# بررسی عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای بیولوژیکی توسط کشاورزان: مطالعه موردی منطقه تربت‌حیدریه

تکتم محتشمی[1]*، مهدی نجفی

## چکیده

در سالهای اخیر، اهمیت کودهای بیولوژیک به دلیل افزایش پیامدهای منفی کودهای شیمیایی بیش از پیش افزایش یافته است. در همین راستا این مطالعه بر آن است تا به بررسی عوامل موثر بر مصرف کودهای بیولوژیک توسط کشاورزان بپردازد. برای این منظور، اطلاعات مورد نیاز با استفاده از تکمیل ۲۲۰ پرسشنامه که در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در تربت‌حیدریه جمع آوری گردیده، به دست آمده است. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از برآورد الگوی لاجیت انجام شد. نتایج حاصل از برآورد الگوی لاجیت نشان داد که متغیرهای سابقه، تحصیلات، نوع مالکیت زمین، قیمت کود، شرکت در کلاس های ترویجی، نوع محصول غالب تولید و دانش فنی کشاورز از عوامل موثر بر احتمال بکارگیری کودهای بیولوژیکی در بین کشاورزان منطقه می‌باشد. با توجه به این نتایج، کمک به ارتقای دانش فنی کشاورزان در قالب دوره های آموزشی و کارگاههای آموزشی و استفاده از سیاستهای قیمتی با هدف دسترسی بیشتر کشاورزان به این نهاده تأثیرگذار بوده و پیشنهاد می شود.

**واژه‌های کلیدی:** کود بیولوژیکی، تربت‌حیدریه، الگوی لاجیت.

[1] استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه

E mail: t.mohtashami@gmail.com

## مقدمه

کشاورزی در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه عمدتاً معیشتی و توسط کشاورزان خرده‌پا صورت می‌گیرد که بازدهی پایین تولید یکی از عمده ترین مشخصات آن می باشد. در این میان، کاهش حاصلخیزی خاک یکی از بزرگ‌ترین تهدیداتی است که درنتیجه کاهش آشکار مواد مغذی خاک رخ می‌دهد. اهمیت مصرف مطلوب و کافی مواد مغذی برای گیاه در یک دوره زمانی طولانی برای اطمینان از تولید محصول کارآمد برای کشاورزان بسیارحایز اهمیت است. عموماً کشاورزان کود را به‌عنوان یک عامل مؤثر در بهبود فعالیت‌های کشاورزی می‌شناسند و آن را باعث افزایش عملکرد محصول، بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش درآمد می‌دانند (Omamo et al., 2011). از زمان انقلاب سبز، استفاده از کودها و سموم شیمیایی در کشاورزی چندین برابر شده است. استفاده بی‌رویه از این نهاده‌ها باعث شده است که همزمان با افزایش تولید، آثار مخرب زیست‌محیطی افزایش یابد. به‌مرورزمان و با افزایش آگاهی بشر از این اثرات مخرب، تقاضا برای کاهش و حداقل کردن این آثار منفی در فرآیند تولید افزایش‌یافته است. اکنون چالش دانشمندان در بخش کشاورزی حداقل کردن یا حذف این آثار جانبی منفی برای دست‌یابی به محیط‌زیست پاک برای نسل‌های آینده در کنار افزایش بهره‌وری و کارایی با استفاده از فنّاوری‌های پیشرفته به‌منظور کاستن از آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌باشد (Bodake et al., 2009). حاصل تلاشهای صورت گرفته در این خصوص، بهره گیری از موجودات زنده در خاک در جهت تأمین نیازهای غذایی گیاه و تولید کودهای زیستی بوده است.

کودهای زیستی (کودهای بیولوژیک) به مواد حاصلخیزکننده‌ای گفته می‌شود که دارای تعداد کافی از یک یا چندگونه از میکروارگانیسم‌های مفید خاک‌زی هستند که روی مواد نگه‌دارنده مناسبی عرضه می‌شوند و قادرند یک یا چند عنصر غذایی را از شکل غیرقابل استفاده به شکل قابل‌استفاده تبدیل کنند و این تبدیل در یک فرایند زیستی انجام می‌گیرد (Barragán-Ocaña et al., 2016). براین اساس، این نوع کودها سبب بهبود ساختمان خاک، افزایش محصول، کاهش آلودگی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و درنتیجه کاهش بیماری‌ها خواهند شد. با توجه به مشکلات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، کودهای زیستی می‌توانند به‌عنوان مکمل و یا جایگزینی برای این کودها موردتوجه قرار گیرند (Barragán-Ocaña et al., 2016 ؛ Bhardwaj, 2014 ؛ Bodake et al., 2009)؛ یا دست‌کم، مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه با بهره‌گیری از این کودها و دیگر نهاده‌های طبیعی، بایستی مورد توجه قرار گیرد ( Jayasankar and Thyagarajan, 2010 ). بااین‌وجود، علی‌رغم پیشرفت‌های قابل‌توجه در تولید کودهای زیستی در کشور، این کودها از اقبال عمومی برخوردار نیستند (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱).

