

بررسی اقتصادی اثربخشی کود زیستی بر عملکرد و سودآوری در ذرت کاریها

بهرروز حسن پور، کاووس کشاورز، محمدرضا چاکرالحسینی^۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

چکیده

کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی در چند دهه اخیر ضمن ایجاد پیامدهای نامطلوب در آلودگی محیط زیست و برهم خوردن تعادل عنصرهای غذایی موجود در خاک، سلامت انسان‌ها و دیگر موجودهای زنده را به خطر انداخته است. برای این منظور ترویج کاربرد کودهای زیستی (EM) تجاری در دسترس از سوی وزارت جهاد کشاورزی در دستور کار قرار دارد، اما پذیرش چندانی نشده است. بدیهی است در تصمیم‌گیری کشاورزان، اثرگذاری‌های درآمدی و سودمندی اقتصادی کاربرد نهاده‌های جدید دارای اهمیت می‌باشد. این پژوهش که با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان کهگیلویه و بویراحمد انجام شد به دنبال پاسخ به این پرسش است که آیا به کارگیری کودهای زیستی، با توجه به گرانی آنها می‌تواند موجب افزایش سودآوری شود؟ برای این منظور، آزمایش کشتزاری در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با شش تیمار کودی و سه تکرار در شرایط کشاورز انجام شد و هزینه‌ها، بازده برنامه‌ای و سود اقتصادی همه تیمارها مقایسه شد. نتایج نشان داد که بهترین و سالم‌ترین تیمار کودی، به کارگیری تلفیقی کود زیستی و کود آلی دانه‌ای غنی شده است که سود خالصی به مبلغ ۷۱/۵ میلیون ریال و عملکرد ۱۲/۵ تن در هکتار را عاید کشاورز می‌کند که نسبت به تیمارهای دیگر کودی مانند کاربرد کود شیمیایی (NPK)، کود زیستی (EM)، کود آلی دانه‌ای و استفاده تلفیقی از کودها، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد. لذا به کارگیری تلفیقی کود زیستی و کود آلی دانه‌ای غنی شده از لحاظ اقتصادی و زیست-محیطی، می‌تواند جایگزین مناسبی برای کاربرد کودهای شیمیایی صرف در ذرت کاریها باشد.

طبقه‌بندی JEL: Q12, O13, D61

واژه‌های کلیدی: بازده برنامه‌ای، ذرت، سودآوری، کود زیستی

۱ به ترتیب استادیار (نویسنده مسئول) بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران؛ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاهپزشکی و استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

Email: hassanpourbehrooz@gmail.com

مقدمه

در چند دهه اخیر به علت افزایش جمعیت و تقاضای روزافزون برای مواد غذایی، کاربرد کودهای شیمیایی به منظور افزایش میزان تولید در واحد سطح به شدت افزایش یافته است، که افزون بر افزایش هزینه‌های تولید، پیامد نامطلوب آلودگی منابع‌های آب و خاک نیز به همراه داشته است. همچنین کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی موجب عدم تعادل عنصرهای و مواد غذایی موجود در خاک، کاهش بازده محصول‌های کشاورزی و به خطر افتادن سلامت انسان‌ها و دیگر موجودهای زنده شده است. به همین علت امروزه کاربرد کودهای زیستی با منشاء باکتری، قارچ، جلبک یا دیگر موجودهای خاکزی مورد توجه قرار گرفته است که سازوکار عمل آنها، قابلیت جذب عنصرهای غذایی گیاه در خاک را افزایش می‌دهد (Gholami et al., 2018). کودهای زیستی نه تنها از سودمندی و برتری‌های اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی برخوردارند، بلکه افزون بر ایجاد و حفظ پایداری منابع‌های موجود در خاک، توان تولید در بلندمدت را افزایش داده و آلودگی‌های زیست-محیطی را کاهش می‌دهند.

بنابراین برای دستیابی به توسعه پایدار در کشاورزی و تحقق اهداف و سیاست‌های پیش‌بینی شده در این راستا، استفاده از راهکاری مناسب برای تأمین نیازهای غذایی گیاه به کمک موجودهای زنده ساکن خاک ضروری خواهد بود که استفاده از کودهای زیستی می‌تواند راهکار مؤثری برای این کار باشد (Javanmard et al., 2015; Jafari, 2014). در استان کهگیلویه و بویراحمد به موازات سیاست افزایش تولید محصول‌های راهبردی مانند ذرت، کاربرد کودهای شیمیایی نیز افزایش چشمگیری یافته است. آمار کاربرد کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی استان گویای افزایش بی‌رویه انواع کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر دارد که اثرگذاری‌های ات و پیامدهای زیست محیطی نامطلوبی، مانند آلودگی آب و خاک و همچنین بروز مسئله‌هایی در زمینه وضعیت سلامت انسان‌ها و دیگر موجودهای زنده داشته است. جدول ۱ به خوبی نشان می‌دهد که روند کاربرد کودهای شیمیایی در استان، افزایشی بوده است به طوری که کاربرد کل کودهای پر مصرف یا ماکرو (نیتروژنه، فسفات و پتاسه) از ۱۴/۱ هزار تن در سال ۱۳۹۲ با ۵۴ درصد افزایش به ۲۱/۷ هزار تن در سال ۱۳۹۶ رسیده است. البته در کشور هم این روند، افزایشی بوده است به طوری که از ۱/۱۹ میلیون تن در سال ۱۳۹۲ با ۳۹ درصد افزایش به ۱/۶۶ میلیون تن در سال ۱۳۹۶ رسیده است. از سوی دیگر سهم استان از مجموع کود مصرفی کشور نیز در حال افزایش است به طوری که از ۱/۱۷ درصد در سال ۱۳۹۲ به ۱/۳۱ درصد در سال ۱۳۹۶

بررسی اقتصادی اثر بخشی... ۲۵

رسیده است (Ministry of Agriculture, 2018). بدیهی است، ادامه این روند افزایشی در کاربرد کودهای شیمیایی، پیامدهای زیست محیطی ناگواری را در استان به همراه خواهد داشت. لذا یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی که هم سودمندی‌های اقتصادی کشاورزان را تامین کند و هم منجر به سلامت انسان و حفظ محیط زیست شود بیش از گذشته ضرورت پیدا می‌کند.

جدول (۱) میزان انواع کودهای شیمیایی توزیع شده در استان کهگیلویه و بویراحمد و کشور

و سهم استان از کشور (واحد: تن)

Table (1) The amount of chemical fertilizers distributed in Kohgiluyeh-va-Boyerahmad provinces and the country and the province's share of the country (Unit: ton)

درصد کاربرد استان از کشور Percentage	کل کاربرد کشور Total use in Country	کاربرد انواع مختلف کود در استان Use of different types of fertilizers in the province				سال Year
		کل مصرف در استان Total in Province	پتاسه Potasium	فسفات Phosfate	نیترژنه Nitrate	
1.17	1195560	14073	84	125	13864	1392
0.99	1563146	15511	1454	1027	13030	1393
0.96	1751504	16860	301	2419	14140	1394
1.14	1883353	21520	770	2868	17882	1395
1.31	1665588	21760	1266	3011	17483	1396

Source: Ministry of Jihad Agriculture (2018)

منبع: وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۷).

