فصلنامه علوم محیطی، دوره سیزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴

۱۱-۲۲

تخصیص آب و نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست برای تولید گندم در دشت سیدان- فاروق

اسماعیل فلاحی[۱*] و فاطمه رستگاری‌پور[۲]

[۱] استادیار بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز
[۲] استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱۵

چکیده

مدیریت کارای استفاده از منابع در تولید کشاورزی، نقشی کلیدی در فرایند توسعه ی پایدار ایفا می‌کند. در این راستا، هدف پژوهش حاضر تعیین میزان بهینه‌ی اقتصادی مصرف آب و نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست در تولید گندم در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت است. داده‌های مورد نیاز، به‌صورت مقطعی و مربوط به سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ بوده که از تکمیل پرسش‌نامه و با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای گردآوری شد. یافته‌های حاصل از این بررسی حاکی از این است که بهره‌برداران گندم‌کار، نهاده‌ی آب و نهاده‌ی آلاینده‌ی کود اوره را بیش‌تر از حد بهینه‌ی اقتصادی استفاده کرده‌اند. دلیل اصلی استفاده‌ی بی‌رویه از آب را بایستی به شیوه‌ی آبیاری غالب منطقه منتسب دانست، ازاین‌رو به‌جای توسل صرف به ابزارهای قیمتی در مدیریت مصرف آب، که براساس تجربه در منطقه ی مورد بررسی عمدتاً ناکارا بوده است، استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری با راندمان بالاتر توصیه می شود. در مورد نهاده‌ی کود اوره نیز اگرچه فرایند هدفمند کردن یارانه‌ی نهاده‌های تولید، اثرات مفیدی در راستای بهینه سازی مصرف این نهاده داشته، اما پیروی کشاورزان از نظام مرسوم مصرف نهاده و نهادینه شدن الگوی مصرفی نادرست هم چنان سبب به‌کارگیری بیش از حد این نهاده‌ی آلاینده‌ی محیط‌زیست شده است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود درادامه‌ی روند واقعی‌سازی قیمت‌های نهاده با توجه به حاشیه ی سود معقول برای کشاورزان، اقدامات ترویجی در قالب تدوین برنامه های کودی یا راهبردهای دیگر و نیز جایگزینی کودهای آلی به‌منظور کاهش مصرف نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست پیگیری شود. علاوه بر این، نهاده‌های کود فسفات و سم در حد بهینه استفاده شده است.

کلمات‌کلیدی: مصرف بهینه‌ی اقتصادی، محیط‌زیست، نهاده‌ی تولید، کشاورزی، گندم.

Allocating Water and Environment-Polluting Inputs for Wheat Production in Seydan-Farough Plain, Iran

Esmaeil Fallahi[1]*& Fatemeh Rastegaripour[2]

[1]*Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz*
[2]*Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Torbat-e-Heydarieh, Torbat-e-Heydarieh, Iran*

Abstract

Efficient management of inputs used in agricultural production plays a key role in the process of sustainable development. In this regard, present research aims to determine the economic optimal use of water and environment-polluting inputs for wheat production in Seydan-Farough Plain, Marvdasht Township. Required data is cross-sectional and related to the crop year 2010-2011 collected through questionnaires using two-stage cluster sampling method. The research findings show that farmers have used water and the polluting input of urea fertilizer more than economic optimal amount. The main reason for water overuse should be attributed to the dominant irrigation method in the region. It is therefore recommended to use modern irrigation systems with higher performance than mere relying on price instruments of water management which have largely been inefficient based on experience in this area. In the case of urea fertilizer, targeted subsidies plan for inputs has had beneficial effects in order to optimize the use of input, however, following the conventional system of input consumption by the farmers and prevalence of incorrect consumption pattern are still causing overuse of this environment-polluting input. Accordingly, it is suggested to continue the trend of getting real input prices considering a reasonable profit margin for farmers, pursue extension efforts such as preparing fertilizer plans or other strategies, and replace organic fertilizers in order to reduce the consumption of environment-polluting inputs. Moreover, phosphate fertilizer and poison inputs are used in optimal level.

Keywords: Economic Optimal Use, Environment, Production Factor, Agriculture, Wheat.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: esmaeilfallahi@yahoo.com

۱- مقدمه

اگرچه انقلاب سبز، امکان بالقوه‌ی افزایش تولید را مطرح کرده است [۱]، اما دست‌یابی به این توانایی بالقوه، بدون پیشرفت‌های بنیادین و پایدار در بهره‌برداری بهینه از منابع موجود، امکان‌پذیر نخواهد بود. نقش استفاده‌ی کارا از عوامل کمیاب در تولید کشاورزی، اهمیت بسیاری دارد [۲]، مدیریت کارای منابع کشاورزی، قویاً به توسعه‌ی پایدار اقتصادی و اجتماعی مربوط می‌شود [۳] و در استراتژی‌های بلندمدت بخش کشاورزی برای توسعه‌ی این بخش، استفاده‌ی بهینه از نهاده‌های به کار رفته در فرایند تولید، مورد توجه خاص قرار می‌گیرد.

از دهه‌ی ۱۹۸۰ آگاهی فزاینده‌ای در مورد لزوم کنترل میزان مصرف منابع، حفظ کیفیت محیط‌زیست و ارتقای سلامت اکوسیستم وجود داشته و از این رو مفهوم توسعه‌ی پایدار، نیروی محرکه در تحقیق و توسعه بوده است [۴]. چالش پایداری کشاورزی در سال‌های اخیر با افزایش قابل توجه هزینه‌ی غذا و انرژی، تغییر اقلیم، کمیابی آب، افت کیفیت خدمات اکوسیستمی و تنوع‌زیستی، بحران مالی و افزایش قابل پیش‌بینی جمعیت شدیدتر شده است [۵]. با این وجود، به استناد حجم گسترده‌ای از مطالعات، 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 [۶].

