مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
دفتر مطالعات اجتماعی
مسلسل: ۲۱۰۶۹ ■ مهر ۱۴۰۴

سلسله گزارش‌های تحلیل و شبیه‌سازی سیستمی (۳): پویایی‌شناسی بهره‌وری پایدار در بخش کشاورزی (مطالعه موردی محصول برنج)

بسم الله الرحمن الرحيم

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۷/۲۱

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل:
۲۱۰۶۹

عنوان گزارش:
سلسله گزارش‌های تحلیل و شبیه‌سازی سیستمی (۳): پویایی‌شناسی بهره‌وری پایدار در بخش کشاورزی (مطالعه موردی محصول برنج)

نوع گزارش:
طرح و لایحه☐ ، نظارتی☐ ، راهبردی■ ، پیش‌نویس قانونی☐

نام دفاتر:
دفتر مطالعات اجتماعی (مرکز شبیه‌سازی و مطالعات سیستمی)، دفتر مطالعات زیربنایی (گروه کشاورزی و توسعه روستایی)

تهیه و تدوین‌کنندگان:
شاهین جوادی(دفتر مطالعات اجتماعی)، پژمان اعلائی بروجنی(دفتر مطالعات زیربنایی)

مدیرمطالعه:
هادی افراسیابی

ناظران علمی:
هادی افراسیابی، محمدحسن معادی رودسری، حجت ورمرزیاری

ویراستار ادبی:
اکرم وحدانی‌فر

گرافیک و صفحه آرایی:
محمد دهقانی شهرابی

واژه‌های کلیدی:
۱. شبیه‌سازی سیستمی
۲. برنج
۳. دینامیک سیستم
۴. عملکرد

تاریخ شروع مطالعه: ۱۴۰۳/۰۵/۱۰

نمایه در پایگاه مرکز اطلاعاتی علمی جهاد دانشگاهی (SID) ، پایگاه مجلات تخصصی نور (Noor Mags)

فهرست مطالب

چکیده ۶
خلاصه مدیریتی ۷
۱. مقدمه ۹
۲. پیشینه ۱۰
۳. مبانی نظری مربوط به بهره‌وری در فرایند تولید در بخش کشاورزی ۱۱
۴. تکالیف مرتبط با ارتقای بهره‌وری بخش کشاورزی در برنامه‌های توسعه کشور ۱۶
۵. مدل‌سازی پویایی‌شناسی تولید محصول برنج ۱۹
۶. تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها ۲۷
۷. سیاستگذاری ۳۶
۸. جمع‌بندی و پیشنهادها ۳۷
۹. پیوست‌ها ۳۸
منابع و مآخذ ۴۲

فهرست جداول

جدول ۱. مقدار بذر مصرفی بر حسب ارقام برنج طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ (کیلوگرم در هر هکتار) ۲۹
جدول ۲. مقدار کود شیمیایی برای تولید برنج طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ (کیلوگرم در هر هکتار) ۳۰
جدول ۳. مقدار سموم و آفت‌کش‌ها برای تولید برنج طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ (کیلوگرم در هر هکتار) ... ۳۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمودار روند عملکرد تولید برنج سفید (تن در هکتار) در ایران و جهان طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۵۷ ..... ۷
شکل ۲. نمودار روند عملکرد تولید برنج سفید (تن در هکتار) در ایران طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۴۰ ..... ۸
شکل ۳. روابط بین زیرسیستم‌های مدل سیستمی تولید محصول برنج ۲۰
شکل ۴. نمودار جریان مقدار بارش باران ۲۱
شکل ۵. نمودار جریان زیرسیستم محاسبه متوسط عملکرد تولید محصول برنج ۲۲
شکل ۶. نمودار جریان زیرسیستم محاسبه هزینه تولید محصول برنج ۲۳
شکل ۷. نمودار جریان زیرسیستم محاسبه میزان تولید محصول برنج ۲۴
شکل ۸. نمودار جریان زیرسیستم بازار محصول برنج ۲۵
شکل ۹. نمودار جریان زیرسیستم قیمت عوامل تولید ۲۵
شکل ۱۰. نمودار آزمون تصدیق ساختار مدل ۲۶
شکل ۱۱. نمودار آزمون سازگاری ابعاد متغیرهای مدل ۲۷
شکل ۱۲. نمودار روند مقدار بارش سالیانه (مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده) ۲۸
شکل ۱۳. روند عملکرد تولید برنج (مقادیر واقعی و شبیه‌سازی‌شده با مدل سیستمی) ۳۲
شکل ۱۴. روند بهره‌وری کل (مقادیر واقعی و شبیه‌سازی‌شده با مدل سیستمی) ۳۲
شکل ۱۵. روند هزینه تولید محصول اصلی برنج به قیمت واقعی ۳۳
شکل ۱۶. روند تولید محصول اصلی برنج (میلیون تن) ۳۴
شکل ۱۷. روند قیمت ارقام مختلف محصول برنج سفید (تومان در هر کیلوگرم به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵) ۳۵
شکل ۱۸. روند میانگین قیمت محصول اصلی برنج (به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵) ۳۵
شکل ۱۹. اثر سیاست‌های مختلف بر روند بهره‌وری کل تولید برنج ۳۶
شکل ۲۰. اثر سیاست‌های مختلف بر میانگین قیمت محصول اصلی برنج به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵ ..... ۳۷

سلسله‌گزارش‌های تحلیل و شبیه‌سازی سیستمی (۳): پویایی‌شناسی بهره‌وری پایدار در بخش کشاورزی (مطالعه موردی محصول برنج)

Doi: 10.22034/report.mrc.2025.1404.33.7.21069

چکیده

افزایش بهره‌وری نقش اساسی در رشد تولید محصولات کشاورزی دارد؛ به‌ویژه اینکه اکثر تولیدات کشاورزی وابسته به منابع پایه آب و خاک است و محدودیت در دسترسی به این منابع، افزایش تولید ازطریق کاربرد بیشتر نهاده‌ها را در بلندمدت محدود می‌کند. بنابراین به‌منظور تأمین نیازهای غذایی در افق‌های آتی، بهترین روش دستیابی به رشد تولید، ارتقای بهره‌وری خواهد بود. برنج یکی از محصولات اساسی کشاورزی است که نقش مهمی در سبد غذایی آحاد جامعه دارد و باتوجه‌به آب‌بر بودن آن و ازطرفی حاکم بودن شرایط اقلیمی خشک در بیشتر نقاط کشور، ارتقای تولید آن وابسته به ارتقای بهره‌وری است.

این مطالعه به بررسی راهکارهای بهبود بهره‌وری در تولید برنج در ایران با استفاده از مدل پویایی‌شناسی سیستم در نرم‌افزار ونسیم پرداخته است. قلمرو این مطالعه عملکرد تولید برنج در کل کشور طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۸۰ و برآورد روند متغیرهای مختلف سیستم تا سال ۱۴۲۰ است. نتایج نشان می‌دهد که اجرای سیاست‌های هدفمند و هوشمندانه برای بهبود بهره‌وری در بخش کشاورزی ضروری است.

از میان سیاست‌های مختلف بررسی شده، این سه سیاست اثربخشی بیشتری بر بهره‌وری تولید برنج داشته‌اند:

۱. آموزش به کشاورزان برای استفاده بهینه از عوامل تولید؛

۲. تسهیلات برای کاهش قیمت ماشین‌آلات نشاکار؛

۳. یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین.

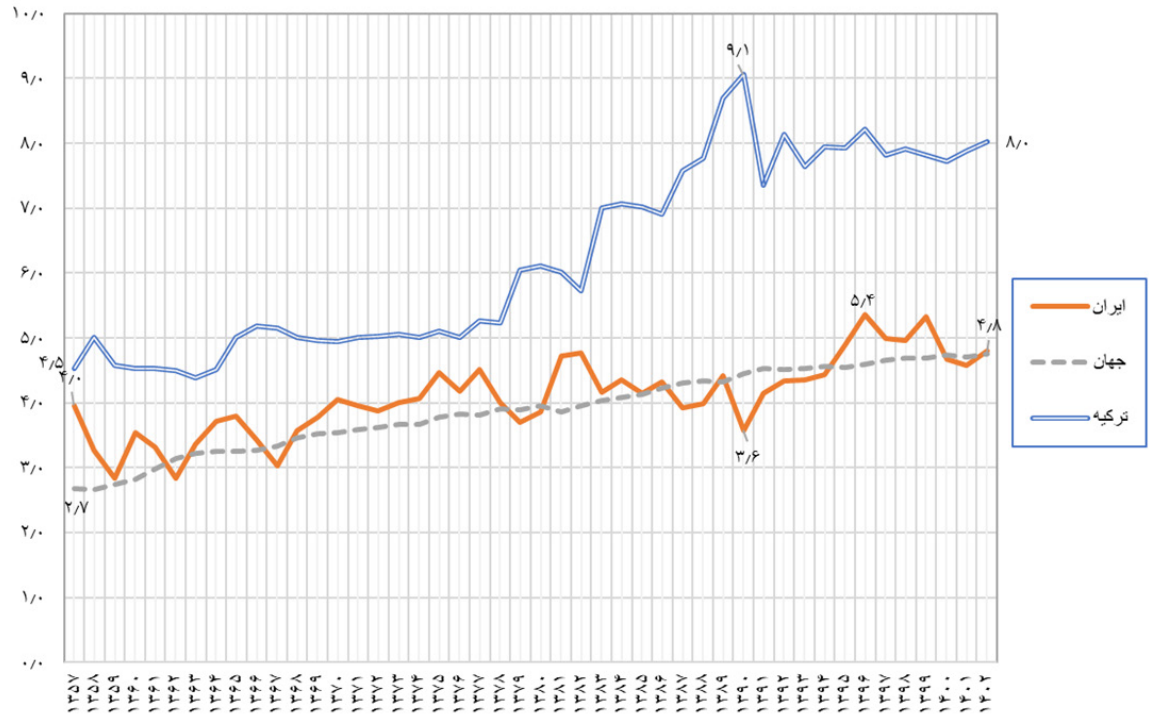
مطالعه همچنین نشان داده است که صرف اجرای این سیاست‌ها کافی نیست و تجهیز نوسازی اراضی، آبیاری متناوب و استفاده از ارقام اصلاح شده از اهمیت بسزایی برخوردار است.

خلاصه مدیریتی

بیان /شرح مسئله

زمین و آب دو عامل مهم و محدودکننده تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شوند. عملکرد تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح (هکتار)، به‌عنوان عاملی که مقدار آن محدود است، از اهمیت بالایی برخوردار است. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، عملکرد تولید برنج سفید (تن در هکتار) در جهان طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۵۷ به‌واسطه پیشرفت در روش‌های تولید و فناوری‌ها و ماشین‌آلات تولید محصولات کشاورزی رشد مستمری داشته و از ۲/۷ تن در هکتار در سال ۱۳۵۷ به حدود ۴/۸ تن در هکتار در سال ۱۴۰۲ رسیده است. این درحالی است که ایران چنین رشدی را در این دوره تجربه نکرده و از حدود ۴/۰ تن در هکتار در سال ۱۳۵۷ به حدود ۴/۸ تن در هکتار رسیده است. این درحالی است که پیش‌بینی می‌شد هماهنگ با رشد عملکرد برنج در جهان، عملکرد برنج در ایران به ۷/۱ تن در هکتار برسد. شایان ذکر است، ترکیه در همین دوره عملکرد خود را از ۴/۵ تن در هکتار در سال ۱۳۵۷ به حدود ۸ تن در هکتار در سال ۱۴۰۲ رسانده است.

