

## بررسی وضعیت مصرف کودهای نیتروژنه در مزارع گندم استان فارس

عبدالرسول شیروانیان\* و بهروز حسن پور

استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. [rasoolshirvanian@yahoo.com](mailto:rasoolshirvanian@yahoo.com)

دانشیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. [hassanpourbehrooz@gmail.com](mailto:hassanpourbehrooz@gmail.com)

دریافت: تیر ۱۴۰۲ و پذیرش: شهریور ۱۴۰۲

### چکیده

امروزه کودهای شیمیایی یکی از نهاده‌های اساسی تولید در راستای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به شمار می‌رود. با ورود بخش خصوصی به توزیع کودهای شیمیایی که به ترغیب کشاورزان به مصرف هر چه بیشتر این نهاده می‌پردازند، تردیدهایی در زمینه مصرف بهینه آن در سطح مزارع وجود دارد. بر این اساس، این مطالعه به بررسی وضعیت مصرف بهینه کودهای نیتروژنه به‌عنوان یکی از کودهای پایه در مزارع گندم استان فارس و شناسایی عوامل مؤثر بر آن پرداخته است. داده‌های مورد نیاز به‌صورت پیمایشی و از طریق تکمیل پرسشنامه به کمک روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای از ۴۵۷ گندمکار این استان جمع‌آوری شد. در ادامه، داده‌ها با استفاده از روش آمار توصیفی و مدل توبیت تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد در مصرف کودهای نیتروژنه، ۷۸/۵۶ درصد گندمکاران سطح بهینه مصرف را رعایت نکرده‌اند. بر این اساس، توصیه می‌گردد سیاست استفاده بهینه در قالب مصرف متناسب با نیاز خاک و گیاه همچنان سیاست محوری در مصرف کودهای نیتروژنه باشد. بدین منظور با عنایت به نتایج پیشنهاد می‌شود تمرکز بر آموزش غیررسمی در کل تناوب زراعی با لحاظ ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی بهره‌برداران در فرآیند آموزش، تمرکز بر استفاده از ظرفیت مدیریت آب در مزرعه در قالب رویکرد کود-آبیاری و نیز تمرکز بر استفاده از ظرفیت منابع خاک مزرعه در قالب تمرکز بر انجام آزمون خاک قبل از انجام عملیات زراعی و ارائه این آزمون به‌عنوان یک فرهنگ اجتماعی در بین کشاورزان و نیز تمرکز بر کاشت گیاهان دولپه در تناوب با گندم در دستور کار قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: استان فارس، کودهای شیمیایی، گندم، مدل توبیت، مصرف بهینه

\* - آدرس ایمیل نویسنده مسئول: [rasoolshirvanian@yahoo.com](mailto:rasoolshirvanian@yahoo.com)

ملاحظه‌ای به فعالیت در حوزه توزیع کودهای شیمیایی نشان داده است. حضور بخش خصوصی در حوزه توزیع که به ترغیب کشاورزان به مصرف هر چه بیشتر این نهاده می‌پردازد، بر تریدهای موجود در خصوص مصرف بهینه کودهای شیمیایی در سطح مزارع گندم استان فارس افزوده است. بر این اساس، این مطالعه بررسی وضعیت مصرف بهینه کودهای نیتروژنه به‌عنوان یکی از کودهای پایه در مزارع گندم و شناسایی عوامل مؤثر بر آن در استان فارس را هدف قرار داده است.

تاکنون مطالعات متعددی در خصوص وضعیت

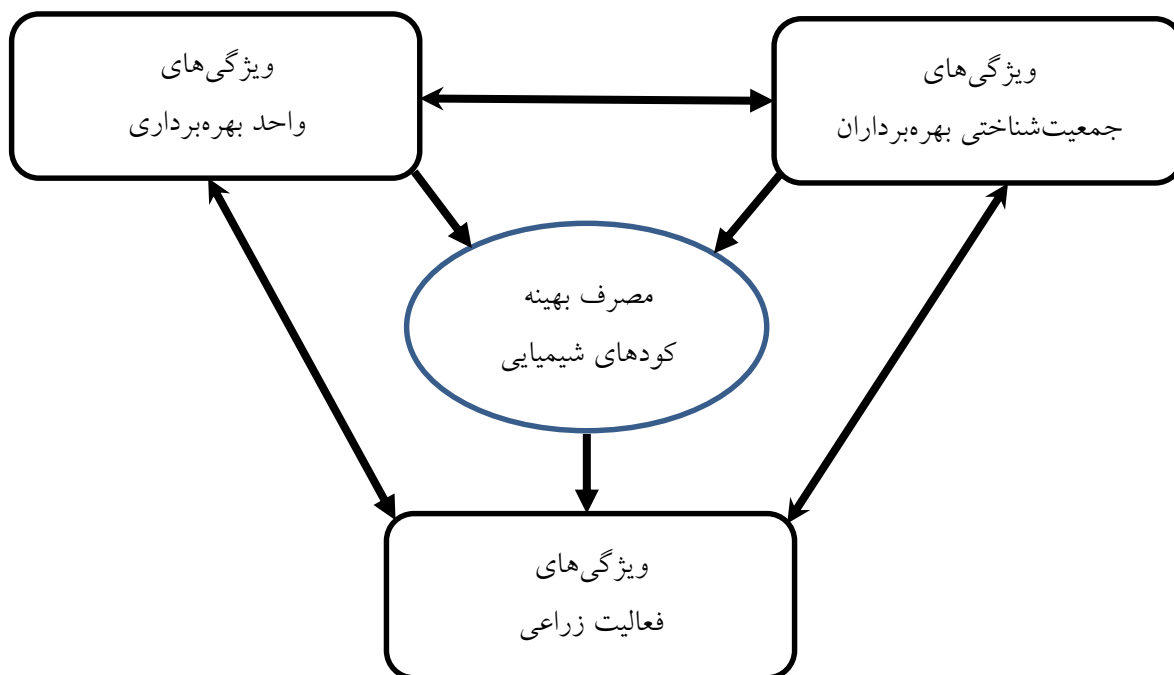
مصرف کودهای شیمیایی در فعالیت‌های زراعی و تعیین عوامل مؤثر بر آن در ایران و جهان صورت گرفته است. آدسینا (Adesina, 1996) با استفاده از مدل توبیت (Tobit Model)، عوامل مؤثر بر مصرف کودهای شیمیایی در مزارع برنج ساحل عاج را مورد بررسی قرار داده است. نتایج این مطالعه نشان داد که اندازه مزرعه، برخورداری از درآمد غیر کشاورزی و تمایل به استفاده متوالی از اراضی کشاورزی دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار و مواردی از قبیل زن بودن کشاورز دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر مصرف کود شیمیایی در مزارع برنج داشته‌اند. فریمن و امیتی (Freeman & Omiti, 2003) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف کودهای شیمیایی در مزارع مناطق نیمه‌خشک کنیا با استفاده از مدل توبیت پرداختند. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که سطح تحصیلات سرپرست خانوار، تجربه، دسترسی به کود و تمایل با استفاده متوالی از اراضی کشاورزی دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر میزان مصرف کودهای شیمیایی بوده است. فتوحی و همکاران (Fotouhi et al., 2003) با استفاده از داده‌های اسنادی طرح آمارگیری هزینه تولید برنج به بررسی وضعیت مصرف کودهای شیمیایی در مزارع برنج استان گیلان پرداخته‌اند. نتایج نشان داده است که مصرف کودهای شیمیایی ازته، فسفره و پتاسه در مزارع برنج استان گیلان غیربهینه است. وایتاکا و همکاران (Waithaka et al., 2007) با استفاده از مدل رفتاری توبیت به بررسی عوامل مؤثر بر میزان مصرف کودهای شیمیایی و کود دامی در غرب کنیا در نمونه‌ای شامل ۲۵۳ بهره‌بردار پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که مصرف کودهای شیمیایی و دامی به‌شدت تحت تأثیر ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی کشاورزان قرار دارد. طرازکار و بهجت (Tarazkar & Behjat, 2007) عوامل مؤثر بر مصرف بیش از حد مجاز کود ازته در زراعت گندم دیم استان کرمانشاه را با استفاده از داده‌های پیمایشی مربوط به ۲۶۲ گندمکار این استان و

استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان یک عملیات زراعی معمول به اواسط قرن نوزدهم در کشورهای اروپایی برمی‌گردد. به‌تدریج با افزایش میزان و وسعت مصرف کودهای شیمیایی، تولید محصولات کشاورزی در این کشورها با رشد فزاینده مواجه شد و هم‌زمان با افزایش تولید، صادرات محصولات کشاورزی رونق گرفت و توانست کمک شایان توجهی به اقتصاد این کشورها کند (Karimian, 2012; Tarazkar & Behjat, 2007). در کشورهای در حال توسعه در اواخر دهه ۱۹۶۰ با محرز شدن اثر برجسته کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی، استفاده از این کودها به‌سرعت گسترش یافت. در ایران، سابقه مصرف کودهای شیمیایی به سال ۱۳۲۴ برمی‌گردد. در حال حاضر، آنچه از سابقه ۷۸ ساله از مصرف کودهای شیمیایی در ایران قابل استنباط است این است که مصرف کودهای شیمیایی بخش لاینفک فرآیند تولید محصولات کشاورزی ایران شده است. با این همه آنچه هنوز به‌عنوان چالش باقی‌مانده، فقدان چارچوب علمی قابل‌قبول در مصرف این کودها در فرآیند تولید است (Karimian, 2012; Tarazkar & Behjat, 2007). این موضوع زیربنای این مطالعه را تشکیل داده و انجام آن را ضروری نموده است. از سوی دیگر، در بحث تأمین امنیت غذایی، گندم یکی از مهم‌ترین و راهبردی‌ترین محصولات زراعی است که رابطه بسیار نزدیکی با قدرت سیاسی و اقتصادی کشورها دارد (Tarazkar & Behjat, 2007). در ایران، نیز گندم به‌عنوان یک محصول استراتژیک است (Hajimirrahimi & Yazdian, 2008). با عنایت به استراتژیک بودن این محصول، استان فارس از جمله استان‌هایی است که در سال ۱۳۹۹ با تولید ۱۱۷۳/۷ هزار تن گندم و در اختیار داشتن سهمی معادل ۱۰/۱ درصد تولید گندم کشور، مقام دوم را در تولید گندم در بین استان‌های کشور به خود اختصاص داده است (AJOFP, 2020). علی‌رغم این جایگاه استان در تولید گندم، تاکنون مطالعه‌ای که به‌صورت پیمایشی وضعیت مصرف بهینه کودهای نیتروژنه را در زراعت این محصول در استان فارس پایش کرده باشد، گزارش نشده است. این در حالی است که کودهای نیتروژنه یکی از کودهای پایه در زراعت گندم است (Jafarnejadi et al., 2011). در کنار این نقصان، در دو دهه اخیر با عنایت به ضرورت استفاده از کودهای شیمیایی در تولید این محصول، بخش خصوصی اقبال قابل

(Nazu et al., 2021) به صورت پیمایشی به بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش روش های بهبود مدیریت تولید گندم با استفاده از مدل توبیت و داده های مربوط به ۳۲۰ گندمکار در شمال غربی بنگلادش پرداخته اند. نتایج نشان داد میزان مصرف کودهای شیمیایی در مزارع گندم پایین است. درعین حال، آموزش گندمکاران، سابقه کشاورزی، سطح زیرکشت گندم و عضویت در تشکل های محلی از عوامل مؤثر بر پذیرش روش های بهبود مدیریت تولید گندم بوده است.

