Examining the Effects of Increases in Chemical Input Prices on Production Costs and Cultivated Area of Paddy Rice Varieties in Babol County

Page Number
71–88

Z. Babaei[1*], F. Kashiri Kolaei[2] and S. Shirzadi Laskookalayeh[3]

1, 2 and 3) Department of Agricultural economics. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. Sari. Iran.

*Corresponding author: **Zahrababaei998@gmail.com**

Received date: 2025.05.08 **Accepted date: 2025.07.17**

Abstract

In recent years, in line with the objectives of Iran's Seventh Development Plan aimed at reducing the use of chemical fertilizers and pesticides in agricultural production, measures such as the removal of subsidies on chemical inputs have been implemented. However, this policy may affect the cultivated area of agricultural products. Therefore, the present study investigated the effects of increasing chemical input prices on paddy production costs, producers' profitability, and the sustainability of rice cultivation in Babol County under different scenarios using a linear programming model. The required data were obtained from the Agricultural Crops Statistics Yearbook of the Ministry of Agriculture for the 2021–2022 cropping year. The results showed that the production cost of one kilogram of high-quality paddy rice was 20,775 Tomans, which would increase by 1.18%, 1.57%, and 1.97% under scenarios involving 30%, 40%, and 50% increases in chemical input prices, respectively. Furthermore, the production cost of one kilogram of high-yield paddy rice was estimated at 18,452 Tomans and would increase by 1.16%, 1.55%, and 1.93%, respectively, under the same scenarios. In addition, increases in chemical input prices had varying effects on the profitability of different paddy rice varieties. The findings also indicated that all price-increase scenarios had a significant negative impact on the rice cultivation area in the study region. Although this outcome may contribute to reducing the use of chemical inputs and achieving development objectives, greater attention should be paid to alternative strategies for managing chemical input consumption in order to support farmers' livelihoods and enhance national food security.

Keywords: Production Cost, Cultivation Pattern, Linear Programming, Chemical Fertilizers and Chemical Pesticides.

بررسی اثر افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی بر قیمت تمام شده و سطح کشت ارقام شلتوک در شهرستان بابل

شماره صفحات
۸۸-۷۱

زهرا بابائی[1*]، فاطمه کشیری کلائی[2] و سمیه شیرزادی لسکوکلایه[3]

۱، ۲ و ۳) گروه اقتصاد کشاورزی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. ساری ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول: **Zahrababaei998@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۶

چکیده

در سال‌های اخیر، با توجه به اهداف برنامه هفتم توسعه مبنی بر کاهش مصرف کود و سموم شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی، اقداماتی همچون حذف یارانه نهاده‌های شیمیایی انجام شده است. با این حال، این سیاست ممکن است بر سطح زیرکشت محصولات اثرگذار باشد. ازاین‌رو، در مطالعه حاضر، اثر افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی بر قیمت تمام‌شده شلتوک، سودآوری تولیدکنندگان و تداوم تولید و کشت برنج در شهرستان بابل تحت سناریوهای مختلف با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی بررسی شد. داده‌ها و اطلاعات موردنیاز از آمارنامه محصولات زراعی جهاد کشاورزی مربوط به سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ استخراج شد. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که قیمت تمام‌شده هر کیلوگرم شلتوک مرغوب در این شهرستان ۲۰۷۷۵ تومان است و با افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، به‌ترتیب به میزان ۱/۱۸ درصد، ۱/۵۷ درصد و ۱/۹۷ درصد افزایش می‌یابد. همچنین، قیمت تمام‌شده هر کیلوگرم شلتوک پرمحصول ۱۸۴۵۲ تومان است که تحت سناریوهای مذکور به‌ترتیب به میزان ۱/۱۶ درصد، ۱/۵۵ درصد و ۱/۹۳ درصد افزایش خواهد داشت. افزون بر این، افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای مختلف، آثار متفاوتی بر سودآوری تولیدکنندگان ارقام مختلف شلتوک دارد. همچنین، نتایج حاصل از افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی بر الگوی کشت زارعین منطقه نشان داد که تمامی سناریوهای افزایش قیمت، تأثیر منفی قابل‌توجهی بر سطح زیرکشت برنج دارند. اگرچه این امر می‌تواند در راستای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و تحقق اهداف برنامه‌های پنج‌ساله توسعه باشد، اما به‌منظور حمایت از معیشت کشاورزان و تقویت امنیت غذایی کشور، توجه به سایر راهکارهای مدیریت مصرف نهاده‌های شیمیایی ضروری است.

واژه‌های کلیدی: هزینه تولید، الگوی کشت، برنامه‌ریزی خطی، کود شیمیایی و سموم شیمیایی.

مقدمه

بخش کشاورزی، در کشور ما به‌عنوان یکی از بخش‌های اصلی تولید ملی است که جایگاه مهمی را در اقتصاد ملی کشور به خود اختصاص داده است. در دهه‌های گذشته، تأکید بر تولید بیش‌تر به‌منظور خودکفایی در ایران، افزایش سطح زیرکشت و افزایش فشار بر منابع آب و خاک را به دنبال داشته است. به‌عبارتی، امروزه افزایش تولید، به قیمت فراموشی محیط‌زیست انجام شده است (Samian et al., 2024) و همیشه انگشت اتهام به سمت بخش کشاورزی به‌عنوان بزرگ‌ترین و عمده‌ترین مصرف کننده آب‌های سطحی و زیرزمینی و نهاده‌های کود و سموم شیمیایی، به‌دلیل مصرف زیاد این نهاده‌ها در جهان، نشانه رفته است. در سال‌های اخیر، اثر بخش کشاورزی بر محیط‌زیست در نتیجه افزایش بی‌رویه مصرف نهاده‌های شیمیایی و آب‌های زیرزمینی به یک نگرانی جهانی و گسترده تبدیل شده و مثال روشنی از بی‌توجهی به محیط‌زیست است. چرا که افزایش بی‌رویه مصرف نهاده‌های شیمیایی در حضور گسترده آب، نفوذ بیش‌تر این مواد به آب‌های زیرزمینی و آلودگی بیش‌تر آنها را موجب می‌شود (Nasabian *et al*., 2014). همچنین، مصرف کودهای شیمیایی در دهه گذشته، علاوه بر اثرات زیست‌محیطی نامطلوب بر آلودگی آب و خاک، مشکلاتی برای وضعیت سلامت انسان‌ها و سایر موجودات زنده را نیز به همراه داشته است (Rahmani, 2010). نظام‌های کشاورزی مدرن در دهه‌های اخیر به‌دلیل نگرانی از مشکلات زیست‌محیطی مورد انتقاد شدید قرار گرفته و کشاورزی پایدار از اهمیت بسزایی برخوردار شده است (Mirzaei *et al*., 2018). چرا که مصرف بی‌رویه‌ی کودهای شیمیایی مانع رسیدن به کشاورزی پایدار می‌شود. کشاورزی‌ای که یکی از ارکان اصلی آن استفاده از کودهای زیستی با هدف کاهش یا حذف قابل توجه مصرف نهاده‌های شیمیایی است و این نوع کشاورزی تأکید عمده‌ای بر روی افزایش کیفیت و پایداری عملکرد محصولات کشاورزی دارد (Sofi *et al*., 2014). از آنجایی که در کشاورزی پایدار، تنها بیشینه کردن یک هدف مطلق مطرح نیست، بلکه هدف بیشینه کردن ستانده‌ها و کمینه نمودن نهاده‌ها (به گونه‌ای نسبی و هم‌زمان) است (Mirzaei *et al*., 2018). لذا، لازم است از منابع تولید به بهترین نحو استفاده گردد تا ضمن کاهش در مصرف مواد شیمیایی، سودآوری و رفاه کشاورزان نیز افزایش یابد. لذا، روش‌های تخصیص بهینه منابع کمیاب بین فعالیت‌های مختلف در نتیجه کمبود منابع تولید روز به روز گسترش یافته است (Abdi Rokney *et al*., 2019). برنج از قدیمی‌ترین محصولات کشت شده در دنیا و از جمله محصولات استراتژیک کشور می‌باشد و اهمیت بسزایی را در تأمین غذا و امنیت غذایی، درآمد و اشتغال مردم دنیا دارد. میزان کل شلتوک تولیدی ایران در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ حدود ۳۶۲۹ هزار تن بوده است و این مقدار تولید در سطح زیرکشت معادل ۷۹۱/۶ هزار هکتار انجام شده است. میزان تولید شلتوک در استان مازندران نیز در این سال زراعی معادل ۱۶۱۳/۸ هزار تن بوده است که در سطح زیرکشت معادل ۳۳۱/۴ هزار هکتار انجام شده است. به عبارتی، استان مازندران با دارا بودن ۴۱ درصد از سطح زیرکشت شلتوک ایران، حدود ۴۴ درصد از تولید شلتوک کشور را داشته است و شهرستان بابل با سهم ۲۲ درصدی از تولید استان (میزان تولید حدود ۳۵۹ هزار تن) در رتبه اول قرار گرفته و دارای بالاترین میزان تولید شلتوک در استان مازندران می‌باشد