سیستم‌های مدرن کشاورزی، شیوه‌ی پیش‌بینی آثار زیست‌محیطی و ارزیابی پایداری اغلب پیچیده‌اند [۷، ۸]. گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن منجر به سیستم‌های کشت متوالی و استفاده‌ی شدید از نهاده‌های کشاورزی از جمله کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و سایر نهاده‌های آلاینده‌ی تولید کشاورزی شده است [۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴]. این فرایند اگرچه تأثیر مهمی بر بهره‌وری کشاورزی داشته [۱۳، ۱۵، ۱۶] اما اغلب سیستم‌های حوزه‌ی آبخیز را تحت تأثیر قرار داده و منجر به ناپایداری و مخاطرات زیست‌محیطی شده است [۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۸]. 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 افت کیفی محیط‌زیست می‌شود [۱۳، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷].

این موارد سبب شده که کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین منبع آلودگی پراکنده[1] (یا غیرنقطه‌ای[2]) شناخته شود [۱۳، ۲۸، ۲۹، ۳۰].

از طرف دیگر، عرضه‌ی کنونی آب در بسیاری از نقاط جهان تحت تنش است [۳۱]. کمیابی آب که برای مدت زمان طولانی موضوع مهمی در بسیاری از مناطق جهان بوده [۳۲]، به مسأله‌ای بحرانی در بسیاری مناطق تبدیل شده [۳۳] و اخیراً تهدید تغییر اقلیم، این مسأله را با اهمیت بیش‌تری در رأس بحث‌های سیاستی قرار داده است [۳۲].

امروزه در کشورهای در حال توسعه و پیشرفته در بسیاری از پژوهش‌های اقتصاد کشاورزی به منظور سیاست‌گذاری در بخش کشاورزی، با توجه به استفاده‌ی کارا از نهاده‌های تولید محصولات کشاورزی و میزان منطقی بودن کشاورزان در کاربرد آن‌ها، از توابع تولید محصولات کشاورزی بهره می‌گیرند [۳۴، ۳۵].

داوان و بانسال، طی پژوهشی، به تعیین میزان منطقی‌بودن کشاورزان در کاربرد نهاده‌ها در کشت‌زارهای هندوستان پرداخته‌اند. نتیجه‌ی این پژوهش حاکی از این است که کشاورزان، در به‌کارگیری کودهای شیمیایی در ناحیه‌ی اقتصادی تابع تولید و در حد بهینه‌ی اقتصادی عمل کرده‌اند [۳۶].

آنتل و آیتا، با استفاده از داده‌های سال‌های ۷۷-۱۹۶۷ مربوط به ۱۵۳ مزرعه‌ی نمونه‌ی برنج واقع در شرق مصر با به‌کارگیری تابع هزینه‌ی هموتتیک ترانزلاگ[3]، کشش‌های تقاضای عوامل تولید و آزمون ساختار تکنولوژی کشاورزی این محصول، برآورد کرده‌اند. این دو پژوهش‌گر سعی کرده‌اند بررسی نمایند که آیا تصمیم‌گیری متمرکز دولت مبنی بر قیمت‌گذاری و توزیع از طریق سهمینه‌بندی عوامل تولید مانند کود، تخصیص کارای منابع را به دنبال دارد یا این‌که تصمیمات اقتصادی کارا به وسیله‌ی کشاورزان گرفته می‌شود، یعنی کشاورزان عقلانی عمل می‌کنند. نتایج این پژوهش نشان داد که کشاورزان از نظر اقتصادی کاملاً عقلانی رفتار می‌کنند [۳۷].

اوزابان‌کوگلو، در پژوهش خود، تابع تولید گندم را برای بعضی از استان‌های ترکیه با به کارگیری داده‌های سالیانه‌ی دوره‌ی ۸۹-۱۹۶۳ براورد کرد. متغیرهای توضیحی در این بررسی، شامل سطح زیر کشت، کود و بارندگی بود. نتایج این پژوهش نشان داد که کشش‌های تولید نهاده‌ها کمتر از یک و ضریب تابع کشش‌پذیر است. بنابراین می‌توان با افزایش میزان مصرف نهاده‌ها، تولید گندم را افزایش داد [۳۸].

حسن‌پور و سلطانی، با بـه کـارگیری آمـار و اطلاعـات مربوط به بهره‌برداران گندم آبی شهرستان مرودشـت، ضـمن تعیـین خطـوط مـرزی و بهینـه‌ی اقتصـادی مصـرف کـود شیمیایی فسفات آمونیم، نشان دادند که بیش‌تر کشاورزان از این نهاده، در حد بهینه‌ی اقتصادی مصرف کرده‌اند [۳۹].

هژبر کیانی در پژوهش خود، با بررسی و برآورد توابـع تولید گندم آبی در مورد استان‌هـای مختلـف کشـور، مقـدار بهینه‌ی عوامل تولید، سود و مقدار تولید را محاسبه کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که در اغلب استان‌های کشور، نهاده‌های کود شیمیایی، نیروی کار و آب، بیش از حد بهینه‌ی اقتصادی استفاده شده است؛ درحالی‌که این موضوع در مورد نهاده‌های بذر، کار ماشینی و سم، برعکس است [۴۰].

پژوهش‌های دیگری نیز از جمله مطالعات دژپسـند [۴۱]، وزارت امـور اقتصـادی و دارایـی [۴۲]، کهنسـال [۴۳]، امینـی [۴۴]، حسینی جبلی [۴۵]، هژبر کیانی و صفاری‌پـور اصـفهانی [۴۶]، صورت پذیرفته که در آن‌ها اشکال تبعـی مختلـف مـورد استفاده قرار گرفته و نتایج متفاوتی را در باره استفاده‌ی بهینه یـا غیر بهینه‌ی کشاورزان از عوامل تولید ارائه کرده‌اند.

آمارهای موجود نشان می‌دهد که ذخایر منـابع آب در بسیاری از مناطق کشور از جمله دشـت سـیدان- فـاروق در شهرستان مرودشت به دلیل بهره‌برداری غیربهینه در معـرض تهدید جدی قرار گرفته [۴۷] و ادامه‌ی این روند، پیامـدهای جبران‌ناپذیر اقتصادی و زیست‌محیطـی را بـر جـای خواهـد گذاشت. هم‌چنین، شواهد در دسترس حاکی از آن است کـه کشـاورزان در دشـت سـیدان- فـاروق در بسـیاری مـوارد، نهاده‌های آلاینده‌ی کشـاورزی ماننـد کودهـای شـیمیایی و سموم را که آثار مخربی بر محیط‌زیسـت دارد، بـیش از حـد بهینه به کار گرفته‌اند [۴۸].