کارشناسان، استفاده از کودهای زیستی یا بیولوژیکی را به‌عنوان جایگزینی مناسب در جهت کاهش کاربرد کودهای شیمیایی در عرصه‌های کشاورزی توصیه نمودند. کاربرد کودهای زیستی نه تنها نیازهای گیاه را بخوبی تأمین خواهد کرد، بلکه سبب بهبود کیفیت محصول‌های کشاورزی و در نتیجه سلامت مصرف‌کنندگان نیز خواهد شد. کودهای زیستی منشأ طبیعی دارند و به‌طور معمول از خاک تهیه می‌شوند، بنابراین سبب بهبود ساختمان خاک، افزایش محصول و کاهش آلودگی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش بیماری‌ها خواهند شد. از سوی دیگر، تولید محصول‌های غذایی با کیفیت که ناشی از کاربرد کودهای زیستی است نه تنها سبب رضایت خاطر مصرف‌کنندگان خواهد شد، بلکه سلامت آنان را نیز تضمین خواهد کرد.

به منظور تهیه یک چهارچوب نظری و مدل‌سازی، در آغاز مقاله‌های علمی پرشماری در خارج و داخل کشور مطالعه شد تا بدینوسیله بتوان یک چهارچوب علمی و نظری قوی اقتصادی-اجتماعی برای مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل آماری در زمینه مقایسه اقتصادی کاربرد کودهای زیستی با روش‌های رایج کوددهی در کشتزارهای کشاورزی تدوین کرد. اهم بررسی‌های انجام شده به شرح زیر است:

بررسی منبع‌ها و نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد کاربرد کودهای زیستی در کشاورزی، قدمتی بسیار دراز مدتی دارد. در گذشته تولیدکنندگان محصول‌های کشاورزی برای تقویت زمین‌های کشاورزی، گیاهی از تیره نیامداران را کشت می‌کردند و بر این باور بودند که با کشت این گیاه میزان حاصلخیزی خاک افزایش پیدا می‌کند. بدون تردید کاربرد کودهای زیستی می‌تواند اثرگذاری‌های مطلوبی برای گیاه و خاک به همراه داشته باشد. در بسیاری از نوشته‌های تاریخی نیز کاشت گیاهانی مانند شبدر و باقلای مصری به عنوان تقویت‌کننده خاک تأیید شده است. در حقیقت کود زیستی، ماده نگهدارنده ریزموجودهای^۱ سودمند خاک است که به صورت متراکم و به شمار بسیار زیاد در یک محیط کشت تولید شده است. این نوع کود اغلب به صورت بسته‌بندی شده در اراضی کشاورزی استفاده می‌شود. اگرچه هدف اصلی از کاربرد کودهای زیستی، تقویت حاصلخیزی خاک و تأمین نیازهای غذایی گیاه است، اما بدون تردید کاربرد این نوع کود می‌تواند اثرگذاری‌های مطلوبی برای گیاه و خاک به همراه داشته باشد (Eidizadeh et al., 2010; Jafari, 2014; Gholami et al., 2018). بنابراین کودهای زیستی نقش عمده‌ای در کشاورزی پایدار دارند و یک رویکرد سازگار با محیط زیست و ایمنی زیستی می‌باشد. در سال ۲۰۱۸، بازار جهانی کودهای زیستی به ارزش ۱۰/۲ میلیارد دلار برآورد شده است. اروپا و کشورهای آمریکای لاتین به دلیل مقررات سختگیرانه، مصرف‌کننده اصلی کودهای زیستی هستند (Kumar et al., 2018).

بنابر نتایج تحقیق Jahan et al. (2009) ترکیب نظام‌های کم نهاده و بوم‌شناختی و تلقیح توأم قارچ‌ریشه^۲ و باکتری‌های آزادی تثبیت‌کننده نیتروژن، می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در نظام‌های پر نهاده باشد.

در پژوهش Eidizadeh et al. (2010) مشخص شد که کاربرد کودهای زیستی توانست شاخص‌های مختلف رشد، به ویژه دوام سطح برگ را افزایش دهد؛ از این رو کاربرد کودهای زیستی ضمن کاهش شایان توجه کاربرد کودهای شیمیایی و پیامدهای احتمالی اقتصادی و زیست‌محیطی آن، توانست در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی اثرگذاری‌های مطلوب‌تری را بر رشد ذرت به همراه داشته باشد.

انتقال فناوری از مهم‌ترین کارکردهای محوری در توسعه کشاورزی نوین است که با همکاری محققان، مروجان و کشاورزان حاصل می‌شود. هماهنگی و سازگاری دانش فنی و روش‌های مورد

¹ Microorganism

² Mycorrhizae

بررسی اقتصادی اثربخشی... ۲۷

توجه با شرایط کشاورزان در هر منطقه، یکی از عوامل مهم در افزایش تولید و توسعه کشاورزی است. پروژه‌های تحقیقی-ترویجی از جمله پروژه‌های انتقال یافته‌ها بودند که در تلاش هستند تا ارتباط بین محققان، مروجان و کشاورزان را مستحکم‌تر کنند. روش رایج در بیشتر کشورها در انتقال فناوری‌ها، استفاده از طرح‌های تحقیقی-تطبیقی و تحقیقی-ترویجی می‌باشد. بررسی‌های چندی در زمینه کاربرد کودهای زیستی در کشتزارهای کشاورزان انجام گرفته است که می‌توان به چند مورد آن در زیر اشاره کرد.

گیاه ذرت (*Zea mays L.*) به دلیل اهمیت فزاینده‌ای که در تغذیه انسان و دام داشته و سازگاری گسترده‌ای نیز با منطقه‌های آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی به‌شمار می‌آید (Yazdani et al., 2009). ذرت جزو پنج گیاه زراعی مهم جهان می‌باشد که از قابلیت تولید ماده خشک بالایی برخوردار است. تولید بالای این گیاه، کاربرد زیاد نهاده‌ها را نیز به همراه داشته است. بررسی جنبه‌های مختلف همزیستی قارچ‌های قارچ‌پیشه‌ای و باکتری‌های غیر همزیست تثبیت کننده نیتروژن در گیاه ذرت، می‌تواند اتکاء به نهاده‌های شیمیایی را در این گیاه کاهش دهد (Jahan et al., 2009).

در پژوهشی دیگر نقش کودهای زیستی، بیشتر در رابطه با افزایش دسترسی فسفر، پتاسیم و دیگر عنصرهای کم مصرف بود. با وجودی که جایگزینی کامل کودهای شیمیایی با کود زیستی موجب کاهش عملکرد ذرت دانه‌ای شد، اما کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی ضمن تولید بیشترین عملکرد، کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش داد (Eidizadeh et al., 2011).

Javanmard et al. (2015) در یک آزمایش صحرائی که در دانشکده کشاورزی مراغه انجام دادند، تأثیر سطح‌های مختلف ترکیب کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد و جذب عنصرهای پرمصرف و کم مصرف در دانه ذرت را بررسی و نتیجه گرفتند مبنای ترکیب‌های تیماری، کاربرد توأم کودهای شیمیایی و زیستی در بهبود صفات کیفی مؤثرتر از کاربرد جداگانه آنها می‌باشد. به طوری که ترکیب تیماری نیتروکسین و فسفات بارور دو به همراه ۵۰ درصد (N+P) موجب افزایش ۸۰ درصدی عملکرد، ۲۲ درصد پروتئین، ۵۰ درصد فسفر و پتاسیم و ۹ درصد آهن دانه نسبت به شاهد شد. آنان نتیجه گرفتند که با توجه به اثرگذاری‌های زیانباری که کاربرد این کودهای شیمیایی در دراز مدت در طبیعت بر جای می‌گذارند کاهش کاربرد آنها، هنگامی مقرون به صرفه است که به صورت تلفیقی با کودهای زیستی همراه باشند.