(Ministry of Agriculture Jihad, 2022). با توجه به سهم ۹۹/۸ درصدی محصول برنج از سطح زیرکشت محصولات زراعی آبی منتخب (شلتوک مرغوب، شلتوک پرمحصول، گندم آبی و کلزا آبی) در شهرستان بابل و مصرف بالای کود و سموم شیمیایی در تولید این محصول، و نیز با توجه به اهداف برنامه‌های مختلف پنج ساله از جمله برنامه هفتم توسعه مبنی بر کاهش مصرف کود و سموم شیمیایی در جریان تولید و تلاش‌هایی که دولت در راستای تحقق این اهداف از طریق حذف یارانه و افزایش قیمت انجام داده است، کما اینکه این اقدام را همچنان به‌عنوان یکی از راهکارهای مدیریت مصرف در نظر می‌گیرند اما این راهکار ممکن است مشکلاتی را در ارتباط با امنیت غذایی برای محصولات استراتژیک به بار آورد. با توجه به اینکه محصول عمده زراعی شهرستان بابل، محصول برنج است که از یکسو در فرآیند تولید تکیه زیادی بر استفاده از نهاده‌های شیمیایی دارد و از طرفی دیگر، به‌عنوان یک محصول استراتژیک برای تحقق امنیت غذایی مردم می‌باشد. لذا، اثر افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی بر قیمت تمام شده و سود تولیدکنندگان محصول برنج این شهرستان به‌عنوان یک مطالعه موردی بررسی خواهد شد. در نهایت، اثر افزایش هزینه تولید (سرمایه مورد نیاز تولید) در واحد سطح در نتیجه افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای یاد شده بر تداوم تولید و کشت محصول برنج با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور، به تعیین هزینه تولید و قیمت تمام شده محصولات کشاورزی و همچنین اثر تغییر قیمت نهاده‌های شیمیایی بر قیمت و هزینه تولید محصولات مختلف و الگوی کشت پرداختند. Shirmahi et al. (2014) به بررسی اثرات حذف یارانه کودهای شیمیایی بر کشت محصولات زراعی در شهرستان ری پرداختند. آن‌ها از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت با رهیافت حداکثر آنتروپی استفاده نمودند. کشاورزان مورد مطالعه را براساس سطح زیرکشت، به چهار گروه همگن تقسیم نمودند و اثر حذف یارانه کودهای شیمیایی را از طریق تغییرات قیمت کودهای فسفر، ازت و پتاس مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در گروه‌های اول و دوم میزان سطح زیرکشت همه محصولات کاهش یافته است. در گروه سوم فقط سطح زیرکشت گندم و گل کلم افزایش پیدا کرده و در گروه چهارم، سطح زیرکشت جو افزایش یافته است. همچنین میزان استفاده از نهاده‌ها کم شده و میزان بازده برنامه‌ای هر یک از گروه‌های اول، دوم، سوم و چهارم به اندازه ۴/۸۲۵، ۵/۴۰۲، ۸/۹۲۸ و۱/۵۱۲ درصد کاهش یافته است. Agh et al. (2015) در شهرستان بهشهر استان مازندران با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت PMP، اثرات سیاست کاهش کود و آب را بر الگوی کشت محصولات زراعی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در سیاست کاهش کود، سطح زیرکشت تمام محصولات زراعی به میزان ۴۹ درصد کاهش می یابد و بیش‌ترین کاهش نیز مربوط به محصول کلزای دیم می‌باشد. Daghlavi and MirSalehpour (2017) به بررسی اثرات آزادسازی قیمت نهاده‌های کود شیمیایی و سم بر تولید برنج در استان خوزستان پرداختند. جامعه آماری آن‌ها، کلیه برنج‌کاران شهرستان‌های شادگان، شوشتر و اهواز بوده است. نتایج نشان داد که به ازای یک درصد تغییر در قیمت نهاده کود، درصد تغییرات تولید برنج کمتر از یک درصد کاهش داشته است و به‌عبارتی، تولید برنج نسبت به قیمت نهاده کود کم کشش بوده و سیاست

حذف یارانه کود شیمیایی تأثیر چندانی در کاهش تولید برنج نداشته است. همچنین برای نهاده سم نیز همانند نهاده کود شیمیایی شرایط یکسانی وجود داشته است، یعنی تولید برنج نسبت به قیمت نهاده سم کم کشش بوده و لذا حذف یارانه سم تأثیر چندانی در میزان مصرف این نهاده و در نتیجه کاهش تولید نداشته است. Abdi Rokney et al. (2019) در منطقه گهرباران شهرستان ساری به بررسی اثر بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی بر الگوی کشت در چارچوب برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی پرداختند. داده‌های آن‌ها در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ از راه تکمیل پرسشنامه با ۲۵۰ کشاورز آن منطقه جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که مصرف کود در بین کشاورزان نماینده برای محصولات، بهینه نبوده است و به‌عبارتی، مصرف کود به‌طور میانگین بیش‌تر از حد بهینه می‌باشد. بر مبنای نتایج الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، با وجود ثابت بودن سطح کشت کل، سود در حالت مصرف کود بهینه نسبت به مصرف کنونی، ۳ درصد افزایش یافته است. Tajri et al. (2020) با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت با لحاظ نمودن چهار سناریوی قیمتی شامل افزایش ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، به بررسی اثرگذاری‌های زیست‌محیطی سیاست قیمت‌گذاری نهاده‌های شیمیایی کشاورزی در شهرستان علی آباد کتول استان گلستان پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی در سناریوهای ذکر شده کاربرد نهاده‌های شیمیایی از طریق تغییر الگوی کشت بین حدود ۰/۵ الی ۶۹ درصد کاهش می‌یابد. همچنین، با افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی در سناریوهای مختلف سود ناخالص کشاورزان در هر چهار سناریو با کاهش مواجه شده و سطح زیرکشت محصولاتی که مقدار بیش‌تری کود و سم استفاده می‌کنند کاهش و سطح زیرکشت محصولاتی که کود و سم کمتری استفاده می‌کنند افزایش می یابد. Alipour and Musaei (2024) به بررسی اثرات اقتصادی حذف یارانه نهاده‌های کود و سم بر تولید ذرت در شهرستان بهبهان پرداختند. نتایج نشان داد که از بین عوامل تولید؛ کود شیمیایی، سم، آب و سطح زیرکشت، اثر معنی داری بر روی تولید ذرت داشته است. همچنین، آن‌ها با بررسی کشش تولید عوامل تولید در تابع کاب داگلاس نشان دادند که مقادیر کشش تولید هر چهار نهاده سم، کود، آب و سطح زیرکشت کمتر از یک بوده است و پرداخت یارانه به نهاده کود شیمیایی در تولید محصول ذرت شهرستان بهبهان، بر هزینه تولید این محصول چندان تأثیری ندارد چرا که حذف یارانه کود شیمیایی، تقاضای آن را چندان کاهش نمی‌دهد و این نهاده برای تولید ذرت شهرستان بهبهان یک عامل تولید ضروری می‌باشد. از مطالعات خارجی می‌توان به مطالعه Ighbal et al. (2014) اشاره نمود که به بررسی تأثیر عوامل مختلف بر روی تولید گندم پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که هزینه تمام شده برای گندم ۲۸۲۸۶/۸۴ روپیه در هکتار بوده است که سهم هزینه‌های کود، اجاره زمین و آماده‌سازی زمین به‌ترتیب ۳۵/۲۲، ۳۰/۳۰، ۱۵/۱۸ درصد از کل هزینه‌ها برآورد شده است، همچنین متوسط عملکرد گندم در هکتار ۱۵۵۴/۶ کیلوگرم محاسبه شده است. Williams (2017) به بررسی یارانه‌های کشاورزی و محیط‌زیست با استفاده از داده‌های آماری پرداخت. نتایج وی نشان داد که یارانه کشاورزی، منجر به استفاده بیش از حد نهاده‌ها و ایجاد مازادهای چند ساله در جهان شده و لذا، یارانه می‌تواند تأثیر مستقل و زیان‌باری بر باروری خاک، تأمین آب شیرین، تنوع زیستی و کربن جوی داشته باشد. همچنین،