شهرستان مرودشـت دارای رتبـه‌ی نخسـت کشـور در تولید محصول راهبردی گندم است. گندم محصـول اصـلی ؟ در دشت سیدان- فاروق این شهرستان بـوده بـه طـوری کـه حدود ۶۵۰۰ هکتار از اراضی این دشت در سال زراعـی ۹۰-۱۳۸۰ زیر کشت این محصول بوده است [۴۹]. با این حـال، تا کنون در این منطقه علی‌رغـم مـوارد و مسـائل پیشـگفته، پژوهشی در باره تخصیص عوامل تولید این محصول صـورت نگرفته است. بر این اساس، نوشتار حاضر تلاش خواهـد کـرد که میزان بهینه‌ی اقتصادی استفاده از نهـاده‌هـای کمیـاب و مخرب محیط‌زیست از جمله آب و نهـاده‌هـای آلاینـده را در تولید گندم آبی در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت تعیین کند.

۲- مواد و روش‌ها

فرض بازار رقابت کامل بـرای محصـولات کشـاورزی و فـرض‌هـای اقتصـاددانان کلاسـیک بـا توجـه بـه هـدف حداکثرکردن سود هر واحد تولیدی به منظور به‌دسـت‌آوردن بیش‌ترین سود برای جامعه، مسئله‌ی تعیین بهینه‌ی عوامـل تولیدی و به‌عبارتی تخصیص بهینه‌ی عوامـل تولیـد را بـرای تعیین سودآورترین میزان نهاده، امری اجتناب‌ناپذیر می‌کند. شرط مرتبه‌ی اول (شرط لازم) حداکثرسازی سود به صـورت رابطه‌ی (۱) بیان می‌شود.

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = P_y(\frac{\partial y}{\partial x_i}) - P_{x_i} = 0 \qquad (1)$$

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

در رابطه‌ی اخیر، VMP_{x_i} ارزش تولید نهایی نهاده‌ی x_i و P_{x_i} قیمـت نهـاده‌ی x_i اسـت. رابطـه‌ی (۱) بیـانگر شرط مرتبه‌ی اول (شـرط لازم) حداکثرسـازی سـود بـوده و شرط کافی برای حداکثر شدن سود، آن است که تابع تولیـد در همسایگی نقطه‌ی بحرانی به‌دست آمده از شرط مرتبـه‌ی اول، اکیداً مقعر باشد.

بـرآورد تـابع تولیـد، یکـی از مسـائل اساسـی در اقتصادسـنجی کـاربردی بـوده [۵۰] و انتخـاب فـرم تبعـی مناسب به عنوان یکی از مشکل‌تـرین بخـش‌هـا در هـر کـار تجربی به شمار می‌آید [۵۱]. برخی از مطالعات به موضوعات اساسی در رابطه با متغیرها و فرم‌های تبعی تابع تولیـد و بـه طور ویژه، تابع تولید کشاورزی پرداخته‌انـد [۵۲، ۵۳]. فـرم تابعی کاب- داگلاس [۵۴] یکی از گسترده‌تـرین فـرم هـای تبعی مورد استفاده در براوردهای تجربی است [۳۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸]. بـه دنبـال اسـتفاده‌ی گسـترده از ایـن تـابع در براوردهای تجربی به ویژه در بخـش کشـاورزی کـه عمـده‌ی تولیدکنندگان آن را بخش خصوصـی تشـکیل مـی‌دهـد، در پژوهش حاضر نیز از این فرم تبعی بـه منظـور بـرآورد تـابع تولید استفاده شده است. بدین منظور، تابع را به صورت زیـر تعریف می‌کنیم:

$$Y_i = AX_{1i}^{\alpha_1} X_{2i}^{\alpha_2} X_{3i}^{\alpha_3} X_{4i}^{\alpha_4} X_{5i}^{\alpha_5} e^{u_i} \qquad (۵)$$

به منظور برآورد تابع فـوق بـه روش حـداقل مربعـات معمولی (OLS)، باید فرم غیرخطی این تابع با لگاریتم‌گیری از طـرفین ایـن رابطـه، بـه فـرم خطـی تبـدیل شـود:

$$\ln Y_i = \ln A + \alpha_1 \ln X_{1i} + \alpha_2 \ln X_{2i} + \alpha_3 \ln X_{3i} + \alpha_4 \ln X_{4i} + \alpha_5 \ln X_{5i} + \alpha_6 \ln X_{6i} + u_i \qquad (۶)$$

در الگوی فوق Y عملکرد گندم در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_1 مقدار آب مصرفی در هکتار بر حسب متر مکعب، X_2 مقدار کود اوره‌ی مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_3 مقدار کود فسفات مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_4 مقدار سم مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_5 مقدار بذر مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_6 نیروی کار مورد استفاده بر حسب نفرروزکار در هکتار و i معرف شماره‌ی بهره‌بردار نمونه‌ی مورد بررسی است. گفتنی است که اگرچه هدف پژوهش، تعیین میزان بهینه‌ی اقتصادی مصرف آب و نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست از جمله کودهای شیمیایی و سموم بوده، با این حال به منظور پرهیز از مشکلاتی نظیر اریب ضرایب برآوردی رگرسیون، نهاده‌های بذر و نیروی کار نیز وارد الگو شده است. چنان‌که می‌دانیم توان هر متغیر در تابع کاب- داگلاس نشان‌دهنده‌ی میزان کشش جزیی تولید نهاده‌ی مورد نظر بوده، ازاین‌رو با برآورد مقدار هر یک از αها، می‌توانیم ناحیه‌ی تولیدی که هر یک از نهاده‌ها در آن ناحیه استفاده شده‌اند، را تشخیص دهیم.