بدین ترتیب، بر اساس مطالعات صورت گرفته در خصوص میزان مصرف کودهای شیمیایی (Adesina, 1996; Fotouhi et al., 2003; Freeman & Omiti, 2003; Tarazkar & Behjat, 2007; Waithaka et al., 2007; Yaghoubi et al., 2014; Karimi-Zarchi, 2017; Ernest et al., 2018; Amiri et al., 2020; Anang et al., 2021; Nazu et al., 2021)، میزان مصرف کودهای شیمیایی تحت تأثیر ویژگی های جمعیت شناختی مدیران مزرعه تحت عنوان بهره برداران، ویژگی های واحد بهره برداری و نیز ویژگی های اختصاصی فعالیت زراعی مورد مطالعه قرار دارد. در این مطالعات مواردی از قبیل بعد خانوار، مخارج خانوار، سن، میزان تحصیلات، وضعیت تأهل، شغل، جنسیت و سابقه کشاورزی بهره بردار در زمره ویژگی های جمعیت شناختی مدیران مزرعه مورد توجه قرار گرفته اند. همچنین، متغیرهایی شامل موقعیت جغرافیایی مزرعه، میزان کل زمین کشاورزی، نوع بهره برداری، نحوه عرضه محصول به بازار در قالب نوع خریدار محصولات و تعداد تشکل های محلی عضو به عنوان ویژگی های واحد بهره برداری بوده و متغیرهایی از قبیل سطح زیرکشت محصول مورد نظر، نوع تناوب غالب، منبع تأمین آب محصول مورد نظر، روش آبیاری، تعداد دفعات آبیاری، مدار آبیاری، نوع عملیات خاکورزی مزرعه، وضعیت فشردگی خاک، وضعیت رطوبت خاک در عملیات خاکورزی، وضعیت تسطیح خاک، میزان مصرف انواع کودها در گروه ویژگی های اختصاصی فعالیت زراعی در نظر گرفته شده اند.

مدل لاجیت مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد شرکت در دوره های آموزشی-ترویجی تأثیر معنی دار بر مصرف بیش از حد مجاز کود از ته نداشت. اما، سابقه کشت گندم موجب کاهش مصرف بیش از حد این کود گردیده است. یعقوبی و همکاران (Yaghoubi et al., 2014) به صورت توصیفی به بررسی میزان مصرف نهاده های کود در تولید گندم در ۵۰ مزرعه گندم شهرستان قائنات در استان خراسان جنوبی پرداخته اند. نتایج نشان داد مقدار مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس به طور معنی داری کمتر از مقادیر توصیه شده است. کریمی زارچی (Karimi-Zarchi, 2017) در مطالعه اثر تناوب بر مدیریت مصرف کودهای شیمیایی در مزارع گندم بیان می کند که از نظر کشاورزان و کارشناسان افزایش عملکرد محصولات کشاورزی بدون مصرف کودهای شیمیایی پرهزینه بوده و در بسیاری موارد غیراقتصادی است. بر این اساس، کشاورزان و کارشناسان در مدیریت مصرف کودهای شیمیایی به دنبال میزان بهینه مصرف این کودها هستند. ارنست و همکاران (Ernest et al., 2018) با استفاده از مدل توبیت و نمونه ای شامل ۲۲۶ تولیدکننده، به تعیین عوامل مؤثر بر پذیرش کود در بین تولیدکنندگان کاکائو در غرب غنا پرداختند. نتایج نشان داد بعد خانوار، سابقه کشاورزی، حمایت از طریق تشکل های محلی و اندازه مزرعه از عوامل مؤثر در استفاده بهره برداران از کود بوده است. امیری و همکاران (Amiri et al., 2020) به بررسی عوامل مؤثر بر پایداری سیستم تولید گندم در ایران با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم پرداخته اند. نتایج نشان داد کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و افزایش استفاده از کودهای ارگانیک، در کوتاه مدت، تولید را کاهش می دهد اما در بلندمدت با افزایش کیفیت خاک، سبب پایداری کشت و تولید می شود. آنگ و همکاران (Anang et al., 2021) با استفاده از مدل توبیت به بررسی پیشران های مدیریت حفاظت و حاصلخیزی خاک در بین ۲۰۰ سویاکار خرده پای منطقه تولون غنا پرداخته اند. نتایج نشان داد جنسیت و سن بهره برداران، بعد خانوار و اندازه مزرعه از عوامل مؤثر در بکارگیری مدیریت حاصلخیزی است. نازا و همکاران



شکل ۱- چارچوب مفهومی تحقیق  
Figure 1- The conceptual framework of the research

قابل اعمال است. در این راستا، وجود مقادیر بیشتر و کمتر از مقدار بهینه، با مساعدت به دسترسی به حجم بالای مشاهدات تجزیه و تحلیل بر اعتبار مدل می‌افزاید (Anastasopoulos et al., 2008; Greene, 2008).

#### روش پژوهش

از آنجاکه هدف این پروژه بررسی وضعیت مصرف بهینه کودهای نیتروژنه در مزارع گندم استان فارس و شناسایی عوامل مؤثر بر آن است، متغیر وابسته تحقیق، متغیر سانسور شده است. بنابراین برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از مدل توییت استفاده گردید. در فرآیند تولید گندم، هر یک از گندمکاران مورد مطالعه ممکن است میزان مصرف کودهای نیتروژنه را کمتر از توصیه فنی یا در سطح توصیه فنی و بیشتر از آن مصرف کنند. بر این اساس، آستانه سانسور برای مقادیر مصرف کمتر از میزان توصیه فنی کود نیتروژنه و نیز آستانه سانسور برای مصرف بیش-تر از توصیه فنی این کود در قالب مقادیر توصیه شده لحاظ گردید (Cong, 2000; Shirvanian & Najafi, 2011; Shirvanian & Sufi, 2018). با عنایت به این موضوع مدل توییت مورد استفاده در این مطالعه ضمن برخورداری از دو سطح آستانه سانسور بالایی و پایینی به صورت زیر بیان شد:

لازم به ذکر است که ویژگی‌های دارای تأثیرات متقابل و دوسویه بر یکدیگر بوده و در مجموع تأثیر نهایی خود را بر میزان مصرف بهینه کودهای شیمیایی نشان می‌دهند. در این راستا، مدل‌های رگرسیونی از جمله مدل‌های لاجیت، پروبیت و توییت از مدل‌های رفتاری هستند که به تعیین اثرات نهایی هر یک از ویژگی‌ها بر رفتارها می‌پردازند (Greene, 2008). بر این اساس، مدل رفتاری مدل‌هایی هستند که ضمن لحاظ اثرات متقابل و دوسویه ویژگی‌های یادشده، اثرات نهایی این ویژگی‌ها بر میزان مصرف بهینه کودهای شیمیایی را نشان می‌دهند. در ادبیات موضوع، یکی از مدل‌های متداول و پرکاربرد در بررسی چگونگی تأثیر عوامل یاد شده بر میزان مصرف کودهای شیمیایی، مدل توییت است (Adesina, 1996; Anang et al., 2021; Ernest et al., 2018; Freeman & Omiti, 2003; Nazu et al., 2021; Waithaka et al., 2007). لذا در انجام این مطالعه از مدل توییت استفاده شد. مدل یادشده مدل رگرسیونی است که در آن، دامنه متغیر وابسته در برخی موارد سانسور شده و فقط قسمتی از دامنه آن قابل مشاهده است. این دامنه به کمک آستانه سانسور بیان می‌شود. بر این اساس ویژگی اصلی مدل توییت، وجود آستانه سانسور با احتمال بالا برای برخی از مقادیر است. بدین ترتیب در این مدل، تمایز بین مقادیر کمتر یا بیشتر از مقدار بهینه با استفاده از آستانه سانسور

(هکتار)، نوع بهره‌برداری (متغیر مجازی با مقادیر یک برای کاملاً تحت تملک و صفر برای سایر موارد)، تعداد تشکیل‌های محلی عضو (تعداد تشکیل)، سطح زیرکشت گندم (هکتار)، تناوب غالب با گندم (در قالب سه متغیر مجازی برای گیاهان دولپه، آیش و غلات)، منبع تأمین آب کشاورزی (متغیر مجازی با مقادیر یک برای تأمین آب زیرزمینی از طریق چاه عمیق و نیمه عمیق و صفر برای تأمین آب سطحی از طریق سیستم شبکه آبیاری و زهکشی، چشمه، قنات و رودخانه)، روش آبیاری (متغیر مجازی با مقادیر یک برای آبیاری تحت فشار و صفر برای سایر روش‌های آبیاری)، تعداد دفعات آبیاری (نوبت)، مدار آبیاری (روز)، نوع عملیات خاکورزی (متغیر مجازی با مقادیر یک برای خاک‌ورزی حفاظتی و صفر برای خاک‌ورزی مرسوم)، وضعیت فشردگی خاک (متغیر مجازی با مقادیر یک برای خاک غیرفشرده و صفر برای خاک فشرده)، وضعیت رطوبت خاک در عملیات خاکورزی (متغیر مجازی با مقادیر یک برای خاک مرطوب و صفر برای خاک خشک)، وضعیت تسطیح خاک (متغیر مجازی با مقادیر یک برای اراضی مسطح و صفر برای اراضی غیر مسطح)، نحوه عرضه محصول به بازار در قالب نوع خریدار محصولات (متغیر مجازی با مقادیر یک برای خریدار دولتی و صفر برای خریدار خصوصی)، میزان مصرف انواع کودها شامل کودهای پرمصرف نیتروژنه، فسفات و پتاسه، کودهای ریزمغذی و کود حیوانی در کشت گندم و نیز در کشت دوم در تناوب با گندم (تن در هکتار برای کود حیوانی و کیلوگرم یا لیتر در هکتار برای سایر کودها)، متغیرهای مستقل مدل را تشکیل می‌دهند.

در ادامه، به منظور تعیین اثر نهایی متغیرهای مستقل بر سطح بهینه مصرف کودهای نیتروژنه از رابطه (۲) استفاده شد (Maddala, 2005):

$$ME = \frac{\partial E(Y)}{\partial x_i} = F(Z)\beta_i \quad (2)$$

در رابطه فوق  $F(Z)$  تابع توزیع تجمعی بوده و  $Z$  به صورت رابطه (۳) تعریف می‌شود:

$$Z = X \frac{\beta}{\sigma} \quad (3)$$

در این رابطه،  $\beta$  بردار ضرایب مدل توییت برآوردی و  $\sigma$  انحراف معیار جمله اختلال مدل است.