بنابراین لزوم کاهش مصرف کودهای شیمیایی و تلاش در جهت یافتن جایگزین هایی برای این نهاده به‌عنوان یک موضوع اساسی ضرورت می‌یابد. به‌طورکلی، پیامدهای منفی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و نیز ملاحظات اقتصادی مترتب بر آن نظیر گرانی و تغییرات قیمتی از یک‌سو و گرایش جامعه به مصارف محصولات ارگانیک از سوی دیگر، تلاش در راستای یافتن بدیل‌هایی برای این کودها را گوشزد می‌نماید. در این راستا واکاوی عوامل پیش‌بینی کننده سازگاری کشاورزان از این بدیل‌ها (نظیر کودهای زیستی) به‌عنوان یک مسئله مهم مطرح می‌گردد. در این خصوص دولت نیز سیاست‌های مختلفی مانند ارتقاء آگاهی کشاورزان و متخصصان در مورد کشاورزی ارگانیک، پرداخت یارانه به

کودهای زیستی، آلی و مبارزه بیولوژیک و حمایت و تقویت سازمان‌های غیردولتی را در دستور کار خود قرار داده است. بااین‌حال برنامه‌ریزی برای توسعه به‌کارگیری این سیاست‌ها نیازمند بررسی دقیق و تمرکز بر عواملی است که اجرای مؤثر این سیاست‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

یکی از اقدامات در این خصوص شناسایی عوامل مؤثر بر مصرف کودهای زیستی توسط کشاورزان است. بر این اساس، ضرورت تحقیق حاضر از حیث نظری و کاربردی به‌خوبی مشخص می‌گردد. پذیرش و به‌کارگیری این نهاده‌ها در کنار دیگر عوامل درنهایت به تصمیم‌گیری کشاورزان بستگی دارد. این پذیرش به‌نوعی متأثر از توجه کشاورز در خصوص میزان سازگاری نوآوری ارائه‌شده با شرایط طبیعی، اقتصادی، اجتماعی و غیره می‌باشد. به‌طورکلی، اینکه تا چه اندازه کشاورزان، کودهای زیستی را منطبق با شرایط مالی و دانش و مهارت‌های خود در جهت به‌کارگیری و مصرف (کودها) می‌دانند، مبین کاربرد کشاورزان می‌باشد. یکی از ابعاد مهم سازگاری برای این دسته کودها، سازگاری آن‌ها با دانش و مهارت‌های پیشین کشاورزان است. این مسئله تحت عنوان سازگاری نوآوری بادانش پیشین به‌وسیله راجرز و شومیکر (۱۳۷۹) موردتوجه قرارگرفته است. همچنین با توجه به اهمیت شرایط اقلیمی در فعالیت‌های کشاورزی و همچنین امکانات فنی موجود کشاورزان مانند ماشین‌آلات کشاورزی، کاربرد این نهاده‌ها شامل سازگاری این نهاده‌ها با دانش و مهارت‌های فعلی این کشاورزان، امکانات و ادوات فعلی آنان و همچنین شرایط اقلیمی منطقه می‌تواند موردبررسی قرار گرفته است (غلامی و همکاران، ۱۳۹۶). علیرغم تحقیقات قابل‌توجه در زمینه‌های مرتبط با مسائل فنی و زیست‌شناختی این کودها در کشور توسط محققان رشته‌هایی نظیر خاکشناسی (اسدی رحمانی و همکاران،۱۳۹۱)، شناسایی عوامل موثر بر کاربرد کودهای غیرشیمیایی مطالعات معدودی در کشور را به خود اختصاص داده (شاهپسند، ۱۳۹۴؛ اسدی رحمانی، ۱۳۹۱؛ طرازکار و بهجت، ۱۳۸۶) که با در نظر گرفتن ابعاد مختلف بکارگیری این کودها در بخش کشاورزی، لزوم مطالعات بیشتر در این خصوص را نشان می دهد.

تربت‌حیدریه یکی از شهرهای استان خراسان رضوی و مرکز شهرستان تربت‌حیدریه است. وسعت شهرستان تربت‌حیدریه حدود ۲۴ هزار کیلومترمربع است. بیش از ۲۶۱۵۵ خانوار در بخش‌های تابعه شهرستان سکونت داشته که در مجموع، جمعیتی بالغ بر ۷۹٪ درصد از نیروی کار شهرستان، به کشاورزی اشتغال دارند. ۹۱۲۸۴ هکتار اراضی زراعی و باغی و وجود اراضی مستعد با پتانسیل‌های بالا و تنوع آب‌وهوایی تربت‌حیدریه را به یکی از شهرستان‌های برتر در تولید و سطح زیرکشت در استان خراسان رضوی قرار داده است. شناسایی و اندازه‌گیری هر یک از عوامل اقتصادی، فردی، و زراعی موثر در تصمیم کشاورزان در به‌کارگیری کودهای بیولوژیک می‌تواند در ترویج استفاده از این کودها به‌ویژه در مناطق با تراکم کشت بالا مؤثر باشد که موضوع تحقیق پیش رو را تشکیل می دهد.