با توجه به این که در توابع تولید با کشش جانشینی ثابت[۴] مانند تابع کاب- داگلاس، شرایط مرتبه‌ی اول حداکثرسازی سود در مورد نهاده‌ها، منجر به دستگاه معادلات غیرخطی شده و حل دستگاه یادشده به دستیابی به جواب‌های درخور پذیرش نیانجامید، بنابراین به منظور تعیین مقدار مصرف بهینه‌ی اقتصادی هر نهاده، تابع تولید انعطاف‌پذیر درجه‌ی دوم که دارای کشش جانشینی متغیر بوده (و با داده‌های مورد بررسی، انطباق بیش‌تری داشت) برای هر یک از نهاده‌های مورد مطالعه، به صورت رابطه‌ی (۷) برآورد شد.

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 \qquad (۷)$$

به کارگیری شرط لازم حداکثرسازی سود[رابطه‌ی (۴)] در مورد فرم تبعی درجه‌ی دوم، مقدار بهینه‌ی اقتصادی مصرف را برای هر یک از عوامل تولید، به صورت زیر به دست می‌دهد:

$$X^* = \frac{P_X - (b_1 . P_Y)}{2 b_2 . P_Y} \qquad (۸)$$

برآورد مدل‌های مورد نظر در این پژوهش، به روش OLS[۵] و با به کارگیری بسته‌ی نرم‌افزاری Eviews 7.0 انجام شد. آمار و اطلاعات مورد نیاز در این بررسی، به صورت مقطعی و مربوط به سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ بوده که به روش تحقیق پیماشی[۶] و نیز مراجعه به سازمان‌های مربوط گردآوری شد. جامعه‌ی آماری مورد بررسی، شامل گندم‌کاران آبی دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت بوده که برای انتخاب نمونه‌ی مناسب از جامعه‌ی مذکور، روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای[۷] مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور در ابتدا از بین ۲۲ روستای منطقه (به عنوان خوشه‌ها)، ۵ روستا با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب و در مرحله‌ی بعد نیز از هر یک از ۵ روستای مورد نظر، تعدادی بهره‌بردار به طور تصادفی انتخاب شده که در مجموع، یک نمونه‌ی ۱۰۶ نفری از بهره‌برداران را تشکیل داد. در نهایت، داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز، از مجموع ۱۰۶ پرسش‌نامه استخراج شد. باتوجه به‌این که در این پژوهش، روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای به‌کارگرفته شده است، لذا برآوردگر ناریب میانگین جامعه μ برای هر یک از متغیرهای الگو، با استفاده از رابطه‌ی (۹) قابل محاسبه خواهد بود [۵۹]:

$$\hat{\mu} = \left(\frac{N}{M}\right) \frac{\sum_{i=1}^{n} M_i \bar{y}_i}{n} = \frac{1}{\overline{M}} \frac{\sum_{i=1}^{n} M_i \bar{y}_i}{n} \qquad (۹)$$

در رابطه‌ی (۹)، N تعداد خوشه‌ها در جامعه‌ی مورد نظر، n تعداد خوشه‌هایی که به طور تصادفی ساده انتخاب شده، M_i تعداد افراد در خوشه‌ی iام، m_i تعداد افرادی که از خوشه‌ی iام به طور تصادفی ساده انتخاب شده، $M = \sum_{i=1}^{N} M_i$ تعداد افراد در کل جامعه، $\overline{M} = \frac{M}{N}$ متوسط اندازه‌ی خوشه‌های جامعه، y_{ij} مشاهده‌ی نمونه‌ی jام از خوشه‌ی iام و $\bar{y}_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$ میانگین نمونه برای هر خوشه‌ی iام است.

۳- نتایج و بحث

قیمت محصول گندم و نیز قیمت هر یک از نهاده‌های تولید در منطقه‌ی مورد بررسی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در جدول شماره‌ی ۱ ارائه شده است. لازم به ذکر است که برای نهاده‌ی سم، میزان سموم علف‌کش و حشره‌کش استفاده شده توسط کشاورزان در نظر گرفته شده است و در مورد نیرویکار نیز، مجموع نیروی‌کار خانوادگی و نیروی کار استخدام شده در مراحل مختلف تولید، در نظر گرفته شده

است. هم‌چنین، قیمت تضمینی گندم در سال مورد نظر به عنوان قیمت محصول لحاظ شده است. برای تعیین قیمت آب نیز هزینه‌ی تمام شده‌ی استفاده از آب شامل هزینه‌های استخراج، انتقال و غیره محاسبه و به عنوان قیمت این نهاده در نظر گرفته شد.

جدول ۱- قیمت محصول و نهاده‌های تولید گندم در منطقه‌ی مورد بررسی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

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 (نفرروزکار/ Rial)
قیمت	۳۶۰۰	۱۹۵	۲۰۰۰	۳۶۰۰	۲۴۸۰۰۰	۴۸۰۰	۱۵۰۰۰۰

مأخذ: اداره‌ی آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس و محاسبات پژوهشگران

جدول ۲- نتایج رگرسیون تابع کاب- داگلاس و نواحی تولید مربوط به هر نهاده

متغیر / شرح	عرض از مبدأ	آب	کود اوره	کود فسفات	سم	بذر	نیروی کار	آماره‌ی F	R^2
ضریب	۸/۸۵***	-۰/۰۶*	-۰/۰۴*	۰/۳۶**	۰/۲۵***	-۰/۰۴***	۰/۳۸***	۵۸/۰۳***	۰/۸۳
آماره‌ی t	۱۸/۴۳	-۱/۹۱	-۱/۸۲	۲/۳۸	۷/۶۷	-۴/۱۵	۳/۱۳		
ناحیه‌ی تولید	-	۳	۳	۲	۲	۳	۲	-	-

*، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطوح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳- نتایج رگرسیون توابع درجه‌ی دوم برای هر یک از نهاده‌های تولید