در تخمین مدل توییت برای پرهیز از برآورد اریب به پیروی از گرین (Greene, 2008) و ودریج (Wooldridge, 2009) از روش حداکثر درستنمایی استفاده می‌شود. از سوی

$$Y = \begin{cases} y_i = f(X) & \text{if } a < y_i < b \\ a & \text{if } y_i \leq a \\ b & \text{if } y_i \geq b \end{cases} \quad (1)$$

$i=1,2,\dots,457.$

در این رابطه،  $Y$  میزان مصرف کودهای شیمیایی،  $y_i$  مصرف کودهای شیمیایی در مزرعه  $i$ ام،  $a$  آستانه سانسور برای مصرف کمتر از میزان توصیه فنی و  $b$  آستانه سانسور برای مصرف بیش‌تر از توصیه فنی از مقادیر توصیه شده است. بر اساس رابطه (۱) چنانچه میزان مصرف کود در محدوده بین دو آستانه سانسور باشد، مصرف در سطح بهینه خواهد بود و در صورتی که میزان مصرف، بیشتر از آستانه سانسور بالایی باشد، مقداری ثابت برابر با آستانه سانسور بالایی به خود خواهد گرفت و چنانچه میزان مصرف، کمتر از سانسور پایینی باشد، مقداری برابر با آستانه سانسور پایینی به خود می‌گیرد. لازم به ذکر است که با توجه به ناهمگنی اراضی زراعی از نظر حاصلخیزی، مناسب آن است که با استفاده از آزمون خاک برای هر یک از مزارع گندم، سطح بهینه فنی مصرف کودهای شیمیایی در هر مزرعه، تعیین و به‌عنوان آستانه سانسور در مدل لحاظ گردد. با عنایت به این که چنین اطلاعاتی در مقیاس کل مزارع یک استان وجود ندارد، لذا در تعیین مقادیر آستانه سانسور از مقادیر توصیه فنی معاونت بهبود تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان فارس به‌عنوان میزان بهینه مصرف کود، استفاده شد. لازم به ذکر است که میزان بهینه مصرف کود معادل میزان توصیه فنی این معاونت در مصرف کودهای نیتروژنه (بر مبنای کود اوره)، ۳۰۰ کیلوگرم برای تولید میانگین ۵۱۰۰ کیلوگرم گندم در هکتار است. در رابطه (۱)  $X$  بیانگر متغیرهای مستقل مدل است. بر اساس ادبیات موضوع (Adesina, 1996; Fotouhi et al., 2003; Freeman & Omiti, 2003; Tarazkar & Behjat, 2007; Waithaka et al., 2007; Yaghoubi et al., 2014; Karimi-Zarchi, 2017; Ernest et al., 2018; Amiri et al., 2020; Anang et al., 2021; Nazu et al., 2021)، موقعیت جغرافیایی مزرعه (در قالب چهار متغیر مجازی برای پنج شهرستان مورد مطالعه)، تعداد افراد تحت تکفل بهره‌بردار (نفر)، سن بهره‌بردار (سال)، میزان تحصیلات (تعداد سال‌های تحصیل)، وضعیت تأهل (متغیر مجازی با مقادیر یک برای متأهلین و صفر برای مجردین)، جنسیت بهره‌بردار (متغیر مجازی با مقادیر یک برای مردان و صفر برای زنان)، سرانه مخارج ماهانه خانوار (میلیون ریال)، نوع شغل اصلی بهره‌بردار (متغیر مجازی با مقادیر یک برای کشاورزی به‌عنوان شغل اصلی و صفر برای سایر موارد)، سابقه کشاورزی (سال)، میزان کل زمین کشاورزی

برای محاسبه معکوس نسبت میلز ۴ برای هر یک از گندمکاران مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب، با برآورد مدل در مرحله اول، معکوس نسبت‌های میلز برای هر یک از گندمکاران به صورت نسبتی از تابع توزیع احتمال<sup>۵</sup> (PDF) به تابع احتمال تجمعی<sup>۶</sup> (CDF) و برای سایر گندمکاران که کود مورد نظر را مصرف نکرده‌اند، این نسبت به صورت تابع توزیع احتمال تقسیم بر یک منهای تابع احتمال تجمعی محاسبه شد:

$$IMR = \begin{cases} \frac{PDF}{CDF} & \text{if } Cons > 0 \\ \frac{PDF}{1-CDF} & \text{if } Cons = 0 \end{cases} \quad (5)$$

پس از آن، مدل نهایی توییت با استفاده از معکوس نسبت میلز برآورد گردید. در این مرحله، معکوس نسبت میلز به عنوان ابزاری برای لحاظ نمودن متغیرهای پنهان سانسور شده در مدل به صورت یک متغیر برونزا مورد استفاده قرار گرفت (Gundimeda & Kohlin, 2008).

لازم به ذکر است که در این مطالعه داده‌ها به صورت پیمایشی و از طریق تکمیل پرسشنامه جمع‌آوری شد. در تنظیم پرسشنامه از نظرات کارشناسان خبره مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس در زمینه زراعت گندم (بخش تحقیقات تهیه و اصلاح نهال و بذر)، عملیات خاک‌ورزی و آبیاری (بخش تحقیقات فنی و مهندسی) و مصرف انواع کودها (بخش تحقیقات خاک و آب) استفاده شد. با توجه به ادبیات موضوع و لحاظ این نظرات، پرسشنامه شامل سه بخش کلی بود. بخش اول، ویژگی‌های جمعیت شناختی مدیران مزرعه (بهره‌برداران) را تشکیل داد. بخش دوم، ویژگی‌های واحد بهره‌برداری و بخش سوم پرسشنامه شامل ویژگی‌های اختصاصی فعالیت‌های زراعی کاشت، داشت و برداشت گندم بود. در ادامه، به منظور تکمیل پرسشنامه، به پیروی از طرازکار و بهجت (Tarazkar & Behjat, 2007) از روش نمونه‌گیری تصادفی چندمرحله‌ای طبقه‌بندی شده استفاده شد. در این راستا، بر اساس مطالعات حاتمی بهمن بیگلو و خوشحال دستجردی (Hatami Bahman Beyglou & Khoshhal Dastjerdi, 2010) و حاتمی بهمن بیگلو و همکاران (Hatami Bahman Biglou et al., 2011) استان فارس دارای اقلیم‌های پنج‌گانه شامل اقلیم بسیار گرم و خشک، اقلیم گرم و نسبتاً خشک، اقلیم معتدل و مرطوب، اقلیم گرم و نیمه مرطوب و اقلیم سرد و خشک

دیگر، در تعیین نکویی برازش مدل توییت، ضریب تعیین<sup>۱</sup> ( $R^2$ ) معیار قابل اعتمادی نیست. لذا به پیروی از آناستاسوپالوس و همکاران (Anastasopoulos et al., 2008) از ضریب تعیین مادالا<sup>۲</sup> ( $R_2^M$ ) در تعیین نکویی برازش استفاده شد (رابطه (۱)). مقدار این ضریب بین صفر تا یک بوده و از مقایسه دو مقدار تابع درستنمایی<sup>۳</sup> به دست می‌آید (Maddala, 2005):

$$R_2^M = 1 - EXP \left\{ -\frac{2 \times (L_A - L_0)}{N} \right\} \quad (4)$$

در این رابطه  $R_2^M$  آماره مادالا،  $L_0$  و  $L_A$  به ترتیب، مقدار تابع درستنمایی مدل توییت در حالتی که تمام متغیرها در مدل حضور دارند و مقدار تابع درستنمایی همین مدل در حالتی که تمام متغیرهای مدل، به جز عرض از مبدأ، صفر هستند بوده و  $N$  تعداد مشاهدات نمونه مورد مطالعه است. لازم به ذکر است که برای به دست آوردن مقادیر  $L_0$  و  $L_A$  مدل توییت در دو حالت یادشده به صورت جداگانه تخمین زده می‌شود.

لازم به ذکر است که برخی گندمکاران ممکن است برخی از کودهای نیتروژنه را در مزارع خود مصرف نکنند. لذا در مصرف چنین کودهایی، پدیده مصرف صفر شکل می‌گیرد (Elsner, 1999; Johnston & Dinardo, 1997). بدین ترتیب که داده‌های پیمایشی معمولاً تعیین نمی‌کنند که آیا مقدار صفر برای مصرف یک کود توسط گندمکاران، مبین آن است که گندمکاران از این کود به دلیل عدم ترجیح، مصرف نمی‌کنند یا کمپایی کود موجب عدم مصرف آنان شده است. این در حالی است که گندمکارانی که این کودها را مصرف نمی‌کنند، اساساً رفتاری متفاوت از گندمکاران مصرف کننده این کودها دارند. در صورت عدم توجه به این موضوع، نتایج حاصل از برآورد مدل، اریب خواهد شد (Gundimeda & Kohlin, 2008). در این راستا، یکی از رویکردهای مقابله با پدیده مصرف صفر، تبیین تصمیم‌گیری برای مصرف یا عدم مصرف کود نیتروژنه توسط گندمکاران است (Elsner, 1999; Gundimeda & Kohlin, 2008; Johnston & Dinardo, 1997). در این رویکرد، در برآورد مدل، تصمیم‌گیری در زمینه مصرف یا عدم مصرف کود نیتروژنه و تصمیم‌گیری در مورد میزان مصرف آن، هر یک به طور جداگانه مورد توجه قرار گرفت. در مورد اول، احتمال این که گندمکاران از کود نیتروژنه مصرف کنند، با استفاده از مدل اولیه توییت برآورد شد. پس از آن، احتمال به دست آمده،

4 -Inverse Mill's Ratio (IMR)

5 -Probability Density Function

6 -Cumulative Probability Function

1 -Determination coefficient

2 -Maddala Determination coefficient

3 -Likelihood function

در ماه می باشند. از نظر وضعیت اشتغال، کشاورزی برای ۹۴/۳۱ درصد گندمکاران به عنوان شغل اصلی است. اشتغال به کشاورزی گندمکاران از دو سال تا ۶۵ سال متفاوت بوده و به طور میانگین گندمکاران دارای سابقه ۲۶/۹۰ سال در امر کشاورزی هستند.

بخش دوم جدول (۱) به ارائه ویژگی‌های واحد بهره‌برداری گندمکاران نمونه مورد مطالعه پرداخته است. بر اساس اطلاعات این جدول، گندمکاران از نظر میزان کل اراضی زراعی در دامنه‌ای بین ۰/۴ هکتار تا ۱۵۰ هکتار متفاوت بوده و میانگین مساحت اراضی بهره‌برداران ۱۲/۵۱ هکتار است. از نظر نوع مالکیت اراضی زراعی، ۸۶ درصد گندمکاران مالک کل اراضی زراعی تحت مدیریت خود هستند و بر این اساس، ۱۴ درصد بقیه به یکی از شیوه‌های استیجاری، سهم بری و یا ترکیبی از این‌ها شیوه‌ها زمین زراعی را در اختیار داشته و به فعالیت زراعی مبادرت دارند. دامنه عضویت گندمکاران در تشکلهای محلی از صفر تا سه تشکل (شامل شرکت‌های تعاونی تولید، شرکت‌های تعاونی روستایی و شورای اسلامی روستا) متغیر است. سطح زیر کشت گندم به ازای هر یک از بهره‌برداران نیز در دامنه‌ای از ۰/۲ تا ۵۰ هکتار در نوسان بوده و به طور میانگین سطح زیر کشت گندم به ازای هر یک از گندمکاران ۸/۳۲ هکتار است. در تناوب با گندم، کشت گیاهان دویله شامل پنبه، کنجد، کلزا، چغندرقتد، ماش، نخود، عدس و لوبیا، ۳۶/۱۱ درصد از فعالیت زراعی را به خود اختصاص داده و ۳۰/۸۵ درصد کشاورزان در این تناوب، زمین زراعی خود را به آیش می‌گذارند. در شرایط موجود، آیش گذاشتن اراضی کشاورزی صرفاً به دلیل کمبود آب است. به بیان دیگر، آیش گذاشتن زمین زراعی یک اجبار بوده و گزینه‌ای برای انتخاب نیست. همچنین، ۲۸/۸۸ درصد کشاورزان در تناوب زراعی گندم بنیان از غلات دیگر شامل ذرت و برنج استفاده می‌کنند. باقی‌مانده کشاورزان که ۴/۱۶ درصد آنان را تشکیل می‌دهند، نیز به محصولات متفرقه‌ای از قبیل گوجه‌فرنگی، یونجه، خرفه و هندوانه را در این تناوب جای می‌دهند. بر این اساس، ۲۸/۸۸ درصد کشاورزان در تناوب گندم بنیان، مجدداً به تولید محصولات هم‌گروه با گندم شامل ذرت و برنج می‌پردازند. بدین ترتیب، این دسته از کشاورزان با استفاده از گیاهان هم‌گروه در تناوب گندم در مقایسه با کشاورزانی که از گیاهان گروه‌های متفاوت در تناوب گندم استفاده می‌کنند، فشار بیشتری را بر توان حاصلخیزی خاک وارد می‌کنند (Karimi-Zarchi, 2017). سایر کشاورزان به نوعی از اعمال چنین فشاری بر منابع خاک پرهیز می‌نمایند.