## روش تحقیق

در خصوص موضوع این مطالعه که به بررسی عوامل مؤثر در مصرف کودهای بیولوژیک می‌پردازد، کشاورزان به دو گروه کلی کشاورزانی که از این کود استفاده می‌کنند و کشاورزانی که از این کود استفاده نمی‌کنند، تقسیم شدند. بر این اساس متغیر وابسته در این مطالعه یک متغیر موهومی است که مقدار صفر (کشاورزانی که استفاده نمی‌کنند) یا یک (برای کشاورزانی که استفاده می- کنند) را به خود می‌گیرد. در بررسی الگوهایی از این نوع، مدل‌هایی با توزیع تجمعی

مانند الگوهای لاجیت و پروبیت استفاده می‌شود که الگوهای با متغیر وابسته کیفی نامیده می‌شود. روش بکار برده شده در این مطالعه مبتنی بر بکارگیری الگوی احتمالی لاجیت است که می‌تواند احتمال بکارگیری کود بیولوژیک را تحت تأثیر عوامل و سیاست‌های مختلف تعیین نماید. الگوی لاجیت، الگوی رگرسیونی است که معمولاً، در محیط‌هایی که متغیر وابسته دو حالت (۰ و ۱) به خود می‌گیرد، استفاده می‌شود. روش بکار برده شده در این مطالعه مبتنی بر بکارگیری الگوی احتمالی لاجیت است این الگو می‌تواند احتمال بکارگیری را تحت تأثیر عوامل و سیاست‌های مختلف تعیین نماید. بنابراین با توجه به گسسته بودن متغیر وابسته، الگوی مورد استفاده برای شناخت عوامل موثر بر مصرف کودهای بیولوژیکی از سوی کشاورزان، الگوی لاجیت است؛ که می‌توان آن را به‌صورت رابطه (۱) نشان داد (Gujarati, 1999):

$$p(Use|X_i) = F_\eta(Z_i) = F(\alpha + \beta X_i) = \frac{1}{1+e^{-Zi}} \quad (۱)$$

که در آن $P_i$ احتمال مشاهده یک پاسخ مثبت، $F_\eta(Z_i)$ مقدار تابع چگالی تراکم لجستیکی مربوط به هر مقدار احتمالی شاخص $Z_i$ مورد نظر است، $X_i$ بردار متغیرهای توضیحی مستقل، $\alpha$ عرض از مبدأ، $\beta$ بردار پارامترهای مجهول است. رابطه (۲) را می‌توان به‌صورت زیر نیز نشان داد:

$$Z_i = \log(\frac{P_i}{1-P_i}) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad (۲)$$

چون منبع داده‌ها معمولاً در برگیرنده اطلاعات منحصر به فردی است، لذا روش برآوردی که معمولاً استفاده می‌شود، روش حداکثر درستنمایی[1] است (Gujarati, 1999 ; Judge, 1998). الگوی لاجیت مورد نظر با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی و از طریق نرم‌افزار Shazam برآورد شده است.

داده‌های مورد نیاز مطالعه از طریق تکمیل پرسشنامه از کشاورزان در شهرستان تربت حیدریه جمع‌آوری شده است. جامعه آماری ما تمام کشاورزانی است که از کودهای شیمیایی و زیستی در تولید محصول خود استفاده می‌کنند. به‌منظور تعیین عوامل مؤثر بر مصرف کودهای زیستی توسط بخشی از این کشاورزان از شیوه نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. براین اساس برای حجم نمونه از فرمول کوکران ۲۲۰ بدست آمد که از این تعداد ۸۰ بهره‌بردار با کاربری مصرف کودهای زیستی و ۱۴۰ بهره‌بردار بدون کاربری این کودها تعیین شد. ابتدا به منظور سنجش روایی محتوای پرسشنامه در مرحله مطالعه مقدماتی، ازنظرات اساتید و کارشناسان مربوطه استفاده شد که پس از چند مرحله اصلاح و بازنگری از روایی پرسشنامه اطمینان حاصل شد. جهت سنجش پایایی پرسشنامه یا قابلیت اعتماد آن از روش ضریب آلفای کرونباخ و با نرم افزار SPSS22 استفاده شد. مقدار ضریب آلفای کرونباخ کل پرسشنامه برابر ۰/۷۱ به دست آمد و در سطح مناسبی قرار داشته است، بنابراین قابلیت اعتماد پرسشنامه مورد تایید و قابل قبول می‌باشد