Zahedi & Ismailpour Niazi (2017) به منظور بررسی اثرگذاری‌های کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی و همچنین روش کاربرد آن بر عملکرد ذرت در بابل به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام دادند. تیمارها شامل تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی در ۵ سطح بود. بیشترین عملکرد دانه ذرت در تیمار (کود شیمیایی+کود زیستی) با ۱۱/۹۷۳ تن در هکتار و کمترین عملکرد دانه در تیمار کود زیستی تنها با عملکرد ۶/۰۲۳ تن در هکتار به دست آمد. همچنین بیشترین وزن هزار دانه در تیمار (کود شیمیایی+کود زیستی) با میزان ۳۹۴ گرم بود. بنابراین، نتایج نشان داد کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و کود زیستی ضمن افزایش عملکرد ذرت باعث کاهش شایان توجه کاربرد کودهای شیمیایی می‌شود. در بین روش‌های کاربرد کود، روش بذر مال+آبیاری نتایج مطلوب تری در مقایسه با روش‌های دیگر نشان داد، هر چند اختلاف آنها معنی‌دار نبود.

در پژوهشی که توسط Arab Seifi et al. (2018) انجام شد به منظور شناسایی بازدارنده‌های به‌کارگیری کودهای زیستی از دیدگاه کشاورزان استان ایلام از روش تحلیل عاملی^۱ استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که مهم‌ترین بازدارنده‌های به‌کارگیری کودهای زیستی به ترتیب شامل بازدارنده‌های آموزشی ترویجی، بازدارنده‌های سیاست‌گذاری، بازدارنده‌های روانشناختی، بازدارنده‌های اجتماعی، بازدارنده‌های اقتصادی و بازدارنده‌های زیست محیطی می‌باشند و این بازدارنده‌ها ۵۰/۱۵ درصد از واریانس کل را تبیین نمودند. آنها با توجه به بازدارنده‌های اجتماعی و اقتصادی، برای ایجاد انگیزه و خرید آسان‌تر کودهای زیستی، تسهیلات بانکی و تخصیص یارانه دولتی را پیشنهاد کردند. همچنین با توجه به بازدارنده‌های زیست محیطی توصیه کردند که برای جلوگیری از تخریب و فرسایش خاک، بر اثر کاربرد کودهای شیمیایی تنها، دولت مقرراتی تصویب کند و آموزش‌های لازم را در این زمینه ارائه دهد.

در یک آزمایش صحرائی که توسط Gryndler et al. (2006) انجام شد، کاربرد کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی، در بلند مدت رشد و توسعه میسلیم‌های قارچ‌پیشه‌ای را به شدت افزایش داد.

در پژوهش Probst et al. (2007) مشخص شد که دلیل برتری نظام‌های زراعی زیستی و زیست‌پویایی پرورش انگور نسبت به نظام رایج را کاربرد کودهای آلی، کود سبز و پوسال و افزایش زیست توده و فعالیت میکروبی است. Alam & Kumar (2012) در یک بررسی به مقایسه تأثیر

^۱ Factor Analysis

بررسی اقتصادی اثر بخشی... ۲۹

کودهای شیمیایی و زیستی بر رشد و تولید محصول برنج پرداختند. این بررسی به منظور ارزیابی پتانسیل کودهای زیستی به عنوان گزینه‌ای مناسب برای استفاده از کود شیمیایی انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار کود زیستی با بالاترین عملکرد برنج باعث افزایش ارتفاع گیاه شد. گیاهان تیمار شده با کودهای شیمیایی نسبت به تیمارهای کود زیستی کمترین عملکرد میانگین دانه و کمترین ارتفاع گیاه را داشتند.

در آزمایش صحرایی دیگری که توسط Amany et al. (2016) انجام شد، به دنبال تعیین تأثیر کودهای شیمیایی، آلی، زیستی و تلفیقی از آنها بر جوانه زنی بذر، صفات رشد و عملکرد گندم بودند. نتایج به دست آمده گویای آن است که کودهای آلی و کودهای زیستی در افزایش رشد و افزایش عملکرد گندم نسبت به کودهای شیمیایی تنها تأثیرگذارتر و باعث کاهش آلودگی محیط زیست می‌شوند.

در تحقیقی دیگر که توسط Mohamed et al. (2018) انجام شد، به مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی، کودهای زیستی، قارچ‌های قارچ‌ریشه‌ای و ترکیب آنها بر روی ویژگی‌های خاک و صفات فیزیولوژیکی ذرت پرداختند. آنان نتیجه گرفتند که استفاده از نیمی از دوز توصیه شده کودهای شیمیایی مخلوط با کودهای زیستی و خاک‌های قارچ‌ریشه‌ای منجر به بیشترین افزایش معنی‌دار در توسعه ریشه توسط ریشه، ریزکیسه‌ها و دارسانه‌ها^۱ می‌شود. این امر به سوخت‌وساز گیاه منعکس شده و پروتئین و قندهای محلول در ریشه ذرت را به میزان شایان توجهی افزایش می‌دهد.

بدون تردید برای کشاورزان و باغداران، اثرگذاری‌های درآمدی و بازده اقتصادی کاربرد کودهای زیستی دارای اهمیت می‌باشد و لذا پیش از ورود فناوری جدید به بخش کشاورزی این مسئله مهم می‌باشد که سود اقتصادی کاربرد این نوع کودها نسبت به شرایط رایج در زراعت محصول‌های کشاورزی چقدر است؟ لذا این پژوهش که در قالب طرح پژوهشی با حمایت مالی مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان کهگیلویه و بویراحمد اجراء شد به دنبال پاسخ به این پرسش است که در شرایط موجود کشتزارهای استان، آیا به‌کارگیری کودهای زیستی با همه برتری‌هایی که دارد و با توجه به گران بودن آنها می‌تواند موجب افزایش سودآوری و کاهش هزینه‌ها در کشتزار یا باغ شود. بدیهی است چنانچه شواهد پژوهشی در کشتزارهای واقعی نشان دهد که به‌کارگیری این نوع کودها می‌تواند سود و درآمد برای کشاورزان ایجاد کند، ترویج و توسعه

¹ Hyphae, Vesicular and Arbuscular mycorrhizae

استفاده از این نهاده‌ها آسان‌تر خواهد بود چرا که هدف اولیه کشاورزان در بکارگیری فناوری‌های جدید، منفعت اقتصادی است.

به منظور ترویج کاربرد کودهای زیستی در کشتزارهای استان، لازم است کشاورزان با نمونه‌های واقعی و عملی کاربرد این گونه کودها در کشتزارهای خود تجربه کرده باشند. بنابراین انجام این تحقیق در کشتزارهای کشاورزان استان می‌تواند نمونه و الگوی خوبی در به کارگیری کودهای زیستی در شرایط کشاورزان باشد. بدیهی است نتایج این تحقیق در صورت اقتصادی بودن و تأثیر مثبت کاربرد کودهای زیستی در تولید محصول، می‌تواند گام مثبتی در جهت ترویج استفاده از این نوع کودها در ذرت کاری‌های استان و در نهایت افزایش تولید محصول سالم و پایداری کشاورزی در منطقه برای نسل‌های آینده ایجاد کرد.