است. لذا به منظور جمع‌آوری اطلاعات از این جامعه آماری، با عنایت به توصیه‌های فنی کارشناسان زراعت سازمان جهاد کشاورزی فارس، در هر اقلیم یک شهرستان شامل شهرستان‌های لار (به عنوان نماینده اقلیم بسیار گرم و خشک)، داراب (به عنوان نماینده اقلیم گرم و نسبتاً خشک)، مرودشت (به عنوان نماینده اقلیم معتدل و مرطوب)، نورآباد (به عنوان نماینده اقلیم گرم و نیمه مرطوب) و اقلید (به عنوان نماینده اقلیم سرد و خشک) انتخاب شدند. در ادامه، به انتخاب تصادفی مراکز جهاد کشاورزی در هر شهرستان مبادرت شد. پس‌از آن، از بین روستاهای تحت پوشش مراکز جهاد کشاورزی منتخب، به انتخاب تصادفی روستاهای در نهایت در هر روستا با تهیه لیست گندمکاران به انتخاب تصادفی گندمکاران و تکمیل پرسشنامه از آنان مبادرت گردید. لازم به ذکر است که حجم جامعه آماری در این پنج شهرستان برابر ۲۶۹۲۲ گندمکار است. بر اساس جدول کرجسی و مورگان (Krejcie & Morgan, 1970) حجم نمونه در هر یک از مراکز جهاد کشاورزی شهرستان‌ها تعیین و در مجموع اطلاعات ۴۵۷ گندمکار مورد بررسی قرار گرفت.

## یافته‌ها و بحث

### تحلیل توصیفی داده‌های گندمکاران نمونه مورد مطالعه

به منظور ایجاد شناخت مناسب نسبت به نمونه گندمکاران مورد مطالعه استان فارس در جدول (۱) توصیف داده‌های گندمکاران این استان را ارائه شده است. بخش اول اطلاعات این جدول به ارائه ویژگی‌های جمعیت شناختی گندمکاران نمونه مورد مطالعه پرداخته است. بر اساس اطلاعات این جدول، حداقل بعد خانوار گندمکاران نمونه مورد مطالعه، یک نفر، حداکثر ۱۲ نفر و میانگین بعد خانوار گندمکاران نمونه مورد مطالعه ۴/۷۰ نفر است. از نظر سنی، حداقل، حداکثر و میانگین سن گندمکاران به ترتیب ۲۰، ۸۲ و ۵۰/۳۲ سال است. از نظر تحصیلات، گندمکاران در دامنه‌ای از بی‌سواد تا فوق‌لیسانس قرار دارند. از نظر وضعیت تأهل، ۹۶/۰۴ درصد گندمکاران متأهل بوده و بر این اساس، ۳/۹۶ درصد آنان مجرد می‌باشند. از نظر جنسیت، ۹۹/۵۶ درصد گندمکاران را مردان تشکیل داده و بر این اساس، زنان فقط ۰/۴۴ درصد گندمکاران را شامل می‌شوند. از منظر مخارج، سرانه مخارج ماهانه خانواده‌های گندمکاران دامنه‌ای از ۰/۵۰ میلیون ریال تا ۲۳۳/۳۳ میلیون ریال در نوسان بوده و میانگین مخارج سرانه خانواده گندمکاران ۵/۸۳ میلیون ریال

جدول ۱- تحلیل توصیفی داده‌های گندمکاران نمونه مورد مطالعه در استان فارس  
Table 1- Descriptive analysis of the wheat farmers' sample in Fars province

انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	ویژگی‌های مورد مطالعه	
1.60	4.70	12	1	بعد خانوار (نفر)	
10.42	50.32	82	20	سن (سال)	
4.77	8.04	18	0	میزان تحصیلات (سنوات تحصیل)	
-	439	-	-	متأهل بودن بهره‌بردار	ویژگی‌های
-	455	-	-	مرد بودن بهره‌بردار	جمعیت شناختی گندمکاران
11.56	5.83	233.33	0.50	سرانه مخارج ماهانه خانواده (میلیون ریال)	
-	431	-	-	کشاورزی به‌عنوان شغل اصلی بهره‌بردار	
12.23	26.90	65	2	سابقه کشاورزی (سال)	
14.47	12.51	150	0.40	میزان کل زمین زراعی (هکتار)	
-	393	-	-	تملک بهره‌بردار بر واحد بهره‌برداری	
0.59	1.05	3	0	تعداد تشکل‌های محلی دارای عضویت	
8.16	8.32	50	0.20	سطح زیر کشت گندم (هکتار)	
-	165	-	-	تناوب گیاهان دولپه <sup>(۱)</sup> با گندم	
-	132	-	-	تناوب غلات <sup>(۲)</sup> با گندم	
-	141	-	-	تناوب آیش با گندم	
-	339	-	-	تأمین آب از منابع آب زیرزمینی	ویژگی‌های
-	408	-	-	آبیاری غرقابی (کرتی و نواری)	واحدهای بهره‌برداری
2.82	6.96	12	0	تعداد دفعات آبیاری (نوبت)	
4.86	12.99	30	0	مدار آبیاری (روز)	
-	370	-	-	اجرای عملیات خاک‌ورزی مرسوم	
-	267	-	-	مزرعه دارای خاک فشرده	
-	245	-	-	مزرعه دارای خاک مرطوب در زمان تهیه بستر	
-	271	-	-	اجرای عملیات تسطیح خاک	

مأخذ: یافته‌های تحقیق ۱: شامل پنبه، کنجد، کلزا، چغندر، ماش، نخود، عدس و لوبیا ۲: شامل ذرت و برنج

تا ۳۰ روز متغیر است. بدین ترتیب، بر اساس شاخص تعداد دفعات آبیاری، مزارع گندم استان فارس بر پایه کشت آبی شکل گرفته است؛ اما بر اساس شاخص مدار آبیاری، مزارع گندم استان فارس از کم‌آبی و خشک‌سالی رنج می‌برد (Niazi et al., 2005). بخش پایانی جدول (۱) اطلاعات مربوط به وضعیت تهیه بستر مزارع گندم استان فارس را نشان می‌دهد. بر اساس این بخش از اطلاعات، عملیات خاک‌ورزی مرسوم (گاواهن برگردان‌دار به اضافه دیسک) با سهمی معادل ۸۰/۴۳ درصد موارد عملیات خاک‌ورزی، بیشترین استقبال را از سوی گندمکاران به خود اختصاص داده و عملیات بی‌خاک‌ورزی (کاشت بدون شخم) و عملیات کم‌خاک‌ورزی (استفاده از خاک‌ورز مرکب یا گاواهن قلمی) توجه کمتر از ۲۰ درصد گندمکاران را به خود معطوف نموده است. لازم به ذکر است که مزارع ۵۸/۴۲ درصد از گندمکاران دارای خاک فشرده است. عملیات خاک‌ورزی مزارع گندم ۴۶/۳۹ درصد از گندمکاران در خاک خشک صورت گرفته و مزارع گندم ۴۰/۷۰ درصد از گندمکاران نیز مسطح است.

بخش دیگری از اطلاعات جدول (۱) به ارائه اطلاعات مربوط به مدیریت آبیاری مزارع گندم استان فارس پرداخته است. بر اساس این بخش از اطلاعات، ۷۴/۱۸ درصد گندمکاران از منابع آب زیرزمینی و ۲۵/۸۲ درصد گندمکاران از منابع آب سطحی برای تأمین آب مزارع گندم استفاده می‌کنند. بدین ترتیب، منابع آب زیرزمینی، منبع اصلی تأمین آب مزارع گندم استان فارس را تشکیل می‌دهد. به‌طوری‌که ۸۵/۵۳ درصد گندمکاران از روش آبیاری غرقابی در قالب کرتی و نواری برای آبیاری مزارع گندم خود استفاده نموده و ۱۴/۴۷ درصد گندمکاران نیز از آبیاری تحت فشار (تیپ و بارانی) استفاده می‌کنند. بدین ترتیب، روش آبیاری مزارع گندم در استان فارس عمدتاً به‌صورت غرقابی (کرتی و نواری) است. حداقل، حداکثر و میانگین تعداد دفعات آبیاری مزارع گندم در استان فارس در یک فصل زراعی به ترتیب، صفر (دیم)، ۱۲ و ۶/۹۶ نوبت است. از نظر دور یا مدار آبیاری، میانگین دور آبیاری در مزارع گندم استان فارس ۱۲/۹۹ روز بوده و دور آبیاری از صفر روز (دیم)



عدم مصرف کود در هر دو کشت است. بر اساس اطلاعات این جدول، آنچه در مصرف کودهای نیتروژنه متداول است، تمرکز بر مصرف این نوع کود در کشت گندم به‌عنوان کشت اصلی است. به طوری که ۹۶/۷۲ درصد بهره‌برداران صرف نظر از مصرف و یا عدم مصرف کود نیتروژنه در کشت دوم، به مصرف این نوع کود در کشت گندم مبادرت می‌ورزند. در عین حال، ۳۸/۹۵ درصد کشاورزان مصرف کود نیتروژنه در زراعت گندم و عدم مصرف آن در کشت دوم در تناوب با گندم را در دستور کار خود دارند. ذکر این نکته ضروری است که مصرف کود در کشت دوم و عدم مصرف آن در کشت گندم از استقبال بسیار اندکی در بین کشاورزان برخوردار است.