## نتایج و بحث

[1]. Maximum Likelihood (ML)

جدول ۱ تحلیل آماری متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه را نشان می‌دهد. متغیرهای سن و سابقه کشاورز از جمله متغیرهایی هستند که در این مطالعه آورده شده‌اند. میانگین این متغیرها در نمونه موردبررسی به ترتیب ۴۸ و ۷ سال بوده است. میانگین متغیرهای تحصیلات، و تعداد جلسات حضور در کلاس‌های ترویجی از دیگر متغیرهایی است که جهت بررسی عوامل موثر بر استفاده کشاورزان از کودهای زیستی مورد استفاده قرارگرفته است. میانگین این متغیرها برای نمونه موردبررسی این مطالعه به ترتیت ۶ سال و ۴ بار می‌باشد که نشان می‌دهد کشاورزان منطقه تمایل متوسطی جهت استفاده ازکلاس‌های آموزشی و ترویجی دارند.

نوع محصول تولیدی کشاورز که در واقع محصول غالب تولیدی است می‌تواند یکی دیگر از متغیرهای اثرگذار بر استفاده از کودهای زیستی باشد. محصولات گندم، جو، چغندرقند و زعفران بیش‌ترین محصولات تولیدی کشاورزان مورد مطالعه منطقه تربت‌حیدریه می‌باشند. میانگین هزینه‌های تولیدی در هکتار در نمونه مورد بررسی نزدیک به ۱۱ میلیون تومان به ازای هر هکتار می‌باشد که حداقل آن ۲ و حداکثر آن ۳۷ میلیون تومان گزارش شده است. انواع کود بیولوژیک مصرفی مورد استفاده توسط کشاورزان و مورد بررسی در این تحقیق، کود بارور، اسید هیومیک، تریکومیکس، مگافول، تپروسین روی و اکورمون می‌باشند. برای کشاورزانی که از هیچ کدام از انواع کودهای بیولوژیکی استفاده نمی‌کنند عدد صفر در نظر گرفته شده است. متوسط مصرف این کودها در بین کشاورزان، همان‌گونه که در جدول ۱ مشخص شده است، ۳/۵ کیلوگرم در هکتار بوده است که حداکثر آن ۸ کیلوگرم در هکتار بوده است.

**جدول ۱: ویژگی‌های آماری متغیرهای مورد مطالعه**

| نام متغیر | توضیحات (واحد اندازه گیری) | میانگین | حداقل | حداکثر |
|---|---|---|---|---|
| سن | سال | ۴۹ | ۲۳ | ۶۹ |
| سابقه کشاورزی | سال | ۶ | ۴ | ۳۲ |
| تحصیلات | تعداد سال‌های تحصیل | ۶ | ۰ | ۱۴ |
| شرکت در کلاس ترویجی | تعداد جلسات حضور | ۴ | ۱ | ۲۰ |
| مالکیت زمین | ملکی ۱ اجاره‌ای ۰ | ۰/۲۸ | ۰ | ۱ |
| قراردارد فروش | بلی ۱ خیر ۰ | ۰/۵۱ | ۰ | ۱ |
| تعداد نیروی کار | نفر/هکتار | ۴ | ۱ | ۱۴ |
| قیمت کودهای زیستی | هزار تومان/کیلو | ۲۲۰ | ۱۳۰ | ۳۴۰ |
| تسهیلات دریافتی | بلی ۱ خیر ۰ | ۰/۶۸ | ۰ | ۱ |
| هزینه تولید | میانگین در هکتار (میلیون تومان) | ۱۱/۸ | ۲ | ۳۷ |
| مقدار مصرف کود بیولوژیک | کیلوگرم در هکتار | ۳،۵ | ۰ | ۸ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲ برآورد الگوی لاجیت را نشان می‌دهد. ستون دوم و چهارم از این جدول ضرایب برآوردی و سطح معنی داری پارامترهای الگو را با توجه به آماره t نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود ضرایب مربوط به کلیه متغیرها در الگوی برآوردی، دارای علامت مورد انتظار می‌باشد. براین اساس، متغیر سن کشاورز هر چند به لحاظ آماری معنی‌دار نیست اما علامت منفی آن نشان می‌دهد که هر چه سن کشاورز بیشتر شود، احتمال پذیرش استفاده از کودهای بیولوژیکی کاهش می‌یابد. سابقه و تجربه کشاورزی فرد دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر احتمال پذیرش استفاده از