Naeem et al. (2017) هزینه و درآمد تولید محصول گندم را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که مهم ترین نهاده در تولید گندم، نیروی‌کار است که سهم آن در کل هزینه تولید ۲۱/۳۷ درصد است. سایر هزینه نهاده‌های تولید گندم شامل هزینه بذر، اوره، DAP[1]، کود دامی، آبیاری، مواد شیمیایی، آماده‌سازی زمین، خرمن، بازاریابی و اجاره زمین است که به ترتیب ۴/۲۷، ۴/۹۴، ۸/۰۸، ۹/۱۷، ۵/۲۳، ۲/۱۱، ۱۰/۹۴، ۷/۸۳، ۷/۵۶، ۱۸/۴۸ سهم در کل هزینه تولید گندم دارند. Rahman and Zhang (2018) به ارزیابی تأثیر استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی بر پایداری محیط‌زیست پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که یارانه سم‌های دفع آفات و کودهای شیمیایی باعث افزایش بازده و تعداد بارهای استفاده از کودهای شیمیایی شدند. بررسی مطالعات فوق نشان داد، در سال‌های اخیر جهت مدیریت مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی و کاهش آثار مخرب استفاده بی‌رویه آن بر سلامت انسان و محیط‌زیست، اقداماتی همچون حذف یارانه نهاده‌های شیمیایی صورت گرفته است. از سوی دیگر، مطالعات در حوزه الگوی کشت، حداقل سازی مصرف کود و سموم شیمیایی را در مدل مد نظر قرار دادند. ازآنجایی‌که افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی منجر به افزایش هزینه‌های تولید کشاورزان می‌شود، به‌نظر می‌رسد این پرسش که افزایش هزینه تولید ناشی از افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی چه تاثیری بر الگوی کشت منطقه خواهد گذاشت سوالی قابل تأمل باشد که جهت حمایت از تولیدکنندگان و وضعیت درآمدی آنان و نیز امنیت معیشتی درصد زیادی از جامعه باید مورد توجه قرار داده شود. در این راستا، با توجه به سهم ۹۹/۸ درصدی سطح کشت برنج در شهرستان بابل در استان مازندران، آنچه که در این پژوهش دنبال می‌شود، محاسبه قیمت تمام شده ارقام شلتوک در این شهرستان در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و تغییر آن تحت سناریوهای مختلف افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی و در نهایت اثر تغییرات هزینه تولید بر سطح تولید برنج و الگوی کشت این شهرستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای اینکه اثر افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای مختلف، بر قیمت تمام شده محصول مشخص شود، باید قیمت تمام شده هر کیلوگرم محصول محاسبه شود. جهت برآورد هزینه تولید هر کیلوگرم محصول، مجموع هزینه‌ها در هکتار بر میزان تولید در هکتار (عملکرد در هکتار) تقسیم می‌گردد (Amini and Rafiei, 2020). در مطالعه حاضر، کل هزینه تولید در هکتار برای دو رقم شلتوک مرغوب و پرمحصول شامل مجموع هزینه‌های مربوط به انواع کودهای شیمیایی، انواع سموم شیمیایی، ماشین آلات، نیروکار، بذر مصرفی، هزینه اجاره‌بها زمین، منابع آب و سایر هزینه‌ها می‌باشد. لذا با داشتن کل هزینه

[1] Di-ammonium phosphate

در هکتار و عملکرد در هکتار، قیمت تمام شده هر کیلوگرم محصول قابل محاسبه است. بدین منظور، قیمت تمام شده محصول از رابطه ۱ به‌دست می‌آید:

رابطه ۱:
$$\text{هزینه تمام شده یک کیلوگرم شلتوک (ریال}10) = \frac{\text{کل هزینه در هکتار (ریال}10)}{\text{عملکرد در هکتار (تن)}}$$

پس از محاسبه قیمت تمام شده هر کیلو شلتوک، برای بررسی تأثیر افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی بر قیمت تمام شده هر کیلو محصول، سناریوهای مختلفی برای قیمت نهاده‌های شیمیایی منظور شد. در نهایت، اثر افزایش هزینه تولید در نتیجه افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای مختلف بر الگوی کشت محصولات منتخب شهرستان بابل با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی خطی بررسی شده است.

ساختار مدل برنامه‌ریزی خطی

روش‌های مختلفی (از جمله رویکرد پویایی سیستم‌ها، برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی کسری چند هدفه، برنامه‌ریزی خطی فازی و غیره) برای بهینه‌سازی الگوی کشت مورد استفاده قرار گرفته است. در پژوهش حاضر رویکرد برنامه‌ریزی خطی برای بهینه‌سازی الگوی کشت استفاده شده است. در حالت کلی مدل برنامه‌ریزی خطی به صورت روابط ۲ تا ۴ می‌باشد (Singh, 2015):

رابطه ۲:
$$Max\ Z\ = \sum_{i=1}^{n} E_i\,.\,X_i$$

رابطه ۳:
$$s.t$$
$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij}\,.\,X_i \le b_j$$

رابطه ۴:
$$X_i \ge 0$$
$$j = 1,2,\dots,m \quad i = 1,2,\dots,n$$

که در آن i اندیس محصولات و j نشان دهنده اندیس نهاده‌ها می‌باشد. Z تابع هدف؛ X_i سطح کشت محصول iام؛ E_i سود خالص پیش‌بینی شده برای یک هکتار محصول iام؛ a_{ij} مقدار استفاده هر واحد فعالیت iام از منبع jام؛ b_j مقدار در دسترس j امین منبع است. رابطه ۲ معرف تابع هدف یعنی سود کل، رابطه ۳ محدودیت دسترسی به منابع و رابطه ۴ محدودیت غیر منفی بودن متغیرها را نشان می‌دهد. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز اولیه از طرح آمارگیری هزینه تولید محصولات کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ گردآوری شد. اطلاعات ثانویه شامل الگوی کشت موجود در شهرستان بابل، میزان سود فعلی هر محصول در واحد سطح و سطح زیرکشت فعلی از وزارت جهاد کشاورزی و نیاز آبی محصولات (شلتوک مرغوب، شلتوک

پرمحصول، کلزا آبی و گندم آبی) با استفاده از نرم‌افزار NETWAT[1] گردآوری شد. برای انجام محاسبات، از نرم‌افزارهای EXCEL و GAMS استفاده شده است. ابتدا قیمت تمام شده هر واحد محصول شلتوک در شهرستان بابل در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ محاسبه شد. منظور از نهاده‌های شیمیایی در این پژوهش، تمامی انواع کود و انواع سموم شیمیایی می‌باشد و افزایش قیمت نهاده شیمیایی نیز، افزایش قیمت در تمامی انواع کود و هم تمامی سموم شیمیایی به میزان ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد می‌باشد.