در این پژوهش پرسش بنیادین این است که آیا به کارگیری کودهای زیستی با همه برتری‌هایی که دارد و با توجه به گران بودن آنها می‌تواند موجب افزایش سودآوری و کاهش هزینه‌ها در کشتزار شود؟ بنابراین، هدف‌های مورد نظر در این پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- بررسی تأثیر کاربرد کود زیستی با تیمارهای مختلف کودی در تولید محصول ذرت در شرایط کشاورزان
- ۲- ارزیابی درآمد ناخالص و سود ذرت کاری‌های با کاربرد انواع کود از جمله کود زیستی در شرایط کشاورزان
- ۳- توسعه و ترویج کاربرد کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی در ذرت کاری‌ها

روش تحقیق

اجرای این طرح پژوهشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در قالب طرح تحقیقی-ترویجی در یک ذرت کاری به مساحت یک هکتار در حومه شهرستان باشت در شرایط کشاورز انجام گرفت. شهرستان باشت در جنوب شرقی استان کهگیلویه و بویراحمد با مختصات عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۹ دقیقه شرقی واقع شده است. فاصله این شهرستان تا مرکز استان (یاسوج) ۱۱۴ کیلومتر و ارتفاع از سطح دریا ۸۰۳ متر می‌باشد. پیش از انجام آزمایش‌های صحرایی، به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام گرفت. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول (۲) ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشتزار پیش از اعمال تیمارها
Table (2) Physicochemical properties of farm soil before treatments

بافت texture	شن sand (%)	سیلت silt (%)	رس Clay (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	پتاسیم potassium (ppm)	فسفر Phosphorus (ppm)	نیتروژن Nitrogen (%)	Ec	pH
Si-Cl- L	16	46	38	1.209	377	6	0.121	1.07	7.4

منبع: یافته‌های پژوهش

به منظور بررسی اقتصادی کاربرد کود زیستی در ذرت کاری‌ها، در آغاز با هماهنگی مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان باشت، زمینی به مساحت یک هکتار با آبیاری بارانی اجاره شد. هزینه اجاره زمین به هزینه‌های تولید اضافه شد. بنابر هدف‌های پژوهش، اطلاعات هزینه‌ای مورد نیاز در مرحله‌های مختلف کاشت، داشت و برداشت ذرت در یک جدول خام طراحی شد. نمونه‌ای از این جدول‌ها در پیوست آمده است. آزمایش‌ها در این طرح پژوهشی بر مبنای طرح بلوک کامل تصادفی^۱ در شش تیمار کودی و سه تکرار انجام شد. تیمارهای کودی با توجه به توصیه‌های کارشناسان ترویج کشاورزی شهرستان باشت، عبارت‌اند از کود زیستی تنها (B)، کود آلی (ارگانیک) دانه‌ای غنی شده (O)، تلفیقی از کود زیستی و ارگانیک (BO)، تلفیقی از کود زیستی و شیمیایی (BC)، تلفیقی از کود زیستی، ارگانیک و شیمیایی (BOC) و شاهد (C) که همان استفاده تنها از کود شیمیایی NPK برابر با دستور آزمایش خاکشناسی و توصیه کارشناسان ترویج در شرایط کشاورزی می‌باشد. اندازه کشتزار آزمایشی هر تیمار کودی به مساحت ۱۵۰۰ متر مربع می‌باشد که در سه کرت ۵۰۰ متر مربعی به ابعاد ۲۵×۲۰ تکرار شده است. مقایسه میانگین درآمد ناخالص و سود هر کشتزار با آزمون چند دامنه‌ای دانکن^۲ در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

برابر شکل‌های مربوط به هزینه ذرت کاری، هزینه جاری همه تیمارها به‌طور جداگانه محاسبه و در زمان برداشت هم، میزان محصول (ذرت دانه‌ای) به کیلوگرم اندازه‌گیری شد. بر مبنای قیمت خرید رایج منطقه، میزان درآمد ناخالص و سود کشتزار (بازده برنامه‌ای) در شش تیمار محاسبه شد. برای محاسبه سود کشتزارهای نامبرده از فرمول سود حسابداری استفاده شد (Soltani, 2012). از آنجایی که محاسبه سرمایه‌گذاری‌های اولیه و هزینه‌های ثابت برای هر شش کشتزار،

¹ Randomized Complete Block Design (RCBD)

² Duncan's multiple range test (DMRT)

ثابت است، در این پژوهش از روش محاسبه بازده برنامه‌ای (GM)^۱ که در واقع برآوردی از سود کشتزار است، استفاده شد.

بازده برنامه‌ای از تفاضل درآمد فروش و کل هزینه‌های جاری همان سال محاسبه می‌شود. محاسبه بازده برنامه‌ای در پژوهش‌های اقتصاد کشاورزی کاربرد فراوانی دارد (Farzaneh et al., 2010; Olorunsanya and Akinyemi, 2004; Adewuyi et al., 2011). فرمول بازده برنامه‌ای به شرح زیر است.

$$GM_i = TR_i - TVC_i \quad , \quad i=1,2, \dots,6 \quad (1)$$

GM_i = بازده برنامه‌ای کشتزار i ام

TVC_i = کل هزینه‌های جاری کشتزار i ام

TR_i = کل درآمد حاصل از فروش ذرت در کشتزار i ام

در هر کشتزار (تیمار) کل هزینه‌های جاری واحد تولیدی (TVC_i) بر مبنای جمع جبری همه هزینه‌های انجام شده در یک دوره تولید شامل هزینه‌های اجاره زمین، خاک‌ورزی، خرید بذر و بذرکاری، هزینه کارگر، هزینه خرید کود، هزینه خرید سم و هزینه ماشین‌های مورد استفاده محاسبه شد. همچنین کل درآمد حاصل از فروش محصول (TR_i) به صورت زیر برای هر کشتزار محاسبه شد:

$$TR_i = P_i \times Q_i \quad , \quad i=1, 2, \dots, 6 \quad (2)$$

قیمت و میزان تولید ذرت در کشتزار i ام به ترتیب با P_i و Q_i نمایش داده شده است (Adewuyi et al., 2010 ; Hassanpour, 2015).

میزان کاربرد انواع کود در تیمارهای کودی کشتزار ذرت بر مبنای توصیه‌های کارشناسی و آزمایش خاک در این آزمایش در جدول ۳ مشخص شده است.

