ارزش‌گذاری اقتصادی منافع زیست‌محیطی برنامه‌های کاهش مصرف سموم شیمیایی (مطالعه موردی: استان خوزستان)

جواد حسین‌زاد[1*]، سمیه شرفا[2]، قادر دشتی[1]، باب اله حیاتی[1] و فاطمه کاظمیه[2]

تاریخ دریافت: 89/3/22 تاریخ پذیرش : 89/9/7

1- استادیاران و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- دانشجویان سابق کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه ***Email: J_Firoozy@yahoo.com***

چکیده

همواره در اثر استفاده نادرست و بی‌رویه سموم شیمیایی، اثرات جبران ناپذیری بر محیط‌زیست وارد می‌شود. اهمیت بالای اثر مخرب سموم موجب شده است که تلاش‌های زیادی در جهت کاهش مصرف سموم انجام بگیرد. از جمله این تلاش‌ها استفاده از ابزار اقتصادی است که در تبیین سیاست‌های مناسب می‌توان از آن‌ها بهره گرفت. در این راستا، می‌توان با محاسبه ارزش اقتصادی کاهش مصرف سموم و شناسایی عوامل مؤثر بر اجراء و موفقیت سیاست‌های کاهش مصرف و ارائه راه‌کارهای مناسب برگرفته از نتایج این بررسی‌ها، به تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران ذیربط در انتخاب سیاست‌های صحیح در زمینه عملیات کشاورزی پایدار کمک فراوانی نمود. بدین منظور در این مطالعه سعی شده است، منافع اقتصادی کاهش مصرف سموم شیمیایی در استان خوزستان ارزش‌گذاری شود. اطلاعات لازم برای انجام این کار از طریق تکمیل پرسشنامه از 180 بهره‌بردار کشاورزی استان خوزستان به روش نمونه‌گیری تصادفی دومرحله‌ای در سال 1387 جمع‌آوری شد. با استفاده از روش ارزش‌گذاری مشروط، تمایل به پرداخت کشاورزان جهت کاهش سه سطح خطر ناشی از مصرف سموم (بالا، متوسط و پایین) در پنج لایه زیست‌محیطی (انسان‌ها، پرندگان، آبزیان، حشرات مفید و حیوانات اهلی) مشخص گردید. در ادامه به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر میزان تمایل به پرداخت کشاورزان از مدل توبیت که به روش دومرحله‌ای هکمن برآورد گردید، بهره گرفته شد. نتایج نشان دادند که بیش‌ترین تمایل به پرداخت برای کاهش اثرات زیان‌بار سموم در میان لایه‌ها به ترتیب به لایه انسان‌ها، پرندگان، حیوانات اهلی، آبزیان وحشرات مفید و در بین سطوح خطر به ترتیب سطح بالا، متوسط و پایین تعلق گرفت که در این میان منافع اقتصادی 15 کلاس زیست‌محیطی از 571623 ریال (لایه انسان/خطر بالا) الی 56926 ریال (لایه حشرات مفید/خطر پایین) به ازای هر خانوار در سال زراعی متغیر بود. براساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد که متغیرهای درآمد، تعداد عملیات مدیریت تلفیقی آفات، درصد اهمیت قایل شدن کشاورزان به کاهش خطرات در هر لایه، آگاهی از ورود خطرات زیست‌محیطی سموم به هر لایه، مواجه شدن با ورود خطرات زیست محیطی به هر لایه و مالکیت شخصی، تأثیر مثبت و متغیرهای شدت تراکم آفات و سن، تأثیر منفی بر اقدام به به‌کارگیری عملیات کاهش مصرف سموم دارند. هم‌چنین نتایج حاکی از آن بود که متغیرهای سبزی‌کاری و درصد عملیات مدیریت تلفیقی آفات بیشترین تأثیر مثبت و متغیرهای ذرت-کاری و دستمزد کارگر وجین کننده بیشترین تأثیر منفی را روی میزان تمایل به پرداخت دارند.

واژه‌های کلیدی: ارزش‌گذاری مشروط، استان خوزستان، تمایل به پرداخت، کاهش مصرف سموم شیمیایی، مدل توبیت، منافع زیست‌محیطی

An Economic Evaluation of the Environmental Benefits from Pesticides Reduction Program in Khuzestan Province

J Hossein Zad[1*], S Shorafa[2], G Dashti[1], B Hayati[1] and F Kazemiyeh[2]

Received : 12 June 2010 Accepted : 28 November 2010
[1]Assistant Prof and Associate Prof, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
[2] Former MSc Students, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
**** Corresponding author: E-mail: J_Firoozy@yahoo.com***

Abstract

The intensive use of pesticides has posed detrimental effects on the environment. Concerns over those environmental impacts have led to many efforts in pesticides usage reduction. As an example, economic instruments that can be used in explaining suitable policies. With Estimating the economic value associated with pesticide reduction and identifying the effective factors on administration and success of pesticide reduction policies can be assisted in designing pesticide regulations. The purpose of this study is to identify the economic benefits associated with pesticides reduction in Khuzestan province, Iran. The required data were collected from 180 farmers of Khuzestan province in 2009. The study uses Contingent Valuation survey to estimate farmers willingness to reduce three risk level (high, moderate and low) for five environmental categories (human health, birds, aquatic species, beneficial insects and livestock). A Tobit model with heckman two-stage procedure estimates is developed to determine the factors that affect farmers willingness to pay. With calculating the willingness to pay it was found that greater concern is evident for human health, birds and livestock, and relatively less for aquatic species and useful insects. The economic benefits for 15 environmental classes varied from 571623 Rials (human/high) to 56926 Rials (beneficial insects/low) per person per cropping season. The estimate of the Heckman two stage procedure results in determining the decisive factors in willingness to pesticides reduction strategies which consist of income, number of IPM strategies, farmer importance to decrease pesticides risk, farmer perception about environmental impacts, confronting with environmental impacts and own tenure, all with positive effect, while age and pest severity with negative effects. Farther results indicate that the variables of growing vegetables and percentage of IPM strategies have the most positive effect, while cropping corn and daily wage of hand weeding worker have the most negative effect on amount of willingness to pay.