متغیر / نهاده	عرض از مبدأ		X		X^2		آماره‌ی F	R^2
	ضریب (b_0)	آماره‌ی t	ضریب (b_1)	آماره‌ی t	ضریب (b_2)	آماره‌ی t		
آب	۳۱۱۸/۶۸*	۱/۷۶	۸۳۸/۹۰**	-۲/۱۱	-۰/۰۵*	-۱/۸۵	۱۰۱/۸***	۰/۷۷
کود اوره	-۱۶۳۸۵/۴۹***	-۱۰/۴۲	۱۴۶/۵۵***	۱۵/۱۶	-۰/۲۷*	-۱/۷۱	۱۲۱/۲***	۰/۸۶
کود فسفاته	-۴۰۱۵۸/۲۹***	-۱۷/۴۶	۳۷۰/۵*	۱/۸۱	-۰/۵۹***	-۲۰/۰۶	۲۰۴/۴۷***	۰/۷۸
سم	۱۷۷۰/۱۱**	۲/۰۹	۶۲۸۰/۸۹***	۱۰/۹۷	-۱۲۰۸/۷۷**	-۲/۲۸	۱۱۳/۱۷***	۰/۸۰
بذر	-۲۴۱۲۹/۲۴*	-۱/۸۷	۲۲۰/۳۲**	۲/۱۴	-۰/۳۹***	-۱۱/۹۵	۹۶/۲۷***	۰/۹۱
نیروی کار	-۶۸۹۴/۹۷***	-۸/۳۱	۱۳۰۹/۳۸**	۲/۱۵	-۳۱/۰۲*	-۱/۷۵	۱۴۸/۴۸***	۰/۹۳

*، ** و *** به ترتیب نشا ن دهنده ی معنی‌داری در سطوح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۴- مقدار بهینه‌ی اقتصادی، مقدار متوسط مصرف و اختلاف مقدار متوسط از مقدار بهینه ی اقتصادی مصرف نهاده‌های تولید گندم

شرح / نهاده	آب (m^3/ha)	کود اوره (kg/ha)	کود فسفات (kg/ha)	سم (kg/ha)	بذر (kg/ha)	نیروی کار /ha) نفرروزکار)
مقدار بهینه‌ی اقتصادی (X^*)	۸۳۸۸/۴۶	۲۷۰/۳۶	۳۱۳/۱۴	۲/۵۷	۲۸۰/۷۵	۲۰/۳۲
مقدار متوسط مصرف ($\overline{X}$)	۱۰۵۶۶	۳۴۸/۱۳	۳۱۸/۲۷	۲/۴۹	۳۰۰/۹۱	۲۰/۵
اختلاف مقدار متوسط از مقدار بهینه‌ی اقتصادی ($\overline{X} - X^*$)	-۲۱۷۷/۵۴	-۷۷/۷۷	-۵/۱۳	۰/۰۸	-۲۰/۱۶	-۰/۱۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج رگرسیون الگوی کاب- داگلاس و نواحی تولید مربوط به هر نهاده در جدول شماره‌ی ۲ نشان داده شده است. چنان‌چه در به کارگیری داده‌های مقطع عرضی۸، وجود واریانس ناهمسانی بین اجزای اخلال دور از انتظار نبوده، در رگرسیون اولیه‌ی مدل کاب- داگلاس در این تحقیق نیز مشکل واریانس ناهمسانی بین اجزای اخلال مدل، وجود داشت که نتایج ارائه شده در جدول ۲، پس از رفع این مشکل ارائه شده است.

به طوری که از جدول ۲ برمی‌آید، ضرایب مربوط به متغیرهای سم، بذر و نیروی کار و هم‌چنین عرض از مبدأ، در سطح معنی‌داری ۱ درصد، ضریب متغیر کود فسفات در سطح ۵ و ضرایب مربوط به متغیرهای آب و کود اوره در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است. هم‌چنین، مقدار آماری F نیز معنی‌داری کل مدل را در سطح یک درصد تأیید می‌کند. ضریب تعیین R^2=/۸۳ نیز توضیح‌دهندگی مناسب الگوی برآورد شده را نشان داده و بیانگر این است که ۸۳ درصد از تغییرات متغیر وابسته، توسط متغیرهای مستقل مدل توضیح داده شده است.

چنان‌چه پیش تر نیز اشاره شد، ضرایب برآورد شده‌ی مربوط به هر نهاده در تابع کاب- داگلاس، بیانگر کشش جزیی تولید آن نهاده بوده، ازاین‌رو با توجه به مقادیر برآورد شده‌ی هر یک از ضرایب، ناحیه‌ی تولیدی که هر یک از نهاده‌ها مورد استفاده واقع شده است، قابل تشخیص خواهد بود. بر این اساس می‌توان گفت که نهاده‌های آب، کود اوره و بذر (به دلیل منفی بودن مقدار کشش جزیی تولیدشان) در ناحیه‌ی سوم تولید و نهاده‌های کود فسفات، سم و نیروی کار (به دلیل این‌که مقدار کشش جزیی تولید آن‌ها بین مقادیر صفر و یک قرار دارد) در ناحیه‌ی دوم تولید مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بر این اساس، به طور قطع می‌توان گفت که نهاده‌ی آب و نیز نهاده‌ی آلاینده‌ی کود اوره (و هم‌چنین بذر مصرفی) توسط کشاورزان، بیش از حد بهینه به کار گرفته شده است زیرا در ناحیه‌ی سوم تولید استفاده شده و تولید کل را کاهش داده‌اند.[۹] به منظور تعیین مقدار بهینه‌ی اقتصادی مصرف هر یک از نهاده‌ها، از شرط لازم حداکثرسازی سود که توسط رابطه‌ی (۴) تعریف شده بهره گرفته شد. چنان‌که اشاره شد، شرایط مرتبه‌ی اول حداکثرسازی سود در مورد نهاده‌ها در صورت به کارگیری تابع با کشش جانشینی ثابت کاب- داگلاس، منجر به دستگاه معادلات غیرخطی شده و حل دستگاه یادشده به دستیابی به جواب‌های درخور پذیرشی نیانجامید. بنابراین برای تعیین مقدار مصرف بهینه‌ی اقتصادی هر نهاده، تابع تولید انعطاف‌پذیر درجه‌ی دوم که دارای کشش جانشینی متغیر بوده (و با داده‌های مورد بررسی، انطباق بیش تری داشت) برای هر یک از نهاده‌های مورد بررسی برآورد شد. نتایج رگرسیون توابع درجه‌ی دوم ارائه شده توسط رابطه‌ی (۷) برای هر یک از عوامل تولید در جدول شماره‌ی ۳ نمایش داده شده است. گفتنی است که الگوهای برآورد شده‌ی اولیه در مورد نهاده‌های کود اوره و بذر دارای مشکل واریانس ناهمسانی بین جملات اخلال هر مدل بوده و در مورد نهاد ههای سم و نیروی کار نیز با مشکل خودهمبستگی بین اجزای اخلال مدل های مربوط، مواجه بوده که نتایج نشان داده شده در جدول شماره‌ی ۳، پس از رفع این مشکلات ارائه شده است.