شکل ۱. نمودار روند عملکرد تولید برنج سفید (تن در هکتار) در ایران و جهان طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۵۷

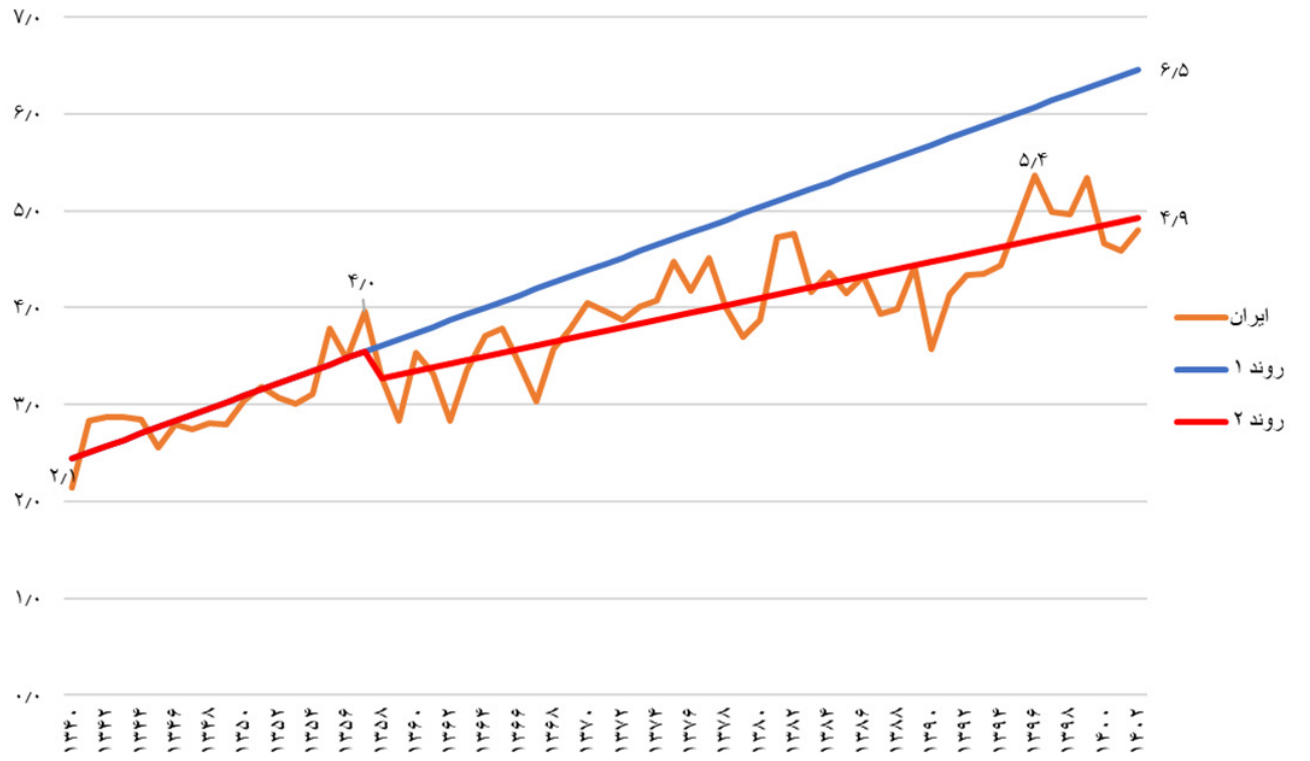


مأخذ: بانک اطلاعات فائو [۳۱] و محاسبات محقق.

شایان ذکر است بخش قابل توجه تولید برنج ایرانی شامل ارقام کیفی است که به‌لحاظ عطر و طعم و مزه در جهان در حد بی‌نظیر است. بدیهی است رشد تولید در جهان ناشی از توسعه ارقام پرمحصول و هیبرید و توسعه فناوری‌های کشت، سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات، مدیریت مزرعه و آفات است که البته این ارقام جدید کم‌کیفیت و پرمحصول‌اند. روش پارابویل در تبدیل این ارقام به آنها مقبولیت رؤیت خام و پخته شده داده است، اما ازنظر عطر و طعم و مزه، مطلوبیت مصرف ندارند. بنابراین بهای آنها در بازار متناسب با ارزش ذاتی آنها کمتر است. اما باید اذعان کرد که هرچند بخشی از عملکرد پایین تولید برنج ناشی از نوع ارقام مرغوب برنج ایرانی است، بخشی نیز ناشی از رشد کمتر از حد بهره‌وری تولید، عدم تولید بهینه و عدم سرمایه‌گذاری کافی در ماشین‌آلات و

نحوه مدیریت آفات است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۵۷ روند رشد عملکرد تولید برنج در ایران بسیار بالا بوده است. به‌طوری‌که تولید برنج سفید ایرانی از حدود ۲/۱ تن در هکتار در سال ۱۳۴۰ به حدود ۴ تن در هکتار در سال ۱۳۵۷ رسیده است. این درحالی است که در آن زمان هنوز ارقام پرمحصول و هیبرید در ایران استفاده نمی‌شده و رشد عملکرد تولید برنج سفید ناشی از توسعه فناوری‌های کشت، سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات کشاورزی و مدیریت آفات در وزارت کشاورزی بوده است. براساس شکل ۲، اگر روند رشد قبل از سال ۱۳۵۷ ادامه می‌یافت، تولید برنج ایرانی (بدون تغییر در نوع ارقام) باید به حدود ۶/۵ تن در هکتار می‌رسید؛ اما در عمل از ۴/۰ تن در هکتار در سال ۱۳۵۷ به حدود ۴/۹ تن در هکتار رسیده است که رشد بسیار اندکی را طی ۴۵ سال گذشته نشان می‌دهد. لذا به‌نظر می‌رسد ایراد یا مسئله‌ای سبب این امر شده است که باید واکاوی شود (شکل ۲).

شکل ۲. نمودار روند عملکرد تولید برنج سفید (تن در هکتار) در ایران طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۴۰



مأخذ: همان.

نقطه نظرات/یافته‌های کلیدی

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که نیروی کار، مکانیزاسیون و بارندگی به افزایش عملکرد تولید برنج کمک می‌کنند؛ اما مقدار بذر مصرفی، مقدار سموم و مقدار کود شیمیایی، بسته به اینکه به میزان بهینه استفاده شوند یا خیر، می‌توانند تأثیر مثبت یا منفی بر بهره‌وری داشته باشند. داده‌های بانک اطلاعات کشاورزی وزارت کشاورزی نشان می‌دهد که به‌طور میانگین کشاورزان مقدار بذر، سموم (حشره‌کش و قارچ‌کش) و کود شیمیایی (ازت و فسفاته) را غیربهینه و به‌میزان بیش‌از مقدار لزوم در تولید برنج به‌کار می‌گیرند. استفاده غیربهینه و بیش‌از حد از عوامل تولید تأثیر منفی بر بهره‌وری تولید برنج دارد.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

نتایج نشان داد که به‌منظور بهبود و ارتقای بهره‌وری در بخش کشاورزی، اجرای سیاست‌های مناسب به‌صورت هدفمند و هوشمندانه ضروری است. سیاست‌های مختلفی شامل سیاست آموزش به کشاورزان برای استفاده بهینه از عوامل تولید، سیاست یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین، سیاست عوارض بر قیمت سم، سیاست افزایش قیمت آب‌بها، سیاست یارانه به کود شیمیایی و سیاست تسهیلات برای کاهش قیمت ماشین‌آلات در این مطالعه بررسی شده است که سیاست آموزش به کشاورزان، سیاست تسهیلات برای کاهش قیمت ماشین‌آلات و سیاست یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین به‌نسبت سایر سیاست‌ها اثربخشی بیشتری بر بهره‌وری تولید برنج داشت؛ لذا اجرای آنها توصیه می‌شود.

شایان ذکر است که سیاست‌های مذکور اثر کمی بر عملکرد تولید برنج دارند؛ زیرا تا زمانی که کشاورزان از عوامل تولید به‌طور بهینه استفاده نکنند، عملکرد تولید برنج افزایش قابل توجهی نمی‌یابد. در این خصوص، بهترین سیاست، آموزش به کشاورزان است که از عوامل تولید به‌طور بهینه استفاده کنند. همچنین سیاست‌های تجهیز نوسازی اراضی، آبیاری متناوب و استفاده از ارقام اصلاح شده نیز می‌تواند به افزایش عملکرد و بهره‌وری در تولید محصول برنج کمک کند.

۱. مقدمه

افزایش جمعیت جهان در سال‌های آتی و نیاز به تأمین غذا برای این جمعیت، ازجمله چالش‌های پیش‌روی جامعه جهانی است و این انتظار وجود دارد که رشد تولید در بخش کشاورزی، امنیت غذایی جمعیت مذکور را فراهم کند [۱]. رشد جمعیت در ایران نیز موجد نیاز به تأمین غذاست و برنج به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مواد غذایی است که جزو اقلام مصرفی روزانه در سفره مردم قرار گرفته است. مطابق با نظریه‌های اقتصادی، رشد تولید هر محصولی از دو طریق میسر می‌شود. در روش اول، افزایش تولید با به‌کارگیری عوامل تولید بیشتر و البته در چارچوب تکنولوژی موجود حاصل می‌شود. در طریق دوم، به‌کارگیری روش‌های کارآمدتر و استفاده مؤثرتر از عوامل تولیدی، دستیابی به هدف مورد بحث را در پی خواهد داشت. رویکرد اول ناظر بر گسترش کمیّت ظرفیت‌های اقتصادی و رویکرد دوم نمایانگر افزایش بهره‌وری استفاده از منابع در فرایند تولید است [۲]. باتوجه‌به محدودیت زمین، به‌ویژه در تولید برنج، رویکرد دوم، که همانا افزایش بهره‌وری است، مدنظر قرار می‌گیرد.

بهره‌وری به‌عنوان منبع اصلی توسعه بخش کشاورزی شناخته می‌شود؛ زیرا به‌وسیله آن می‌توان باوجود جمعیت فزاینده و منابع محدود، به تقاضا برای غذا و مواد خام پاسخ داد. کشوری که رشد بهره‌وری ناچیزی دارد، از نبود تعادل مبادلات خارجی یا نبود تعادل تراز تجاری کشاورزی در برابر صنعت رنج می‌برد. در مقابل، کشوری که از منابع خود در بخش کشاورزی بهترین استفاده را دارد، از مزیت نسبی در بازارهای صادراتی برخوردار است [۳]. تجربه کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد که فرایند توسعه اقتصادی، همراه با افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و انتقال نیروی کار مازاد آن به سایر بخش‌های اقتصادی آغاز می‌شود. بنابراین برخورداری از روند توسعه نظام‌مند، نیازمند افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی است [۴].

در این گزارش، ابتدا مبانی نظری مربوط به بهره‌وری به‌صورت مختصر مرور شده، سپس، مسئله رشد پایین بهره‌وری تولید برنج در ایران نسبت به سایر کشورها بررسی و در ادامه ساختار و چارچوب روابط بین متغیرهای اصلی تولید محصول ارائه و بعد از آن، رفتار متغیرهای اصلی مانند بهره‌وری تولید برنج با رفتار شبیه‌سازی شده مدل مقایسه شده، در انتها سیاست‌های مناسب در قیاس با همدیگر و نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۲. پیشینه

ژوهش‌های متعددی در زمینه «بهره‌وری تولید برنج سفید در ایران» انجام شده است که عمدتاً بر عوامل مؤثر بر بهره‌وری، کارایی فنی، اقتصادی و اجتماعی این محصول متمرکز بوده‌اند. برخی از مهم‌ترین مطالعات در این حوزه عبارت‌اند از:

۲-۱. مطالعات مربوط به کارایی فنی و اقتصادی تولید برنج

- منصوری و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای با عنوان «تحلیل کارایی فنی و اقتصادی تولید برنج در استان گیلان» نشان دادند که میانگین کارایی فنی کشاورزان حدود ۷۸ درصد است و عواملی مانند سطح تحصیلات، تجربه کشاورزان و دسترسی به اعتبارات مالی بر کارایی تأثیرگذار است.
- صفری و خلیلیان (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب در تولید برنج در استان مازندران» دریافتند که استفاده از روش‌های آبیاری مدرن و آموزش کشاورزان می‌تواند بهره‌وری آب را تا ۳۰ درصد افزایش دهد.

۲-۲. تأثیر فناوری و نهاده‌ها بر بهره‌وری برنج

- رحیمی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه «تأثیر استفاده از بذرهای اصلاح شده بر بهره‌وری تولید برنج در شمال ایران» نشان دادند که استفاده از ارقام پرمحصول مانند هاشمی و شیرودی می‌تواند عملکرد در هکتار را تا ۲۰ درصد افزایش دهد.
- فتح‌اللهی و شعبان پور (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «نقش مکانیزاسیون در افزایش بهره‌وری تولید برنج در ایران» دریافتند که استفاده از ماشین‌آلات مدرن (مانند کمباین و نشاکار) می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش و بهره‌وری نیروی کار را افزایش دهد.
- نیکان و همکاران (۱۴۰۳) در مطالعه «تجزیه رشد بهره‌وری عوامل تولید محصول برنج در ایران: کاربرد رهیافت تحلیل مرزی تصادفی» نشان دادند که تغییرات تکنولوژی مهم‌ترین عامل در ارتقای بهره‌وری بوده است[۵].