نتایج و بحث

هزینه تولید ارقام مختلف شلتوک به‌صورت تفکیک هزینه بین نهاده‌ها در ادوار تولید (کاشت، داشت و برداشت) توسط وزارت جهاد کشاورزی منتشر شده است. بنابراین، در ابتدا تفکیک هزینه‌های تولید دو رقم شلتوک مرغوب و پرمحصول براساس نهاده‌های مصرفی برای شهرستان بابل در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام گرفته است و امکان بررسی هزینه مربوط به هر نهاده در تولید ارقام محصول وجود دارد. لذا در جدول ۱ مقدار هزینه به تفکیک نهاده‌ها در تولید دو رقم شلتوک مرغوب و پرمحصول برحسب تومان برای این شهرستان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ ارائه شده است. براساس اعداد مندرج در جدول ۱، مجموع هزینه‌های مربوط به تولید شلتوک رقم مرغوب و پر محصول در هر هکتار در شهرستان بابل به‌ترتیب، حدود ۸۷/۸ میلیون تومان و ۱۱۴/۴ میلیون تومان می‌باشد. میزان هزینه مربوط به کود شیمیایی در تولید هر هکتار شلتوک رقم مرغوب در این شهرستان حدود ۱/۶ میلیون تومان و برای شلتوک پرمحصول ۱/۸ میلیون تومان می‌باشد. همچنین، هزینه مربوط به سموم شیمیایی در این شهرستان در تولید هر هکتار شلتوک مرغوب حدود ۱/۹ میلیون تومان و در شلتوک پرمحصول ۲/۶ میلیون تومان می‌باشد. با توجه به هزینه تولید یک هکتار شلتوک مرغوب و پرمحصول در جدول ۱ که به‌ترتیب، ۸۷/۸ میلیون تومان و ۱۱۴/۴ میلیون تومان می‌باشد و براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، متوسط میزان تولید شلتوک مرغوب و پرمحصول در این شهرستان در هر هکتار به‌ترتیب ۴۲۲۵/۷ و ۶۲۰۰ کیلوگرم می‌باشد. لذا، قیمت تمام شده یک کیلو محصول شلتوک مرغوب در این شهرستان تقریبا ۲۰۷۷۵ تومان و قیمت تمام شده یک کیلو محصول شلتوک پرمحصول ۱۸۴۵۲ تومان می‌باشد. همچنین، قیمت بازاری یک کیلو شلتوک مرغوب و پرمحصول نیز در سال زراعی مورد بررسی در این شهرستان به‌ترتیب ۳۵۰۰۰ تومان و ۲۷۲۰۰ تومان می‌باشد که در مقایسه با قیمت تمام شده آن‌ها، بالاتر است و این اختلاف نشان دهنده سود می‌باشد. برای نمایش مناسب‌تر، سهم هر یک از نهاده‌های مصرفی از کل هزینه تولید هر هکتار شلتوک مرغوب و پرمحصول در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. مطابق شکل ۲، براساس آمارها و داده‌های استخراج شده، در تولید شلتوک رقم مرغوب، سهم هزینه‌های تولیدی اجاره

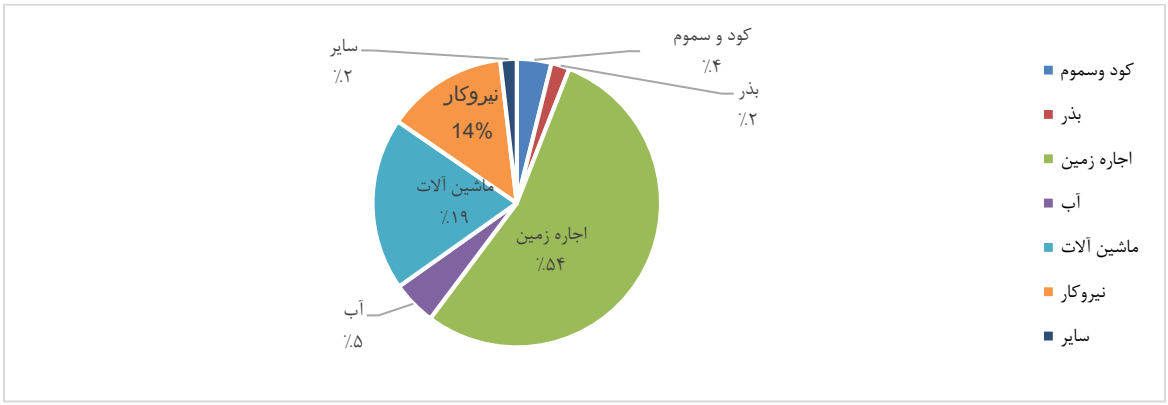
[1] نرم‌افزار تعیین نیاز آبی گیاهان و محصولات زراعی و باغی

زمین (۰/۵۴ درصد)، ماشین آلات کشاورزی (۰/۱۹ درصد)، نیروی‌کار (۰/۱۴ درصد)، آب (۰/۰۵ درصد)، کود و سموم شیمیایی (۰/۰۴ درصد)، بذر (۰/۰۲ درصد) و سایر هزینه‌ها (۰/۰۲ درصد) در هر هکتار می‌باشد. به‌طوری که اجاره‌بها زمین بیش‌ترین و بذر کم‌ترین سهم هزینه‌های تولیدی در هر هکتار شلتوک مرغوب را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۱: مقدار هزینه تولید به تفکیک نهاده‌ها در تولید ارقام شلتوک (در هکتار)
Table 1: Production Cost Breakdown by Input for Paddy Rice Varieties (per Hectare)

مراکز هزینه Cost centers		محصول Product	میزان هزینه (ده ریال) Cost amount (10 rials)
کودهای شیمیایی	فسفاته	شلتوک مرغوب	۵۱۲۴۵۰
		شلتوک پرمحصول	۵۵۰۰۰۰
	ازته	شلتوک مرغوب	۳۱۵۳۵۳
		شلتوک پرمحصول	۵۵۹۹۹۰
	پتاسه	شلتوک مرغوب	۵۵۱۴۵۵
		شلتوک پرمحصول	۷۳۳۳۳۴
سموم شیمیایی	ریز مغذی	شلتوک مرغوب	۱۶۵۹۸
		شلتوک پرمحصول	۰
	سایر	شلتوک مرغوب	۱۷۱۱۶۲
		شلتوک پرمحصول	۰
	علف کش	شلتوک مرغوب	۷۹۵۸۵۱
		شلتوک پرمحصول	۸۳۷۷۷۸
	حشره کش	شلتوک مرغوب	۹۲۶۵۵۶
		شلتوک پرمحصول	۱۵۵۵۵۵۶
	قارچ کش	شلتوک مرغوب	۱۷۳۴۴۴
		شلتوک پرمحصول	۲۰۰۰۰۰
بذر		شلتوک مرغوب	۱۸۰۴۱۴۹
		شلتوک پرمحصول	۱۳۱۹۳۳۳
اجاره بها زمین		شلتوک مرغوب	۴۷۶۳۴۸۵۵
		شلتوک پرمحصول	۶۶۶۶۶۶۷
هزینه منابع آب		شلتوک مرغوب	۴۳۴۳۹۸۳
		شلتوک پرمحصول	۲۲۴۴۴۴۵
هزینه ماشین آلات		شلتوک مرغوب	۱۷۰۰۹۹۹۴
		شلتوک پرمحصول	۱۹۳۷۷۷۷۸
هزینه نیروکار		شلتوک مرغوب	۱۱۹۱۷۱۸۴
		شلتوک پرمحصول	۱۷۸۳۳۳۳۳
سایر هزینه‌ها		شلتوک مرغوب	۱۶۱۴۰۰۴
		شلتوک پرمحصول	۲۵۲۱۱۱۱
مجموع هزینه‌ها		شلتوک مرغوب	۸۷۷۸۷۰۳۸
		شلتوک پرمحصول	۱۱۴۳۹۹۳۲۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