چنان‌که از جدول ۳ برمی‌آید، معنی‌داری ضرایب تخمینی و همچنین معنی‌داری کلی هر یک از مدل‌ها در سطوح مختلف معنی‌داری مورد تأیید بوده است. همچنین براساس آخرین ستون سمت چپ جدول، مقدار ضریب تعیین (R^2) بالاتر از ۰/۷۷ درصد در مورد تمامی الگوهای مورد بررسی، نشان‌دهنده‌ی قدرت توضیح‌دهندگی مناسب الگوی رگرسیونی مربوط به هر نهاده است.

مقدار بهینه‌ی اقتصادی مصرف آب و نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست (و نیز سایر نهاده‌ها) با استفاده از رابطه‌ی (۸) و با به کارگیری داده‌های ارائه شده در جداول ۱ و ۳، محاسبه شده است.[۱۰] این مقدار در مورد هر یک از نهاده‌ها در ردیف اول جدول ۴ آورده شده است.

چنان‌که از اعداد این ردیف برمی‌آید، مقدار بهینه‌ی اقتصادی مصرف آب در تولید گندم در منطقه‌ی مورد بررسی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ معادل ۸۳۸۸/۴۶ متر مکعب در هکتار بوده است. هم‌چنین، مقدار بهینه‌ی اقتصادی مصرف کود اوره به میزان ۲۷۰/۳۶ کیلوگرم در هر هکتار است. مقدار بهینه در مورد نهاده‌ی کود فسفات در منطقه و سال مورد نظر نیز ۳۱۳/۱۴ کیلوگرم به ازای هر هکتار است. هم‌چنین در مورد نهاده‌های سم و بذر می‌توان گفت که کشاورزان برای حداکثرسازی سود خود بایستی به ترتیب به میزان ۲/۵۷ و ۲۸۰/۷۵ کیلوگرم از این نهاده‌ها را در هر هکتار مصرف کنند. نهایتاً در مورد نهاده‌ی نیروی کار، این مقدار معادل ۲۰/۳۲ نفرروزکار در هر هکتار بوده است.

در ادامه به منظور بررسی رفتار کشاورزان در استفاده‌ی بهینه از آب و نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست و مقایسه‌ی مقدار متوسط مصرف هر یک از نهاده ها با مقدار

بهینه‌ی مصرف آن نهاده در سطح دشت سیدان- فاروق در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، مقدار متوسط هر یک از نهاده‌ها با به کارگیری رابطه‌ی (۹) محاسبه شده است. ردیف دوم جدول۴، مقدار متوسط مصرف آب و نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست شامل کودهای اوره و فسفات و سم و نیز سایر عوامل تولید را توسط بهره‌برداران نشان می‌دهد. ارقام این ردیف حاکی از آن است که بهره‌برداران گندم‌کار در منطقه و سال مورد نظر به طور متوسط به میزان ۱۰۵۶۶ متر مکعب آب در هر هکتار استفاده کرده‌اند. هم‌چنین، کشاورزان به طور میانگین، مقدار ۳۴۸/۱۳ کیلوگرم کود اوره در هکتار استفاده کرده‌اند. این مقدار در مورد نهاده‌های کود فسفات، سم، بذر، و نیروی کار، به ترتیب به میزان ۳۱۸/۲۷، ۲/۴۹، ۳۰۰/۹۱ کیلوگرم و ۲۰/۵ نفرروزکار به ازای هر هکتار بوده است. مقایسه‌ی مقادیر متوسط و مقادیر بهینه ی اقتصادی مصرف آب و نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست در تولید گندم حاکی از آن است که بهره برداران گندم‌کار دشت سیدان- فاروق در سال زراعی مورد نظر، از نهاده‌های آب و کود اوره بیش از حد بهینه‌ی اقتصادی استفاده کرده‌اند؛ به طوری که در هر هکتار، نهاده‌ی آب به میزان ۲۱۷۷/۵۴ متر مکعب و کود اوره به مقدار ۷۷/۷۷ کیلوگرم بیش‌تر از حد بهینه‌ی اقتصادی استفاده شده است. مهم‌ترین دلیل استفاده‌ی بیش از حد آب را بایستی به سیستم آبیاری مورد استفاده در کشت این محصول در دشت مورد بررسی منتسب دانست. براساس آمارهای موجود [۵۰]، حدود ۹۰ درصد از اراضی زیر کشت گندم در منطقه و سال مورد بررسی توسط سیستم غرقابی، آبیاری شده‌اند. تجربه‌ی 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 منطقه‌ی مورد مطالعه ناکام گذاشته است. در مورد نهاده‌ی کود اوره نیز می‌توان گفت که اگرچه فرایند هدفمند کردن یارانه‌های نهاده‌های تولید، اثرات مفیدی در راستای بهینه‌سازی مصرف این نهاده داشته است، با این حال هنوز در منطقه‌ی مورد بررسی، این نهاده بیش از حد بهینه استفاده 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. مقایسه‌ی مقدار متوسط مصرف نهاده‌های کود فسفات و سم (و نیز نیروی کار) با مقدار بهینه‌ی اقتصادی مصرف این عوامل حاکی از آن است که کشاورزان منطقه در استفاده از نهاده‌های مذکور به صورت عقلانی عمل کرده و این نهاده‌ها را در حد بهینه‌ی اقتصادی مصرف کرده‌اند. لازم به ذکر است که کود فسفات معمولاً یک بار و در هنگام کشت به منظور تقویت خاک مزرعه استفاده می‌شود. هم‌چنین، در مورد نهاده‌ی سم می‌توان گفت که اقدامات ترویجی صورت گرفته در منطقه و نیز واقعی‌تر شدن قیمت این نهاده در سال‌های اخیر تأثیر مهمی در منطقی کردن رفتار کشاورزان در استفاده از این عامل تولید داشته است. در مورد نهاده‌ی بذر نیز می‌توان گفت که کشاورزان این نهاده را به میزان ۲۰/۱۶ کیلوگرم در هر هکتار، بیش‌تر از مقدار بهینه‌ی اقتصادی مصرف کرده‌اند. یکی از دلایل مصرف بیش از اندازه‌ی بذر نیز استفاده از بذرپاش‌ها به جای بذرکارها است، به طوری که تعداد قابل توجهی از کشاورزان منطقه از بذرپاش‌ها به منظور عملیات کشت گندم استفاده می‌کنند. استفاده از بذرکارها ضمن کاهش قابل توجه میزان مصرف بذر، موجب افزایش راندمان و عملکرد در واحد سطح می‌شود.

