	آماره t
ضریب ثابت	۱/۶۰	۰/۱۴
$\ln x_1$	-۵/۸۴***	-۳/۸۷
$\ln x_2$	-۶/۱۲*	-۱/۸۹
$\ln x_3$	۱۱/۸***	۹/۰۶
$\ln DI$	۶/۹۰**	۳/۶۷
$(\ln x_1)^2$	۰/۲۹**	۲/۲۹
$(\ln x_2)^2$	۱/۷۶***	۴/۹۰
$(\ln x_3)^2$	-۰/۱۱	-۱/۴۸
$(\ln DI)^2$	-۰/۳۰***	-۳/۰۷

تعیین مقدار بهینه.....

ادامه جدول ۱

-۳/۰۵	-۰/۳۹***	LnX ₁ , LnX ₂
۶/۰۶	۰/۷۵***	LnX ₁ , LnX ₃
۳/۶۹	۰/۵۳***	LnX ₁ , LnDI
-۸/۶۶	-۱/۱۲***	LnX ₂ , LnX ₃
-۶/۷۲	-۰/۷۵***	LnX ₂ , LnDI
-۱۰/۰۲	-۱/۳۶***	LnX ₃ , LnDI
$R^2 = ۰/۸۳$		$F = ۳۶/۰۸$

مأخذ: نتایج تحقیق * و ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۹۰٪ و ۹۵٪ و ۹۹٪ می‌باشد.

بر اساس جدول ۱، 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 ۱۰ درصد 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 اجزای اخلال در داده‌های مقطع عرضی^۲ معمولاً وجود دارد و آزمون هاروی^۳ این مشکل را نشان داد که برای رفع آن از تصحیح وایت^۴ استفاده شد. تصریح الگو توسط آزمون RESET رمزی و آزمون پایداری ضرایب به تأیید رسید.

جدول ۲. کشش تولید نهاده‌های شیمیایی تولید گندم آبی

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

مأخذ: محاسبات تحقیق

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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و چهارم، شماره ۹۵

در تابع تولید ترانسلوگ، کشتش تولیدی هر نهاده تابعی از سطح مصرف نهاده‌هاست. کشتش‌های تولید در مقدار میانگین نهاده‌ها محاسبه شد و نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به مقادیر محاسبه شده کشتش جزئی نهاده‌ها، ناحیه تولیدی که در آن ناحیه مورد استفاده قرار گرفته‌اند تعیین می‌شود. بر این اساس از نهاده‌های کود ازته به دلیل کشتش تولید منفی در ناحیه سوم تولید و از کود فسفره و سموم به دلیل اینکه کشتش 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 نهاده‌های 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

به منظور 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 جدول ۴ 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

تعیین مقدار بهینه.....

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده شد، به دلیل 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 به کار گرفته می‌شود. اما در مورد نهاده‌های کود فسفره و سموم، که کشش تولید مثبت دارند و در ناحیه اقتصادی تولید به کار گرفته 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 به ترتیب 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 به ترتیب 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 به منظور 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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و چهارم، شماره ۹۵

و توصیه میزان مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آن برای رسیدن به این هدف می تواند راهگشا باشد. به علاوه، واقعی تر کردن قیمت کودهای شیمیایی می تواند به مصرف بهینه آنها توسط کشاورز بینجامد. همچنین یافته‌های تحقیق بیانگر مصرف عقلایی نهاده سم توسط کشاورزان می باشد که می توان 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 فسفات‌ها در مزارع گندم آبی استان فارس. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۶(۲۳): ۲۰۹-۲۳۰.

تعیین مقدار بهینه.....

دبرتین، د. ال. ۱۳۷۶. اقتصاد تولید کشاورزی. ترجمه محمد قلی موسی نژاد 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 یارانه‌های 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. 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 گندم کاران 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.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و چهارم، شماره ۹۵

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): ۸۵-۹۷.

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.

هژبر کیانی، 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 requirements 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., Morrissey, Ch.A., Noome, D.A., & Van der Sluijs, J. P. 2015. Risks of large-scale use of systemic

تعیین مقدار بهینه.....

- 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. Conjugate and 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 Sustainable Development in Agriculture & Environment*, 3:31-37
- Halter, A.N., Carter, H.O., and Hocking, J.G. 1957. A note on the transcendental production function. *Journal of Farm Economics*, 39:966-974
- Johanson, L. 1972. Production function, an integration of micro and macro, short-run and long-run aspect. North Holland publishing company, amsterdam. 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
- Mirotschi, M., & Taylor, D. B. 1993. Resource allocation and productivity of cereal state farms in Ethiopia. *Agriculture Economic*, 8:97-187
- Omonona, B., & Egbetokun, O. A. and Akanbi, A. T. 2010. Farmers resource – 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 Boshrahadi, 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

تعیین مقدار بهینه.....

- content in soils, crops and groundwater 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: Review and 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.