۲-۳. عوامل اجتماعی و اقتصادی مؤثر بر بهره‌وری

- کرمی و رضایی (۱۳۹۹) در مطالعه «تحلیل عوامل اقتصادی-اجتماعی مؤثر بر بهره‌وری تولید برنج در استان‌های شمالی ایران» نشان دادند که اندازه زمین، دسترسی به بازار و حمایت‌های دولتی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری‌اند.
- موسوی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر عملکرد برنج در ایران» دریافتند که افزایش دما و کاهش بارندگی می‌تواند تا ۱۵ درصد از عملکرد برنج در مناطق شمالی بکاهد.

۲-۴. مطالعات سیاستی و مقایسه‌ای

- بانک مرکزی ایران (۱۴۰۱) در گزارش «بررسی روند بهره‌وری بخش کشاورزی در ایران» اشاره کرد که بهره‌وری تولید برنج در مقایسه با کشورهایی مانند هند و تایلند پایین‌تر و نیازمند سرمایه‌گذاری در فناوری و آموزش است.

به‌طورکلی پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که «بهره‌وری تولید برنج سفید در ایران» تحت تأثیر عوامل متعددی ازجمله استفاده از بذرهای اصلاح شده، سرمایه‌گذاری در فناوری و ماشین‌های مدرن کشاورزی، مدیریت آب، افزایش کیفیت نهاده‌ها و استفاده از کودها و محلول‌های تغذیه‌ای مناسب، عوامل اقلیمی و سیاست‌های حمایتی قرار دارد و بهبود بهره‌وری نیازمند توسعه تحقیقات زراعی، آموزش کشاورزان و استفاده از روش‌های نوین کشت است.

۳. مبانی نظری مربوط به بهره‌وری در فرایند تولید در بخش کشاورزی

۳-۱. تعریف بهره‌وری در فرایند تولید در بخش کشاورزی

درخصوص مفهوم بهره‌وری، تعاریف مختلفی ازسوی مراجع جهانی مطرح شده است. سازمان بین‌المللی کار[1] بیان می‌دارد که محصولات مختلف با ادغام چهار عامل اصلی شامل زمین، سرمایه، نیروی کار و سازمان‌دهی، تولید می‌شوند که رابطه بازدهی تولید با یکی از این عوامل، میزان بهره‌وری آن عامل را مشخص می‌کند. آژانس بهره‌وری اروپا[2] درجه استفاده مؤثر از هریک از عوامل تولید را معادل با مفهوم بهره‌وری می‌داند. همچنین مطابق با تعریف سازمان ملی بهره‌وری ایران، بهره‌وری از ترکیب کارایی و اثربخشی تشکیل می‌شود. کارایی به‌معنای استفاده مفید از منابع تولید است و به‌عبارت دیگر، درباره حداکثر برداشت محصول با استفاده از حداقل مقدار نهاده‌ها بحث می‌کند. اثربخشی، میزان دستیابی به اهداف موردنظر درخصوص کیفیت محصول را نشان می‌دهد. در واقع این امکان وجود دارد که با مصرف کمتر نهاده‌ها، محصول بیشتری تولید شود، اما این محصول فاقد کیفیت مطلوب باشد. در این حالت کارایی حاصل می‌شود، اما به‌دلیل نبود کیفیت یا زمان‌بندی لازم، محصول تولیدی اثربخش نیست و نمی‌تواند رضایت مصرف‌کننده را جلب کند. به‌این‌ترتیب، فقط در صورت تحقق توأمان شرایط کارایی و اثربخشی، بهره‌وری وقوع خواهد یافت [۶].

ازنظر عملیاتی، بهره‌وری به‌عنوان میزان ستانده حاصل از مقدار معینی از یک یا چند نهاده تعریف می‌شود. این معیار بازگوکننده نحوه استفاده از منابع و عوامل تولیدی در یک برهه از زمان بوده و آثار سه‌گانه تغییر تکنولوژی، تغییر مقیاس و تغییر در راندمان استفاده از نهاده‌ها را دربرمی‌گیرد [۷]. ازاین‌رو، تغییر در بهره‌وری از یک دوره به دوره بعد یا شکاف بهره‌وری بین واحدهای تولیدی در یک مقطع از زمان، نمایانگر تفاوت در توان فنی و عملکرد یک واحد یا یک بخش اقتصادی در تبدیل نهاده‌ها به کالا و خدمات و به‌عبارت دیگر تغییر در ثمربخشی یک مجموعه از نهاده‌ها در تولید ستانده است. بر همین اساس، رشد بهره‌وری به‌صورت تفاوت بین رشد ستانده و رشد نهاده‌های مصرف شده در طول زمان تعریف می‌شود. به‌عبارت دیگر، پس از کسر تغییر میزان مصرف نهاده‌ها از تغییر ستانده، پسماند حاصل به‌عنوان رشد بهره‌وری بین دو مقطع از زمان یا به‌عنوان شکاف بهره‌وری بین‌مکانی، تعبیر و تفسیر می‌شود [۸].

۳-۲. شاخص‌های بهره‌وری

بهره‌وری در مفهوم کلی، مقدار متوسط تولید به‌ازای هر واحد از نهاده‌ها را مورد سنجش قرار می‌دهد؛ به‌طوری‌که اگر این مقدار متوسط افزایش یابد، ارتقای بهره‌وری و در صورت کاهش آن، تنزل بهره‌وری وقوع یافته است. برای محاسبه بهره‌وری، اقتصاددانان دو روش عمده، شامل روش‌های پارامتری (اقتصادسنجی) و روش‌های غیرپارامتری، را پیشنهاد کرده‌اند. در روش‌های پارامتری، سنجش بهره‌وری مبتنی‌بر مشاهدات مقداری نهاده‌ها و ستانده است. در این روش، پس‌از تخمین تابع تولید یا هزینه، جزء پسماند به‌عنوان بهره‌وری کل منظور می‌شود. مزیت عمده این روش، آزمون‌پذیری و برخورداری از ظرفیت‌های بالقوه، و ازجمله محدودیت‌های آن ضرورت در اختیار داشتن مشاهدات کافی برای تخمین مدل است [۳]. در روش غیرپارامتری، معیار بهره‌وری با استفاده از رهیافت حسابداری رشد یا محاسبه عدد شاخص تعیین می‌شود. در روش حسابداری رشد، تفاضل رشد ستانده و رشد نهاده‌ها به‌عنوان رشد بهره‌وری کل درنظر گرفته می‌شود. در این محاسبات، نرخ رشد نهاده‌ها با استفاده از سهم هریک از آنها در هزینه‌های کل، موزون می‌شود. ازجمله مفروضات رهیافت مذکور، وجود بازده ثابت نسبت به مقیاس، برقراری شرایط رقابت کامل و قیمت‌پذیر بودن تولیدکنندگان است [۹].

1. International Labor Organization (ILO)
2..Europe Productivity Agency (EPA)

در میان رویکردهای غیرپارامتری، روش محاسبه عدد شاخص یکی از شیوه‌های متداول و کاربردی تعیین بهره‌وری است که در مراکز آماری و سازمان‌های بین‌المللی، به‌دلیل سهولت بهنگام‌سازی این معیار، به‌کار می‌رود. در این روش، نسبت شاخص مقداری ستانده به شاخص مقداری نهاده‌ها، به‌عنوان معیار سنجش بهره‌وری درنظر گرفته می‌شود [۱۰]. به‌طور کلی، شاخص‌های بهره‌وری به دو دسته بهره‌وری جزئی و بهره‌وری کل عوامل تولید قابل تقسیم‌بندی‌اند [۱۱].

۱-۲-۳. بهره‌وری جزئی

بهره‌وری جزئی یا بهره‌وری یک عامل مشخص تولید (FSP)[1] به‌صورت ستانده حاصل از مصرف یک نهاده معین در هر زمان تعریف می‌شود. با استفاده از تعریف تابع تولید کل، یعنی $Q = f(x,t) Q = f(x,t)$ که در آن QQ نمایانگر مقدار تولید، xx یک بردار از نهاده‌ها و tt سطح تکنولوژی در یک برهه از زمان است، بهره‌وری عامل تولید jj توسط این رابطه تعریف می‌شود:

$$FSP_j = \frac{Q}{X_j} = \frac{1}{X_j} f(X_1, X_2, \dots, X_n, t) \qquad (۱)$$

از دیدگاه اقتصاد تولید، FSP در این رابطه، همان تولید متوسط نهاده j است که در یک زمان معین و در چارچوب تکنولوژی موجود حاصل شده است. ازنظر عملیاتی، شاخص‌های بهره‌وری جزئی از تقسیم مقدار تولید یا ارزش‌افزوده بر مقدار معین یک نهاده حاصل می‌شوند. در صورت استفاده از ارزش‌افزوده، به‌منظور خارج کردن تورم، لازم است ارزش‌افزوده به قیمت ثابت سال پایه در محاسبات وارد شود. باتوجه به نوع نهاده‌ای که در فرایند تولید به کار می‌رود، انواع شاخص‌های بهره‌وری جزئی تعریف شده است که برخی از پرکاربردترین شاخص‌های بهره‌وری جزئی در بخش کشاورزی، در قسمت پیوست‌ها مورد بحث قرار گرفته‌اند. لازم به توضیح است که رابطه ۱، صورت کلی شاخص‌های بهره‌وری جزئی را ارائه می‌کند و در هر بخش از اقتصاد، نوع نهاده و ستانده‌ای که در این رابطه قرار می‌گیرد، متفاوت خواهد بود.

۲-۲-۳. بهره‌وری کل عوامل تولید

هرگاه مفهوم تولید متوسط، به‌کل نهاده‌های مصرف شده در تولید مقدار معینی از محصول تعمیم داده شود، بهره‌وری کل نهاده‌ها (TFP)[2] به‌دست می‌آید. به‌عبارت دیگر، TFP همان تولید متوسط کل نهاده‌های مصرف شده در زمانی معین در یک واحد تولیدی یا بخش اقتصادی است. این معیار به‌صورت نسبت شاخص کمی ستانده به شاخص کمی نهاده‌ها تعریف می‌شود. روابط ذیل، مفهوم مذکور را ارائه می‌کنند.

$$Q_t/q_0 = Q(q_0, q_t, w_0, w_t) \qquad (۲)$$

$$X_t/x_0 = X(x_0, x_t, p_0, p_t) \qquad (۳)$$

$$TFP(q_0, q_t, x_0, x_t, w_0, w_t, p_0, p_t) = \frac{Q(0)}{X(0)} = \frac{Q_t/q_0}{X_t/x_0} = \frac{Q_t/X_t}{q_0/x_0} \qquad (۴)$$

از میان روابط مذکور، رابطه ۲ شاخص ستانده، رابطه ۳ شاخص کل نهاده‌ها و رابطه ۴ شاخص بهره‌وری کل را نشان می‌دهد. همچنین در این روابط، Q و W به‌ترتیب بردارهای کمیت و قیمت ستانده و X و P به‌ترتیب بردارهای کمیت و قیمت نهاده‌ها را ارائه می‌کنند. نمادهای صفر و t نیز به‌ترتیب ناظر بر سال پایه و سال افق یا نشانگر واحد تولیدی مرجع و واحد تولیدی مورد مقایسه‌اند. لازم به توضیح است که باتوجه‌به رابطه ۴، شاخص بهره‌وری کل تلاش می‌کند تا آن بخش از تغییرات حاصل در سطح تولید را اندازه‌گیری کند که نمی‌توان به تغییرات در میزان استفاده از نهاده‌ها منتسب کرد. به‌بیان دیگر، میزان پسماند محصول توضیح داده نشده، که

1. Factor Specific Productivity
2.. Total Factor Productivity

همان رشد بهره‌وری کل است، به‌صورت تفاوت در نرخ رشد نهاده و ستانده در طول زمان بیان می‌شود. شایان ذکر است که استفاده از روش عدد شاخص در محاسبه بهره‌وری، مستلزم ساخت شاخص مقداری نهاده کل و شاخص مقداری ستانده است. این شاخص‌ها به‌ترتیب از جمعی‌سازی اجزای نهاده‌های مصرف شده در فرایند تولید در هر زمان و محصولات مربوطه با استفاده از اشکال مختلف برای شاخص‌های مقداری به‌دست می‌آیند. توابع شاخص‌های مقداری لاسپیرز،[1] پاشه،[2] هندسی،[3] ایدئال فی شر[4] و ترانسلوگ[5] ازجمله مهم‌ترین فرم‌های تبعی‌اند که در ساخت شاخص‌های مقداری به‌عنوان وسیله جمعی‌سازی به‌کار می‌روند. براساس نظریه اعداد شاخص، هریک از فرم‌های پنج‌گانه فوق منطبق‌بر یکی از اشکال توابع تولید است. همان‌طور که هریک از اشکال توابع تولید، ساختار خاصی را بر روابط تولید اعمال می‌کنند، انتخاب هریک از فرم‌های شاخص نیز به مفهوم پذیرش نوع مشخصی از روابط تولیدی در بخش اقتصادی یا واحد تولیدی خواهد بود.