^۱ Gross Margin

جدول (۳) تیمارهای کودی و میزان کاربرد آنها بر مبنای توصیه‌های کارشناسی و آزمایش خاک در یک هکتار ذرت کاری

Table (3) Fertilizer treatments and their consumption based on expert recommendations and soil testing in one hectare of corn field

کود شیمیایی Chemical fertilizer (kg)			کود آلی دانه‌ای (تن) Granular organic fertilizer (ton)	کود زیستی Bio- fertilizer (Lit)	نشانه تیمار Treatment mark	تیمار Treatment
پتاسه K	فسفات P	نیترژن N				
-	-	-	-	40	B	کود زیستی* Biofertilizer
-	-	-	1	-	O	کود آلی (ارگانیک)** Organic fertilizer
-	-	-	1	40	BO	کود زیستی + کود آلی Biofertilizer+Organic fertilizer
200	100	200	-	40	BC	کود زیستی + کود شیمیایی Biofertilizer+Chemical fertilizer
200	100	200	1	40	BOC	کود زیستی + کود شیمیایی + کود آلی Biofertilizer+Chemical fertilizer+Organic fertilizer
200	100	200	-	-	C	شاهد (کود شیمیایی) Control (Chemical fertilizer)

* کودهای زیستی شامل صدها گونه باکتری‌های سودمند به صورت مایع در ظرف‌های یک لیتری یا ۴ لیتری در بازار با عنوان کودهای EM که مخفف (Effective Microorganisms) به فروش می‌رسند.

** کود آلی (ارگانیک) تشکیل شده از کودهای آلی شامل فضولات دامی (گاوی، دامی و مرغی) به صورت دانه‌ای غنی شده با NPK و برخی عنصرهای کم مصرف که در بازار اغلب در کیسه‌های ۲۰ تا ۲۵ کیلویی عرضه می‌شود.

نتایج و بحث

بنابر نتایج به دست آمده از این آزمایش صحرایی، اثر معنی‌دار تیمارهای کودی بر درآمد ناخالص و سود مزرعه در سطح احتمال یک درصد ($P = 0/01$) به اثبات رسید. به طوری که با توجه به مقایسه میانگین درآمد ناخالص و تجزیه واریانس، مقدار F محاسبه شده برابر با $771/46$ است که در سطح احتمال ($P=0/01$) معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴). این بدین مفهوم است که تیمارها در سطح احتمال خطای یک درصد با هم اختلاف معنی‌داری دارند یا دست کم یکی از تیمارها با بقیه متفاوت می‌باشد.

مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای کودی بر درآمد ناخالص کشتزار با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۵ مشخص شده است. این آزمایش در شرایط کشاورز و هر تیمار در سه کرت تکرار شد که مساحت هر کرت آزمایشی ۵۰۰ متر مربع می‌باشد. بر اساس جدول ۵، کمترین درآمد ناخالص به میزان ۴۳۱/۵ هزار تومان مربوط به تیمار شاهد (یعنی استفاده از کود شیمیایی بر مبنای عرف کشاورزان) (C) و بیشترین درآمد ناخالص مربوط به تیمار کود شیمیایی+کود زیستی+کود ارگانیک (BOC) به میزان ۷۸۶/۶ هزار تومان است. دیگر تیمارها با میانگین‌های ۴۷۲، ۵۶۰/۵، ۵۹۰ و ۷۳۷/۵ هزار تومان به ترتیب مربوط به تیمارهای کود ارگانیک (O)، کود زیستی+کود شیمیایی (BC)، کود زیستی (B) و کود زیستی+کود ارگانیک (BO) می‌باشد. اما از آنجا که میانگین درآمد ناخالص تیمار BO با تیمار BOC از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ($P = 0/05$) مشاهده نشد (شکل ۱)، بنابراین به منظور توسعه پایدار کشاورزی و حفظ محیط زیست و بازده اقتصادی بالا نسبت به دیگر تیمارها، در ذرت کاری‌ها کاربرد کود زیستی به همراه کود آلی (ارگانیک) گرانوله غنی شده توصیه می‌شود.

جدول (۴) تجزیه واریانس طرح بلوک کامل تصادفی مربوط به میانگین درآمد ناخالص تیمارها

Table (4) Analysis of variance of randomized complete block design related to the average gross revenue of treatments

Sig.	F	میانگین مربعات (Mean Square)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (Sum of Square)	منبع تغییرها (Source)
0.523	0.692	533.83	2	1067.66	بلوک (Block)
0.000	77.86	60067.28**	5	300336.42	تیمار (Treatment)
-	-	771.46	10	7714.67	خطای آزمایشی (Exp. Error)
-	-	-	17	309118.75	کل (Total)

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۵) مقایسه میانگین درآمد ناخالص تیمارهای مختلف کودی، بر حسب هزار تومان (دانکن ۵٪)

Table (5) Comparison of average gross income of different fertilizer treatments (in terms of one thousand tomans) (Duncan 5%)

خطای آزمایش (SE)	خطای معیار (SD)	بیشینه Maximim	کمینه Minimum	میانگین درآمد ناخالص* Average net revenue	تیمار Treatment
17.10	29.62	438.9	424.8	431.5 ^a	C
30.27	52.44	513.3	413	472 ^a	O
13.67	23.68	585.3	537.1	560.5 ^b	BC
3.41	5.90	595.9	584.1	590 ^b	B

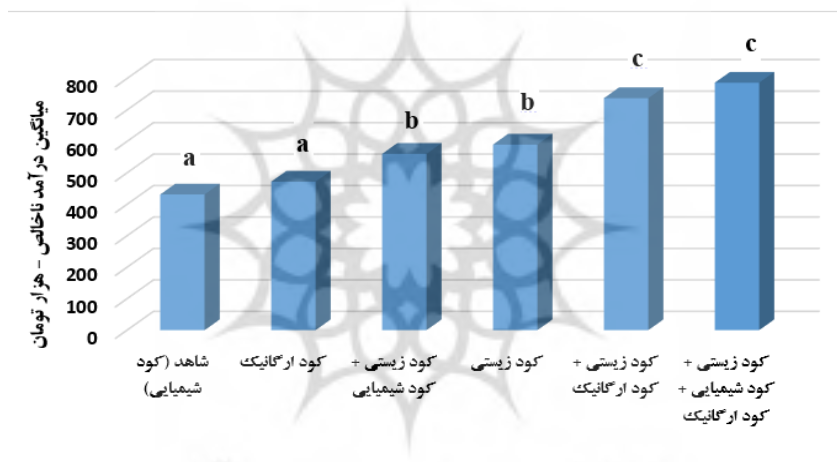
بررسی اقتصادی اثر بخشی... ۳۵

ادامه جدول (۵) مقایسه میانگین درآمد ناخالص تیمارهای مختلف کودی، بر حسب هزار تومان (دانکن ۵٪)

Table (5) Comparison of average gross income of different fertilizer treatments (in terms of one thousand tomans) (Duncan 5%)

تیمار Treatment	میانگین درآمد ناخالص* Average net revenue	کمینه Minimum	بیشینه Maximim	خطای معیار (SD)	خطای آزمایش (SE)
BO	737.5 ^c	728.1	749.3	10.81	6.24
BOC	786.6 ^c	758.7	817.7	29.62	17.10

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، برابر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.
*The means with similar letters in each column, according to Duncan's test, have no significant difference at the 5% probability level.



شکل (۱) مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای کودی بر درآمد ناخالص کشتزار

Figure (1) Comparison of the averages of the effect of fertilizer treatments on farm gross revenue

بنابر نتایج جدول ۶، با توجه به مقایسه میانگین سود کشتزار (بازده برنامه‌ای) میزان F محاسبه شده در تجزیه واریانس برابر با $53/56$ است که در سطح احتمال ($P = 0/01$) معنی‌دار می‌باشد. این بدین مفهوم است که تیمارها در سطح احتمال خطای یک درصد با هم اختلاف معنی‌داری دارند یا دست کم یکی از تیمارها با بقیه متفاوت می‌باشد.

مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای کودی بر سود کشتزار با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد در جدول ۷ مشخص شده است. برابر جدول ۷، کمترین سود کشتزار به میزان

۱۰۱/۸۸ هزار تومان مربوط به تیمار شاهد (C) و بیشترین سود کشتزار مربوط به تیمار کود شیمیایی+کود زیستی+کود ارگانیک (BOC) به میزان ۳۸۲/۷۹ هزار تومان است. دیگر تیمارها با میانگین های ۱۲۲/۱۳ ، ۲۰۰/۹ ، ۲۵۴/۴ و ۳۵۷/۶۳ هزار تومان به ترتیب مربوط به تیمارهای کود ارگانیک (O)، کود زیستی+کود شیمیایی (BC)، کود زیستی (B) و کود زیستی+کود ارگانیک (BO) می باشد.

جدول (۶) تجزیه واریانس طرح بلوک کامل تصادفی مربوط به میانگین سود (بازده برنامه‌ای) تیمارها
Table (6) Analysis of variance of randomized complete block design related to the average profit (gross margin) of treatments

Sig.	F	میانگین مربعات (Mean Square)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (Sum of Square)	منبع تغییرها (Source)
0.523	0.692	533.8	2	1067.6	بلوک (Block)
0.000	53.56	41319**	5	206595.1	تیمار (Treatment)
-	-	771.5	10	7714.7	خطای آزمایشی (Exp. Error)
-	-	-	17	215377.4	کل (Total)

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۷) مقایسه میانگین‌های سود کشتزار (بازده برنامه‌ای) در تیمارهای مختلف کودی
 (بر حسب هزار تومان) (دانکن ۵٪)

Table (7) Comparison of farm profit averages (gross margin) in different fertilizer treatments (in terms of one thousand tomans) (Duncan 5%)

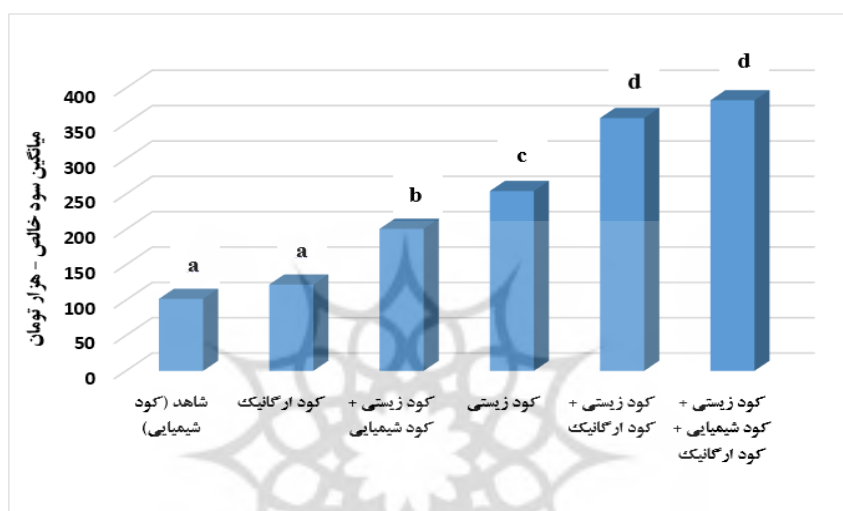
خطای آزمایش (SE)	خطای معیار (SD)	بیشینه Maximim	کمینه Minimum	میانگین سود خالص* Average net profit	تیمار Treatment
4.10	7.11	109.36	95.2	101.88 ^a	C
30.2	52.4	163.4	63.1	122.13 ^a	O
13.6	23.6	225.6	178.4	200.90 ^b	BC
3.4	5.9	260.3	248.5	254.40 ^c	B
6.2	10.8	369.4	348.2	357.63 ^d	BO
17.10	29.6	413.8	354.8	382.79 ^d	BOC

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، برابر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

*The means with similar letters in each column, according to Duncan's test, have no significant difference at the 5% probability level.

۳۷... بررسی اقتصادی اثر بخشی

به دلیل این که میانگین سود خالص تیمار BO با تیمار BOC از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ($P=0/05$) ندارد (شکل ۲)، لذا به منظور توسعه پایدار کشاورزی و حفظ محیط زیست و سود اقتصادی بالا نسبت به دیگر تیمارها، در ذرت کاری‌های، کاربرد کود زیستی به همراه کود آلی (ارگانیک) دانه‌ای غنی شده، توصیه می‌شود.



شکل (۲) مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای کودی بر سود خالص کشتزار

Figure (2) Comparison of the averages of the effect of fertilizer treatments on farm profit (gross margin)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

آمار کاربرد کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی استان گویای افزایش بی‌رویه انواع کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر دارد به طوری که در طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ افزایشی معادل ۵۴ درصد را نشان می‌دهد که اثرگذاری‌ها و پیامدهای زیست-محیطی نامطلوبی، مانند آلودگی آب و خاک و همچنین بروز مسئله‌هایی در زمینه وضعیت سلامت انسان‌ها و دیگر موجود زنده داشته است. با توجه به توسعه سطح زیر کشت ذرت در اقلیم گرم و نیمه گرم استان و افزایش بی‌رویه کاربرد کودهای شیمیایی در سطح ذرت کاری‌ها، لزوم یک جایگزین مناسب کودی برای کودهای شیمیایی که هم سودمندی‌های اقتصادی کشاورزان را تأمین کند و هم منجر به سلامت انسان و حفظ محیط زیست شود بیش از گذشته ضرورت پیدا می‌کند. این تحقیق به دنبال پاسخ

به این پرسش است که آیا در شرایط موجود، به کارگیری کودهای زیستی (EM)، با توجه به گرانی آنها می‌تواند موجب افزایش سودآوری در کشتزار شود؟ برای این منظور، آزمایش صحرایی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با شش تیمار کودی و سه تکرار در شرایط کشاورز در شهرستان باشت که مرکز تولید ذرت در استان است در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس آزمایش صحرایی بیان کرد که تیمارهای کودی روی درآمد ناخالص و سودآوری در سطح احتمال (P=۰/۰۱) اثر معنی‌داری داشتند. بر مبنای مقایسه میانگین درآمد ناخالص و سود مزرعه با استفاده از آزمون دانکن، مشخص شد که کمترین سود کشتزار و درآمد ناخالص مربوط به تیمار شاهد (C) و بیشترین درآمد ناخالص مربوط به تیمار تلفیقی کود زیستی، شیمیایی و آلی (ارگانیک) (BOC) است (جدول ۸).