در ادامه تحلیل توصیفی داده‌های مزارع گندم استان فارس به‌منظور ایجاد شناخت نسبت به وضعیت مصرف کودهای نیتروژنه در مزارع گندم استان فارس، جدول (۲) به ارائه اطلاعات مربوط به مقایسه وضعیت مصرف کود نیتروژنه<sup>۷</sup> در زراعت گندم و کشت دوم در تناوب با گندم پرداخته است. به‌طور کلی، چهار وضعیت در مصرف هر یک از این کود قابل تصور است. وضعیت اول بیانگر مصرف کود در هر دو فعالیت زراعی است. وضعیت دوم نشان‌دهنده وضعیت مصرف کود در زراعت گندم و عدم مصرف آن در کشت دوم است. وضعیت سوم حاکی از مصرف کود در کشت در تناوب با گندم و عدم مصرف آن در کشت گندم است. وضعیت چهارم نیز نشان‌دهنده

جدول ۲- وضعیت مصرف کود نیتروژنه در زراعت گندم و کشت دوم در تناوب با گندم در استان فارس

Table 2- Status of nitrogen fertilizer consumption in wheat cultivation and second crop in rotation with wheat in Fars province

درصد فراوانی	تعداد کل مشاهدات	وضعیت مصرف و نوع کود نیتروژنه مصرفی
57.77	264	مصرف در هر دو کشت
38.95	178	مصرف در گندم و عدم مصرف در کشت دوم
1.75	8	مصرف در کشت دوم و عدم مصرف در گندم
1.53	7	عدم مصرف کود در هر دو کشت
100	457	جمع کل
96.27	439	اوره
0.66	3	نیترات آمونیم
3.07	14 <sup>(۱)</sup>	کود کامل (۲۰، ۲۰، ۲۰)
100	456	جمع
21.44	98	در سطح توصیه فنی
48.58	222	کمتر از میزان توصیه فنی
29.98	137	بیش از میزان توصیه فنی
100	457	جمع کل

مأخذ: یافته‌های تحقیق ۱؛ معادل ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار

استفاده قرار می‌دهند. بر اساس اطلاعات جدول (۲)، صرفاً ۲۱/۸۸ درصد گندمکاران، به مصرف کودهای نیتروژنه در سطح توصیه فنی (معادل ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار) مبادرت ورزیده‌اند و اکثر (۷۸/۵۶ درصد) گندمکاران، میزان توصیه فنی مصرف کودهای نیتروژنه را رعایت نکرده‌اند. در این بین، ۴۸/۵۸ درصد گندمکاران استان، کودهای نیتروژنه را کم‌تر از میزان توصیه فنی و ۲۹/۹۸ درصد از گندمکاران به مصرف بیش از میزان توصیه فنی این کودها پرداخته‌اند. لازم به ذکر است که

از نظر نوع کود مصرفی، بر اساس اطلاعات جدول (۲) اکثر قریب به اتفاق (۹۶/۲۷ درصد) گندمکاران کود اوره را مورد استفاده قرار می‌دهند. کمتر از یک درصد گندمکاران کود نیترات آمونیم را مصرف کرده و ۳/۰۷ درصد گندمکاران در راستای تأمین عناصر ماکرو (ازت، فسفر و پتاس) از کود کامل (۲۰، ۲۰، ۲۰) استفاده می‌کنند. لازم به ذکر است که کلیه گندمکارانی که به مصرف کود کامل می‌پردازند، این کود را در کنار یکی از دو نوع کود نیتروژنه اوره یا نیترات آمونیم مورد

مصرف کود نیتروژنه در گندم قرار گرفته و وضعیت مصرف این نوع کود در زراعت گندم با جزئیات بیشتری ارایه شده است

۷- به‌منظور پرهیز از حجم زیاد مقاله و با عنایت به این که این مطالعه، بررسی وضعیت مصرف بهینه کودهای نیتروژنه در زراعت گندم را هدف قرار داده است، ضمن پرداختن به وضعیت مصرف انواع کودها، تمرکز بر وضعیت

کیلوگرم/لیتر در هکتار است. در زمینه مصرف کود حیوانی، ۳۰/۶۳ درصد گندمکاران استان مصرف این کود را در دستور کار خود قرار داده‌اند. حداکثر میزان مصرف کود حیوانی ۷۰ تن و میانگین مصرف آن ۳/۶۷ تن در هکتار است. بخش دیگر جدول (۳) حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار مصرف انواع کودها را در بین کشاورزان در زراعت دوم در تناوب با گندم را نشان می‌دهد. بر اساس این اطلاعات، مصرف کودهای نیتروژنه (معادل‌سازی شده بر اساس کود اوره) تا ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، مصرف کودهای فسفاته (معادل‌سازی شده بر اساس کود سوپر فسفات تریپل) تا ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار، مصرف کودهای پتاسه (معادل‌سازی شده بر اساس کود سولفات پتاسیم) تا ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسد. میانگین مصرف کودهای یادشده به ترتیب، ۱۸۹/۳۲، ۹۱/۶۰ و ۲۴/۲۲ کیلوگرم در هکتار است. علاوه بر آن، انحراف معیار میزان مصرف کودهای یادشده در کشت دوم در تناوب با گندم، مانند انحراف معیار میزان مصرف این کودها در زراعت گندم، بالاست. این موضوع نشان از وجود عدم وحدت رویه در میزان مصرف این کودها دارد.

میزان مصرف کود نیترات آمونیم و نیز میزان مصرف کود کامل، بر اساس درصد نیتروژن موجود در آن‌ها و میزان نیتروژن موجود در کود اوره، معادل‌سازی شده و میزان کود اوره مصرفی معادل آن در محاسبات لحاظ شده است.

جدول (۳) وضعیت مصرف کودهای نیتروژنه، فسفاته، پتاسه، ریزمغذی‌ها و کود حیوانی توسط گندمکاران در مزارع گندم استان فارس را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات جدول یادشده، حداکثر مصرف کودهای نیتروژنه ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین مصرف آن ۲۷۸/۲۷ کیلوگرم (معادل‌سازی شده بر اساس کود اوره) در هکتار است. همچنین، حداکثر مصرف کودهای فسفاته ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین مصرف آن ۱۳۴/۱۸ کیلوگرم (معادل‌سازی شده بر اساس کود سوپرفسفات تریپل) در هکتار است. حداکثر میزان مصرف کود پتاسه ۴۰۰ کیلوگرم و میانگین مصرف آن ۳۱/۴۷ کیلوگرم (معادل‌سازی شده بر اساس کود سولفات پتاسیم) در هکتار است. علاوه بر آن، ۴۰/۹۲ درصد گندمکاران استان مصرف ریزمغذی‌ها را در دستور کار خود قرار داده‌اند. حداکثر میزان مصرف ریزمغذی‌ها ۶۰ کیلوگرم/لیتر و میانگین مصرف آن ۳/۹۷

جدول ۳- وضعیت مصرف انواع کودها در کشت گندم و کشت دوم در تناوب با گندم در استان فارس

Table 3- Fertilizer usage status in wheat cultivation and second crop in rotation with wheat in Fars province

نوع کشت	نوع کود	واحد اندازه‌گیری	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
کشت گندم	کود نیتروژنه	کیلوگرم در هکتار کود اوره	0	1000	278.27	129.10
	کود فسفاته	کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل	0	400	134.18	85.85
	کود پتاسه	کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم	0	400	31.47	60.25
	ریزمغذی‌ها	کیلوگرم/لیتر در هکتار <sup>(۱)</sup>	0	60	3.96	7.74
کشت دوم در تناوب با گندم	کود حیوانی	تن در هکتار کود گاوی	0	70	3.67	9.48
	کود نیتروژنه	کیلوگرم در هکتار کود اوره	0	1200	189.32	211.32
	کود فسفاته	کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل	0	600	91.60	104.70
	کود پتاسه	کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم	0	500	24.22	55.78
	ریزمغذی‌ها	کیلوگرم/لیتر در هکتار <sup>(۱)</sup>	0	85	2.98	8.30
	کود حیوانی	تن در هکتار کود گاوی	0	60	2.07	7.69

مأخذ: یافته‌های تحقیق (۱) به دلیل تنوع بسیار بالا، امکان معادل‌سازی وجود نداشت و جمع کل ارائه شده است

### اثرات نهایی مدل توییت برای کود شیمیایی نیتروژنه

جدول (۴) نتایج برآورد اثرات نهایی مدل توییت برای مصرف کودشیمیایی نیتروژنه در مزارع گندم استان فارس را ارائه کرده است. بر اساس این نتایج، موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی گندمکاران، ویژگی‌های واحدهای بهره‌برداری، نوع تناوب، ماهیت عملیات خاک‌ورزی، نحوه عرضه محصول به بازار در قالب نوع خریدار محصولات و میزان مصرف کودها در

فعالیت زراعی موجود در تناوب گندم بنیان از عوامل مؤثر در مصرف بهینه کود شیمیایی نیتروژنه در کشت گندم می‌باشند. لازم به ذکر است که مدل برآورد شده بدلیل وجود مشاهدات سانسور شده سمت راست و سمت چپ، مدل سانسور شده دو طرفه بوده و بر اساس مقدار ضریب تعیین مادالا که برابر ۰/۳۷ است، از برازش کلی مناسبی برخوردار است. در ادامه، بر اساس ستون رتبه تأثیر، عوامل مؤثر بر مصرف بهینه مورد تحلیل قرار گرفته‌اند.

جدول ۴- نتایج برآورد اثرات نهایی مدل توبیت برای مصرف کودشیمیایی نیتروژنه در مزارع گندم استان فارس  
Table 4- The results of estimating the final effects of the Tobit model for the use of nitrogenous chemical fertilizers in the wheat fields of Fars province

رتبه تأثیر	سطح معنی‌داری ( $P> Z $ )	آماره Z	مقدار اثر نهایی	متغیرهای مستقل مدل
4	0.00	3.83	26.12	شهرستان لار=۱، سایر=۰
2	0.00	4.04	29.19	شهرستان داراب=۱، سایر=۰
7	0.00	2.66	17.99	شهرستان مرودشت=۱، سایر=۰
13	0.04	2.04	2.31	بعد خانوار (نفر)
15	0.01	2.43	0.58	سن (سال)
14	0.00	3.90	1.50	میزان تحصیلات (سال)
6	0.03	2.12	20.25	وضعیت تأهل (متأهل=۱، مجرد=۰)
8	0.00	3.16	16.19	نوع بهره‌برداری (کاملاً ملکی=۱، سایر=۰)
12	0.07	-1.80	-5.16	عضویت تشکل‌های محلی (تعداد تشکل)
9	0.07	1.79	14.41	گیاهان دولبه=۱، سایر=۰
5	0.00	2.99	25.94	آیش=۱، سایر=۰
10	0.22	1.21	9.92	غلات=۱، سایر=۰
11	0.00	2.75	9.13	وضعیت رطوبت خاک در عملیات خاک‌ورزی (خاک مرطوب=۱، خشک=۰)
3	0.00	3.02	26.28	دولتی=۱، غیردولتی=۰
17	0.00	4.60	0.05	کود نیتروژنه (کیلوگرم در هکتار)
18	0.04	1.99	0.04	کود فسفات (کیلوگرم در هکتار)
16	0.10	1.62	0.35	ریزمغذی‌ها (کیلوگرم/لیتر در هکتار)
1	0.00	1492.25	299.14	مقدار ثابت مدل
		-399.52		معکوس نسبت میلز
		0.37		مقدار ضریب تعیین مادالا
		222		تعداد مشاهدات سانسور شده سمت چپ
		98		تعداد مشاهدات سانسور نشده
		137		تعداد مشاهدات سانسور شده سمت راست
		457		تعداد کل مشاهدات

مأخذ: یافته‌های تحقیق

راستا مطالعه شیروانیان و ترکمانی (Shirvanian & Torkamani, 2011) در بررسی رابطه بین فقر گریزی و ریسک گریزی جامعه روستایی استان فارس نشان‌دهنده غالب بودن رفتار ریسک گریزی در جامعه روستایی است. این ریسک گریزی با افزایش بعد خانوار، افزایش سن بهره‌برداران و نیز متأهل شدن بهره‌برداران افزایش می‌یابد.