۳-۳. بهره‌وری پایدار کشاورزی

بهره‌وری کشاورزی به‌عنوان ابزار اقتصادی برای ارزیابی عملکرد و پایداری سیستم‌های کشاورزی در طول زمان استفاده می‌شود و برای سیاستگذاری‌های توسعه کشاورزی ارزشمند است [۱۲]. بهره‌وری کشاورزی به‌عنوان کارایی تبدیل نهاده‌های کشاورزی به خروجی‌ها تعریف می‌شود. این مفهوم به‌طور گسترده‌ای برای توضیح سازمان‌دهی فضایی و الگوی کشاورزی استفاده شده است. بهره‌وری کشاورزی می‌تواند به‌صورت بهره‌وری کل عوامل (TFP) اندازه‌گیری شود که نسبت کل خروجی‌های کشاورزی به‌کل نهاده‌ها را درنظر می‌گیرد و تغییرات در فناوری و کارایی را منعکس می‌کند [۱۳]. همچنین، شاخص بهره‌وری متوسط (API) به‌عنوان مدلی برای اندازه‌گیری بهره‌وری کشاورزی معرفی شده است که می‌تواند الگوی توزیع فضایی بهره‌وری را شناسایی کند [۱۴].

بهره‌وری پایدار کشاورزی شامل روش‌هایی است که تولید غذا را با حفاظت از محیط زیست، پایداری اقتصادی و عدالت اجتماعی متعادل می‌کند. رویکردهای کلیدی شامل این موارد است:

روش‌های اگرو اکولوژیک: تکنیک‌هایی مانند تناوب زراعی، کشاورزی ارگانیک سبب افزایش حاصلخیزی خاک، کاهش استفاده از آفت‌کش‌های مصنوعی و تقویت تنوع زیستی می‌شوند [۱۵].

کشاورزی دقیق: استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشین و حسگرها، مصرف منابع (مانند آب و کود) را بهینه می‌کند و عملکرد محصولات را بهبود می‌بخشد و درعین‌حال تأثیرات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد [۱۶].

کشاورزی ارگانیک: با اجتناب از افزودنی‌های مصنوعی، کشاورزی ارگانیک سلامت خاک را بهبود می‌دهد و با تولید محصولات مغذی به سیستم‌های غذایی پایدار کمک می‌کند [۱۷].

شدت‌بخشی پایدار: روش‌هایی مانند شخم نواری پیشرفته، انتشار گازهای گلخانه‌ای و استفاده از کود را کاهش و درعین‌حال عملکرد را افزایش می‌دهد که با اهداف اقلیمی همسو است [۱۸].

ارتقای کیفیت تغذیه: روش‌های کشاورزی پایدار مانند کاهش ورودی‌های شیمیایی، کیفیت تغذیه‌ای غذا را بهبود می‌بخشند و مزایای بهداشت عمومی ارائه می‌دهند [۱۹].

1 . Laspeyres
2 . Paasche
3 . Geometrical
4 . Fisher Ideal Index
5 . Translog

۳-۴. ارتباط بهره‌وری کشاورزی با بهره‌وری کل اقتصاد ملی

بررسی پیشینه اقتصادی بسیاری از کشورهای جهان گویای آن است که نرخ رشد بلندمدت اقتصادی با سطح درآمد اولیه یک کشور، هم‌بستگی کمی دارد و بهره‌وری به‌عنوان عاملی کلیدی ازطریق ترکیب بهینه منابع تولید، دانش، مهارت‌های انسانی، فناوری، مواد خام، انرژی، سرمایه و خدمات میانی، جامعه را قادر به ایجاد ارزش‌افزوده می‌کند و درنتیجه، رشد بهره‌وری منجر به رقابت‌پذیر شدن کالاهای بخش‌های مختلف در بازارهای جهانی می‌شود [۱۰]. روند بلندمدت آمارهای بین‌المللی، وجود هم‌بستگی قوی میان بهره‌وری و سطح اشتغال هر بخش را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر، هرچه فعالیت‌های اقتصادی یک بخش دارای بهره‌وری بیشتری باشد، آن بخش از قدرت رقابت‌پذیری بیشتر در بازارهای جهانی و نرخ بیکاری کمتری برخوردار خواهد بود [۲۰].

بهره‌وری به‌عنوان منبع اصلی توسعه بخش کشاورزی شناخته می‌شود؛ زیرا به‌وسیله آن می‌توان باوجود جمعیت فزاینده و منابع محدود، به تقاضا برای غذا و مواد خام پاسخ داد. کشوری که رشد بهره‌وری ناچیزی دارد، از نبود تعادل مبادلات خارجی یا نبود تعادل تراز تجاری کشاورزی در مقابل صنعت رنج می‌برد. در مقابل، کشوری که از منابع خود در بخش کشاورزی بهترین استفاده را دارد، از مزیت نسبی در بازارهای صادراتی برخوردار است [۳]. تجربه کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد که فرایند توسعه اقتصادی، همراه با افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و انتقال نیروی کار مازاد آن به سایر بخش‌های اقتصادی آغاز می‌شود. بنابراین برخورداری از روند توسعه نظام‌مند، نیازمند افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی است [۴].

۳-۵. نقش بهره‌وری در تولید، رونق تولید و جهش تولید

یافتن منابع رشد اقتصادی، همواره یکی از مباحث مورد توجه سیاستگذاران بوده است. تلاش‌های جدی اقتصاددانان در بسط و گسترش مدل‌های رشد، از سال‌های میانی دهه ۱۹۵۰، مؤید این مطلب است. مدل‌های اولیه رشد عموماً بر نوع فیزیکی سرمایه تمرکز داشتند و پیشرفت فناوری را به‌صورت برون‌زا درنظر می‌گرفتند. سپس اثرگذاری سرمایه انسانی بر تفاوت بین درآمد سرانه کشورها و انباشت ثروت، در الگوها و مباحث رشد محرز شد. از دهه ۱۹۸۰، همراه با رونق الگوهای رشد درون‌زا، مفهوم بهره‌وری و سرریزهای آن مورد توجه قرار گرفت [۹]. امروزه محدودیت عوامل تولید، ضرورت افزایش بهره‌وری عوامل تولید را بیش‌ازپیش نمایان کرده است. به‌لحاظ نظری، ارتباط میان رشد بهره‌وری و رشد اقتصادی را می‌توان در قالب روابط زیر خلاصه کرد [۲۱].

$$Y_t = A_t f(L_t, K_t) \quad (۵)$$

$$\frac{dY_t}{dt} = \frac{dA_t}{dt} f(L_t, K_t) + A_t \left[\frac{df}{dL_t}\frac{dL_t}{dt} + \frac{df}{dK_t}\frac{dK_t}{dt}\right] \quad (۶)$$

$$\frac{dY_t/dt}{Y_t} = \frac{dA_t/dt}{A_t} + \left[\frac{A_t(df/dL_t)L_t}{Y_t}\frac{dL_t/dt}{L_t} + \frac{A_t(df/dK_t)K_t}{Y_t}\frac{dK_t/dt}{K_t}\right] \quad (۷)$$

$$g_y = a g_t + (1-a) g_k + \varphi \quad (۸)$$

$$\xrightarrow{g_y - g_k = 0} \quad \varphi = a(g_y - g_t) \quad (۹)$$

در روابط مذکور، YY نمایانگر مقدار تولید، LL عامل نیروی کار، KK عامل سرمایه، AA فناوری، gg نرخ رشد متغیر، aa سهم عامل کار از تولید، $(1-a)(1-a)$ سهم عامل سرمایه از تولید و $\varphi\varphi$ بهره‌وری کل عوامل تولید است. همچنین، گفتنی است که الگوی کالدور[1] (۱۹۶۶) مبتنی‌بر برابری نرخ رشد تولید و نرخ رشد سرمایه در بلندمدت، رابطه $g_y = g_k g_y = g_k$ را تأیید می‌کند. بنابراین همان‌طور که در رابطه ۹ مشاهده می‌شود، بهره‌وری، نمایانگر بخشی از رشد اقتصادی است که توضیح آن ازطریق رشد سرمایه و رشد نیروی کار میسر نیست [۲۲]. ازسوی دیگر، رشد بهره‌وری، موجب کاهش هزینه متوسط تولید کالا و خدمات

1. Kaldor

و درنتیجه افزایش میزان سودآوری محصولات در واحدهای تولیدی می‌شود. پیامد چنین تحولی، افزایش تقاضا و توان رقابتی فعالیت‌های اقتصادی در بازارهای جهانی خواهد بود. این امر به رونق تولید و استفاده از حداکثر ظرفیت‌های تولیدی می‌انجامد. در نهایت، تغییرات مذکور موجب افزایش حجم سرمایه‌گذاری‌ها و متعاقب آن، گسترش استفاده از ابداعات و فناوری‌ها می‌شود که رشد مجدد بهره‌وری، نتیجه پایانی این تغییرات خواهد بود [۲۳]. لذا همگام با ایجاد شتاب در تحقق رونق تولید ازطریق بهره‌گیری بهینه از امکانات و قابلیت‌های محلی، ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی و با مشارکت و هماهنگی نهادها و اشخاص مرتبط برای ایجاد رونق اقتصادی و اجتماعی، دستیابی به جهش تولید میسر خواهد شد [۳].

۳-۶. مقدار بهینه نهاده‌ها برای تولید برنج

به‌طورکلی مقدار بهینه نهاده‌ها (کود، بذر، آب، سموم و غیره) برای تولید برنج در هر هکتار به عوامل مختلفی بستگی دارد، ازجمله:

۱. نوع رقم برنج

- ارقام مختلف برنج نیازهای متفاوتی دارند. برخی ارقام به کود بیشتری نیاز دارند، درحالی‌که برخی دیگر مقاوم‌ترند.

۲. شرایط خاک

- خاک‌های حاصلخیز ممکن است به کود کمتری نیاز داشته باشند، درحالی‌که خاک‌های فقیر نیاز به کوددهی بیشتری دارند.
- آزمایش خاک می‌تواند به تعیین دقیق نیازهای کودی کمک کند.

۳. شرایط آب‌وهوایی

- مناطق با بارندگی زیاد ممکن است نیاز به آبیاری کمتری داشته باشند، اما در مناطق خشک، آبیاری بیشتر ضروری است.

۴. مدیریت مزرعه

- روش‌های کشت (مثلاً کشت مستقیم یا نشایی) و مدیریت آفات و بیماری‌ها نیز بر مقدار نهاده‌ها تأثیر می‌گذارند.

مقدار بهینه نهاده‌های تولید برنج به عوامل مختلفی مانند نوع رقم برنج، شرایط اقلیمی، روش کشت و مدیریت مزرعه بستگی دارد. براساس پژوهش‌های انجام شده در ایران، مقادیر بهینه برخی از نهاده‌های اصلی برای تولید برنج به این شرح است:

۱. مقدار بذر

الف) کشت سنتی (نشاکاری)

- مقدار بهینه بذر: ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار (برای تولید نشا)؛
- تراکم نشا: ۲۵ تا ۳۰ نشا در متر مربع.

ب) کشت مستقیم (مکانیزه)

- مقدار بهینه بذر: ۸۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (بذرپاشی مستقیم).

۲. کودهای شیمیایی (کیلوگرم در هکتار)

- ازت (نیتروژن: (N)) ۸۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار؛
- فسفاته (فسفر (P_2O_5)) : ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار؛
- پتاسه (پتاسیم: (K_2O)) ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار؛
- روی (Zn):۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم (در خاک‌های کمبود)؛

۳. آب آبیاری

- نیاز آبی برنج: ۸۰۰۰ تا ۱۲،۰۰۰ مترمکعب در هکتار (بسته به روش آبیاری).
- روش بهینه آبیاری:
- آبیاری تناوبی (غرقاب متناوب): صرفه‌جویی ۲۰-۳۰٪ نسبت به غرقاب دائم؛

- استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار (در مناطق امکان‌پذیر).