۴- نتیجه‌گیری

به استناد حجم گسترده‌ای از مطالعات، بسیاری از سیستم‌های کشاورزی با هزینه‌های بالا و غیرقابل قبول زیست‌محیطی در حال گسترش هستند. گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن منجر به سیستم‌های کشت متوالی و استفاده‌ی شدید از نهاده‌های کشاورزی از جمله کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و سایر نهاده‌های آلاینده‌ی تولید کشاورزی شده است. از طرف دیگر، عرضه‌ی کنونی آب در حال تبدیل شدن به مسأله‌ای بحرانی در بسیاری مناطق بوده و اخیراً تهدید تغییر اقلیم، این مسأله را با اهمیت بیش‌تری در رأس بحث‌های سیاسی قرار داده است. در نوشتار حاضر کوشش شده میزان بهینه‌ی اقتصادی استفاده از آب و نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست در تولید گندم آبی در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت تعیین شود. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، کشاورزان گندم‌کار دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، نهاده‌ی آب و نهاده‌ی آلاینده‌ی کود اوره را بیش

از حد بهینه‌ی اقتصادی و در ناحیه‌ی سوم تولید استفاده کرده‌اند. استفاده‌ی بیش از حد بهینه از آب و در نتیجه تخلیه‌ی منابع آب و نیز به کارگیری بیش از حد نهاده‌ی آلاینده‌ی کود اوره، محیط‌زیست منطقه را با تهدید مواجه ساخته و ادامه‌ی 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 زیر کشت منطقه را به خود اختصاص می‌دهد، دارای اهمیت بسیار بوده و بایستی در اولویت برنامه‌های کلان بخش کشاورزی در منطقه قرار گیرد. دلیل اصلی استفاده‌ی بی‌رویه از آب مربوط به شیوه‌ی آبیاری غالب منطقه است به طوری که حدود ۹۰ درصد از اراضی زیر کشت گندم آبی در منطقه‌ی مورد بررسی با استفاده از سیستم آبیاری غرقابی آبیاری می‌شود. از این‌رو توصیه می‌شود سیستم‌های نوین آبیاری با راندمان بالاتر جهت آبیاری و هم‌چنین لوله یا جویچه‌های سیمانی برای انتقال آب استفاده شود. علاوه بر این، چنان‌که اشاره شد، توسل صرف به ابزارهای قیمتی در مدیریت مصرف آب کشاورزی در منطقه‌ی مورد بررسی چندان کارا نبوده و پیشنهاد می‌شود از سیاست‌های قیمتی به عنوان ابزاری جایگزین و در کنار ابزارهای مدیریتی دیگر بهره گرفته شود. در مورد نهاده‌ی آلاینده‌ی کود اوره نیز پیگیری بحث هدفمندسازی یارانه‌ی نهاده‌های کشاورزی و ادامه‌ی روند واقعی‌سازی قیمت‌های نهاده با توجه به حاشیه‌ی سود معقول برای کشاورزان می‌تواند در تکمیل فرایند بهینه‌سازی مصرف این عامل تولید مؤثر واقع شود. هم‌چنین، فرهنگ‌سازی برای 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 نهاده‌ی شیمیایی نیز می‌تواند نقش بسزایی در کاهش مصرف نهاده‌های آلاینده‌ی محیط‌زیست ایفا کند.

یافته‌های این تحقیق در مورد میزان بهینه‌ی مصرف نهاده‌های کود اوره و سم (و نیز نیروی کار) نشان‌دهنده‌ی این است که بهره‌برداران گندم‌کار در استفاده از این نهاده‌ها به صورت عقلانی عمل نموده و این عوامل تولید را در حد بهینه‌ی 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 کردن رفتار کشاورزان در استفاده از این نهاده‌ها داشته است.

در مورد نهاده‌ی بذر نیز می‌توان گفت که میزان به کارگیری این عامل تولید، بیش از حد بهینه‌ی اقتصادی بوده و کشاورزان، این نهاده را در ناحیه‌ی سوم تولید مصرف کرده‌اند. یکی از علل این مازاد مصرف، استفاده از بذرپاش‌ها به جای استفاده از بذرکارها است. از آن‌جا که عده‌ی زیادی از گندم‌کاران منطقه از بذرپاش‌ها برای انجام عملیات کشت گندم استفاده می‌کنند، لذا پیشنهاد می‌شود به‌منظور جلوگیری از مصرف بیش از حد بذر و هم‌چنین افزایش راندمان و عملکرد در واحد سطح، از بذرکارها جهت انجام عملیات کشت، استفاده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان وظیفه خود می‌دانند مراتب صمیمانه‌ترین سپاسگزاری‌شان را از جناب آقای ایوب فلاحی به خاطر کمک‌های بیدریغ‌شان در جمع‌آوری اطلاعات در سرتاسر این پژوهش ابراز دارند.

پی‌نوشت‌ها

[1] Diffuse
[2] Non-Point
[3] Homothetic Translog Cost Function
[4] Constant Elasticity Substitution (CES)
[5] Ordinary Least Squares
[6] Survey Research
[7] Two-Stage Cluster Sampling
[8] Cross-Section

[9] در مورد نهاده‌هایی که در ناحیه‌ی دوم تولید مورد استفاده قرار گرفته‌اند نیز نمی توان گفت که لزوماً به طور بهینه به کار گرفته شده‌اند. در مورد این نهاده‌ها، بایستی مقدار مصرف آن‌ها را با مقدار بهینه‌ی اقتصادی مقایسه کرد.