از نظر میزان تأثیر، متأهل بودن گندمکاران، به طور میانگین مصرف کودهای نیتروژنه را به میزان ۲۰/۲۵ کیلوگرم در هکتار به سمت مصرف بهینه متمایل می‌کند. بر این اساس،

### ویژگی‌های جمعیت شناختی بهره‌برداران مؤثر بر میزان مصرف بهینه کودهای نیتروژنه

در جدول (۴) از مجموع متغیرهای بیانگر جمعیت شناختی بهره‌برداران چهار متغیر شامل بعد خانوار، سن، میزان تحصیلات و وضعیت تأهل به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر میزان مصرف بهینه کودهای نیتروژنه از نظر آماری معنی دار شده‌اند. بر اساس اطلاعات ستون رتبه تأثیر، وضعیت تأهل دارای رتبه ششم بوده و متغیرهای بعد خانوار، سن و میزان تحصیلات به ترتیب رتبه‌های سیزدهم تا پانزدهم را به خود اختصاص داده‌اند. در این

قرار دارند. بدین ترتیب، می‌توان دریافت که خشکی اقلیم در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه دارای نقش بسزایی است؛ اما در مواردی که اقلیم تمایل به مرطوب شدن دارد، در صورتی که از گرمای هوا کاسته شود و به سمت معتدل شدن حرکت کند، می‌تواند در مصرف بهینه مؤثر باشد؛ اما در صورتی که اقلیم گرم باشد، مرطوب شدن اقلیم نمی‌تواند در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه ایفای نقش کند. در خصوص میان تأثیر اقلیم‌های مختلف، نتایج بیانگر آن است که کشت گندم در اقلیم گرم و نسبتاً خشک، گرم و خشک و معتدل و مرطوب به ترتیب به‌طور میانگین به میزان ۲۹/۱۹، ۲۶/۱۲ و ۱۷/۹۹ کیلوگرم در هکتار منجر به تغییر در مصرف کود نیتروژنه در راستای بهینه‌سازی است.

متغیر بیانگر نوع بهره‌برداری بر اساس اطلاعات ستون رتبه تأثیر، با مقدار ضریب ۱۶/۱۹ رتبه هشتم را در بین مجموعه عوامل مؤثر بر مصرف بهینه کودهای نیتروژنه به خود اختصاص داده است. با عنایت به مقدار ضریب این متغیر، چنانچه گندمکاران بتوانند تملک واحد زراعی را به خود اختصاص دهند به میزان ۱۶/۱۹ کیلوگرم در هکتار می‌توان انتظار داشت که مصرف کودهای نیتروژنه تمایل به بهینه شدن داشته باشد.

بر اساس اطلاعات جدول (۴)، نحوه عرضه محصول به بازار در قالب نوع خریدار محصولات با مقدار ضریب ۲۶/۲۸ سومین عامل اساسی در راستای بهینه‌سازی مصرف کود نیتروژنه در مزارع گندم است. بدین ترتیب که با ورود تشکل‌های محلی غیردولتی تحت نظارت دولت شامل شرکت‌های تعاونی به‌جای خریداران محلی، در امر تهیه و توزیع کودهای شیمیایی، به‌طور میانگین به میزان ۲۶/۲۸ کیلوگرم تغییر در مصرف کود نیتروژنه در راستای بهینه‌سازی صورت می‌گیرد. این موضوع به دلیل ارتباط تعریف‌شده شرکت‌های تعاونی خریدار گندم کشاورزان با شرکت خدمات حمایتی استان در دریافت نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه کودهای شیمیایی است. به‌طوری‌که شرکت خدمات حمایتی، بر اساس میزان توصیه فنی سازمان جهاد کشاورزی به توزیع کود بین شرکت‌های تعاونی می‌پردازد. شرکت‌های تعاونی نیز به دلیل نظارت دولت، بر همین مبنای توزیع کود بین بهره‌برداران می‌پردازند، لذا با ورود تشکل‌های محلی غیردولتی تحت نظارت دولت، به موضوع خرید محصول در قالب شرکت‌های تعاونی و توزیع کود بر اساس توصیه فنی، تمایل به بهینه‌سازی در مصرف کودهای شیمیایی بین گندمکاران افزایش می‌یابد.

گندمکاران متأهل نسبت به گندمکاران مجرد به میزان ۲۰/۲۵ کیلوگرم در هکتار کودهای نیتروژنه را به‌صورت بهینه‌تر مصرف می‌نمایند. این موضوع به دلیل محدودیت بیشتر گندمکاران متأهل با محدودیت منابع مالی است که به ناچار آن‌ها را به تخصیص منطقی‌تر منابع مالی در مصرف نهاده‌ها از جمله کودهای نیتروژنه سوق می‌دهد (Shirvanian & Najafi, 2021). همچنین، در ادامه از میان ویژگی‌های جمعیت شناختی بهره‌برداران رتبه بعدی تأثیر، مربوط به بعد خانوار است. بدین ترتیب که با افزایش یک نفر به جمعیت خانواده گندمکاران به‌طور میانگین میزان مصرف این کود به میزان ۲/۳۱ کیلوگرم تمایل به بهینه شدن دارد. این موضوع در خصوص میزان تحصیلات معادل ۱/۵۰ کیلوگرم در هکتار است. همچنین در زمینه سن بهره‌برداران، یک واحد افزایش در سن گندمکاران، میزان مصرف کود شیمیایی را به میزان ۰/۵۸ کیلوگرم در هکتار بهینه خواهد کرد.

#### ویژگی‌های واحد بهره‌برداری مؤثر بر میزان مصرف بهینه کودهای نیتروژنه

در جدول (۴) از مجموع متغیرهای بیانگر ویژگی‌های واحد بهره‌برداری چهار متغیر شامل موقعیت جغرافیایی مزرعه، نوع بهره‌برداری، نحوه عرضه محصول به بازار در قالب نوع خریدار محصولات و تعداد تشکل‌های محلی عضو به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر میزان مصرف بهینه کودهای نیتروژنه از نظر آماری معنی‌دار شده‌اند. بر اساس اطلاعات ستون رتبه تأثیر، رتبه دوم، چهارم و هفتم به موقعیت جغرافیایی اختصاص دارد. بدین ترتیب، در مجموع می‌توان بیشترین نقش را به موقعیت جغرافیایی اختصاص داد. چنانکه قبلاً بیان شد بر اساس مطالعات حاتمی بهمن بیگلو و خوشحال دستجردی (Hatami Bahman Beyglou & Khoshhal Dastjerdi, 2010) و حاتمی بهمن بیگلو و همکاران (Hatami Bahman Biglou et al., 2011) استان فارس دارای اقلیم‌های پنج‌گانه شامل اقلیم بسیار گرم و خشک، اقلیم گرم و نسبتاً خشک، اقلیم معتدل و مرطوب، اقلیم گرم و نیمه مرطوب و اقلیم سرد و خشک است. در این راستا، مصرف کود نیتروژنه در اقلیم سرد و خشک (شهرستان اقلید بر اساس مقدار ثابت مدل) دارای بیشترین نقش در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه بوده، پس از آن، مناطق گرم و نسبتاً خشک (شهرستان داراب)، مناطق بسیار گرم و خشک (شهرستان لار) و مناطق معتدل و مرطوب (شهرستان مرودشت)

که به آیش گذاشتن زمین زراعی در بین کشاورزان به منزله استراحت زمین زراعی است و چنین زمینی نیاز چندانی به تغذیه ندارد؛ اما باید توجه داشت که آیش یک انتخاب داوطلبانه بین گندمکاران نبوده و گندمکاران به دلیل محدودیت آب مجبور به اعمال آن در تناوب زراعی می‌باشند. بر این اساس، نتایج مربوط به فعالیت زراعی در تناوب با گندم نشان می‌دهد که در شرایطی که امکان تأمین آب زراعی وجود داشته باشد و ضرورتی برای آیش گذاشتن اراضی زراعی وجود نداشته باشد، کاشت گیاهان دولپه به میزان ۱۴/۴۱ کیلوگرم در هکتار و کاشت غلات به میزان ۹/۹۲ کیلوگرم در هکتار می‌تواند به بهینه‌سازی در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه مساعدت نماید.

موضوع مهم دیگر در ویژگی‌های اختصاصی فعالیت زراعی گندم که می‌تواند بهینه‌سازی مصرف کود نیتروژنه را هدف قرار دهد، توجه به مدیریت عملیات تهیه بستر است. بدین ترتیب که گندمکارانی که به انجام عملیات خاک‌ورزی در شرایط مناسب رطوبت خاک می‌پردازند به میزان ۹/۱۳ کیلوگرم کود نیتروژنه را به صورت بهینه‌تری مصرف می‌کنند.

در نهایت، در بین ویژگی‌های اختصاصی فعالیت زراعی گندم و نیز در میان کلیه عوامل مؤثر در بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژنه، کمترین نقش مربوط به مصرف انواع کودها در فعالیت زراعی در تناوب با کشت گندم است. به طوری که افزایش یک واحد در مصرف ریزمغذی‌ها، کودهای نیتروژنه و کودهای فسفات در کشت محصول زراعی موجود در تناوب زراعی گندم بنیان، به ترتیب به میزان ۰/۳۵، ۰/۰۵ و ۰/۰۴ کیلوگرم در هکتار، بهینه‌سازی در مصرف کودهای نیتروژنه در زراعت گندم مورد انتظار است.

نکته قابل تأمل در ویژگی‌های اختصاصی فعالیت زراعی گندم نتایج مربوط به تأثیر مدیریت منابع آب و خاک است. نتایج مربوط به مدیریت منابع آب در سطح مزرعه نشان می‌دهد که هیچ یک از متغیرهای لحاظ شده در خصوص منابع آب از قبیل نوع منبع تأمین آب، روش آبیاری، تعداد دفعات آبیاری و مدار آبیاری تأثیری در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه ندارند. از میان متغیرهای لحاظ شده در خصوص مدیریت منابع خاک، نتایج نشان داد نوع عملیات خاک‌ورزی، وضعیت فشردگی خاک مزرعه و وضعیت تسطیح مزرعه تأثیری بر مصرف بهینه کودهای نیتروژنه ندارند. علاوه بر آن، مصرف انواع کودها در زراعت گندم نیز تأثیری بر مصرف بهینه کودهای نیتروژنه در این زراعت ندارند.

از سوی دیگر باید به این موضوع مهم توجه نمود که از میان عوامل مؤثر معنی‌دار شده در مدل، فقط یک عامل دارای تأثیر منفی بر بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژنه است. این عامل که در زمره ویژگی‌های واحد بهره‌برداری است، تعداد عضویت‌های گندمکاران در تشکلهای محلی است. مقدار ضریب این ۵/۱۶ و علامت آن منفی است. بر این اساس، هرچند عضویت کشاورزان در تشکلهای محلی امری مطلوب است اما عضویت آنان در تشکلهای متعدد عامل نامطلوب در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه است. به طوری که با یک عضویت گندمکاران در یک تشکل بیشتر، به میزان ۵/۱۶ کیلوگرم در هکتار مصرف کودهای نیتروژنه از مصرف بهینه فاصله می‌گیرد. این موضوع، می‌تواند ناشی از موازی کاری تشکلهای محلی در زمینه دسترسی گندمکاران به نهاده‌های کشاورزی باشد. بدین ترتیب که با عضویت هر چه بیشتر گندمکاران در تشکلهای محلی، امکان دسترسی بیشتری به کود فراهم می‌گردد یا این که توصیه‌های بعضاً متفاوت و متناقض در خصوص میزان مصرف بهینه کود دریافت می‌کنند. این موضوع به نوبه خود می‌تواند منجر به مصرف بیشتر آن نسبت به میزان بهینه گردد.