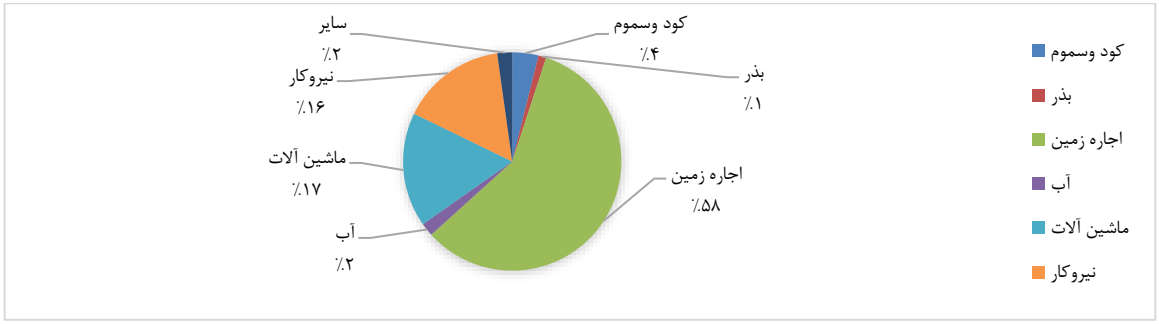


شکل ۲: درصد سهم نهاده‌های تولیدی از هزینه تولید شلتوک مرغوب (در هکتار)

Figure 2: Cost Share of Production Inputs in High-Quality Paddy Rice Production (per Hectare)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق شکل ۳، آمارها و داده‌های استخراج شده، نشان می‌دهد در تولید رقم پرمحصول، سهم هزینه‌های تولیدی اجاره زمین (۰/۵۸ درصد)، ماشین آلات کشاورزی (۰/۱۷ درصد)، نیروی‌کار (۰/۱۶ درصد)، کود و سموم شیمیایی (۰/۰۴ درصد)، آب (۰/۰۴ درصد)، سایر (۰/۰۲ درصد) و بذر (۰/۰۱ درصد) در هر هکتار می‌باشد. به‌گونه‌ای که اجاره‌بهای زمین و بذر، به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم هزینه‌های تولیدی در هر هکتار شلتوک پرمحصول را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۳: درصد سهم نهاده‌های تولیدی از هزینه تولید شلتوک پرمحصول (درهکتار)

Figure 3. Cost Share of Production Inputs in High-Yielding Paddy Rice Production (per Hectare)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

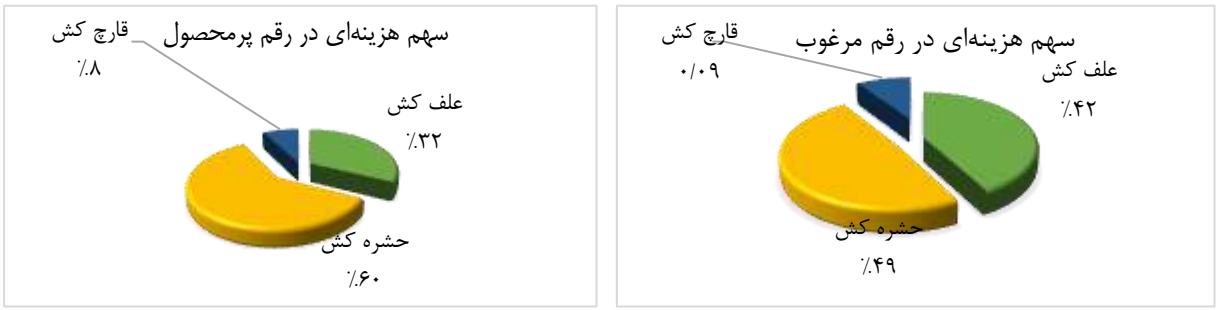
براساس شکل ۴، سهم هزینه‌ای کود پتاسه و ازته در رقم پرمحصول بیش‌تر از رقم مرغوب بوده است، این درحالی است که سهم هزینه‌ای کود فسفاته در رقم مرغوب بیش‌تر از پرمحصول می‌باشد. همچنین، در رقم مرغوب سهم هزینه‌ای سایر کودها (۱۱ درصد) و ریزمغذی (۱ درصد) می‌باشد اما در رقم پرمحصول از آن‌ها استفاده نمی‌شود. براساس شکل ۵، سهم هزینه‌ای سم حشره‌کش از هزینه مربوط به سموم شیمیایی در تولید رقم پرمحصول بیش‌تر از رقم مرغوب بوده است. یکی از آفت‌های مهم برنج، کرم ساقه خوار برنج است که یکی از روش‌های فرار از این آفت، کاشت زود هنگام می‌باشد. به‌طور معمول، ارقام محلی و مرغوب زودتر از ارقام پرمحصول کشت می‌شوند و دوره رشد آنها نیز کوتاه‌تر است که همین مسئله می‌تواند دلیل پایین‌تر بودن مصرف حشره‌کش‌ها برای ارقام مرغوب و بالاتر بودن آن در ارقام پرمحصول باشد.اما از سوی دیگر، سهم سموم علف‌کش و

قارچ‌کش در رقم مرغوب بیش‌تر از پرمحصول می‌باشد. زیرا ارقام اصلاح شده متحمل‌تر از ارقام محلی است و به همین دلیل می‌توان گفت میزان مصرف علف‌کش و قارچ‌کش در آنها کم‌تر است.

شکل ۴: سهم هزینه‌ای هر یک از انواع کود شیمیایی در تولید شلتوک مرغوب و پرمحصول (در هر هکتار)

Figure 4. Cost Share of Different Types of Chemical Fertilizers in High-Quality and High-Yielding Paddy Rice Production (per Hectare)

مأخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۵: سهم هزینه‌ای انواع سموم شیمیایی در تولید شلتوک مرغوب و پرمحصول (در هر هکتار)