۴. سموم و آفت‌کش‌ها

- علف‌کش: ۲ تا ۳ لیتر در هکتار (بسته به نوع علف هرز)؛
- حشره‌کش: ۰.۵ تا ۱ لیتر در هکتار (در صورت نیاز)؛
- قارچ‌کش: ۱ تا ۱.۵ کیلوگرم در هکتار (برای کنترل بیماری‌هایی مانند بلاست برنج).

۵. نیروی کار

- کشت سنتی: ۱۵۰ تا ۲۰۰ نفر-روز در هکتار؛
- کشت مکانیزه: ۵۰ تا ۸۰ نفر-روز در هکتار.

شایان ذکر است که مقادیر مذکور بسته به شرایط خاک، آب و هوا و رقم برنج ممکن است متفاوت باشد. برای دستیابی به بهترین نتیجه، آزمون خاک و مشاوره با کارشناسان کشاورزی توصیه می‌شود.

۴. تکالیف مرتبط با ارتقای بهره‌وری بخش کشاورزی در برنامه‌های توسعه کشور

بخش کشاورزی از نظر تولید، اشتغال، ارزآوری و تأمین امنیت غذایی از جایگاهی حائز اهمیت در اقتصاد ایران برخوردار است. اگرچه تنوع اقلیمی به‌دلیل گستردگی ایران در طول و عرض جغرافیایی، امکان تولید محصولات متنوع در بخش کشاورزی را مهیا کرده است، میزان اراضی قابل کشت و بهره‌برداری برای فعالیت‌های کشاورزی بسیار پایین بوده و حدود ۱۲ تا ۱۵ درصد از کل مساحت ایران را به خود اختصاص داده است [۲۴]. در واقع باوجود تنوع اقلیمی، بخش کشاورزی ایران از کمبود دو شاخص کلیدی، شامل آب و زمین حاصلخیز، رنج می‌برد که ریشه این کمبودها علاوه‌بر شرایط زیست‌محیطی، به نحوه مدیریت استفاده از منابع مذکور مربوط می‌شود. در میان مهم‌ترین نشانه‌های سوءمدیریت استفاده از منابع در بخش کشاورزی ایران می‌توان به استفاده از روش‌های سنتی و فناوری‌های قدیمی، فقدان الگوی کشت مناسب باتوجه‌به وضعیت منابع آبی کشور، ضعف در زیرساخت‌های نگهداری و حمل‌ونقل، ناموزون بودن و ناهماهنگی سیاست‌ها با امکانات و شرایط تولید و توزیع در طول زنجیره عرضه و بی‌توجهی به پایداری شرایط بازار محصولات کشاورزی در سطح داخلی و بین‌المللی اشاره کرد که پیامد این چالش‌ها را می‌توان در پایین بودن بهره‌وری عوامل تولید در بخش کشاورزی مشاهده کرد. قانون افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی و منابع طبیعی یکی از قوانین مترقی این بخش است که به مقوله بهره‌وری از جنبه‌های گوناگون ساختاری و فرایندی، ازجمله ارتقای نیروی انسانی، بهبود سرمایه‌گذاری، واگذاری امور تصدی‌گرانه به تشکل‌ها، اولویت‌بخشی به حمایت‌ها و بهره‌برداری پایدار از منابع‌طبیعی پرداخته است. علاوه‌بر این در برنامه‌های توسعه کشور نیز این مقوله از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است.

مقوله بهره‌وری در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی ایران نخستین بار در سال ۱۳۷۲ و در قالب تبصره «۳۵» قانون برنامه دوم توسعه مطرح شد. در این تبصره، دستگاه‌های اجرایی کشور به تخصیص بخشی از اعتبارات خود برای افزایش بهره‌وری نظام اداری، بهبود سیستم‌ها و روش‌های کار، استفاده از تکنولوژی‌های نوین و افزایش مهارت‌های مدیران مکلف شدند. اما در برنامه سوم توسعه، تبصره مستقیمی درخصوص بهره‌وری وجود نداشت و فقط هیئت‌وزیران براساس مصوبه‌ای، دستگاه‌های اجرایی را به طراحی شاخص‌ها، تحلیل عوامل، برنامه‌ریزی و اجرای چرخه‌ی بهره‌وری موظف کرد. بااین‌حال، رشد شاخص بهره‌وری کل (گفتنی است که در این خصوص از شاخص دیویژیا[1] استفاده شده است) در سال‌های برنامه دوم توسعه اقتصادی کمتر از صفر گزارش شد. در برنامه سوم

1. Divisia Index

توسعه و در خلال سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳، رشد بهره‌وری در کل اقتصاد، با اندکی بهبود، برابر ۱/۴ درصد برآورد شد و سهم بهره‌وری کل عوامل تولید از رشد اقتصادی به ۲۸ درصد رسید. شایان توجه است که در خلال برنامه اول توسعه در دوره ۱۳۷۲-۱۳۶۸، که تشکیلات مستقلی برای بهره‌وری در کشور وجود نداشت، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برابر ۴/۴ درصد گزارش شد. درخصوص بخش کشاورزی، در برنامه اول توسعه با حذف سیاست تثبیت قیمت محصولات کشاورزی، پیش‌بینی می‌شد که سرمایه‌گذاری در این بخش از رشد زیادی برخوردار شود؛ اما به‌دلیل رشد منفی اعطای تسهیلات بانکی به بخش کشاورزی در دوره مذکور، این مورد محقق نشد. در برنامه دوم توسعه، از آنجا که بخش صنعت به‌دلیل بروز شرایط جنگی دچار ضعف شده بود و ازطرفی نیاز غذایی جمعیت کشور روبه‌تزاید داشت، کشاورزی به‌عنوان محور توسعه مطرح شد. در این برنامه، استفاده از توانمندی‌ها و مزیت‌های نسبی مناطق، جلوگیری از تخریب بی‌رویه منابع طبیعی، احیا و بهره‌برداری مناسب از منابع تجدیدپذیر و برنامه‌ریزی درزمینه گسترش صنایع تکمیلی دامی و کشاورزی مورد توجه قرار گرفت. در جدول ۱، تغییرات بهره‌وری در بخش کشاورزی ایران در برنامه‌های اول تا سوم توسعه اقتصادی ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بهره‌وری نیروی کار در بخش کشاورزی ایران در دوره ۱۳۸۳-۱۳۶۸ روندی افزایشی و پرنوسان را طی کرده است. مقایسه نوسانات بهره‌وری نیروی کار و تغییرات ارزش‌افزوده در این بخش نمایانگر وجود ارتباط نزدیک میان این دو عامل است. همچنین در این بخش، بهره‌وری سرمایه روندی کاهشی داشته است. بالا بودن شاخص فزاینده سرمایه به تولید، وجود ظرفیت بیکار ماشین‌آلات به‌دلیل نبود توزیع مناسب جغرافیایی، پراکندگی و کوچک بودن واحدهای زراعی و نیز طولانی بودن مدت اتمام پروژه‌های عمرانی تحت اجرای وزارت جهاد کشاورزی، به‌عنوان برخی علل کاهش بهره‌وری سرمایه در این بخش شناخته شده است. بااین‌حال، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی، در دوره مورد بحث، رشد یافته و از مقدار ۸۱/۳۸ در میانگین سال‌های برنامه اول توسعه، به مقدار متوسط ۱۰۱ در سال‌های برنامه‌ی سوم رسیده است. شایان توجه است که در دوره ۱۳۸۳-۱۳۶۸، بیشترین میزان نرخ رشد سالیانه بهره‌وری بخش کشاورزی، در سال‌های برنامه اول توسعه و کمترین نرخ رشد در برنامه سوم توسعه وقوع یافته است.

سیاستگذاری درخصوص ارتقای بهره‌وری، در برنامه چهارم توسعه جایگاهی ویژه یافت. ماده (۵) این برنامه، دستگاه‌های اجرایی را به همکاری در راستای حرکت از اقتصادی نهاده‌محور به اقتصادی بهره‌ور محور مکلف کرد. در اهداف این برنامه، تحقق نرخ رشد اقتصادی ۸درصدی درنظر گرفته شد که ۲/۵ درصد آن باید از محل رشد بهره‌وری و مابقی از محل رشد تولید تأمین شود. در این برنامه، رشد بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل تولید در بخش کشاورزی به‌ترتیب، ۴/۶، ۰/۱ و ۲/۲ درصد و سهم رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در تأمین رشد اقتصادی حدود ۳۴/۵ درصد درنظر گرفته شد. در برنامه پنجم توسعه نیز همانند برنامه چهارم، هدف‌گذاری ایدئالی به‌منظور رشد بهره‌وری در کشور صورت گرفت. مطابق با ماده (۷۹) از فصل پنجم این برنامه، ارتقای سهم بهره‌وری به یک‌سوم از رشد اقتصادی برای سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ درنظر گرفته شد. بااین‌حال، گزارش‌های برنامه پنجم توسعه نیز نشان از محقق نشدن اهداف این برنامه درزمینه بهره‌وری دارند.

در برنامه‌های توسعه بعدی نیز موضوع افزایش ضریب نفوذ دانش در کشاورزی به‌عنوان مهم‌ترین عامل ارتقای بهره‌وری در این بخش با احکام مختلفی مورد تأکید قرار گرفت. برای نمونه در برنامه پنجم توسعه (مصوب ۱۳۸۹/۱۰/۱۵)، حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان در بخش‌های مختلف ازجمله کشاورزی در دستور کار قرار می‌گیرد. در این راستا و در بند «د» ماده (۱۷) قانون برنامه مذکور، دولت مکلف می‌شود که به حمایت مالی از ایجاد و توسعه بورس ایده و بازار فناوری به‌منظور استفاده از ظرفیت‌های علمی در راستای پاسخ‌گویی به نیازهای بخش صنعت، کشاورزی و خدمات بپردازد. در برنامه ششم توسعه (مصوب ۱۳۹۶/۰۱/۱۶)، ردپای نظام تحقیق، آموزش و ترویج کشاورزی در دو بخش قابل مشاهده است. در بخش نخست و در بند «ث» ماده (۳۱) قانون برنامه که در راستای حصول به اهداف بندهای ششم و هفتم سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی و نیز تأمین امنیت غذایی و خودکفایی در محصولات اساسی زراعی، دامی و آبزی به میزان ۹۵ درصد در پایان قانون برنامه به نگارش درآمده است، دولت مکلف به انجام

«سرمایه‌گذاری موردنیاز برای انجام امور تحقیقاتی و نظام نوین ترویج و انتقال فناوری، تقویت شرکت‌های دانش‌بنیان، استقرار مدیریت دانش و تجهیز مراکز جهادکشاورزی» شده است. علاوه‌بر این، در بند «ب» ماده (۳۳) و در راستای اجرای بندهای سوم و ششم سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی و به‌منظور متنوع سازی ابزارهای حمایت از بخش کشاورزی، تأمین و تجهیز منابع، توسعه و امنیت سرمایه‌گذاری، افزایش صادرات محصولات کشاورزی و ارزش‌افزایی و تکمیل زنجیره ارزش محصولات کشاورزی، دولت موظف شد تا به «تولید و پخش برنامه‌های آموزشی، ترویجی، مدیریت مصرف آب، بهبود کمّی و کیفی محصولات کشاورزی و فراوری تولیدات، حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی کشور، بهره‌وری و انتقال یافته‌های علمی به بهره‌برداران، به سفارش و تأمین مالی وزارت جهاد کشاورزی توسط سازمان صدا و سیما» بپردازد.

در برنامه ششم توسعه، رشد اقتصادی کشور برابر با ۸ درصد و سهم بهره‌وری از این نرخ رشد برابر ۳۵ درصد پیش‌بینی شده است. براین‌اساس، لازم است که بهره‌وری، سالیانه به میزان ۲/۸ درصد رشد یابد؛ به‌طوری‌که ۱/۷ درصد از رشد اقتصادی از محل بهره‌وری نیروی کار و ۱/۱ درصد از محل بهره‌وری سرمایه تأمین شود. اما تجربه برنامه‌های توسعه پیشین نشان می‌دهد که هدف‌گذاری برای رشد بهره‌وری متضمن دستیابی به آن نیست و این مهم فقط ازطریق اصلاح ساختارها و سیاست‌های موجود عملی خواهد شد. افزون‌بر این، رسیدن به اهداف بهره‌وری در برنامه ششم در مقایسه با برنامه‌های پیشین مشکل‌تر نیز خواهد بود؛ زیرا رشد موجودی سرمایه ثابت در سال‌های اخیر نسبت به روند بلندمدت گذشته کاهش یافته است. همچنین در اقتصاد ایران بسیاری از ساختارها و سیاست‌های موجود، مشوق ارتقای بهره‌وری نیستند. در یک بازار رقابتی، هر بنگاه اقتصادی برای افزایش رقابت‌پذیری خود ناگزیر از افزایش بهره‌وری ازطریق نوآوری، بهبود فرایندها، آموزش نیروی انسانی، مدیریت هزینه‌ها و انتقال فناوری است. برایند افزایش بهره‌وری بنگاه‌ها در یک بخش از اقتصاد، در نهایت منجر به افزایش بهره‌وری کل اقتصاد خواهد شد. بدیهی است در هر اقتصادی که موانع تجاری افزایش یابد و از رقابت و حضور رقبای خارجی ممانعت شود، انگیزه بنگاه‌ها برای ارتقای بهره‌وری و رقابت‌پذیری از بین خواهد رفت. ازاین‌رو حذف انحصارات و موانع تجاری می‌تواند در راستای نیل به اهداف بهره‌وری در کشور مؤثر واقع شود. کوچک کردن بخش عمومی اقتصاد و باز کردن راه برای فعالیت بخش خصوصی نیز گامی مهم در مسیر دستیابی به اقتصادی مبتنی‌بر رشد بهره‌وری خواهد بود.