کودهای زیستی دارد به نحوی که هر چه تجربه کشاورزی بیشتر گردد، کشاورزان به فواید استفاده از کودهای زیستی در جنبه‌های مختلف بیشتر واقف شده و استفاده از آن افزایش می‌یابد. تعداد سال‌های تحصیل کشاورز نیز دارای علامت مثبت و معنی‌دار است به این معنی که با افزایش سواد کشاورز به اندازه یک سال، احتمال پذیرش استفاده از کودهای زیستی به اندازه ۲/۸ واحد افزایش می‌یابد. به همین ترتیب، نتایج نشان می‌دهد که کشاورزانی که در کلاس‌های ترویجی و آموزشی کشاورزی شرکت بیشتری داشته‌اند، مزایای استفاده از کودهای زیستی را آموزش دیده‌اند و بنابراین احتمال پذیرش استفاده از کودهای زیستی برای آن‌ها افزایش می‌یابد. با این‌حال قیمت به‌عنوان یک عامل مهم معنی‌دار اما با تأثیر منفی بر استفاده از کودهای زیستی است. به این ترتیب که با افزایش یک واحد قیمت، احتمال پذیرش استفاده از کودهای بیولوژیکی به اندازه ۲/۷ واحد کاهش می‌یابد. این مساله بسیار مهم است چرا که نشان می‌دهد دولت می‌تواند با برقرای یارانه‌های نهاده‌ای امکان استفاده بیشتر از کودهای زیستی را برای کشاورزان فراهم آورد. هزینه‌های تولیدی نیز تأثیری مشابه قیمت را در احتمال پذیرش کودهای بیولوژیک نشان می‌دهد.

**جدول۲: برآورد الگوی لاجیت**

| متغیر | ضریب | آماره t | معنی داری | اثر نهایی |
|---|---|---|---|---|
| عرض از مبدا | ۰/۹۲ | ۲/۵۶ | ۰/۰۳ | - |
| سن | -۰/۵۵ | -۱/۳ | ۰/۲۳ | -۰/۰۳ |
| سابقه کشاورزی | ۱/۲۲* | ۲/۱ | ۰/۰۷ | ۰/۰۴ |
| تحصیلات | ۲/۸۴* | ۲/۶ | ۰/۰۴ | ۰/۰۲۵ |
| شرکت در کلاس ترویجی | ۰/۷۴* | ۲/۷ | ۰/۰۵ | ۰/۱۵۲ |
| مالکیت زمین | -۱/۱ | -۰/۷۳ | ۰/۴۴ | -۰/۰۱ |
| قرارداد فروش | ۱/۳ | ۱/۶ | ۰/۲۱ | ۰/۰۲ |
| محصول تولیدی غالب | ۰/۸۷* | ۲/۸ | ۰/۰۴ | ۰/۱۵ |
| قیمت کود زیستی | -۲/۷* | -۲/۴ | ۰/۰۲ | -۰/۱۹۴ |
| تسهیلات دریافتی | ۰/۵۹ | ۰/۳۱ | ۰/۱۲ | ۰/۰۳۲ |
| هزینه تولید | -۱/۱۱* | -۲/۸۸ | ۰/۰۳ | -۰/۰۶ |
| دانش فنی | ۰/۵۹** | ۲/۷۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۴۸ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به این که نمی‌توان ضرایب برآورد شده الگوی لاجیت را مستقیماً تفسیر کرد، لذا برای تفسیر این ضرایب، اثر نهایی هریک از متغیرها محاسبه شده است. اثر نهایی متغیرهای پیوسته به صورت تغییر در احتمالات پیش‌بینی شده، به ازای یک واحد تغییر در میانگین متغیر مورد نظر محاسبه شده است. اثر نهایی متغیرهای مجازی نیز به‌صورت تغییر در احتمالات پیش‌بینی شده، بر این مبنی که آیا وضعیت مورد نظر اتفاق می افتد یا خیر، محاسبه شده است. به عنوان نمونه، اثر نهایی برای متغیر سابقه کشاورز نشان می‌دهد با افزایش یک واحدی در این متغیر احتمال گرایش به مصرف کودهای بیولوژیکی معادل۰/۰۴ افزایش می‌یابد. در مقابل، مشاهده می‌شود که تأثیر عوامل چون قیمت کود، سن کشاورز، مالکیت زمین و هزینه‌های تولید بر احتمال مصرف کودهای بیولوژیکی منفی بوده و اثر نهایی این متغیرها به ترتیب ۰/۱۹۴-، ۰/۰۳-، ۰/۰۱-، و ۰/۰۶- برآورد شده است.