جدول (۸) مقایسه میانگین درآمد ناخالص و سود کشتزار (بازده برنامه‌ای) تیمارهای مختلف کودی در سطح یک هکتار (بر حسب هزار تومان) (دانکن ۵٪)

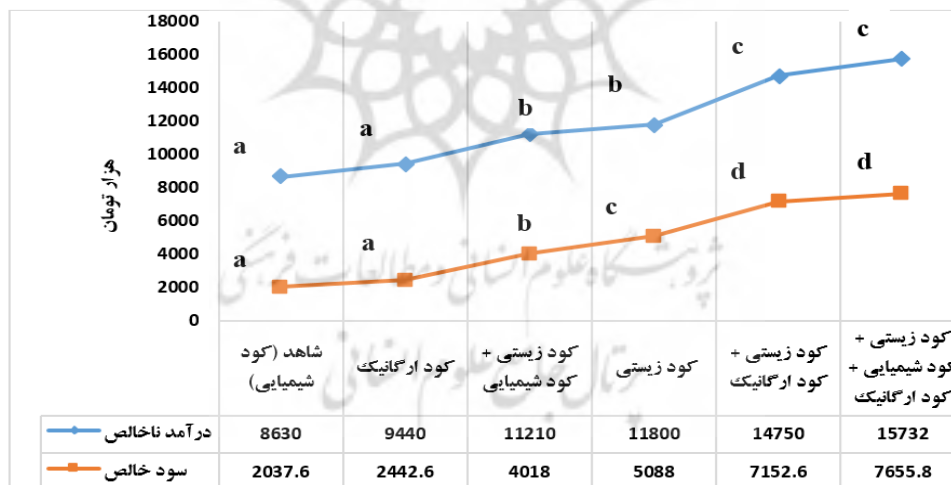
Table (8) Comparison of average gross revenue and farm profit (gross margin) of different fertilizer treatments at the level of one hectare, (in terms of one thousand tomans) (Duncan 5%)

میانگین سود خالص Average net profit	میانگین درآمد ناخالص Average net revenue	عملکرد ذرت دانه‌ای (هکتار/تن) Yield of Grain corn (ton/ha)	تیمار Treatment
۲۰۳۷/۶ a	۸۶۳۰ a	۱۰	شاهد (تنها کود شیمیایی بر مبنای عرف کشاورزان) (C) Control (Chemical fertilizer)
۲۴۴۲/۶ a	۹۴۴۰ a	۸	کود ارگانیک (O) Organic fertilizer
۴۰۱۸ b	۱۱۲۱۰ b	۱۲/۵	کود زیستی+کود شیمیایی (BC) Biofertilizer+Chemical fertilizer
۵۰۸۸ c	۱۱۸۰۰ b	۹/۵	کود زیستی (B) Biofertilizer
۷۱۵۲/۶ d	۱۴۷۵۰ c	۱۳/۳	کود زیستی+کود ارگانیک (BO) Biofertilizer+Organic fertilizer
۷۶۵۵/۸ d	۱۵۷۳۲ c	۷/۳	کود زیستی+کود شیمیایی+کود ارگانیک (BOC) Biofertilizer+Chemical fertilizer+Organic fertilizer

* میانگین‌های دارای حرف‌های همانند در هر ستون، برابر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.
*The means with similar letters in each column, according to Duncan's test, have no significant difference at the 5% probability level.

بررسی اقتصادی اثر بخشی... ۳۹

یافته‌های این پژوهش که در شکل ۳ خلاصه شده است بیانگر این است که تیمارهای تلفیقی کود زیستی و شیمیایی (BC)، کود زیستی و ارگانیک (BO) و کود زیستی، شیمیایی و ارگانیک (BOC) از عملکرد و درآمد ناخالص بیشتری نسبت به تیمارهای شاهد (تنها کاربرد کود شیمیایی) (C) و یا تنها کاربرد کود زیستی (B) برخوردارند. این یافته با نتایج پژوهش‌های Zahedi and Javanmard et al. (2015) ، Eidizadeh et al. (2011) و Ismailpour Niazi, (2017) به ترتیب در شوشتر (خوزستان)، مراغه (آذربایجان شرقی) و بابل (مازندران) در آزمایش‌های کودی کاربرد تلفیقی کودهای زیستی با کود شیمیایی در ذرت کاری‌ها، همخوانی کامل داشت. از آنجا که میانگین سود کشتزار و درآمد ناخالص تیمار BO با تیمار BOC از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در منطقه مورد آزمایش نشان نداد، بنابراین به منظور توسعه پایدار کشاورزی، حفظ محیط زیست و سلامت محصول و بالاخره منافع اقتصادی بالا برای کشاورزان، استفاده از کود زیستی به همراه کود آلی (ارگانیک) دانه‌ای غنی شده با NPK ، جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی است و بایستی برای ذرت کاری‌ها که در شهرستان باشت در حال گسترش است توسط کارشناسان ترویج توصیه شود.



شکل (۳) مقایسه میانگین درآمد ناخالص و سود خالص کشتزارهای آزمایشی در تیمارهای مختلف کودی در یک هکتار (بر حسب هزار تومان)

Figure (3) Comparison of average gross revenue and farm profit of experimental farms in treatments of the different fertilizers per hectare (in terms of one thousand tomans)

با توجه به افزایش بی رویه کاربرد انواع کودهای شیمیایی در استان در طی سال‌های اخیر و این که نتایج این پژوهش نشان داد که بازده اقتصادی مصرف تلفیقی کود زیستی و کود آلی (ارگانیک) دانه‌ای غنی شده با NPK نسبت به دیگر تیمارهای کودی، مؤثرتر و بهتر بوده است، به طوری که سود خالصی به مبلغ ۷۱/۵ میلیون ریال و عملکرد ۱۲/۵ تن در هکتار را عاید کشاورز می‌کند، بنابراین پیشنهاد و تأکید می‌شود به منظور توسعه پایدار کشاورزی، حفظ محیط زیست و سودمندی‌های اقتصادی کشاورزان، از تلفیق کود زیستی (EM) با کود آلی (ارگانیک) دانه‌ای غنی شده با NPK، در سطح ذرت کاری‌های شهرستان باشت و دیگر منطقه‌های همانند اقلیمی استفاده شود.

منبع‌ها

- Adewuyi, S.A., Phillip, B.B., Ayinde, I.A. and Akerele, D. (2010). Analysis of profitability of fish farming in Ogun State, Nigeria, *Journal of Human Ecology*, 31(3): 179-184.
- Alam, S. and Kumar Seth, R. (2012). Comparative study on effect of chemical and bio-fertilizer on growth, development and yield production of paddy crop (*Oryza sativa*). *International Journal of Science and Research*, 3 (9): 411-414.
- Amany, S. Al-Erwy, A.S., Al-Toukhy, A. and Bafeel, S.O. (2016). Effect of chemical, organic and bio fertilizers on germination, growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*. L) plant irrigated with sea water, *Agriculture and Biology Journal of North America*, 7 (3): 121-133.
- Arab Seifi, M., Omidi Najafabadi, M. and Poor Saeed, A. (2018). Barriers to the use of biological fertilizers from the perspective of farmers in Ilam province, a case study: Shirvan Chardavol city, *Quarterly Journal of Agricultural Extension and Education Research*, 11 (2), 1-8. (In Farsi)
- Eidizadeh, Kh., Mahdavi Damghani, A. م. Sabahi, H. and Sufizadeh, S. (2010). Effects of biological fertilizer application in combination with chemical fertilizer on the growth of corn (*Zea mays* L.) in Shushtar, *Journal of Agricultural Ecology*, 2 (2): 292-301. (In Farsi)
- Eidizadeh, Kh., Mahdavi Damghani, A. M., Ebrahimpour, F. and Sabahi, H. (2011). Effects of amount and method of application of biofertilizers in combination with chemical fertilizers on yield and yield components of maize, *Journal of Crop Production*, 4 (3): 21-35. (In Farsi)