در نهایت باید به برنامه هفتم پیشرفت (مصوب ۱۴۰۳/۰۴/۱۸) اشاره داشت که به‌طور خاص بر سامان‌دهی نظام آموزش، پژوهش و فناوری در بخش کشاورزی اشاره داشته است. در این ارتباط و در بند «ث» ماده (۳۳) قانون برنامه مذکور، وزارت جهاد کشاورزی موظف شده است: «برای کوچک‌سازی و افزایش اثربخشی نظام آموزش، پژوهش و فناوری بخش کشاورزی و بازتعریف نقش دولت و افزایش نقش بخش غیردولتی، ساختار سازمانی، وظایف و اختیارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (تات) و مؤسسات تحقیقاتی و پژوهشی وزارت جهاد کشاورزی را برای ایفای کارکردهای مدیریت خلاق، توسعه و انتشار فناوری و نوآوری، با رعایت قوانین و مقررات و سیاست‌های کلی نظام، ازجمله سیاست‌های کلی محیط زیست و منابع طبیعی، بازطراحی نموده و تا پایان سال اول برنامه به تصویب شورای عالی اداری برساند». همچنین، بند «ب» ماده (۶۳) برنامه هفتم وزارت جهاد کشاورزی را مکلف کرده است تا با همکاری معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری نسبت به بومی‌سازی تجهیزات موردنیاز پرورش ماهی در قفس و تسهیل شرایط لازم برای ایجاد مراکز خوراک ماهی و میگو و تکثیر ماهیان اقدام کند.

۵. مدل‌سازی پویایی‌شناسی تولید محصول برنج

برای فهم علل و راه‌حل در مسائل پیچیده دنیای مدرن، تفکر غیرخطی و ارگانیک (سیستمی)، باید جایگزین تفکر خطی و مکانیکی سنتی شود. ریچموند[1] در تعریفی که از سیستم ارائه می‌دهد بیان می‌کند که تفکر سیستمی هنر و علم مرتبط کردن ساختار به عملکرد و عملکرد به ساختار است؛ با هدف تغییر ساختار (روابط) به‌منظور بالا بردن عملکرد [۲۵]. یکی از شاخه‌های تفکر سیستمی پویایی سیستم (SD) است. پویایی سیستم روشی برای ترکیب کردن تمام اطلاعات در دسترس، از قبیل نظریه‌های موجود، تجربیات فردی، به‌همراه شبیه‌سازی‌های کامپیوتری است؛ با این هدف که فهم بهتری از رفتار پویای سیستم‌های پیچیده فراهم کند و اساسی برای تأثیرگذاری بر نحوه تغییر امور در طی زمان مهیا کند [۲۶].

در این مطالعه تلاش شد تا با به‌کارگیری این روش، شناخت بهتری نسبت به رفتار سیستم در حوزه مسائل مرتبط با اقتصاد کشاورزی، مقاومت در مقابل سیاست‌های اعمال شده[2] و تأخیرهای رفتاری سیستم در پاسخ به سیاست‌ها حاصل شود. فهم حاصل می‌تواند به سیاستگذاران این حوزه در گرفتن تصمیم‌های کارا و مؤثر کمک کند.

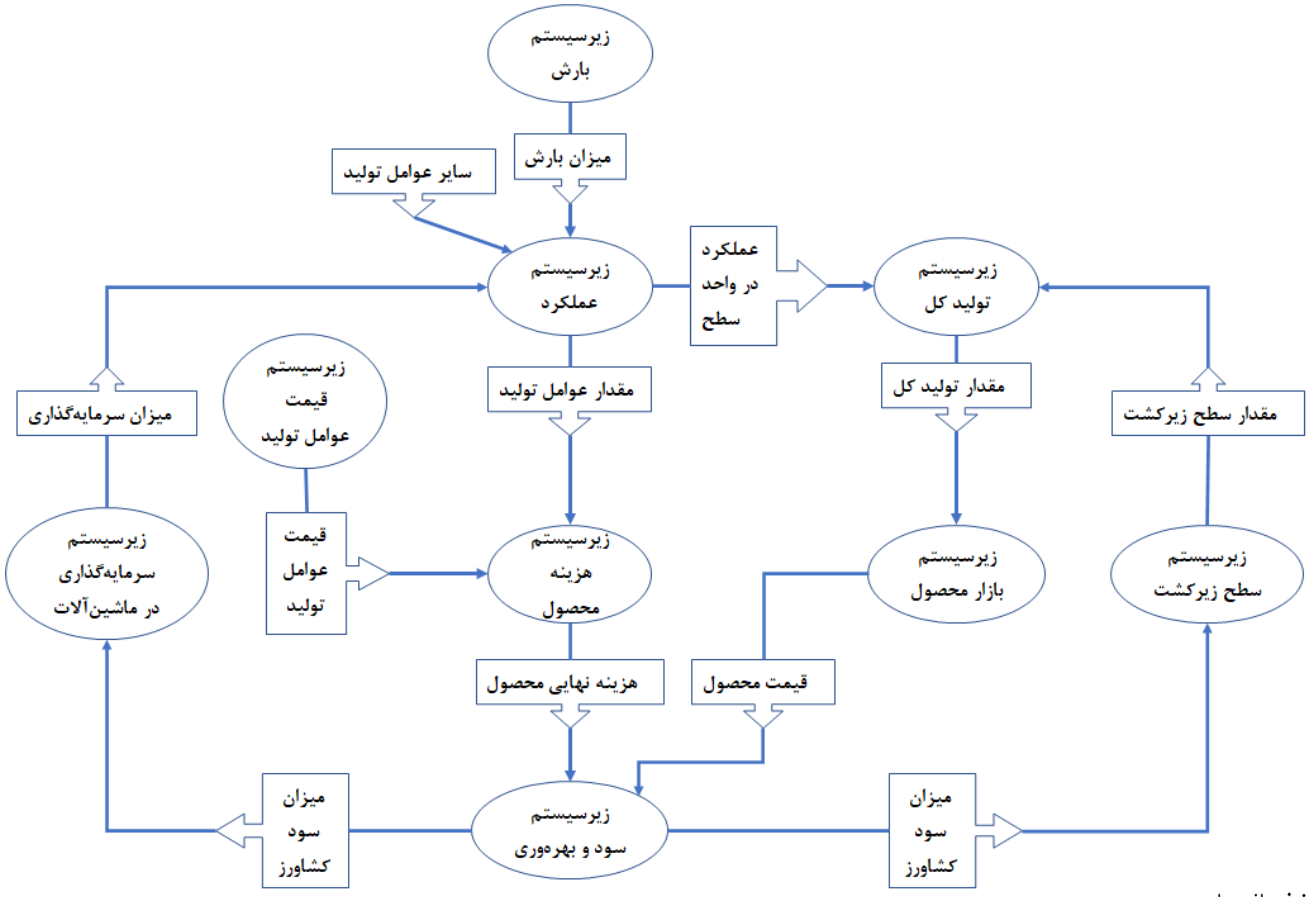
مدل‌سازی در این پژوهش برگرفته از الگوی پنج‌مرحله‌ای پیشنهاد شده توسط استرمن انجام گرفت [۲۷]:

- چارچوب‌بندی مسئله موردنظر؛
- تدوین فرضیه پویا یا تئوری در مورد علل مسئله؛
- فرموله کردن یک مدل شبیه‌سازی برای آزمایش فرضیه پویا؛
- آزمون مدل تا وقتی که از مناسب بودن آن برای هدف اطمینان حاصل شود؛
- طراحی و ارزیابی سیاست‌ها برای بهبود.

در ادامه گزارش، ساختار (نمودارهای جریان) زیرسیستم‌های مختلف مدل پویایی‌شناسی بهره‌وری پایدار در تولید محصول برنج تشریح می‌شود. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، مدل سیستمی این گزارش حاوی ۹ زیرسیستم است. در زیرسیستم بارش، مقدار بارندگی سالیانه تعیین می‌شود. سپس در زیرسیستم عملکرد همراه با سایر نهاده‌های تولید، مقدار عملکرد در واحد سطح محاسبه می‌شود که باتوجه‌به سطح زیر کشت محصول، مقدار تولید کل به‌دست می‌آید. سپس براساس عرضه و تقاضای محصول، قیمت محصول در زیرسیستم بازار محصول کشف می‌شود. ازسوی دیگر باتوجه‌به مقادیر نهاده‌های به‌کاررفته در زیرسیستم عملکرد و زیرسیستم قیمت عوامل تولید، هزینه تولید محصول محاسبه می‌شود. با استفاده از ارزش تولید و هزینه تولید محصول، سود کشاورز در هکتار و از محاسبه نسبت ارزش ستانده به ارزش کل نهاده‌ها، بهره‌وری کل عوامل تولید به‌دست می‌آید. سود کشاورز ازسویی سطح زیر کشت در دوره بعد و ازسوی دیگر میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات را تعیین می‌کند که اولی بر زیرسیستم تولید کل و دومی بر زیرسیستم عملکرد تأثیر دارد.

1. Richmond
2. Policy Resistance

شکل ۳. روابط بین زیرسیستم‌های مدل سیستمی تولید محصول برنج



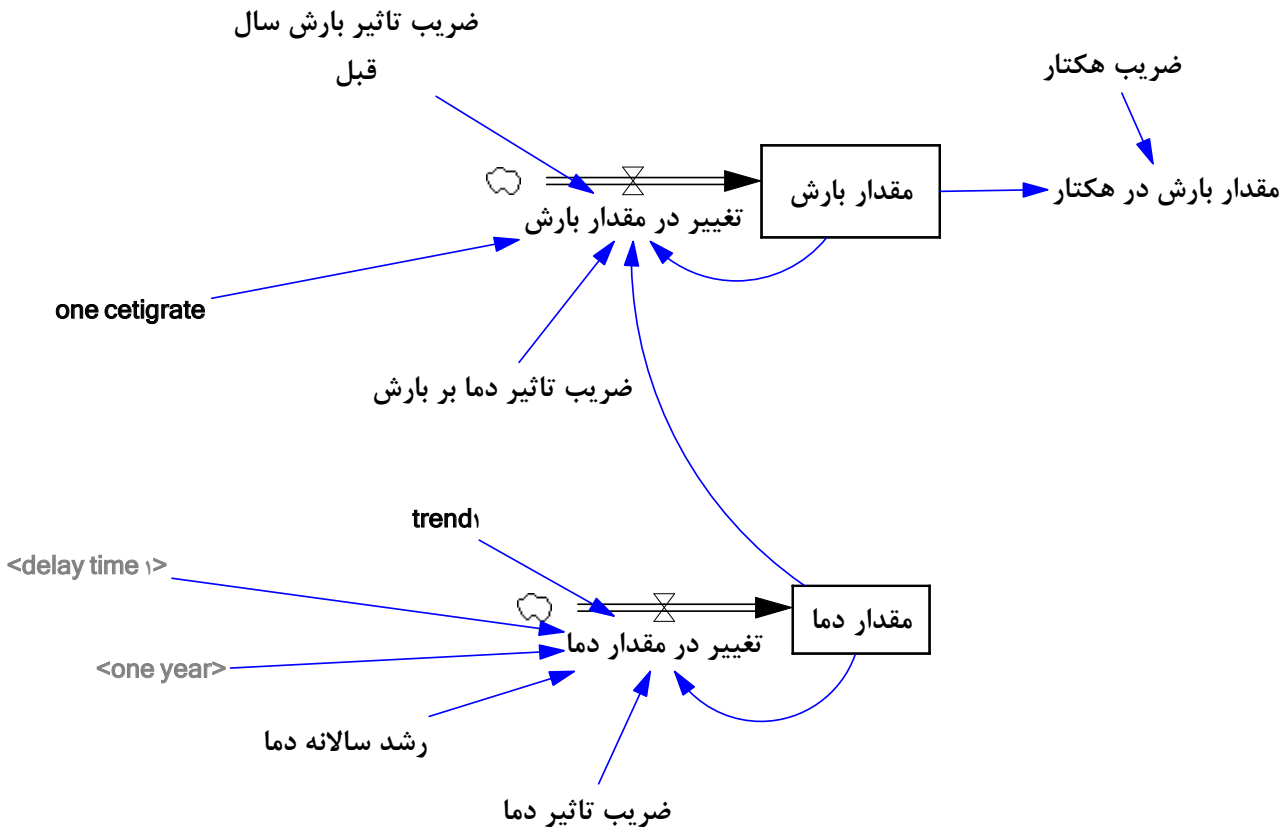
مأخذ: یافته‌های پژوهش.