متغیرهای سن و مالکیت زمین اثر معنی‌داری بر مصرف بیشتر کودهای بیولوژیکی و گرایش به سیستم کشت پایدار نداشته است با این‌حال جهت ضرایب اثر نهایی نشان می‌دهد که کشاورزان مسن‌تر که عمدتاً مالک زمین نیز بوده‌اند، با در نظر گرفتن اینکه زمین در منطقه‌ی مورد نظر، یک نهاده‌ی ارزان و در دسترس است، تلاش دارند با افزایش به‌کارگیری مصرف سایر نهاده‌های کودی به عملکرد بالاتری دست یابند. منفی بودن ضرایب قیمت و هزینه‌های تولید، نیز تأییدکننده تئوری اقتصادی تقاضاست که نشان می دهد افزایش قیمت با ثبات سایر شرایط منجر به کاهش تقاضا می‌شود. اثر متغیر سطح تحصیلات نشان می‌دهد کشاورزان با تحصیلات بالاتر تلاش می‌کنند از روش‌های دیگری چون استفاده از کودهای بیولوژیکی، به عملکرد بیشتری دست یابند. اثر مثبت و معنی‌دار متغیرهای شرکت در کلاس‌های ترویجی و دانش فنی بر احتمال مصرف کودهای بیولوژیک، که نشان می‌دهد کشاورزانی که از آموزش‌های بروز کشاورزی استفاده کرده و دانش فنی بیشتری در این خصوص دارند، به ترتیب ۱۵۲/ و ۰/۰۴۸ درصد احتمال بیشتری دارد که از کودهای بیولوژیکی مصرف کنند که این امر را می توان به نقش متغیر آگاهی و ترویج در توسعه سیستم‌های کشاورزی پایدار در منطقه نسبت داد. همچنین براساس برآوردهای صورت گرفته از اثر نهایی متغیر کشت غالب، مشخص شد کشت زعفران به عنوان محصول غالب در الگوی کشت سبب افزایش ۰/۱۵ درصدی در احتمال بکارگیری سایر انواع کود از جمله کودهای بیولوژیکی می‌شود. این موضوع با توجه به وابستگی اقتصادی عمده کشاورزان منطقه به کشت زعفران قابل توجیه است. اثرات نهایی سایر متغیرها را نیز می‌توان به همین نحو مورد تفسیر قرار داد.

الگوی لاجیت برای مصرف کودهای بیولوژیک در جدول ۲ با بهره‌گیری از روش حداکثر راست نمایی و از طریق نرم‌افزار شازم برآورد شده است. آماره‌هایی که در جدول ۳ گزارش شده‌اند، قدرت توضیح‌دهندگی الگو را شرح می‌دهند. آزمون نسبت راستنمایی، تابع راستنمایی را در حالت مقید که ضرایب همه متغیرها صفر هستند با حالت بدون قید مقایسه می‌کند. این آماره در الگوی برآورد شده نشان می‌دهد که تغییرات توضیح داده شده توسط این الگو در سطح یک درصد معنی دار می‌باشد که نشان می‌دهد الگوی لاجیت به درستی برآورد گردیده است. معیار خوبی برازش که در این جدول ارایه شده است، درصد صحت پیش بینی الگو می‌باشد که مقدار آن معادل ۹۱/۷ درصد می‌باشد. درصد بالای این آماره در الگوی لاجیت، بیانگر آن است که الگوی تدوین شده از قدرت پیش‌بینی مناسبی برخوردار است. علاوه براین، برای اطمینان از عدم شکنندگی الگو و باثباتی آن برخی متغیرها به ترتیب حذف و دوباره به الگو اضافه شده و تأثیر حذف هرکدام بر علامت و معنی‌داری سایر متغیرها سنجیده شده است. همچنین نتایج نشان داد که با حذف یک یا چند متغیر از الگو، تغییری در سایر متغیرها از نظر علامت و معنی- داری بوجود نیامده که این امر عدم شکننده بودن الگو را تأیید می‌کند. آماره $R^2$ مک‌فادن در مدل ۰/۲۷۸ برآورد شده است. این مساله نشان می‌دهد که متغیرهای مستقل لحاظ شده در الگو، ۶۳ درصد تغییرات متغیر وابسته از صفر به یک را توضیح می‌دهند. لوویر و همکاران (۲۰۰۰)، اظهار داشتند که آماره‌ی مک فادن باید بالای ۰/۱ باشد تا مدل پذیرفته شود و مقدار آن در بازه‌ی ۰/۲ تا ۰/۳ مطابق با ضریب تعدیل $R^2$ حداقل مربعات معمولی (OLS) در بازه‌ی ۰/۷ تا ۰/۹ است. براین اساس نتایج الگوی حاضر کاملاً مورد تأیید قرار می-گیرد. لگاریتم تابع درست‌نمایی نیز در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است. این مساله نیز موید برآورد درست الگوی لاجیت است.