Figure 5. Cost Share of Different Types of Chemical Pesticides in High-Quality and High-Yielding Paddy Rice Production (per Hectare)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به اینکه کشاورزان افزایش ۳۰ درصدی قیمت کود و سموم شیمیایی را تجربه کرده‌اند، لذا، یکی از سناریوهای افزایش قیمتی، افزایش قیمت ۳۰ درصد، انتخاب گردید و با توجه به افزایش قیمت‌ها و تورم موجود افزایش قیمت‌های ۴۰ درصد و ۵۰ درصد برای نهاده‌های شیمیایی نیز اعمال شد. لذا، در جدول ۲ اثر اجرای طرح افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای مختلف بر هزینه تولید ارقام شلتوک و در نهایت اثر آن بر قیمت تمام شده هر واحد محصول تولیدی ارائه شده است. هزینه تولید محصول شلتوک مرغوب در هکتار، تحت سناریوهای افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی به‌ترتیب به میزان، ۱/۱۸ درصد، ۱/۵۸ درصد و ۱/۹۷ درصد افزایش داشته است. در شلتوک پرمحصول نیز به‌ترتیب به میزان، ۱/۱۶ درصد، ۱/۵۵ درصد و ۱/۹۳ درصد سبب افزایش هزینه تولید در هکتار شده است. قیمت تمام شده برای هر یک کیلوگرم شلتوک مرغوب در این شهرستان، ۲۰۷۷۵ تومان می‌باشد که تحت سناریوهای افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی قیمت نهادهای شیمیایی به‌ترتیب به میزان ۱/۱۸ درصد، ۱/۵۷ درصد و ۱/۹۷ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین، قیمت تمام شده یک کیلو شلتوک پرمحصول

۱۸۴۵۲ تومان می‌باشد که تحت سناریوهای افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، به‌ترتیب به میزان ۱/۱۶ درصد، ۱/۵۵ درصد و ۱/۹۳درصد افزایش خواهد یافت.

جدول ۲: کل هزینه تولید و قیمت تمام شده ارقام شلتوک تحت سناریوهای مختلف افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی

Table 2. Total Production Cost and Unit Production Cost of Paddy Rice Varieties under Different Chemical Input Price Increase Scenarios

نوع هزینه / سناریو قیمتی نهاده شیمیایی Chemical input price scenario/ Cost type	محصول Product	قبل از اعمال سناریو before the scenario	افزایش ۳۰ درصدی قیمت نهاده شیمیایی %30 increase in the value of chemical input	افزایش ۴۰ درصدی قیمت نهاده شیمیایی %40 increase in the value of chemical input	افزایش ۵۰ درصدی قیمت نهاده شیمیایی %50 increase in the value of chemical input
هزینه کود شیمیایی	شلتوک مرغوب	۱۵۶۷۰۱۷	۲۰۳۷۱۲۳	۲۱۹۳۸۲۴	۲۳۵۰۵۲۶
	شلتوک پرمحصول	۱۸۴۳۳۲۴	۲۳۹۶۳۲۱	۲۵۸۰۶۵۴	۲۷۶۴۹۸۷
هزینه سموم شیمیایی	شلتوک مرغوب	۱۸۹۵۸۵۱	۲۴۶۴۶۰۶	۲۶۵۴۱۹۱	۲۸۴۳۷۷۶
	شلتوک پرمحصول	۲۵۹۳۳۳۴	۳۳۷۱۳۳۴	۳۶۳۰۶۶۷	۳۸۹۰۰۰۰
هزینه تولید محصول	شلتوک مرغوب	۸۷۷۸۷۰۳۸	۸۸۸۲۵۸۹۹	۸۹۱۷۲۱۸۶	۸۹۵۱۸۴۷۳
	شلتوک پرمحصول	۱۱۴۳۹۹۳۲۵	۱۱۵۷۳۰۳۲۲	۱۱۶۱۷۳۹۸۸	۱۱۶۶۱۷۱۵۳
قیمت تمام شده	شلتوک مرغوب	۲۰۷۷۵	۲۱۰۲۰	۲۱۱۰۲	۲۱۱۸۴
	شلتوک پرمحصول	۱۸۴۵۲	۱۸۶۶۶	۱۸۷۳۸	۱۸۸۰۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

براساس آمار جهاد کشاورزی، ارزش ناخالص تولید هر هکتار شلتوک مرغوب و پرمحصول در شهرستان بابل به‌ترتیب، حدود ۱۴۷/۸ و ۱۶۸/۶ میلیون تومان می‌باشد. از سوی دیگر، هزینه تولید شلتوک مرغوب و پرمحصول در هکتار نیز به‌ترتیب حدود ۸۷/۸ و ۱۱۴/۴ میلیون تومان بوده است. لذا، سود ارقام شلتوک در هر هکتار و اثر افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی بر روی وضعیت سود در هکتار تولیدکنندگان شلتوک ارقام مرغوب و پرمحصول تحت سناریوهای افزایش قیمتی مختلف در جدول ۳ محاسبه و ارائه شده است. بدین جهت، سود حاصل از هر هکتار شلتوک مرغوب حدود ۶۰ میلیون تومان است و تحت سناریوهای افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی به میزان ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد به‌ترتیب به میزان ۱/۷۳، ۲/۳۱ و ۲/۸۹ درصد کاهش خواهد یافت. سود در هر هکتار برای رقم پرمحصول نیز حدود ۵۴/۲ میلیون تومان است که تحت سناریوهای گفته شده به‌ترتیب، ۲/۴۵، ۳/۲۷ و ۴/۰۹ درصد کاهش خواهد یافت. در جدول ۴ اثر افزایش هزینه تولید در واحد سطح در نتیجه‌ی اجرای طرح افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای مختلف بر الگوی کشت شهرستان بابل ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، کل سطح زیرکشت فعلی محصولات آبی مورد بررسی شهرستان بابل ۷۵۷۶۷ هکتار است که با سطح زیرکشت بهینه اختلاف بسیار ناچیز (حدود ۷ هکتار) دارد. همچنین، سطح زیرکشت شلتوک مرغوب در الگوی کشت بهینه نسبت به وضعیت فعلی حدود ۲۰ درصد افزایش می‌یابد، در حالی که سطح زیرکشت شلتوک پرمحصول حدود ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. از آنجا که شلتوک مرغوب از سود بالاتر و مصرف آب کمتری برخوردار است، این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. این یافته با نتایج Amirnejad et

al. (2018) نیز همخوانی دارد. آنان نشان دادند که علی‌رغم عملکرد بالاتر برنج پرمحصول، بازده ناخالص بیشتر و مصرف آب کمتر برنج مرغوب موجب شده است سطح زیرکشت این رقم در گروه‌های بهره‌برداران بالاتر باشد. سود کل در الگوی کشت بهینه نیز نسبت به الگوی فعلی به میزان ۳/۱ درصد افزایش داشته است. تحت سناریو افزایش ۳۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، کل سطح زیرکشت و سود شهرستان نسبت به الگوی بهینه به‌ترتیب، حدود ۱۴ و ۹ درصد کاهش یافته است. سطح زیرکشت شلتوک مرغوب و پرمحصول نیز نسبت به سطح کشت بهینه به‌ترتیب حدود ۷/۱ و ۷/۲ درصد با کاهش یافته است، درحالی که سطح زیرکشت گندم آبی و کلزا آبی تغییری نداشته است.

تحت سناریوی افزایش ۴۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، کل سطح زیرکشت به میزان ۱۰ درصد کاهش یافته است. سطح زیرکشت شلتوک مرغوب و پرمحصول نسبت به الگوی کشت بهینه حدود ۱۰ درصد کاهش یافته است. سطح زیرکشت گندم آبی حدود ۱۴/۳ درصد کاهش یافته، در حالی که سطح زیرکشت کلزا آبی بدون تغییر باقی مانده است. همچنین، سود کل نیز نسبت به شرایط بهینه به میزان ۱۲/۳ درصد کاهش یافته است. در نهایت، تحت سناریوی افزایش ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، کل سطح زیرکشت حدود ۱۴/۳ درصد کاهش یافته است. سطح زیرکشت شلتوک مرغوب و شلتوک پرمحصول نسبت به الگوی کشت بهینه به‌ترتیب ۱۴/۲۹ و ۱۴/۲۸ درصد کاهش یافته است. همچنین، سطح زیرکشت کلزا آبی در این سناریو ۱۲/۵ درصد کاهش یافته، در حالی که سود کل نسبت به شرایط بهینه حدود ۱۷ درصد کاهش یافته است.