Keywords: Contingent valuation, Khuzestan Province, Willingness to pay, Pesticide reduction, Tobit model, Environmental benefits.

مقدمه

از آن جایی که کشاورزی به عنوان منبع اصلی درآمدی 51 درصد جمعیت جهان است، خسارت ناشی از آفات می‌تواند منجر به کاهش معنی‌داری در عملکرد و درآمد شود (سازمان خواروبار جهانی 2009) به همین دلیل هر ساله به منظور اجتناب از این خطرات، سموم به میزان فراوانی مصرف می‌شوند. ارزیابی خطرات زیست-محیطی ناشی از مصرف سموم نشان می‌دهد که این مشکلات به مرور زمان گسترش یافته و این موضوع از بالا رفتن میزان پژوهش‌های مربوط به بررسی اثرات زیست‌محیطی سموم در ایالات متحده و اروپا مشخص می‌باشد. متأسفانه آمار این‌گونه مطالعه‌ها در کشورهای در حال توسعه با وجود مصرف فراوان و سوء استفاده سموم پایین است (پینگالی و روجر 1995). میزان توزیع سموم در استان خوزستان به عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی کشور نسبتاً بالا می‌باشد، به طوری که پس از استان های مازندران، فارس و گلستان در مرتبه چهارم کشوری قرار دارد (سالنامه آماری کشور 1387). براساس بررسی‌های انجام شده در مناطق مختلف استان، سموم به طور بی‌رویه، بدون رعایت دوره کارنس و زمان مناسب مصرف، بدون رعایت نکات ایمنی توسط زارعین و کارگران مزرعه و بدون تشخیص دقیق عامل خسارت مصرف می‌شوند (دهقانی 1387). خوشبختانه در سال‌های اخیر، انجام عملیات کشاورزی پایدار در راستای کاهش مصرف سموم در اولویت و دستورکار مؤسسه حفظ نباتات استان‌ها قرار گرفته است. بدیهی است با محاسبه ارزش اقتصادی این‌گونه برنامه‌ها و توسعه آموزش آنها در سطح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی، گام‌های مؤثری در جهت شناسایی منافع و کاربرد وسیع‌تر آنها برداشته خواهد شد. بدین منظور در این مطالعه نیز سعی شده است منافع اقتصادی کاهش مصرف سموم شیمیایی در استان خوزستان ارزش-گذاری شود.

نظر به اهمیت اثرات اقتصادی و زیست محیطی عملیات پایدار کشاورزی مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. مولن و همکاران (1997) با به‌کارگیری روش ارزش‌گذاری مشروط، منافع سالانه اجرای برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات در کشاورزی انتاریو[1] را در حدود 844 هزار دلار تخمین نمودند. اونز و همکاران (1998) تمایل به پرداخت ذرت-کاران ایالت میشیگان برای کاهش خطرات زیست‌محیطی علف‌کش آترازین[2] را از طریق ارزش‌گذاری مشروط تعیین کردند. نتایج نشان داد که متوسط تمایل به پرداخت برای کاهش خطر سرطان‌زایی برای انسان 4/92 الی 8/47 دلار به ازای هر ایکر، کاهش خطر آبشویی 4/40 الی 7/77 دلار به ازای هر ایکر و برای گونه‌های آبزی 3/92 دلار به ازای هر ایکر بود. لهر و همکاران (1999) تمایل به پرداخت کشاورزان برای کاهش مصرف سموم حشره‌کش در آمریکا را 8/25 دلار به ازای هر ایکر محاسبه نمودند و با برآورد مدل توبیت، نشان دادند سطح اهمیت کالای زیست‌محیطی، سطح تحصیل و تجربه رابطه مثبت بر قبول کاهش عملکرد ناشی از حذف سموم دارد. برتور و ورسینک (2001) با محاسبه تمایل به پرداخت، منافع محیطی کاهش مصرف سموم در انتاریو طی دوره زمانی 98-1983 را 188 دلار به ازای هر خانوار محاسبه کردند. کاینو و همکاران (2001) با محاسبه تمایل به پرداخت، منافع محیطی مدیریت تلفیقی آفات سبزیجات فیلیپین را در حدود 231 الی 305 پزو به ازای هر فصل زراعی برآورد نمودند. گارمینگ و وایبل (2008) به ارزیابی خطرات زیستی سموم شیمیایی بر سبزی‌کاران نیکاراگوئه پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد کشاورزان حاضر به پرداخت اضافه مبلغی معادل 28 درصد هزینه سموم هستند و با برآورد مدل لاجیت مشخص گردید که متغیرهای سن، سطح تحصیل، اندازه زمین و مساحت زیر کشت رابطه منفی و متغیرهایی نظیر تجربه مسمومیت، درآمد و درصد انجام عملیات ***IPM*** رابطه مثبت معنی‌داری با تمایل به پرداخت دارند. سلامی و خالدی (1380) به مطالعه تأثیر فناوری مبارزه بیولوژیکی با آفت کرم ساقه‌خوار برنج بر مصرف سموم شیمیایی در استان

[1] ***Ontario***
[2] ***Atrazine***

مازندران پرداختند. آنها با بررسی وضعیت 270 برنج-کار نشان دادند که 81 درصد این کشاورزان مبارزه بیولوژیک را بکار نبرده‌اند. با برآورد مدل لاجیت مشخص گردید که رابطه منفی و معنی‌داری میان پذیرش و میزان مصرف سموم شیمیایی برقرار است. پزشکی-راد و همکاران (1381) نشان دادند عوامل اقتصادی نظیر سطح زیرکشت برنج، میزان عملکرد برنج، میزان مشارکت افراد خانواده در امور کشاورزی، میزان دسترسی به نهاده‌های کشاورزی و میزان دسترسی به منابع مالی همبستگی مثبتی با پذیرش مبارزه تلفیقی کنترل کرم ساقه‌خوار برنج کشاورزان استان اصفهان دارند. پزشکی‌راد و همکاران (1385) نشان دادند که عوامل اجتماعی نظیر میزان سواد، دارا بودن شغل دوم، میزان ارتباط با شهر و میزان رهبریت افکار در زمینه مبارزه بیولوژیک همبستگی مثبتی با پذیرش مبارزه تلفیقی علیه کرم ساقه‌خوار برنج توسط کشاورزان استان اصفهان دارند.