**جدول۳: تحلیل شاخص‌های برازش الگوی لاجیت**

| شاخص | آماره | معنی‌داری |
|---|---|---|
| LRآزمون | ۹۵/۵۹ | ۰/۰۰۱ |
| درصد صحت پیش‌بینی | ۰/۹۱۷ | - |
| مک فادن $R^2$ | ۰/۲۷۸ | - |
| مادالا $R^2$ | ۰/۲۹ | - |
| لگاریتم تابع درستنمایی | -۸۸/۵۴ | ۰/۰۳ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

علاوه براین برای سنجش اثر نهایی هر متغیر بر متغیر وابسته، کشش در میانگین و کشش کلی وزنی هر یک از متغیرها نیز محاسبه و نتایج آن برای هر کدام از متغیرها در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج کشش‌های به‌دست‌آمده در مدل لاجیت نشان می‌دهد کشش وزنی متغیر سن ۰/۴۲ و به‌صورت منفی محاسبه شده است. این مساله بیانگر آنست که با ثابت بودن سایر عوامل افزایش یک درصدی سن کشاورز، احتمال افزایش به کارگیری و کاربرد کودهای بیولوژیکی توسط کشاورزان به اندازه ۰/۴۲ درصد کاهش می‌یابد. براین اساس انتظار می‌رود که افراد جوان‌تر تمایل به استفاده بیشتری ازکودهای زیستی داشته باشند. به همین ترتیب کشش وزنی برای متغیر تحصیلات ۰/۲۶ محاسبه است. این مساله موید آن است که با افزایش یک درصد سطح تحصیلات، احتمال کاربرد و پذیرش به کارگیری و مصرف کودهای بیولوژیکی، به اندازه ۰/۲۶ درصد افزایش می‌یابد. کشش وزنی برای سه متغیر سابقه کشاورزی، شرکت در کلاس‌های ترویجی و دانش فنی به ترتیب ۰/۳۱، ۰/۴۳ و ۰/۶۵ می‌باشد. سایر متغیرها و کشش‌های بیان شده در جدول ۴ را نیز می‌توان به همین ترتیب مورد تفسیر قرار داد.

**جدول۴: محاسبه‌های کشش‌های الگوی لاجیت**

| متغیر | کشش کل وزن داده شده | کشش در میانگین |
|---|---|---|
| سن | -۰/۴۲ | -۰/۵۹ |
| سابقه کشاورزی | ۰/۴۳ | ۰/۷۹ |
| تحصیلات | ۰/۲۶ | ۰/۲۱ |
| شرکت در کلاس ترویجی | ۰/۳۱ | ۰/۳۴ |
| مالکیت زمین | -۰/۶۸ | -۰/۸۹ |
| قراردارد فروش | ۰/۳۴ | ۰/۳۶ |
| محصول تولیدی غالب | ۰/۵۷ | ۰/۵۹ |
| قیمت کود زیستی | -۰/۷۴ | -۰/۷۵ |
| تسهیلات دریافتی | ۰/۷۹ | ۰/۸۱ |
| هزینه تولید | -۰/۸۳ | -۰/۷۴ |
| دانش فنی | ۰/۶۵ | ۰/۶۱ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در تحقیق حاضر به منظور تجزیه و تحلیل توصیفی و اقتصاد سنجی عوامل موثر بر مصرف کودهای بیولوژیک در منطقه تربت‌حیدریه از آمار و اطلاعات مربوط به ۲۲۰ کشاورز در سال ۱۳۹۶ استفاده شد. نتایج حاصل از برآورد الگوی لاجیت حاکی از ارتباط مثبت متغیرهای سابقه کشاورزی، تحصیلات، شرکت در کلاس ترویجی، محصول تولیدی غالب و دانش فنی و ارتباط منفی میان متغیرهای سن، قیمت، هزینه- های تولید و نوع مالکیت زمین با احتمال مصرف کودهای زیستی است.

با توجه به ارتباط مثبت و معنی‌دار میان متغیرهای مرتبط با سطح آگاهی کشاورزان و احتمال مصرف کودهای زیستی، پیشنهاد می‌شود که برنامه‌های آموزشی ویژه‌ای در خصوص آشنایی با مدیریت مصرف کودها، آشنایی با نتایج مصرف نامناسب کودهای شیمیایی، و بویژه معرفی کودهای بیولوژیکی به منظور کمک به ارتقای دانش فنی کشاورزان در قالب دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های آموزشی تدارک نموده و به شیوه‌های مقتضی کشاورزان را برای مشارکت بیشتر در تولید محصول سالم ترغیب کرد. به موازات برپایی دوره‌های آموزشی مناسب برای افزایش سطح اطلاعات کشاورزان، ساز و کارهای مناسب جهت توسعه امکانات زیربنایی نظیر پایه‌گذاری و تجهیز آزمایشگاه‌های آزمون خاک، گیاه و آب به منظور تعیین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و توصیه‌های کودی مناسب ضروری بوده و پیشنهاد می‌شود. همچنین ارائه گزینه‌های تکنولوژیکی بویژه برای مزارع کوچک‌تر که شامل بهبود کیفیت کود دامی، معرفی کودهای بیولوژیکی و نیز ماشین‌های کودپاش متناسب با زمین که به تغییر الگوی کوددهی به سوی الگوهایی که مصرف کمتر با کارایی بالاتر می‌انجامد، می‌تواند استفاده از این نوع از کودها را افزایش داد. نتایج همچنین اشاره به این دارد که استفاده از سیاست‌های قیمتی با هدف بهبود دسترسی به کودهای بیولوژیک، از طریق رقابت‌پذیری قیمتی می‌تواند به تشویق کشاورزان در استفاده از کودهای بیولوژیکی کمک نماید.