۱-۵. زیرسیستم برآورد مقدار بارش باران

یکی از مهم‌ترین عوامل که می‌تواند بر تولید محصولات کشاورزی تأثیر داشته باشد، مقدار بارش سالیانه است که خود می‌تواند تابعی از میانگین مقدار دما در طی سال باشد که باتوجه‌به تغییرات اقلیمی و آب‌وهوایی در ایران و جهان، این متغیر مدنظر قرار گرفته است. در شکل ۴، مقدار میانگین دمای سالیانه به‌صورت یک متغیر سطح (انباره) درنظر گرفته شده است که تغییرات آن براساس روند فزاینده میانگین دما در کشور در سال‌های اخیر برآورد می‌شود.

میانگین دمای سالیانه کشور به‌همراه ضریب آن و مقدار بارش سال قبل به‌همراه ضریب آن، تغییرات میانگین مقدار بارش سالیانه را به‌دست می‌دهد.

شکل ۴.نمودار جریان مقدار بارش باران



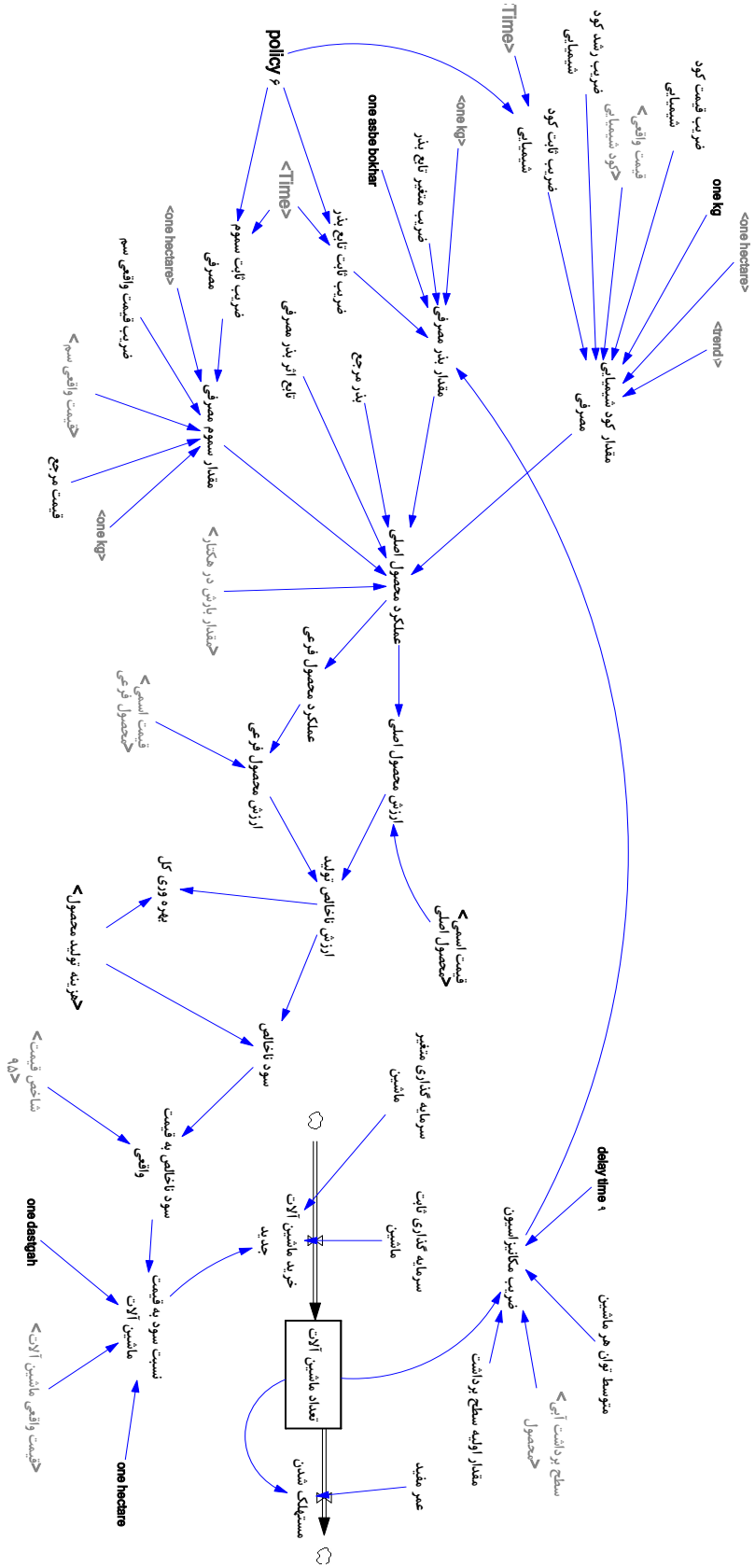
مأخذ: همان.

۲-۵. زیرسیستم محاسبه متوسط عملکرد تولید محصول برنج

شکل ۵ جریان زیرسیستم محاسبه متوسط عملکرد تولید محصول برنج (کیلوگرم) در واحد سطح (هکتار) را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، عملکرد محصول اصلی (بهره‌وری جزئی) برنج تابعی از نیروی کار، آب مصرفی، مقدار سموم مصرفی، مقدار بذر مصرفی،[۱] مقدار کود حیوانی و شیمیایی مصرفی و ضریب مکانیزاسیون است. عملکرد محصول فرعی برنج نیز تابعی از عملکرد محصول اصلی آن درنظر گرفته شده است. در ادامه، قیمت اسمی محصول اصلی (برنج)، که در زیرسیستم بازار محصول برنج سفید محاسبه می‌شود، ضرب‌در عملکرد محصول اصلی برنج، ارزش ناخالص محصول اصلی و به همین ترتیب ارزش ناخالص محصول فرعی را به‌دست می‌دهد که مجموع ارزش ناخالص محصول اصلی و فرعی، ارزش ناخالص تولید برنج را به‌دست می‌دهد. سود ناخالص از کسر ارزش ناخالص تولید از هزینه تولید محصول محاسبه می‌شود. همچنین، بهره‌وری کل عوامل تولید را می‌توان از تقسیم ارزش ناخالص تولید بر هزینه تولید محصول محاسبه کرد. شایان ذکر است که هزینه تولید محصول در زیرسیستم دیگری محاسبه می‌شود. تعداد ماشین‌آلات نیز، که ازطریق ضریب مکانیزاسیون بر عملکرد محصول تأثیر دارد، یک متغیر سطح است که نسبت سود کشاورز به قیمت ماشین‌آلات می‌تواند بر ورودی آن (خرید ماشین‌آلات جدید) تأثیرگذار باشد.

۱. با توجه به تنوع ارقام برنج از میانگین برای همه انواع استفاده شد. اگر بخواهیم همه ارقام برنج را لحاظ کنیم، حداقل به پنج مدل سیستمی نیازمندیم که در نهایت باید باهم ترکیب شوند.

شکل ۵.نمودار جریان زیرسیستم محاسبه متوسط عملکرد تولید محصول برنج

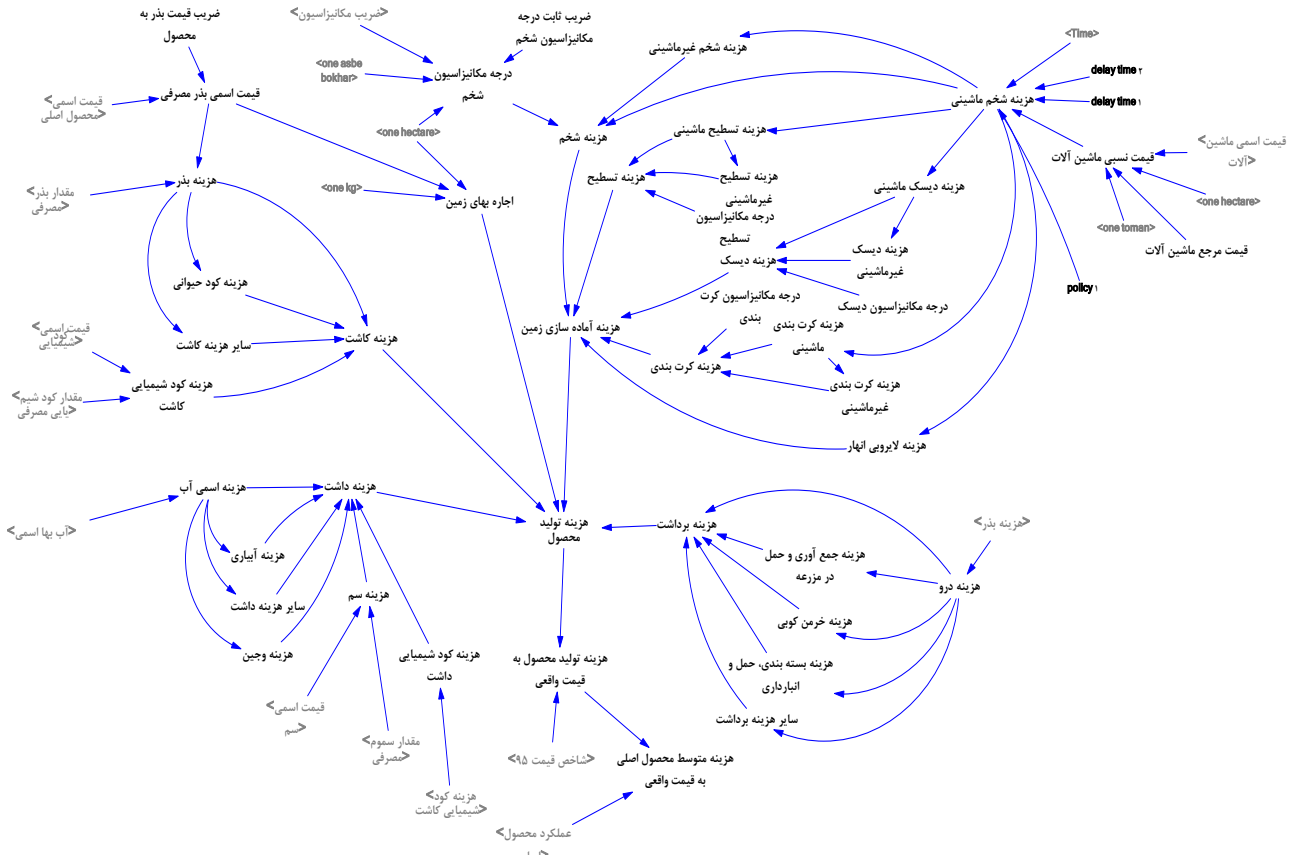


مأخذ: همان.