در ادبیات اقتصادی دو روش سرمایه انسانی[1] (***HC***) و تمایل به پرداخت[2] (***WTP***) به منظور ارزش‌گذاری خطرات مصرف سموم ارائه شده است. روش سرمایه انسانی مبتنی بر بهره‌وری اشخاص و ویژه ارزش‌گذاری خطرات سلامتی انسان است. در حالی که اساس روش دوم، اقتصاد رفاه است و قابلیت انعطاف برای ارزش-گذاری خطرات زیست‌محیطی و اکوسیستم‌های کشاورزی را داراست. ارزش پولی کاهش مصرف سموم و خطرات ناشی از آن تحت عنوان تمایل به پرداخت تجمعی افراد برای کاهش خطرات سموم یا تمایل به دریافت[3] (***WTA***) غرامت در معرض قرارگیری ناشی از افزایش سطوح خطر بیان می‌شود. بنابراین تمایل به پرداخت منعکس کننده ترجیح، بینش، گرایشات و طرز برخورد افراد در مورد خطرات می‌باشد (تراویسی و همکاران 2006). از جمله روش‌هایی که بطور گسترده در تجزیه و تحلیل هزینه-منفعت و ارزیابی اثرات زیست-محیطی استفاده می‌شود، ارزش‌گذاری مشروط است این روش، تمایل به پرداخت افراد را تحت سناریوهای بازار فرضی معین، تعیین می‌نماید. بدین طریق که از تعدادی افراد، سؤال می‌شود تا حداکثر تمایل به پرداخت آنها را بدانند که آیا آمادگی برای پرداخت بهای آن مزیت را دارند یا با دریافت غرامت، حاضر به تحمل از دست دادن مزیت هستند (یعنی قبول فقدان یک مزیت). در مطالعه حاضر نیز برای ارزش‌گذاری اقتصادی منافع زیست-محیطی کاهش مصرف سموم از ارزشگذاری مشروط استفاده می‌شود.

هدف اصلی مطالعه حاضر، تحلیل اقتصادی منافع زیست‌محیطی کاهش مصرف سموم در مزارع سبزی، صیفی و ذرت استان خوزستان است که چارچوب مناسبی برای تجزیه و تحلیل اثرات زیست‌محیطی مصرف سموم و تبدیل آنها به ارزش‌های اقتصادی ارائه می‌دهد. در این راستا، ضمن برآورد تمایل به پرداخت کشاورزان برای کاهش این خطرات به شناسایی عوامل تأثیرگذار بر تمایل به پرداخت افراد پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر نظیر مطالعه کاینو و همکاران (2001)، محیط به 5 لایه تقسیم‌بندی می‌شود که شامل انواع ارگانیسم‌های غیر هدف مورد تأثیر قرار گرفته (انسان‌ها، دیگر پستانداران، پرندگان، آبزیان و حشرات سودمند) می‌باشد. علاوه بر این آفت‌کش‌ها از لحاظ مضر بودن یک سطح خطر (3 تا 1=***j***) را بر هر لایه محیطی (5 تا 1=***i***) وارد می‌نماید که در نتیجه 15 کلاس (3×5) سطح خطر/لایه محیطی برای هر ماده فعال[4] (***a.i.***) ویژه وجود خواهد داشت. در مرحله بعدی، تمایل به پرداخت جهت اجتناب از خطرهای آفت‌کش‌ها در پنج لایه محیطی برآورد می‌گردد. سؤالات تمایل به پرداخت با شرح مختصر خطرهای ناشی از مصرف آفت‌کش بر محیط و سلامتی انسان آغاز می‌شود. سپس با سؤالاتی در رابطه با مخارج مصرفی ماهانه پاسخگو و تمایل فردی برای پرداخت جهت جلوگیری از سه سطح خطر وارد شده (***j***) بر سلامتی انسان و دیگر لایه‌ها (***WTP$_j$***)

[1] ***Human Capital***
[2] ***Willingness To Pay***
[3] ***Willingness To Accept***
[4] ***Active Ingredient***

ادامه می‌یابد. بعد از پاسخ دادن به سؤالات تمایل به پرداخت از سطح اهمیت دادن افراد در کاهش هر سه سطح خطر داده شده نسبت به هر لایه محیطی (i) پرسیده می‌شود ($importance_i$) تا تمایل به پرداخت به هر کلاس (سطح خطر/لایه محیطی) از رابطه (1) اندازه گرفته شود (WTP_{ij}). بدین صورت که (برتور و ورسینک 2001):

$$WTP_{ij} = \frac{Importance_i}{\sum_{i=1}^{5} Importance_i} \times WTP_j \qquad [1]$$