## منابع

مشایخی، س. و لشکری، ع. الف. ۱۳۸۹. مطالعهٔ تطبیقی روند مصرف کود اوره در کشاورزی ایران و کشورهای توسعه یافته. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران، تهران، موسسه تحقیقات، ۱۰-۱۲ اسفند، تهران.

غلامی، ح و لوایی آدریانی، م. ۱۳۹۶. بررسی عوامل مؤثر بر سازگاری ادراک شده کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان در شهرستان زنجان. *فصلنامه راهبردهای توسعه روستایی*، ۴(۱): ۳۲-۲۴.

اسدی‌رحمانی، ه.، خاوازی، ک. و اصغرزاده، الف. ۱۳۹۱. کودهای زیستی در ایران، فرصت‌ها و چالش‌ها. *مجله پژوهش های خاک*، ۲۶(۱): ۳۲-۲۶.

شاه‌پسند، م. ۱۳۹۴. تحلیل عوامل فردی و اجتماعی موثر بر سطح مصرف کود در بین کشاورزان شهرستان بجستان. *مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی*، ۲(۴):۷۶۳-۷۵۰.

طرازکار، م. ح. و بهجت، الف. م. ۱۳۸۶. عوامل موثر بر مصرف بیش از حد مجاز کود ازته در زراعت گندم دیم استان کرمانشاه. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۳(۱): ۵۳-۴۵.

کرمی، ع. و فنایی، ا. (ترجمه). ۱۳۷۹ . رسانس نوآوری. راجارز، اورت ام .، و شاومیکر، اف . فلوید .انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز، ۰۵۰ ص.

A. 1996. Factors affecting the adoption of fertilizers by rice farmers in Côte d'Ivoire. Adesina, A. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 46: 29-39.

environmental Barragán-Ocaña, A. and del Carmen del-Valle-Rivera, M. 2016. Rural development and protection through the use of biofertilizers in agriculture: An alternative for underdeveloped countries? Technology in Society, 46: 90-99.
player Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K. and Tuteja, N. 2014. Biofertilizers function as key productivity. in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop Microbial cell factories, 13(1): 1-10.
farmers in Bodake, H. D., Gaikwad, S. P. and Shirke, V. S. 2009. Study of constraints faced by the adoption of bio-fertilizers. International Journal of Agricultural Sciences, 5(1): 292-294.
Freeman, H.A. and Omiti, J.M. 2003. Fertilizer use in semi-arid areas of Kenya: analysis of smallholder farmers' adoption behavior under liberalized market, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 66: 23-31.
Gujarati, D. 1999. Basic econometrics. Translation of hamid abrishami. Tehran University Publication.
Jayasankar, R. and Thyagarajan, S. 2010. Levels of adoption and encountered barriers of Thiruvarur district farmers of Tamil Nadu on implementation of recommended biofertilizer technologies. Agriculture Update, 5(3/4): 502-506.
Judge, G. 1988. The theory and practice of econometrics. 2nd Edition. New York: Wiley and Sons.
Mondal, T., Datta, J. K. and Mondal, N. K. 2017. Chemical fertilizer in conjunction with biofertilizer and vermicompost induced changes in morpho-physiological and bio-chemical traits of mustard crop. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 16(2): 135-144.
Omamo, S. W. and Mose, L. O. 2011. Fertilizer trade under market liberalization: preliminary evidence from Kenya. *Food Policy*, 26:1–10
Talape, Y. L., Kale, S. M., Gawande, V. H. and Nagalwade, L. D. 2011. Adoption of farmers towards biofertilizers and its determinants in Nagpur district. Journal of Soils and Crops, 21(1): 113-115.
Tarazkar, M. and Behjat, A. 2005. Factors affecting excessive Nitrogen fertilizer in Kermanshah province. Quarterly of Iran Science of Agricultural Extension and Education, 1: 45-53
decisions on Zhou, Y., Yang, H., Mosler, H. J. and Abbaspour, K. C. 2011. Factors affecting farmers. Consilience. Journal of fertilizer use: A case study for the Chaobai watershed in Northern China. Sustainable Development, 4: 80.102.