### ویژگی‌های اختصاصی فعالیت زراعی گندم

در جدول (۴) از مجموع متغیرهای بیانگر ویژگی‌های اختصاصی فعالیت زراعی گندم سه گروه از متغیرها شامل نوع تناوب غالب، وضعیت رطوبت خاک در عملیات خاک‌ورزی و میزان مصرف کودها در فعالیت زراعی موجود در تناوب با گندم به عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر میزان مصرف بهینه کودهای نیتروژنه از نظر آماری معنی‌دار شده‌اند. بر اساس اطلاعات ستون رتبه تأثیر، متغیرهای بیانگر نوع تناوب غالب دارای رتبه‌های پنجم، نهم و دهم بوده، متغیر وضعیت رطوبت خاک در عملیات خاک‌ورزی دارای رتبه یازدهم بوده و متغیرهای بیانگر میزان مصرف کودها در فعالیت زراعی موجود در تناوب با گندم رتبه‌های شانزدهم تا هیجدهم را به خود اختصاص داده‌اند.

در بین متغیرهای بیانگر نوع تناوب غالب با کشت گندم، بالاترین رتبه مربوط به متغیر آیش زمین زراعی با مقدار ضریب ۲۵/۹۴ و رتبه تأثیر پنج است. بر این اساس، به آیش گذاشتن زمین زراعی در تناوب گندم بنیان، به طور میانگین به میزان ۲۵/۹۴ کیلوگرم در هکتار به تغییر در مصرف کود نیتروژنه در راستای بهینه‌سازی کمک می‌کند. این موضوع بدان علت است

## نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایج مربوط به میزان مصرف کودهای نیتروژنه در مزارع گندم استان فارس نشان می‌دهد اکثر (۷۸/۵۶ درصد) گندمکاران سطح توصیه فنی مصرف کودهای نیتروژنه را رعایت نکرده‌اند. منطبق با دیدگاه طرازکار و بهجت ( Tarazkar & Behjat, 2007) و کریمیان (Karimian, 2012) بوده و بیانگر آن است که مینا و چارچوب قابل قبول علمی در زمینه الگوی مصرف بهینه کودهای نیتروژنه در بین گندمکاران استان فارس وجود ندارد. در خصوص ماهیت عدم رعایت توصیه فنی نتایج نشان داد که ۴۸/۵۸ درصد گندمکاران استان به مصرف کودهای نیتروژنه کم‌تر از میزان توصیه فنی و ۲۹/۹۸ درصد از گندمکاران به مصرف بیش از میزان توصیه فنی این کودها پرداخته‌اند. این نتیجه با نتایج مطالعه حاجی میررحیمی و یزدیان (Hajimirrahimi & Yazdian, 2008) و همکاران (Tehrani et al., 2012) همسو است. بدین ترتیب که مطالعه حاجی میررحیمی و یزدیان (Hajimirrahimi & Yazdian, 2008) نشان دادند مزارع گندم ایران با عدم تعادل در نسبت عناصر غذایی مصرفی کودهای شیمیایی مواجه است. همچنین، طهرانی و همکاران (Tehrani et al., 2012) در مطالعه خود نشان دادند که مصرف کودهای شیمیایی در ایران با چالش زیاد مصرفی یا کم مصرفی مواجه است. لذا به پیروی از طهرانی و همکاران (Tehrani et al., 2012) سیاست استفاده بهینه در قالب مصرف متناسب با نیاز خاک و گیاه همچنان باید سیاست محوری در مصرف کودهای شیمیایی باشد. در راستای سیاست استفاده بهینه از کودهای شیمیایی، نتایج نشان می‌دهد موقعیت جغرافیایی مزرعه از جمله ویژگی‌های واحد بهره‌بردار مؤثر بر میزان مصرف بهینه کودهای نیتروژنه است. بر این اساس با توجه به تنوع اقلیمی استان فارس (Hatami Bahman Beyglou & Khoshhal Dastjerdi, 2010 and Hatami Bahman Biglou et al., 2011) ضروری است در برنامه بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی، به شرایط اقلیمی هر منطقه توجه گردد. نتایج مربوط به فعالیت زراعی در تناوب با گندم نشان می‌دهد که آیش اراضی زراعی مهم‌ترین عامل در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه است. البته باید عنایت داشت که در شرایط موجود، آیش گذاشتن اراضی کشاورزی صرفاً به دلیل کمبود آب است. در شرایطی که امکان تأمین آب زراعی وجود داشته باشد و ضرورتی برای آیش گذاشتن اراضی زراعی وجود نداشته باشد، کاشت گیاهان دولپه تأثیر بیشتری نسبت به کاشت

غلات در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه دارد. در این راستا کریمی زارچی (Karimi-Zarchi, 2017) نشان داد که نیاز کودی مزرعه گندم به کود نیتروژنه در تناوب گندم بنیان دارای کشت گیاهان دولپه کمتر از نیاز کودی مزرعه گندم به این کود در تناوب گندم بنیان دارای کشت قبلی از خانواده غلات، است. این امر بدان علت است که کاشت گیاه دولپه موجب افزایش نیتروژن خاک شده و در نتیجه کاهش نیتروژن مورد نیاز کشت گندم را در پی دارد. علاوه بر آن، در زمینه مصرف کودها در فعالیت زراعی موجود در تناوب با گندم نتایج نشان داد که مصرف اغلب کودها در فعالیت زراعی موجود در تناوب با گندم، موجب مصرف بهینه کودهای نیتروژنه در زراعت گندم می‌گردد. بدین ترتیب، تمرکز بر مدیریت مصرف کودهای شیمیایی در کل تناوب زراعی نیز عاملی در راستای مصرف بهینه کودهای نیتروژنه در زراعت گندم خواهد بود.

نکته حایز اهمیت در نتایج این مطالعه، عدم ایفای نقش شاخص‌های مدیریت منابع آبی در سطح مزرعه در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه، عدم ایفای نقش مدیریت آب در مزرعه در مصرف بهینه این کودهاست. این در حالی است که نتایج مطالعه واعظی و همکاران (Vaezi et al., 2002) و کریمی و همکاران (Karimi et al., 2006) نشان دادند که رویکرد کود-آبیاری که عبارت از مصرف کود با آب آبیاری در طی دوره رشد گیاه است، نقشی مهم در افزایش کارایی مصرف این دو نهاده دارد. در این رویکرد امکان مصرف نوبتی عناصر غذایی بر اساس نیاز گیاه در طول دوره رشد فراهم شده و بدین ترتیب از هدر رفت کود به میزان قابل ملاحظه‌ای کاسته شده و کارایی مصرف آن افزایش می‌یابد (Ziaeyan, 2012). بر این اساس، پیشنهاد می‌شود از ظرفیت موجود در این رویکرد در جهت بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژنه استفاده لازم به عمل آید.

همچنین، نتایج نشان داد مدیریت منابع خاک و عملیات تهیه بستر در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه، نقش بسیار کم‌رنگی ایفا می‌کند. این در حالی است که روش‌های خاک‌ورزی با تأثیر بر خصوصیات خاک ممکن است توزیع خاصی از عناصر غذایی را در خاک باعث شوند. این موضوع می‌تواند در مدیریت کوددهی و مصرف بهینه کودهای نیتروژنه نقش اساسی داشته باشد (Mousavi-Fazl et al., 2005). بر این اساس، توصیه می‌گردد از پتانسیل مدیریت منابع خاک در بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژنه استفاده لازم به عمل آید.

مزارع گندم امری اجتناب‌ناپذیر است، اما مینا و چارچوب قابل قبول علمی در زمینه الگوی مصرف بهینه کودهای نیتروژنه در بین گندمکاران استان فارس وجود ندارد. لذا سیاست استفاده بهینه در قالب مصرف متناسب با نیاز خاک و گیاه همچنان باید سیاست محوری در مصرف کودهای نیتروژنه باشد. با عنایت این موضوع، بر اساس نتایج مطالعه پیشنهادی زیر در مدیریت مصرف این کودهای در مزارع گندم استان فارس ارائه می‌گردد:

۱. با عنایت به کمبود آموزش رسمی در بین گندمکاران و عدم تأثیر معنی‌دار دانش بومی بهره‌برداران در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه از یک طرف و از طرف دیگر تأیید تأثیر میزان تحصیلات بهره‌برداران به‌عنوان ویژگی جمعیت شناختی در این زمینه، به‌منظور هدایت بهره‌برداران به سمت مصرف بهینه کودهای نیتروژنه، آموزش غیررسمی بهره‌برداران به‌عنوان پیشران، در کانون توجه قرار گیرد.

۲. در فرآیند آموزش بهره‌برداران، تمرکز بر گندمکاران دارای خانواده‌های با جمعیت بیشتر، بهره‌برداران میان‌سال به بالا، بهره‌برداران دارای تحصیلات بالاتر و بهره‌برداران دارای مالکیت شخصی می‌تواند اثربخشی بالاتری را در راستای بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژنه به همراه داشته باشد.

۳. در تدوین محتوای آموزشی در فرآیند آموزش بهره‌برداران، توجه به اصول مدیریت آب در مزرعه به‌ویژه رویکرد کود-آبیاری، توجه به مدیریت منابع خاک از جمله ایجاد فرهنگ انجام آزمون خاک قبل از شروع فعالیت زراعی، رعایت اصول تهیه بستر، تمرکز بر کشت گیاهان دولپه در تناوب با گندم و بهینه‌سازی مصرف انواع کودها در کل تناوب زراعی در دستور کار قرار گیرد.

۴. ضمن تقویت تشکلهای محلی در ایفای نقش در خرید گندم و تشویق کشاورزان به عضویت در تشکلهای محلی توجه شود که از عضویت هر یک از کشاورزان در چندین تشکل پرهیز شود.

از سوی دیگر نتایج نشان داده است که دانش بومی موجود بین بهره‌برداران (سابقه کشاورزی و سابقه کاشت گندم) رویکردی مناسب برای مصرف بهینه کودهای نیتروژنه در زراعت گندم نیست. به‌منظور اصلاح دانش بومی، تمرکز بر آموزش می‌تواند در دستور کار قرار گیرد. در این راستا نتایج نشان داد که میزان تحصیلات بهره‌برداران به‌عنوان ویژگی جمعیت شناختی در مصرف بهینه کودهای نیتروژنه می‌تواند نقش داشته باشد. علاوه بر آن بر اساس نتایج، کمبود آموزش رسمی در بین گندمکاران استان فارس کاملاً مشهود است. این در حالی است که بیدو-فورسن (Baidu-Forson, 1999) نشان داد تا زمانی که بهره‌برداران نسبت به موضوعی آگاهی نداشته باشند، نمی‌توان از آنان انتظار رفتار مناسب و منطقی داشت. لذا بر اساس دیدگاه لیو و همکاران (Liu et al., 2009) و آجول (Ajewole, 2010) تمرکز بر آموزش غیررسمی در قالب شیوه‌های مختلف آموزش بهره‌برداران و ارائه فعالیت‌های ترویجی به گندمکاران، علاوه بر هدایت فنی و آموزش نکات علمی، شناخت و درک مناسب گندمکاران نسبت به پیامدهای درازمدت مصرف کودها را نیز در پی خواهد داشت. بر این اساس، در راستای ارتقای سطح دانش گندمکاران به‌منظور هدایت آنان به سمت مصرف بهینه کودهای شیمیایی، تمرکز بر آموزش غیررسمی بهره‌برداران به‌عنوان پیشران توصیه می‌گردد. در این راستا، به‌منظور اثربخشی هر چه بیشتر آموزش با عنایت به نتایج مطالعه به نظر می‌رسد تمرکز بر گندمکاران دارای خانواده‌های با جمعیت بیشتر، بهره‌برداران میان‌سال به بالا، بهره‌برداران دارای تحصیلات بالاتر، بهره‌برداران مرد، دارای مالکیت شخصی، می‌تواند اثربخشی بالاتری را در راستای بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژنه به همراه داشته باشد. بر اساس نتایج مطالعه، در تدوین محتوای آموزشی در فرآیند آموزش نیز بر کشت گیاهان دولپه در تناوب با گندم، توجه به اصول مدیریت آب در مزرعه، توجه به اصول تهیه بستر و انجام عملیات مناسب خاک‌ورزی در دستور کار قرار گیرد.