برای بررسی متغیرهای تأثیرگذار بر میزان تمایل به پرداخت (با توجه به ماهیت متغیر وابسته که حالت کیفی دارد) از مدل توبیت استفاده می‌گردد. این مدل با بهره‌گیری از اطلاعات جمع‌آوری شده از هر دو گروه کشاورز خطای ناشی از تصادفی بودن نمونه را مرتفع می‌نماید. در این مدل اگر کشاورز حاضر به پرداخت باشد، به متغیر وابسته مقدار واقعی و اگر نباشد مقدار صفر داده می‌شود. فرم کلی مدل توبیت به صورت رابطه (2) نشان داده شده است (مادلا 2002؛ آمی‌میا 1985):

$$\begin{aligned} &y_i = \gamma' z_i + u_i \qquad i = 1,\ldots,N \\ &y_i^* = \gamma' z_i + u_i \quad if \quad y_i > 0 \\ &y_i^* = 0 \qquad\quad if \quad y_i \le 0 \end{aligned} \qquad [2]$$

در رابطه (2) متغیرها و پارامترها به صورت زیر تعریف می‌شوند:

y_i: متغیر پنهان یا مشاهده نشده[1]؛ y_i^*: متغیر مشاهده شده[2]؛ γ': یک بردار ($k \times 1$) از پارامترها که بایستی تخمین زده شود؛ z_i: بردار متغیرهای مستقل ($k \times N$)؛ u_i: جمله اخلال می‌باشد که مستقل از متغیرهای توضیحی است و بر فرض توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت s_u استوار است یعنی: $u_i \approx N(\mu, \sigma_u)$؛ 0: آستانه سانسور که متغیر وابسته در بالای آن قابل مشاهده و در مقادیر کمتر از آن غیرقابل مشاهده است. در این مدل نیز همچون سایر مدل‌ها، هدف برآورد پارامترهای نامعلوم یعنی g' و s_u براساس N مشاهده از y_i و z_i است. همچون سایر مدل‌های رگرسیونی متغیر وابسته y_i یک متغیر تصادفی است که دارای توزیع احتمال می‌باشد و در نتیجه امکان محاسبه احتمال وقوع هر مشاهده وجود دارد. برای مشاهدات بزرگ‌تر از صفر احتمال وقوع هر مشاهده از روی رابطه (3) به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{aligned} P(y_i > 0) &= P(g'z_i + u_i > 0) = P(u_i > -g'z_i) = 1 - P(u_i < g'z_i) \\ &= 1 - F(-g'z_i) = F(g'z_i) = \Phi(g'z_i / s_u) \end{aligned} \qquad [3]$$

در معادلات فوق $F(g'z_i)$ و $\Phi(g'z_i / s_u)$ به ترتیب معرف تابع چگالی تجمعی توزیع نرمال و تابع چگالی تجمعی نرمال استاندارد و s_u انحراف معیار جمله اخلال می‌باشد. هم‌چنین برای مشاهدات صفر احتمال وقوع هر مشاهده از روی رابطه (4) بدست می‌آید:

$$P(y_i \le 0) = 1 - P(y_i > 0) = 1 - \Phi(g'z_i / s_u) \qquad [4]$$

براساس تعریف، تابع درست‌نمایی از حاصل‌ضرب توابع توزیع احتمال هر دو مجموعه از مشاهدات حاصل می‌شود. شکل لگاریتمی تابع به صورت رابطه (5) می‌باشد:

$$\log L = \sum_0 \log(1 - F(0)) + \sum_1 \log\left(\frac{1}{(2ps^2)^{1/2}}\right) - \sum_1 \frac{1}{2s^2}(y_i - \gamma' z_i)^2 \qquad [5]$$

که در آن $\sum_0$ نشانه حاصل جمع مشاهدات صفر و $\sum_1$ حاصل جمع مشاهدات غیرصفر می‌باشد. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که مدل توبیت هر دو مجموعه از مشاهدات را در برآورد پارامترهای مدل و تعیین اثرات متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته مورد توجه و استفاده قرار می‌دهد. در تابع (5)، γ' و s پارامترهای مدل می‌باشند که می‌بایست برآورد شوند. از محدودیت های مدل توبیت خطای یکسان فرض نمودن متغیرهایی است که تعیین کننده تصمیم فرد برای شرکت در فعالیت مورد نظر می باشند و آنهایی که بر میزان انجام آن فعالیت هستند می‌باشد. هکمن (1979) با آگاهی به ضعف مدل توبیت در عدم امکان جداسازی دو گروه از عوامل مؤثر، روش دومرحله‌ای برآورد مدل توبیت را پیشنهاد نمود. در روش هکمن برای تعیین عوامل مؤثر در هر یک از دو

[1] ***Latent or Unobserved Variable***
[2] ***Observed Variable***

مجموعه، مدل توبیت به دو مدل پروبیت (مرحله اول) و مدل رگرسیون خطی (مرحله دوم) شکسته می‌شود. عواملی که می‌توانند بر تصمیم فرد برای شرکت در فعالیت مورد نظر تأثیر بگذارند، به صورت متغیرهای مستقل در مدل پروبیت وارد می‌شوند و عواملی که می‌توانند بر میزان انجام فعالیت پس از اتخاذ تصمیم تأثیر بگذارند در مدل رگرسیون خطی قرار می‌گیرند. متغیر وابسته در مدل پروبیت شامل یک متغیر دوجمله‌ای با مقادیر یک و صفر می‌باشد که در آن عدد یک به منزله تصمیم به اجرای فعالیت و صفر به مفهوم عدم انجام فعالیت می‌باشد. این مرحله به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر تصمیم فرد تبیین می‌گردد که تابع حداکثر درست‌نمایی آن به صورت رابطه (6) زیر تعریف می‌شود (مادلا 1983).

$$L = \prod_{y_i=0}\left\{1-\Phi\left(\frac{\gamma' z_i}{\sigma}\right)\right\}\prod_{y_i=1}\Phi\left(\frac{\gamma' z_i}{\sigma}\right) \qquad [6]$$