- Farzaneh, B., Mohammadi, H. and predictor, s. (2011). Investigating the effect of combine application on production productivity in wheat cultivation: a case study of Fars province. *Journal of Research and Construction (Agriculture)*, 91: 79-87. (In Farsi)
- Gholami, H., Ghasemi, J. and Sokhtanlu, M. (2018). Promoting biofertilizers in order to protect the environment: challenges and solutions, the third national conference on protection of natural resources and the environment with a focus on watershed management, Mohaghegh Ardabili University. (In Farsi)
- Gryndler, M., J. Larsen, H. Hrselova, V. Rezacova, H. Gryndlerova and J. Kubat. (2006). Organic and mineral fertilization, respectively, increase and decrease the development of external mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi in a long-term field experiment. *Mycorrhiza*, 16: 159-166.
- Hassanpour, B. (2015). Simple Farm Accounting and Agricultural Management in Small Farms, Extension-Technical Issue of the AREEO, Registration Number: 47545, dated 26 July 2015, 22 p. (In Farsi)
- Javanmard, A., Mostafavi, S.H., Khezri, A. and Mohammadi, S. (2015). Improving the accumulation of high and low nutrient requirements in corn with the use of chemical and zinc, *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 25 (2): 27-43. (In Farsi)
- Jahan, M., Kouchaki, A., Ghorbani, R., Rajali, F., Ariai, M. and Ebrahimi, A. (2009). The effect of biofertilizer application on some agroecological properties of corn in common and ecological cropping systems. *Iranian Journal of Crop Research*, 7 (2): 390-375. (In Farsi)
- Jafari, F. (2014). A Review of the Role of Biological Fertilizers in Organic Agriculture, Proceedings of the Third National Congress of Organic and Conventional Agriculture. Mohaghegh Ardabili University, 29-30 August 2014. (In Farsi)
- Kohgiluyeh-va-Boyerahmad Province Management and Planning Organization. (2017), Statistical Yearbook of Kohgiluyeh-va-Boyerahmad Province 2016. Deputy of Planning and Employment, Bureau of Statistics and Information, 735 p. (In Farsi)
- Kumar, MS., Reddy, GC., Phogat, M. and Korav, S. (2018) Role of bio-fertilizers towards sustainable agricultural development: A review, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6): 1915-1921.
- Ministry of Agriculture. (2018). Agricultural Statistics of 2017: Volume II, Deputy of Planning and Economy. Information and Communication Technology Center. 201 p. (In Farsi)
- Mohamed B.H. Mazen, M.B.H., Ramadan, T., Nafady, N.A., Zaghlol, A., and Hasan, S.H.A. (2018). Comparative study on the effect of chemical fertilizers, bio-fertilizers and arbuscular mycorrhizal fungi on maize growth, *Biological Forum-An International Journal*, 10 (1): 182-194.

- Olorunsanya, E.O. and Akinyemi, O.O. (2004). Gross margin analysis of maize-based cropping systems in Oyo state, Nigeria, *International Journal of Agriculture and Rural Development*, 5: 129-133.
- Probst, B., Schuler, C. and Joergensen, R.G. (2007). Vineyard soils under organic and conventional management microbial biomass and activity indices and their relation to soil chemical properties. *Biology and Fertility of Soils*, 44: 443-450.
- Soltani, Gh. (2012). Engineering Economics. Shiraz University Press. 275p. (In Farsi)
- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., and Esmaili, M.A. (2009). Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *International Journal of Biological and Life Sciences* 1: 2-7.
- Zahedi, H. Ismailpour Niazi, S. (2017). Effects of application and method of application of biochemical fertilizers on yield and yield components of corn, *Journal of Agricultural Applied Research*, 30 (4): 1-12. (In Farsi)





Economic Study of Bio-Fertilizer Effectiveness on Yield and Profitability in Corn Fields

Behrooz Hassanpour, Kavoos Keshavarz, Mohammad Reza Chakeralhosseini¹

Received: 22 Sept.2021

Accepted:29 Oct.2021

Extended Abstract

Introduction

Improper use of chemical fertilizers in recent decades has endangered the health of humans and other living organisms while creating adverse consequences for environmental pollution and upsetting the balance of nutrients in the soil. To this end, the promotion of the use of bio-fertilizers (EM) by the Ministry of Agriculture Jihad is on the agenda, but unfortunately it has not been well received. Obviously, the use of new inputs is important in the decision-making of farmers, the effects of income and economic benefit. This study, which was funded by the Agricultural Jihad Organization of Kohgiluyeh-va-Boyerahmad Provinces, seeks to answer the question of whether the use of biofertilizers, given their high cost, can increase profitability.

Materials and methods

The implementation of this research in the cropping year of 2018-19 in the form of a research-extension project in a corn farm with an area of one hectare in the suburbs of Basht city was carried out under farmer conditions. For this purpose, a field experiment in a randomized complete block design (RCBD) with six fertilizer treatments and three replications in farmer conditions and the costs, gross margin and economic benefits of each treatment were compared. The accounting profit formula was used to calculate the profits of the mentioned farms. Since the calculation of initial investments and fixed costs for all six farms is fixed, in this study, the method of calculating the

¹ Respectively: Assistant Professor of Economic, Social and Extension Research

Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran. Assistant Professor of Plant Protection & Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Kohgiluyeh-va-Boyerahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yasouj, Iran
Email: hassanpourbehrooz@gmail.com

gross margin (GM), which is actually an estimate of farm profits, was used. The the gross margin is calculated from the difference between sales revenue and total current expenses for the same cropping year.

Results and Discussion

The results of analysis of variance of field experiment showed that fertilizer treatments had a significant effect on revenue and farm profit (gross margin) at the level of probability ($P = 0.01$). Based on the comparison of the average revenue and farm profit using Duncan's test, it was found that the lowest farm profit and revenue related to chemical fertilizer treatment only (or control treatment) (C) and the highest revenue related to integrated treatment of biofertilizer, chemical fertilizer and organic (BOC). Comparison of the averages of the effect of fertilizer treatments on gross income as well as farm profit was determined using Duncan's test at a probability level of 5%. The lowest farm profit, in the amount of 101.9 thousand tomans per hectare related to the chemical fertilizer treatment only (or control treatment) (C) and the highest farm profit, related to the chemical fertilizer treatment+bio fertilizer+organic fertilizer (BOC) in the amount of 382.8 thousand tomans. Other treatments with averages of 122.1, 200.9, 254.4 and 357.6 thousand tomans related to organic fertilizer (O), biofertilizer+chemical fertilizer (BC), biofertilizer (B) and biofertilizer+organic fertilizer (BO) treatments, respectively.

Suggestion

The results showed that the best and healthiest fertilizer treatment is the combined use of bio-fertilizer and enriched granular organic fertilizer, which generates a net profit of 71.5 million rials and a yield of 12.5 tons per hectare, which compared to other treatments, ie consumption. Chemical fertilizer (NPK), bio-fertilizer (EM), granular organic fertilizer and combined use of fertilizers showed a significant difference in the 5% probability level. Therefore, the combined use of bio-fertilizers and enriched granular organic fertilizers economically and environmentally can be a good alternative for the use of chemical fertilizers only in corn fields

JEL Classifications: D61, O13, Q12

Keyword: Bio-fertilizer, Corn, Gross Margin, Profitability