جدول ۳: ارزش خالص ارقام شلتوک تحت سناریوهای مختلف قیمتی نهاده‌های شیمیایی

Table 3. Net Returns of Paddy Rice Varieties under Different Chemical Input Price Scenarios

	محصول Product	قبل از سناریو before the scenario	افزایش ۳۰ درصدی قیمت نهاده شیمیایی %30 increase in the value of chemical input	افزایش ۴۰ درصدی قیمت نهاده شیمیایی %40 increase in the value of chemical input	افزایش ۵۰ درصدی قیمت نهاده شیمیایی %50 increase in the value of chemical input
هزینه تولید (هکتار)	شلتوک مرغوب	۸۷۷۸۷۰۳۸	۸۸۸۲۵۸۹۹	۸۹۱۷۲۱۸۶	۸۹۵۱۸۴۷۳
	شلتوک پرمحصول	۱۱۴۳۹۹۳۲۵	۱۱۵۷۳۰۳۲۲	۱۱۶۱۷۳۹۸۸	۱۱۶۶۱۷۶۵۳
ارزش ناخالص تولید (هکتار)	شلتوک مرغوب		۱۴۷۷۸۶۳۰۷		
	شلتوک پرمحصول		۱۶۸۶۲۶۶۶۷		
ارزش خالص (هکتار)	شلتوک مرغوب	۵۹۹۹۹۲۶۹	۵۸۹۶۰۴۰۸	۵۸۶۱۴۱۲۱	۵۸۲۶۷۸۳۳
	شلتوک پرمحصول	۵۴۲۲۷۳۴۳	۵۲۸۹۶۳۴۵	۵۲۴۵۲۶۷۹	۵۲۰۰۹۰۱۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۴: اثر افزایش هزینه تولید در واحد سطح در نتیجه‌ی اجرای طرح افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای مختلف بر الگوی کشت شهرستان بابل

Table 4. Effects of Increased Production Costs per Unit Area Resulting from Chemical Input Price Increases under Different Scenarios on the Cropping Pattern of Babol County

الگوی کشت فعلی (هکتار) current culture pattern (Hectare)		الگوی کشت بهینه قبل از افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی Optimal cropping pattern before the increase in the value of chemical inputs	الگوی کشت بهینه در سناریوهای افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی Optimal cropping pattern in scenarios of increasing the value of chemical inputs		
			افزایش ۳۰٪ %30 increase	افزایش ۴۰٪ %40 increase	افزایش ۵۰٪ %50 increase
شلتوک مرغوب	۴۵۳۲۷	۵۴۳۹۰	۵۰۵۱۰	۴۸۹۵۰	۴۶۶۲۰
شلتوک پرمحصول	۳۰۲۱۸	۲۱۲۲۰	۱۹۷۰۰	۱۹۱۰۰	۱۸۱۹۰
گندم آبی	۱۰۳	۷۰	۷۰	۶۰	۶۰
کلزا آبی	۱۱۹	۸۰	۸۰	۸۰	۷۰
سطح زیرکشت کل (هکتار)	۷۵۷۶۷	۷۵۷۶۰	۶۴۹۹۰	۶۸۱۹۰	۶۴۹۴۰
سود ناخالص (میلیون تومان)	۱۴۲/۴	۴۴۱/۶	۴۰۲/۲	۳۸۷/۳	۳۶۶/۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه این باور که افزایش تولید مواد غذایی باید با افزایش مصرف نهاده‌های شیمیایی همراه باشد، اثرات شدید و جبران‌ناپذیری را بر محیط‌زیست و سلامت موجودات زنده وارد نموده است. لذا، در سال‌های اخیر جهت مدیریت و جلوگیری از مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی و کاهش آثار مخرب آن بر سلامت انسان و محیط‌زیست، اقداماتی همانند حذف یارانه نهاده‌های شیمیایی صورت گرفته است. اما از سوی دیگر، می‌دانیم که افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی منجر به افزایش هزینه تولید می‌شود. لذا، با توجه به اهمیت برنج در سبد غذایی به نظر می‌رسد باید اثر افزایش هزینه تولید بر کشت برنج در منطقه مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین، هدف پژوهش حاضر، برآورد هزینه تولید شلتوک مرغوب و پرمحصول به تفکیک نهاده و تعیین سهم هر یک از نهاده‌ها از هزینه تولید و در نهایت تعیین قیمت تمام شده شلتوک مرغوب و پرمحصول و بررسی تأثیر افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی بر قیمت تمام شده محصولات در شهرستان بابل در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ است. در نهایت، اثر افزایش در هزینه تولید، در نتیجه‌ی افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی تحت سناریوهای مختلف بر سطح کشت برنج و الگوی کشت محصولات منتخب در این شهرستان با استفاده از نرم‌افزار GAMS مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که میزان تولید شلتوک در شهرستان بابل در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ حدود ۳۵۹ هزار تن بوده

است و این شهرستان حدود ۲۲ درصد از تولید شلتوک استان مازندران را به خود اختصاص داده است. بالاترین سهم هزینه تولید در هر دو رقم شلتوک مرغوب و پرمحصول در این شهرستان، مربوط به اجاره زمین بوده است و پس از آن هزینه نیروی کار و ماشین‌آلات کشاورزی در رتبه‌های دوم و سوم قرار داشته‌اند و نهاده‌های بذر، آب، کود و سموم و سایر کمترین میزان هزینه را داشته‌اند که این نتایج با یافته‌های Falahi and Mortazavi (2008) برای محصول گندم همخوانی دارد. مجموع هزینه کود و سموم شیمیایی در هر دو رقم شلتوک حدود ۴ درصد از کل هزینه تولید را تشکیل داده است که سهم هر یک از این دو نهاده حدود ۲ درصد برآورد شده است. براساس نتایج، در شهرستان مورد بررسی، قیمت تمام شده یک کیلو شلتوک مرغوب ۲۰۷۷۵ تومان می‌باشد و تحت سناریوهای افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی که به منظور کاهش مصرف این نهاده‌ها اعمال شده است، قیمت تمام شده این محصول، به‌ترتیب به میزان ۱/۱۸ درصد، ۱/۵۷ درصد و ۱/۹۷ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین، قیمت تمام شده یک کیلو شلتوک پرمحصول ۱۸۴۵۲ تومان می‌باشد که تحت سناریوهای افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، به‌ترتیب به میزان ۱/۱۶ درصد، ۱/۵۵ درصد و ۱/۹۳ درصد افزایش خواهد یافت. یکی از علل تأثیر کم افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی بر قیمت تمام شده ارقام شلتوک، سهم کم نهاده‌های شیمیایی در هزینه‌های تولید در سال مورد بررسی است. همچنین، سود حاصل از هر هکتار شلتوک مرغوب تحت سناریوهای افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی به‌ترتیب، ۱/۷۳، ۲/۳۱ و ۲/۸۹ درصد کاهش خواهد یافت. برای رقم پرمحصول نیز، سود در هر هکتار به‌ترتیب، ۲/۴۵، ۳/۲۷ و ۴/۰۹ درصد کاهش می‌یابد. با توجه به درصد تغییرات متفاوت سود در ارقام مختلف شلتوک در نتیجه‌ی تغییرات قیمتی نهاده‌های شیمیایی، می‌توان گفت افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی آثار متفاوتی بر سودآوری تولیدکنندگان ارقام مختلف شلتوک دارد و کشاورزان مختلف، ممکن است آثار متفاوتی از اجرای این سیاست را تجربه کنند. ازآنجایی‌که محاسبه قیمت تمام شده محصول، نقش مهمی در بحث قیمت‌گذاری محصول، تعیـین میزان سود مورد نظر برای کشاورز و بررسی سایر مؤلفه‌ها دارد، لذا پیشنهاد می‌گردد، با گردآوری هزینه‌های تولید، قیمت تمام شده تمامی محصولات کشاورزی محاسبه گردد تا در فرآیند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در جهت تولید و فروش به فعالان بخش زراعت کمک رسانده شود. براساس نتایج الگوی کشت، در نتیجه اعمال سناریوهای افزایش ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، سطح زیرکشت ارقام شلتوک، سطح زیرکشت کل و سود نسبت به شرایط بهینه کاهش یافته است و هرچه افزایش قیمت بیش‌تر می‌شود، سطح زیرکشت نیز به مقدار بیش‌تری کاهش می‌یابد. همچنین، سطح زیرکشت گندم و کلزا در سناریو افزایش ۳۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی نسبت به الگوی بهینه بدون تغییر است. در سناریوی افزایش ۴۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، سطح زیرکشت گندم کاهش یافته اما سطح زیرکشت کلزا بدون تغییر باقی مانده است و در سناریوی افزایش ۵۰ درصدی قیمت نهاده‌های شیمیایی، سطح زیرکشت کلزا به میزان ۱۲/۵ درصد کاهش یافته است. نتایج حاصل از افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی بر الگوی کشت زارعین منطقه نشان داد که همه سناریوهای افزایش قیمت، تأثیر منفی قابل توجهی بر سطح