در این تابع **0** معرف مشاهدات صفر و **1** معرف مشاهدات 1 می‌باشد و سایر پارامترها قبلاً تعریف شده است. مدل دوم با اضافه شدن متغیر عکس نسبت میل یا تابع مخاطره[1] که با استفاده از مدل اول ساخته می‌شود، به مجموعه متغیرهای مستقل مرحله اول مرتبط می‌گردد. متغیر عکس نسبت میل تابعی غیرخطی از متغیرهای مستقل مدل است. اگر زیر مجموعه داده‌های نمونه را که در مورد آنها y_i^* و لذا میزان انجام فعالیت (y_i) مثبت است درنظر گرفته شود، در مورد این داده‌ها الگوی رگرسیون مربوط به مرحله دوم عبارت خواهد بود از:

$$g_i = b' x_i + e_i \qquad [7]$$

با در نظر گرفتن روابط (3) و (4)، زمانی که شخصی تمایل به پرداخت داشته باشد (هوفمن و کسوف 2005):

$$E\left[g_i \middle| y_i = 1\right] = E\left(g_i \middle| y_i^* > 0\right) = E(g_i \mid u_i > -\gamma' z_i)$$
$$= b' x_i + E\left(e_i \middle| u_i > -g' z_i\right) = b' x_i + r s_e l_i(a_u) \qquad [8]$$

$$l_i(a_u) = \frac{f(a_u)}{1-\Phi(a_u)} = \frac{f(-a_u)}{\Phi(-a_u)} = \frac{f(g' z_i / s_u)}{\Phi(g' z_i / s_u)} \qquad [9]$$

در روابط بالا، u_i و e_i دارای توزیع نرمال جدا از هم با میانگین صفر، انحراف معیار s_u و s_e و همبستگی r می‌باشند و y_i و z_i برای تمامی افراد نمونه تصادفی قابل مشاهده است ولی g_i تنها زمانی که y_i=1 باشد، قابل مشاهده خواهد بود. $f(g' z_i / s_u)$ و $\Phi(g' z_i / s_u)$ به ترتیب توابع توزیع چگالی و تراکمی نرمال استاندارد است که:

$$\phi_i(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \quad , \quad \Phi_i(z) = \int_{-\infty}^{z}\phi_i(t)dt \qquad [10]$$

نسبت توزیع چگالی به توزیع تراکمی برای x_i با $l_i(a_u)$ (عکس نسبت میل[2]) نشان داده می‌شود. ضریب عکس نسبت میل خطای ناشی از انتخاب نمونه را بازگو می‌کند. چنانچه ضریب این متغیر از لحاظ آماری بزرگ‌تر از صفر باشد، حذف مشاهدات صفر از مجموعه مشاهدات باعث اریبی پارامترهای برآورد شده مدل خواهد شد. چنانچه ضریب این متغیر از لحاظ آماری برابر صفر باشد حذف مشاهدات صفر منجر به اریبی پارامترهای برآورد شده نخواهد شد، لیکن منجر به از دست دادن کارایی برآوردکننده خواهد گردید (مادلا 1983).

با توجه به مطالعات انجام گرفته و همچنین بررسی‌هایی که در منطقه مورد مطالعه صورت گرفت، الگوی تجربی توبیت (روش دومرحله‌ای هکمن) به صورت زیر تبیین شد:

$$WTP = a + b_1 AGE + b_2 OWN + b_3 PEXI + b_4 IMI + b_5 KNOW + b_6 PIP + b_7 SEV + b_8 REV + b_9 EDU + b_{10} FSZ + b_{11} HAND + b_{12} PRE + b_{13} VEG + b_{14} MAZ + b_{15} LBR + b_{16} NLBR + b_{17} TC \qquad [11]$$

متغیرهای لحاظ شده در الگوی تجربی به صورت زیر تعریف می‌شوند:

[1] ***Hazard Function***

[2] ***Inverse Mills Ratio***

WTP: تمایل به پرداخت در مرحله اول با ارزش صفر (در صورت عدم پرداخت) و یک (در صورت پرداخت) و در مرحله دوم متوسط وزنی مقدار تمایل به پرداخت به سه سطح خطر (به واحد 10000 ریال) به عنوان متغیر وابسته و ***AGE***: سن کشاورز (سال)؛ ***OWN***: مالکیت شخصی با ارزش صفر (سایر: سهم‌بری، اجاره‌ای و...) و یک (مالکیت شخصی)؛ ***PEXI***: مجموع امتیازات مواجه شدن با خطرات زیست‌محیطی سموم به لایه‌های زیست-محیطی (امتیاز هر لایه صفر (عدم مواجه شدن) و یک (مواجه شدن))؛ ***IMI***: مجموع امتیازات سطح اهمیت قائل شدن به کاهش خطرات زیست‌محیطی سموم در لایه‌ها (امتیاز هر لایه صفر (عدم اهمیت دادن) و یک (اهمیت دادن))؛ ***KNOW***: مجموع امتیازات آگاهی از ورود خطرات زیست‌محیطی سموم به لایه‌ها (امتیاز هر لایه صفر (عدم آگاه بودن) و یک (آگاه بودن))؛ ***PIP***: تعداد عملیات ***IPM*** انجام شده؛ ***SEV***: شدت تراکم آفات با ارزش صفر (ناچیز)، یک (کم)، دو (متوسط)، سه (زیاد) و چهار (خیلی زیاد)؛ ***REV***: مجموع درآمدهای برون مزرعه‌ای و درون مزرعه‌ای سالانه (میلیون ریال)؛ ***EDU***: میزان تحصیل کشاورز (سال)؛ ***FSZ***: سطح زیرکشت (هکتار)؛ ***HAND***: دستمزد روزانه کارگر وجین‌کننده (10000 ریال)؛ ***PRE***: هزینه کل پرداختی به سموم طی یک سال زراعی (100000 ریال)؛ ***VEG***: سبزی‌کاری با ارزش صفر (در صورت عدم کاشت) و یک (در صورت کاشت)؛ ***MAZ***: ذرت‌کاری با ارزش صفر (در صورت عدم کاشت) و یک (در صورت کاشت)؛ ***LBR***: دستمزد روزانه نیروی کار خانوادگی (10000 ریال)؛ ***NLBR***: تعداد نیروی کار خانوادگی (نفر)؛ ***TC***: هزینه تولید (میلیون ریال) به عنوان متغیر های مستقل می باشند.