در یک جمع‌بندی از نتایج این مطالعه آنچه می‌توان

بیان نمود این است که هرچند استفاده از کودهای شیمیایی در

## Reference

1. Adesina, A.A., (1996). Factors affecting the adoption of fertilizers by rice farmers in côte d'ivoire. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 46(1), 29-39.
2. Ajewole, O., (2010). Farmers' response to adoption of commercially available organic fertilizers in oyo state, nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 5, 2497-2503 .
3. AJOFP. (2020). *Statistics of fars province agricultural sector in 2019*. Information Technology Statistics and Network Equipment Statistics, Agricultural Jihad Organization of Fars Province. (in Persian)

4. Amiri, A., Zare Mehrjerdi, Y., Jalalimanesh, A., & Sadegheih, A., (2020). A system dynamics analysis of factors affecting the sustainability of wheat production system. *Journal of Production and Operations Management*, 11(2), 1-26. (in Persian)
5. Anang, B.T., Amesimeku, J., & Fearon, J., (2021). Drivers of adoption of crop protection and soil fertility management practices among smallholder soybean farmers in tolon district of ghana. *Heliyon*, 7(5), 1-7.
6. Anastasopoulos, P.C., Tarko, A.P., & Mannering, F.L., (2008). Tobit analysis of vehicle accident rates on interstate highways. *Accident Analysis & Prevention*, 40(2), 768-775.
7. Baidu-Forson, J., (1999). Factors influencing adoption of land-enhancing technology in the sahel: Lessons from a case study in niger. *Agricultural Economics*, 20(3), 231-239 .
8. Bakhshoodeh, M., (2010). Impacts of world prices transmission to domestic rice markets in rural iran. *Food Policy*, 35, 12-19 .
9. Cong, R., (2000). Marginal effects of the tobit model. *Stata Technical Bulletin*, 56, 27-34. (Stata Technical Bulletin, 10: 189-197 .College Station, TX: Stata Press).
10. Elsner, K., ( 1999). *Analysis russian food expenditure using micro data*. Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe (IAMO).
11. Ernest, B.A., Joseph, A.A., & Gideon, D.A., (2018). Determinants of fertilizer adoption among smallholder cocoa farmers in the western region of ghana. *Cogent Food and Agriculture*, 4(1), 1-10 .
12. Fotouhi, H., Del-Afroz, N., & Siavash-Moghadam, S., (2003). *Economic study of chemical fertilizer use in rice fields of guilan province* 4th Iranian Agricultural Economics Conference, Karaj. (in Persian)
13. Freeman, H.A., & 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 .
14. Greene, W.H., (2008). *Econometric analysis* (6th ed.). Prentice Hall .
15. Gundimeda, H., & Kohlin, G., (2008). Fuel demand elasticities for energy and environmental policies: Indian sample survey evidence. *Energy Economics*, 30, 517-546 .
16. Hajimirrahimi, S.D., & Yazdian, Y., (2008). Investigation of effective parameters on innovation adoption of "soil test" by cereal planters in qom province. *New Findings in Agriculture*, 2(6), 200-214. (in Persian)
17. Hatami Bahman Beyglou, K., & Khoshhal Dastjerdi, J., (2010). Climatic regions of fars province. *Geographic Space*, 10(32), 135-150. (in Persian)
18. Hatami Bahman Biglou, K., Mustamand, R., & Zare, K., (2011). Climate zoning of fars province. *Growth of Geography Education*, 25(4), 46-51. (in Persian)
19. Jafarnejadi, A.R., Moezi, A.A., Mousavi Fazl, S.M.H., & Sayyad, G.A., (2011). The efficiency of different types of nitrogen fertilizers and wheat yield. *Agricultural Engineering (Scientific Journal of Agriculture)*, 33(2), 91-100. (in Persian)
20. Johnston, J., & Dinardo, J., 1997 .(*Econometric methods* (4th ed.). McGraw-Hill/Irwin .
21. Karimi-Zarchi, M., (2017). *The effect of rotation on the management of nitrogen fertilizer application in wheat fields*. Publication of Agricultural Education, Agricultural Research, Education and Extension Organization. (in Persian)
22. Karimi, A., Homaei, M., Moez Ardalan, M., Liaghat, A., & Raiesi, F., (2006). Effect of fertigation on yield and water use efficiency on corn in a tape irrigation system. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 561-575. (in Persian)
23. Karimian, N., (2012). Fertilizer research in iran: A glance at the past, a guide for the future. *Iranian Journal of Soil Research (Formerly Soil and Water Sciences)*, 25(4), 265-278. (in Persian)
24. Krejcie, R.V., & Morgan, D.W., (1970). Detrmining sample size for research activiteas. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610 .
25. Liu, Y., Zhang, J.B., & Du, J., (2009). *Factors affecting reduction of fertilizer application by farmers: Empirical study with data from jiangnan plain in hubei province* the International Association of Agricultural Economists Conference, Beijing, China .
26. Maddala, G.S., (2005). *Introduction to econometrics* (3th ed.). Formerly of Ohio State University Press .



27. Mousavi-Fazl, S.M.H., Barzegar, A., & Asudar, M.A., (2005). *The effect of tillage methods on the distribution of nutrients and soil chemical properties in wheat cultivation* 9th Iranian Soil Science Congress, Tehran. (in Persian)
28. Nazu, S.B., Akhtaruzzaman-Khan, M.D., Saha, S.M., Emran-Hossain, M.D., & Rashid, M.H.A., (2021). Adoption of improved wheat management practices: An empirical investigation on conservation and traditional technology in bangladesh. *Journal of Agriculture and Food Research*, 4, 1-11 .
29. Niazi, J.A., Fouladmand, H.R., Ahmadi, S.H., & Vaziri, J., (2005). Water requirement and crop coefficient of wheat in zarghan area, fars province. *Water Soil Science*, 9(1), 8-23 .
30. Shirvanian, A., & Najafi, B., (2011). The effects of social capital on rural welfare and poverty (case study: Villages under doroudzan irrigation and drainage network). *Agricultural Economics: Iranian Journal of Agricultural Economics (Economics and Agriculture Journal)*, 5(3), 25-53. ( in Persian)
31. Shirvanian, A., & Sufi, M., (2018). A review on poverty of nomad households in drought period and identification of its determinants in fars province of iran. *Village and Development*, 17(4), 93-110. (in Persian)
32. Shirvanian, A., & Torkamani, j., (2010). Poverty and risk attitudes in rural areas of Fars province. *Agricultural Economics: Iranian Journal of Agricultural Economics (Economics and Agriculture Journal)*, 4(2), 83-105. (in Persian)
33. tarazkar, M.H., & Behjat, A.M., (2007). Determinants of nitrogen fertilizer overuse in wheat dry farming in kermanshah province. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 3(1), 45-53. (in Persian)
34. Tehrani, M.M., Balali, M.R., Moshiri, F., & Daryashenas, A.M., (2012). Fertilizer recommendation and forecast in iran: Challenges and strategies. *Iranian Journal of Soil Research (Formerly Soil and Water Sciences)*, 26(2), 123-144. (Persian)
35. Vaezi, A.R., Homaei, M., & Malakoti, M.J., (2002). Effect of fertigation on fertilizer use efficiency and water use efficiency on forage corn. *Iranian Journal of Soil Water*, 16(2), 152-160. ( in Persian)
36. Waithaka, M.M., Thornton, P.K ., Shepherd, K.D., & Ndiwa, N.N., (2007). Factors affecting the use of fertilizers and manure by smallholders: The case of vihiga, western kenya. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 78, 211-224 .
37. Wooldridge, J.M., (2009). *Introductory econometrics: A modern approach*. South-Western Cengage Learning .
38. Yaghoubi, F., Jami Alahmadi, M., Bakhshi, M.R., & Sayyari Zahan, M.H., (2014). Comparison of chemical inputs consumption in saffron and wheat fields in qaenat region. *Saffron Agronomy and Technology*, 2(2), 115-125 .(in Persian)
39. Ziaeyan, A.H., (2012). Comparison of fertigation and soil application of nutrients in wheat crop. *Iranian Journal of Soil Research (Formerly Soil and Water Sciences)*, 26(1), 33-41. (in Persian)

# Nitrogen Fertilizers Consumption in Wheat Fields in Fars Province, Iran (Investigation of the Socio-economic and Technical Repercussions)

**A. R Shirvanian\* and B. Hassanpour**

Assistant Prof.; Economic, Social, and Extension Research Department; Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center; AREEO; Shiraz, Iran. [rasoolshirvanian@yahoo.com](mailto:rasoolshirvanian@yahoo.com)

Associate Prof.; Economic, Social, and Extension Research Department; Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center; AREEO; Shiraz, Iran. [hassanpourbehrooz@gmail.com](mailto:hassanpourbehrooz@gmail.com)

Received: June 2023 and Accepted: September 2023

## Abstract

Chemical fertilizers are nowadays one of the basic production inputs toward enhanced yields of agricultural products. The private businesses stepping into the chemical fertilizer market increasingly encourage farmers to consume more fertilizers, which, in turn, ushers in doubts about their optimal application at the farm level. To address this issue, the present study was designed and implemented to determine the factors involved in the optimal application of nitrogen fertilizers on wheat fields in Fars Province. For this purpose, data were collected through the multi-stage cluster sampling method and the survey method using a questionnaire administered to 457 wheat farmers in Fars Province. The data thus collected were analyzed through descriptive statistics and the Tobit model. Results showed that 78.56 percent of wheat farmers had failed to observe optimal fertilizer consumption levels. It may, therefore, be recommended that the policies pertinent to optimal use of nitrogen fertilizers as tailored to soil and plant requirements should still be enforced as the pivotal approach. For this purpose, informal education on the whole crop rotation may be suggested as the main agenda with due heed paid to farmers' socio-economic characteristics that affect their learning while farm water management as realized by the fertilizer-irrigation approach management of soil resources as implemented through soil tests prior to field operations and disseminated as a social culture among farmers, and the main focus placed on planting dicotyledonous plants in alternation with wheat.

**Keywords:** Chemical fertilizers, Fars Province, Optimal use, Tobit model, Wheat

---

\* - Corresponding author's email: [rasoolshirvanian@yahoo.com](mailto:rasoolshirvanian@yahoo.com)