زیرکشت برنج داشته‌اند. اگرچه این نتیجه می‌تواند در راستای اهداف برنامه‌های پنج‌ساله توسعه و کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی ارزیابی شود، اما این نکته نیز باید مدنظر قرار گیرد که برنج محصولی استراتژیک و حیاتی برای امنیت غذایی جامعه است، لذا کاهش سطح کشت این محصول از یک‌سو بر معیشت کشاورزان تأثیر می‌گذارد و از سوی دیگر، می‌تواند در بلندمدت بر تأمین داخلی برنج و امنیت غذایی کشور تأثیرگذار باشد. با توجه به کاهش سطح زیرکشت برنج در تمامی سناریوهای افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی، پیشنهاد می‌شود سیاست‌های مدیریت مصرف نهاده‌ها صرفاً بر افزایش قیمت و حذف یارانه‌ها متکی نباشد، بلکه توسعه مصرف کودهای زیستی و کمپوست، ترویج کشاورزی دقیق، آموزش و توانمندسازی بهره‌برداران و به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند نظیر GPS و حسگرهای مزرعه‌ای نیز به‌عنوان راهکارهای مکمل مورد توجه قرار گیرد تا ضمن کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، پایداری تولید برنج، حفظ درآمد کشاورزان و تأمین امنیت غذایی کشور نیز تضمین شود.

منابع

Abdi Rokney, Kh., Hosseini Yekani, A., Abedi, S., and Kashiri Kolaei, F. (2019). Effect of optimization of chemical fertilizers consumption on optimal cropping pattern in the framework of positive mathematical programming (case study of Sari Goharbaran). Journal of Agricultural Economics Research, 11(4): 263-275. (In Persian)

Agh, M., Joolaie, R., Keramatzadeh, A., and Shirani, F. (2015). Determination of cropping pattern with emphasis on reduction in chemical fertilizers and water consumption policies in Mazandaran province: case study of Behshahr. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 5(3): 247-259. (In Persian)

Alipour, A., and Musaei, M. (2024). Economic effects of eliminating fertilizer and pesticide input subsidies on agricultural production in Behbahan County (Case study: corn production), Master's thesis, Islamic Azad University, Gachsaran Branch. (In Persian)

Amini, M., and Rafiei, H. (2020). Determination of the Unit Cost and the Share of Cost Factors in Irrigated Wheat Production (A Case Study of the Qorveh–Dehgolan Plains). Sixth International Conference on Innovative Ideas in Agriculture, Environment and Tourism, Parsabad, Iran. (In Persian)

Amirnejad, H., Fazelian, S., and Hosseini Yekani, S. A. (2018). Determining the Water Economic Value for Quality and High-yielding Rice (Case Study Behshahr Plain, Mazandaran Province). Agricultural Economics Research, 10(39): 241-260. (In Persian)

Daghlavi, M.T., and MirSalehpour, M. (2017). Investigating the Effects of Releasing Prices of Chemical Fertilizer and Pesticide Inputs on Rice Production in Khuzestan Province. The 3rd Annual Iranian Agricultural Research Conference, Shiraz, Iran. (In Persian)

Falahi, A., and Mortazavi, A. (2008). Estimation of Income, Average Cost, and Unit Cost of Wheat Production in Marvdasht County. Journal of Planning and Budgeting, 13(2): 154-165. (In Persian)

Ighbal, M., Fahim, M., Zaman, Q., Usman, M., Sundus, H., and Rahman, A.U. (2014). Effect of various factors on wheat production. Sarhad Journal of Agriculture, 30(1): 135-143.

Ministry of Agriculture Jihad. (2022). Agricultural Statistics Yearbook 2021–2022. Tehran, Iran. (In Persian)

Mirzaei, A., Liani, Q., Azram, H., and Jamshidi, S. (2018). Determination Optimal Crop Pattern of Sirjan County Central Part Based on Stability of Water Resources and Environmental. Journal of Agricultural Economics Research, 9(4): 283-304. (In Persian)

Naeem, M., Gul Shah, S., and Rasheed, M. (2017). Analyses of Cost and Revenue of Wheat Crop Production in District Musakhail, Balochistan. Journal of Economics and Sustainable Development, 8, 86-92.

Nasabian, Sh., Mohammadi, H., and Kaikha, A.R. (2014). The Impact of Cropping Pattern Reform on Reducing Water and Fertilizer Consumption in Agricultural Activities: A Case Study of Fars Province .Environmental Science and Technology, 16(3): 75-91.

Rahman, A., and Zhang, D. (2018). Effects of Fertilizer Broadcasting on the Excessive Use of Inorganic Fertilizers and Environmental Sustainability. Sustainability 10(3): 1-15.

Rahmani, H. (2010). Sustainable Agriculture and Challenges in Cleaner Production, Nasooh, Isfahan, 264p. (In Persian)

Samian, M., Mehrjo, S., and Bishesari, Sh. (2024). Analysis and review of agricultural policy system and providing supportive strategies in line with the pattern of optimal cultivation and sustainable development (Case study: Hamedan - Bahar Plains). Journal of Agricultural Production and Marketing Economics, 1(1): 109-134. (In Persian)

Shirmahi, S., Pikani, Gh.R., Mortazavi, A., and Zamani, E. (2014). Evaluating the Effect of Removing Chemical Fertilizer Subsidies on the Cropping Pattern in Rey County. Journal of Agricultural Economics Research, 1(1): 155-176. (In Persian)

Singh, A. (2015). Land and Water Management Planning for Increasing Farm Income in Irrigated Dry Areas. Land Use Policy, 42: 244-250.

Sofi, A., Rafatpour, Sh., Mehraban, A., and Khmer, M. (2014). The Importance of Using Vermicompost Fertilizer as a Biofertilizer in Achieving Sustainable Agriculture. National Conference on Agricultural Science and Technology, pp. 749–755. (In Persian)

Tajri, A., Shirani Bidabadi, F., Keramatzadeh, A., and Jolaei, M. (2020). Environmental Impact Investigation of Agricultural Chemical Inputs Pricing Policy in Aliabad-e-Katul County. Journal of Agricultural Economics, 14(2): 1-21. (In Persian)

Williams, H. (2017). Agricultural Subsidies and the Environment. In Hank Shugart (Ed.), Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Oxford Academic.