[10] چنان‌چه گفته شد، برقراری این رابطه، به معنی تأمین شرط لازم حداکثرسازی سود است و شرط کافی این است که تابع تولید در همسایگی نقطه‌ی بحرانی به دست آمده از شرط مرتبه‌ی اول، اکیداً مقعر باشد که با توجه به مقادیر منفی ضریب در مورد تمامی نهاده‌ها، شرط کافی نیز تأمین شده است .

منابع

[1] Falcon W P. The green revolution: Generation of problems. American Journal of Agricultural Economics; **1970; 52**(5): 711-712.

[2] Alene A D, Manyong V M, Gockowski J. The production efficiency of intercropping annual and perennial crops in southern Ethiopia: A comparison of distance functions and production frontiers. Agricultural Systems; **2006; 91**(1-2): 51-70.

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

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

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

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

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

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

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

[10] Yadav S N, Peterson W, Easter K W. Do farmers overuse nitrogen fertilizer to the detriment of the environment?. Environmental and resource economics; **1997; 9**: 323-340.

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

[12] Burkart C S. 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; **2006**.

[13] Iyyapazham S. 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; **2007**.

[14] Naramngam S. 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; **2008**.

[15] Kang C. 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; **1996.**

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

[17] Burt T P. Integrated management of sensitive catchment systems. Catena; **2001; 42**: 275-290.

[18] Darst B C, Murphy L S. Keeping agriculture viable: industry's viewpoint. J. Soil and water cons; **1994; 49**(2): 8-14.

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

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

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

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

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

[24] Jalali M. Nitrates leaching from agricultural land in Hamadan, western Iran. Agric. Ecosyst. Environ; **2005; 110**: 210–218.

[25] Oenema O, Liere L V, Schoumans O. Effects of lowering nitrogen and of Agricultural Systems at the Farm Level, Methods for Assessing Soil Quality. SSSA, Special Publication; **2005; 49**: 401–409.

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

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

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

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

[30] Zachariah O. 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; **1999**.

[31] Nelson M A. Optimal management of a groundwater resource with allowance for backstop technologies. Ph.D.: dissertation in economics, Washington State University; **2005**.

[32] Wada C A. Optimal and sustainable groundwater managemnent: multiple aquifers, watershed conservation, and water recycling. Ph.D.: dissertation in economics, University of Hawai‘i; **2010**.

[33] Pongkijvorasin S. Stock-to-stock externalities resources in renewable resource economics: watersheds, conjunctive water use, and mud. Ph.D.: dissertation in economics, University of Hawai‘i; **2007**.

[34] Heady E O, Dillon J L. Agricultural production functions. Ludhiana, India: Kalyani publishers; **1988**.

[35] Sankhayan P L. Introduction to the economics of agricultural production. New Delhi: Prentic Hall of India; **1988**.

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

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

[38] Ozsabuncuoglu I H. Production function for wheat: a case study of Southeastern Anatolian Project (SAP) region. Agricultural Economics; **1998; 18**: 75-87.

[39] Hasanpour B, Soltani G R. The study of phosphate fertilizer consumption in the irrigated wheat farms of Fars Province. Agricultural Economics and Development; **1998; 6**(23): 209-230. [In Persian]

[40] Hozhabr Kiani K. Investigating and determining the optimal economic use of inputs for cultivating irrigated wheat. Agricultural Economics and Development; **1999; 7**(26): 7-40. [In Persian]

[41] Dezhpasand F. Investigating the effect of change in fertilizer subsidy on sugar beet production. Ms. C.: Thesis, Faculty of Economics and Political Sciences, Shahid Beheshti University; **1991**. [In Persian]

[42] Ministry of Economic Affairs and Finance. Investigating the effects of fertilizer subsidy on the production of major agricultural crops; **1992**. [In Persian]

[43] Kohansal M R. Investigating the economic effects of the Removal of fertilizer subsidy in Fars Province. Ms. C.: Thesis, Shiraz University; **1993**. [In Persian]

[44] Amini A R. Determining the optimal use of fertilizer for cultivating irrigated wheat in each of the country’s provinces. Ms. C.: Thesis, Faculty of Economics and Political Sciences, Shahid Beheshti University; **1994**. [In Persian]

[45] Hosseini Jabali S S. Determining the optimal use of Seed for cultivating irrigated wheat in Fars Province (1991-92). Agricultural Economics and Development; **1995; 3**(12): 133-144. [In Persian]

[46] Hozhabr Kiani K, Saffaripour Esfahani M. Investigating the consumption of fertilizer for cultivating rainfed wheat in Isfahan Province. Agricultural Economics and Development; **1996; 4**(14): 60-76. [In Persian]

[47] Fars Regional Water Organization. Unpublished report, Shiraz; **2006**. [In Persian]

[48] Fallahi E, Chizari A H. The Application of breakeven analysis in the agricultural management of Marvdasht's mrrigated wheat farms. Journal of Agriculture; **2008; 10**(1): 111-122. [In Persian]

[49] Seydan Agricultural Services Center; **2012**. [In Persian]

[50] Intriligator M D, Bodkin R G, Hsiao C. Econometric models, techniques, and applications, second edition. USA: Upper Saddle River: Prentice Hall; **1996**.

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

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

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

[54] Cobb C W, Douglas P H. A theory of production. American Economic Review; **1928; 1**: 139-165.

[55] Douglas P H. Are there laws of production?. American Economic Review; 1948; 38: 1-41.

[56] Walters A A. Production and cost functions: An econometric survey. Econometrica; **1963; 31**: 1-66.

[57] Nerlove M. Estimation and identification of Cobb-Douglas production functions. Amsterdam: North-Holland Publishing Company; **1965**.

[58] Samuelson P A. Paul Douglas measurement of production functions and marginal productivities. Journal of Political Economy; **1979; 87**: 923-939.

[59] Scheaffer R L, Mendenhall W, Ott L. Elementary survey sampling. U. S. A: Duxbury Press; **1996**.