اطلاعات لازم برای انجام محاسبات و برآوردها از طریق تکمیل پرسش‌نامه از 180 بهره‌بردار کشاورزی در شهرستان‌های منتخب استان خوزستان که با روش نمونه‌گیری تصادفی دومرحله‌ای در سال 1387 انتخاب شدند، جمع‌آوری شده است.

نتایج و بحث

در ابتدا به نتایج توصیفی آگاهی از اثرات زیست-محیطی سموم مصرفی اشاره می‌شود که در جدول (1) خلاصه شده است. همان طوری‌که نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان آگاهی کشاورزان از خطرات زیست-محیطی سموم مربوط به انسان با 96/1 درصد سطح آگاهی و بعد از آن پرندگان با 75/6 درصد می‌باشد و کمترین آگاهی نیز به میزان 48/3 درصد مربوط به خطرات وارده به حیوانات اهلی موجود در مزرعه می‌باشد.

جدول 1- درصد فراوانی متغیرهای مؤثر بر آگاهی از اثرات زیست‌محیطی سموم

لایه محیطی	آگاهی از اثرات مضر سموم		مواجه شدن با اثرات مضر سموم		میزان اهمیت قائل شدن به هر یک از سطوح خطر		
	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	کم	متوسط	زیاد
انسان	173	96/1	159	88/3	0	9/4	90/6
حشرات مفید	123	68/3	100	55/6	47/8	43/9	8/3
گونه‌های آبی	89	49/7	12	6/7	58/3	35	6/7
پرندگان	136	75/6	119	66/1	40	51/7	8/3
حیوانات اهلی	87	48/3	13	7/2	27/8	53/3	18/9

حدود 88/3 درصد کشاورزان خود با خطرات سموم مواجه شده و 90/6 درصد آنها با اهمیت قایل شدن در سطح زیاد، آن را مهمترین مشکل زیست‌محیطی سموم عنوان می‌نمایند. هم‌چنین 66/1 درصد آنها با از

میان رفتن پرندگان در زمان سمپاشی مواجه شده و 51/7 درصد آنها اهمیت متوسطی برای این امر قائل هستند. 68/3 درصد کشاورزان با طغیان مجدد آفات بعد از یک سمپاشی فشرده روبرو شده و 48/8 درصد آنها سطح اهمیت کمی به آن اختصاص داده‌اند که خود ناشی از عدم آگاهی کشاورزان از نابودی دشمنان طبیعی (حشرات مفید) در اثر مصرف سموم است. کشاورزان کمتر با تلفات حیوانات اهلی وگونه‌های آبی مواجه بودند از این‌رو اهمیت کمی برای آن قائل شده‌اند. می‌توان این‌گونه بیان نمود که سطح آگاهی و اطلاعات کشاورزان در زمینه خطرات زیست‌محیطی سموم و سطح اهمیتی که برای آن قائل می‌شوند با مواجه شدن آنها با اثرات سموم ارتباط دارد.

با استفاده از نتایج سطح اهمیت قائل شدن افراد در کاهش هر سه سطح خطر وارد شده نسبت به هر لایه محیطی ($importance_i$)، تمایل به پرداخت کشاورزان به هر کلاس (سطح خطر/لایه محیطی) با توجه به رابطه (1) محاسبه گردید (WTP_{ij}). جدول (2) متوسط تمایل به پرداخت کشاورزان برای جلوگیری از بروز خطرات سموم در پانزده کلاس زیست‌محیطی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیش‌ترین تمایل به پرداخت برای کاهش اثرات زیان‌بار سموم در میان لایه‌ها به ترتیب به لایه انسان‌ها، پرندگان، حیوانات اهلی، آبزیان وحشرات مفید و در بین سطوح خطر به ترتیب سطح بالا، متوسط و پایین تعلق گرفت که در این میان منافع اقتصادی 15 کلاس زیست‌محیطی از 571623 ریال (لایه انسان/خطر بالا) الی 56926 ریال (لایه حشرات مفید/خطر پایین) به ازای هر خانوار در سال زراعی متغیر بود.

جدول 2- متوسط تمایل به پرداخت در هر کلاس محیطی (ریال به ازای هر خانوار در سال زراعی)

لایه محیطی	خطر بالا	خطر متوسط	خطر پایین	میانگین لایه‌ها
انسان	571623	364786	191930	376113
حشرات مفید	153363	100202	56926	103497
گونه‌های آبی	188073	120821	64833	124576
پرندگان	234118	149132	81708	154986
حیوانات اهلی	192600	126115	69215	129310
میانگین	267956	172211	92922	177696

ارزش 3 تا WTP_j در 5 لایه محیطی مساوی نمی‌باشد. برای مثال کاهش مصرف در آفت‌کشی که بالاترین خطر را برای انسان‌ها دارد، موجب ارزش‌گذاری بیشتر آن نسبت به کاهش مشابه برای آبزیان گردید. به همین دلیل بیشترین متوسط تمایل به پرداخت درلایه‌ها به انسان تعلق گرفت. از آن جایی که میزان مواجه شدن و سطح آگاهی کشاورزان با نابودی گونه‌های پرنده در مزارع طی سمپاشی بسیار بالا بود، پس از انسان بالاترین مبلغ یعنی 154986 ریال به این لایه تعلق گرفت و لایه‌های حیوانات اهلی، گونه‌های آبی و حشرات مفید به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند.

با توجه به مزایای روش دومرحله‌ای هکمن که در بخش متدولوژی بیان شد، الگوی تجربی توبیت با این روش برآورد گردید که نتایج آن در جدول (3) آمده است.[1] مقدار ضریب تعیین مک‌فادن[2] برای مدل پروبیت برآورد شده برابر 69 درصد به دست آمد که نشان می-

1- به منظور برآورد این الگوها از نرم‌افزار ***Shazam10*** استفاده گردید.

2 ***Mac Fadden***

دهد 69 درصد تغییرات در متغیر وابسته یعنی تمایل به پرداخت به وسیله متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. هم‌چنین مدل از لحاظ وجود یا عدم وجود واریانس ناهمسانی آزمون شد که عدم وجود واریانس ناهمسانی با استفاده از آماره ***LM2*** تأیید شد.

ضریب متغیرهای سن و شدت تراکم آفات در مرحله اول با تأثیرگذاری منفی بر احتمال تمایل به پرداخت نشان می‌دهند که احتمال پذیرش عملیات پایدار مبارزه با آفات (از جمله روش‌های کاهش مصرف سموم) در کشاورزان جوان منطقه بیشتر از افراد مسن می‌باشد. اثر نهایی متغیر سن نشان می‌دهد که یک سال افزایش در سن کشاورز منجر به 0/15 درصد کاهش در احتمال تمایل به پرداخت خواهد شد. در الگوی برآورد شده، علایم مثبت ضریب تعداد عملیات ***IPM*** انجام شده، سطح اهمیت قایل شدن، سطح آگاهی از خطرات سموم، سطح مواجه شدن با خطرات سموم، درآمد سالیانه و مالکیت شخصی زمین بازگوکننده تأثیر مثبت این متغیرها بر اجتناب از خطرات زیست‌محیطی سموم است که به نوعی کاهش مصرف سموم را به‌دنبال دارد.

جدول3- نتایج حاصل از برآورد الگوی تجربی توبیت

نام متغیرها	ضرایب برآورد شده		اثرات نهایی
	مرحله اول	مرحله دوم	
عرض از مبدأ	-2/874*	-34/146***	-
سن	-0/044*	0/183	-0/0015
تعداد عملیات ***IPM*** انجام شده	0/565*	16/470***	0/0187
سطح اهمیت قایل شدن	0/495**	0/561**	0/00164
سطح آگاهی از خطرات سموم	0/354*	2/257	0/0117
سطح مواجه شدن با خطرات سموم	0/502**	23/980***	0/0166
درآمد سالیانه	0/314**	5/311*	0/0104
شدت تراکم آفات	-1/040***	13/824**	-0/0344
مالکیت شخصی زمین	0/835*	19/215**	0/0276
سطح زیر کشت		4/133***	
سطح تحصیل		4/877***	
سبزی کاری		24/099**	
ذرت کاری		-160/50***	
هزینه کل سموم		1/306***	
دستمزد کارگر وجین کننده		-4/308*	
عکس نسبت میلز		19/779**	
Likelihood Ratio test= 117/063 ***With*** 8 ***D.F*** ***P-Value***= 0/0000			
R^2 ***Mac Fadden***=0/69			

***، ** و* : به ترتیب سطح معنی‌داری یک، پنج و ده درصد را نشان می دهد.

در ستون سوم جدول (3) نتایج برآورد عوامل مؤثر بر میزان تمایل به پرداخت گزارش شده است.[1] ضرایب برآورد شده برای متغیرهای تعداد عملیات ***IPM*** انجام شده، سطح اهمیت قایل شدن، سطح مواجه شدن با خطرات سموم، درآمد سالیانه، مالکیت شخصی زمین، سطح زیرکشت، سطح تحصیل، سبزی‌کاری و هزینه سموم با تأثیر مثبت و ذرت‌کاری و دستمزد کارگر وجین کننده با تأثیر منفی بر میزان تمایل به پرداخت مؤثر می‌باشند. ضریب درصد اهمیت قایل شدن به اجتناب از خطرات زیست‌محیطی سموم به هر یک از لایه‌ها رابطه مستقیمی با میزان تمایل به پرداخت دارد. مقدار عددی این ضریب (0/561) نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی متغیر مربوطه، میزان تمایل به پرداخت 5610 ریال افزایش پیدا می‌کند. مقدار عددی ضریب سطح زیرکشت 4/133 نشان می‌دهد با افزایش یک هکتار به متوسط سطح زیرکشت کشاورز، متوسط تمایل به پرداخت 41330 ریال افزایش می‌یابد. ضریب متغیر مالکیت زمین بیانگر این است که بهره‌برداران با مالکیت شخصی به میزان 192150 ریال تمایل به پرداخت بیشتری نسبت به سایر بهره‌برداران دارند. ضریب متغیر سطح تحصیلات نشان می‌دهد که با افزایش سواد، میزان تمایل به پرداخت کشاورزان نیز افزایش می‌یابد. این نتیجه رابطه مستقیم تمایل به پرداخت و میزان دانش را نشان می‌دهد. کشاورزانی که تعداد بیشتری از عملیات ***IPM*** را در راستای کاهش مصرف سموم انجام می‌دهند، با اثربخشی این عملیات در کاهش خطرات زیست‌محیطی و هزینه تولید آشنا هستند و تمایل بیشتری به پذیرش عملیات کشاورزی پایدار نشان می‌دهند. ضریب درآمد نیز حاکی از رابطه مستقیم آن با تمایل به پرداخت می‌باشد. افزایش درآمد، تقاضا برای سلامتی را افزایش می‌دهد، لذا منطقی است که با بالارفتن درآمد، میزان تمایل به پرداخت برای پذیرش عملیات پایدار افزایش می‌یابد. در رابطه با اثر نوع محصول روی میزان تمایل به پرداخت، نتایج نشان می‌دهد که سبزی‌کاران تمایل به پرداخت بیشتری دارند به طوری‌که این ارتباط در مورد ذرت‌کاران معکوس است یعنی کشت محصول ذرت میزان تمایل به پرداخت را کاهش می‌دهد. از آن جایی که سبزیجات در منطقه مورد مطالعه به صورت فشرده کشت می‌شوند و زمین-های زیرکشت این محصولات به صورت تمام وقت با صرف مقدار بالایی از نهاده نیروی کار خانواده و سموم همراه هستند، لذا تمایل به پرداخت سبزی‌کاران برای کاهش خطرات زیست‌محیطی سموم بالاتر است. ضریب عکس نسبت میلز برابر با 19/779 به دست آمد که معنی-دار نیز می‌باشد. این ضریب بیان کننده این واقعیت است که بین متغیرهای مؤثر بر تمایل به پرداخت برای کاهش خطرات زیست‌محیطی و متغیرهای مؤثر بر میزان تمایل به پرداخت اختلاف وجود دارد.

پیشنهادها

با توجه به ارتباط مستقیم سطح آگاهی و اطلاعات در زمینه خطرات زیست‌محیطی لازم است آموزش های لازم جهت آگاهی از اهمیت برنامه های کاهش مصرف سموم نظیر مدیریت تلفیقی آفات به کشاورزان داده شود. از آن جایی که در کوتاه مدت کاهش مصرف سموم موجب کاهش تولید می گردد، لذا به منظور تشویق و ایجاد انگیزه در کشاورزان برای تولید محصولات با مصرف کم سموم می توان از ابزارهای حمایتی و تشویقی مانند تعیین قیمت بالا برای محصولات تولیدی استفاده کرد. با توجه به اینکه اثرات مضر سموم علاوه بر انسان شامل حال دیگر لایه های محیط زیست از جمله سایر پستانداران، آبزیان، پرندگان و... می شود لذا لازم است استانداردها و قوانین مربوط به محدودیت استفاده از سموم تأثیرگذار بر این گروه‌ها نیز اعمال شوند. از آن جایی که اجرای برنامه‌های کاهش مصرف سموم، منافع زیست‌محیطی قابل توجهی را در لایه‌های مختلف بدنبال دارند، لذا توسعه و اجرای این برنامه‌ها برای جلوگیری از اثرات مضر زیست‌محیطی مصرف سموم به لایه‌های مختلف ضروری به نظر می‌رسد.

1- مدل از لحاظ وجود یا عدم وجود واریانس ناهمسانی و خودهمبستگی با استفاده از آزمون وایت و آماره دوربین واتسون بررسی شد، نتایج به‌دست آمده حاکی از عدم وجود واریانس ناهمسانی و خودهمبستگی بود.

منابع مورد استفاده

پزشکی‌راد غ، مسائلی م و یعقوبی ج، 1381. بررسی عوامل اقتصادی مؤثر بر پذیرش مبارزه تلفیقی علیه کرم ساقه‌خوار برنج توسط کشاورزان استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ششم، شماره چهارم، صفحه‌های: 53 تا 64.

پزشکی‌راد غ، مسائلی م و یعقوبی ج، 1385. بررسی عوامل اجتماعی مؤثر بر پذیرش مبارزه تلفیقی علیه کرم ساقه‌خوار برنج توسط کشاورزان استان اصفهان. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد 2-37، شماره اول، صفحه‌های 27 تا 33.

دهقانی ع، 1387. گزارش فعالیت‌ها و اقدامات تحقیقاتی و آموزشی مربوط به حفظ محیط زیست و توسعه پایدار کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان.

سال‌نامه آماری کشور، 1387. انتشارات مرکز آمار ایران.

سلامی ح و خالدی م،1380. تاثیر فناوری مبارزه بیولوژیکی با آفت کرم ساقه‌خوار برنج بر استفاده از آفت‌کش‌ها: مطالعه موردی: استان مازندران. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال نهم، شماره 33.

Amemyia T, 1985. Advanced econometrics, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

Brethour C and Weersink A, 2001. An economic evaluation of the environmental benefits from pesticide reduction. Journal Agricultural Economics 25: 219-226.

Cuyno LCM, Norton GW and Rola A, 2001. Economic analysis of environmental benefits on integrated pest management: a philipine case study. Journal Agriculrure Economics 25: 227–233.

FAO, 2009. Available online at: http://faostat.fao.org/site/452/default.aspx

Garming H and Waibel H, 2008. Willingness to pay to avoid health risks from pesticides: A case study from Nicaragua: 46th Annual Meeting of the German Association of Agricultural Economists (Gewisola) in Giessen, 4-6 October.

Heckman J, 1979. Sample selection bias as specification error, Econometrica 97: 153-161.

Hoffmann R and Kassouf AL, 2005. Deriving conditional and unconditional marginal effects in log earning equations estimated by heckmans procedure.

Lohr L, Park T and Higley L, 1999. Farmer risk assessment for voluntary insecticide reduction, Journal. Economic of Ecology 30: 121-130.

Maddala, GS. 1983. Limited Dependent and Qualitative Variables in Economics, Newyork: Cambridge University Press, Cambridge.

Maddala GS. 2002. Introduction to econometrics (3rd Edition). Chichester John Wieley.

Mullen JD, Norton GW. and Reaves DW, 1997. Economic analysis of environmental benefits of integrated pest management. Journal of Agriculture and Applied Economics. 29(2): 243-254.

Owens NN, Swinton SM and Van Ravenswaay EO, 1998. Farmer demand for safer corn herbicides: survey methods and descriptive results, michigan Agricultural Experiment Station, Michigan State University, East Lasing, MI.

Pingali PL and Roger PA, 1995. Impact of pesticide on farmer health and the rice environment. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.

Travisi CM, Nijkamp P and Vindigni G, 2006. Pesticide risk valuation in empirical economics: a comparative approach. Journal Ecological Economics 56: 455-474.