۳-۵. زیرسیستم محاسبه هزینه تولید محصول برنج

هزینه تولید محصول برنج برحسب تومان در هکتار را می‌توان به بخش‌های اجاره‌بهای زمین، هزینه آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت تقسیم کرد که هریک شامل اجزای دیگری می‌شوند. برای مثال، هزینه آماده‌سازی زمین شامل هزینه شخم، تسطیح، دیسک، کرت‌بندی و لای‌روبی انهار می‌شود. هزینه شخم خود به هزینه شخم ماشینی و شخم غیرماشینی قابل تفکیک است که به درجه مکانیزاسیون شخم در محصول برنج بستگی دارد. همچنین هزینه تسطیح نیز به هزینه تسطیح ماشینی و غیرماشینی قابل تفکیک است که به درجه مکانیزاسیون در فعالیت تسطیح آن بستگی دارد. هزینه کاشت نیز شامل هزینه بذر، کود شیمیایی کاشت، کود حیوانی و سایر هزینه‌های کاشت می‌شود. هزینه‌های داشت نیز شامل هزینه اسمی آب، آبیاری، وجین، سم، کود شیمیایی داشت و سایر هزینه‌های داشت می‌شود. هزینه‌های برداشت محصول نیز شامل هزینه درو، جمع‌آوری و حمل در مزرعه، خرمن‌کوبی (شامل هزینه‌های برنج‌کوبی در تبدیل شلتوک به برنج)، بسته‌بندی، حمل و انبارداری (شامل هزینه‌های بسته‌بندی، حمل و انبارداری شلتوک در فرایند تبدیل شلتوک به برنج) و سایر هزینه‌های برداشت می‌شود. مجموع هزینه‌های تولید محصول برنج با تقسیم‌بر شاخص قیمت سال پایه ۱۳۹۵ به قیمت ثابت تبدیل می‌شود (شکل ۶).

شکل ۶. نمودار جریان زیرسیستم محاسبه هزینه تولید محصول برنج

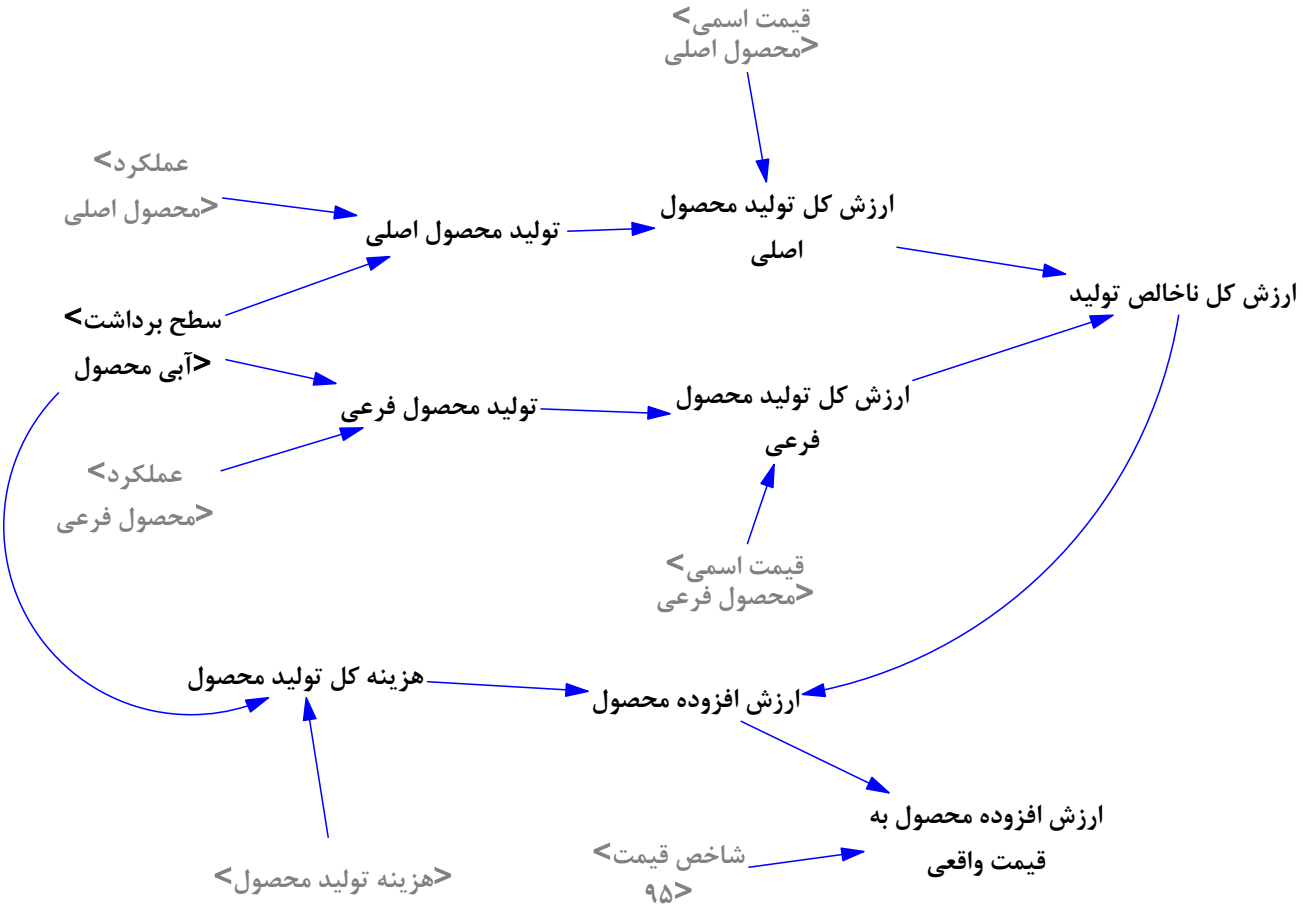


مأخذ: همان.

۴-۵. زیرسیستم محاسبه میزان تولید محصول برنج

همان‌طور که شکل ۷ نشان می‌دهد تولید محصول اصلی و فرعی برنج (کیلوگرم) از ضرب سطح برداشت آبی (هکتار) محصول در عملکرد تولید محصول برنج (کیلوگرم) در واحد سطح (هکتار) به‌دست می‌آید و در ادامه با ضرب تولید محصول اصلی و فرعی برنج در قیمت آنها، ارزش کل تولید محصول و ارزش کل تولید ناخالص برنج را می‌توان به‌دست آورد. ارزش‌افزوده حاصل از کاشت برنج نیز حاصل کسر هزینه کل تولید برنج از ارزش کل تولید محصول برنج است.

شکل ۷.نمودار جریان زیرسیستم محاسبه میزان تولید محصول برنج

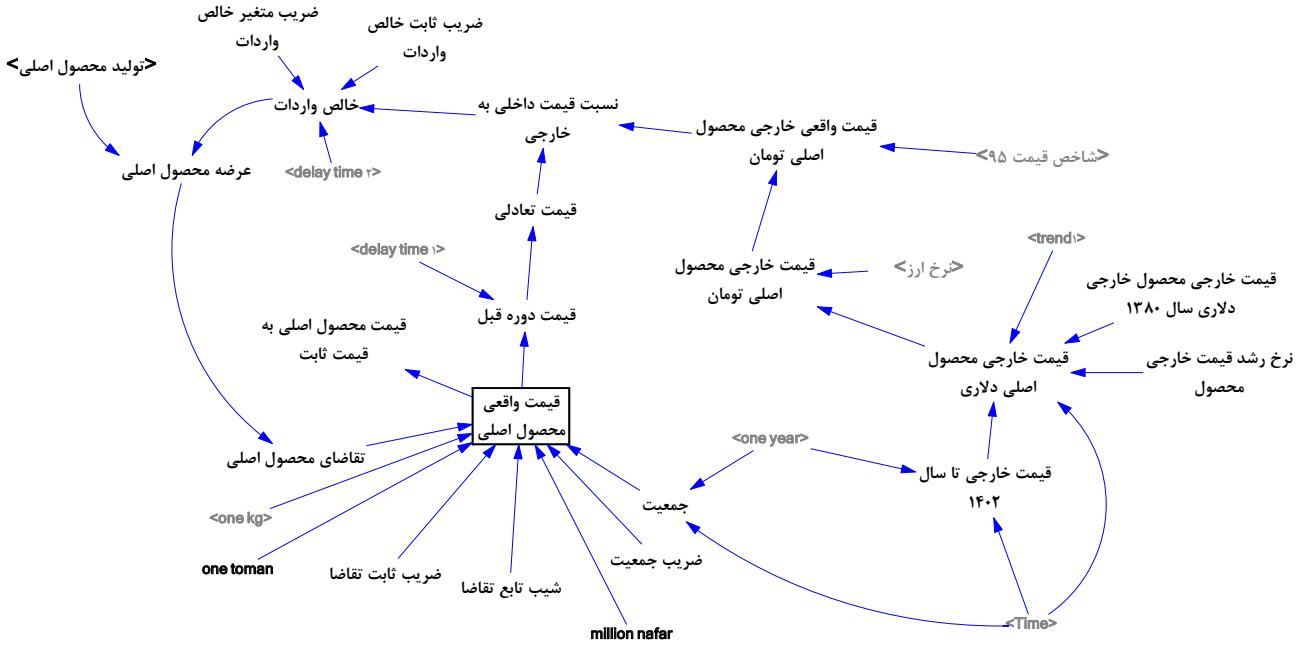


مأخذ: همان.

۵-۵. زیرسیستم بازار محصول برنج

شکل ۸ زیرسیستم بازار محصول برنج را نشان می‌دهد این زیرسیستم براساس مدل قیمت‌گذاری تارعنکبوتی ساخته شده است. بدین معنی که قیمت دوره قبل، تعیین‌کننده عرضه محصول برنج در دوره بعد خواهد بود و همچنین نسبت قیمت برنج داخلی به قیمت برنج داخلی دوره قبل، تعیین‌کننده میزان خالص واردات محصول برنج است که ناشی از تأخیر در سفارش کالا از خارج و ترخیص و ورود کالا از گمرک است. تقاضا برای برنج نیز تابعی از قیمت و جمعیت است. شایان ذکر است که قیمت مواد اولیه مانند سم و کود به‌صورت برون‌زا وارد مدل شده‌اند.

شکل ۸. نمودار جریان زیرسیستم بازار محصول برنج

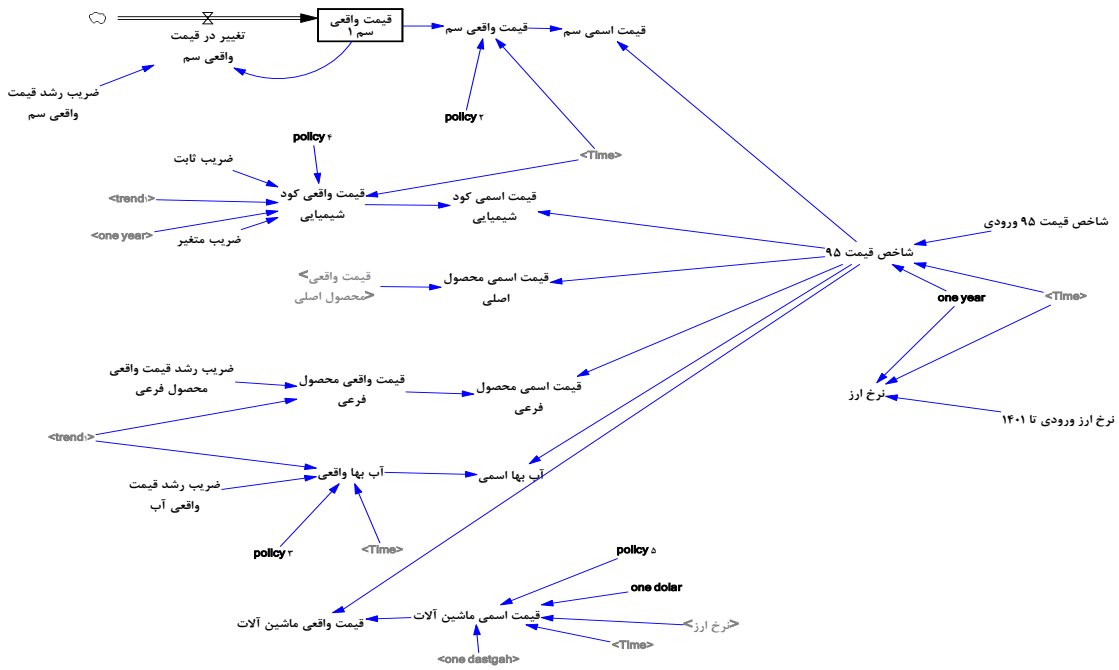


مأخذ: همان.

۶-۵. زیرسیستم قیمت عوامل تولید

شکل ۹ زیرسیستم قیمت عوامل تولید و قیمت محل فرعی برنج را نشان می‌دهد. در این زیرسیستم، قیمت‌ها به‌صورت واقعی (به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵) براساس نرخ رشد آنها طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۸۰ محاسبه شده و سپس با استفاده از شاخص قیمت سال ۱۳۹۵ به قیمت اسمی تبدیل می‌شود. نرخ‌های رشد ثابت فرض شده‌اند. درمورد قیمت ماشین‌آلات، از آنجا که داده‌ها یافت نشدند، تابعی از نرخ ارز فرض شدند.

شکل ۹. نمودار جریان زیرسیستم قیمت عوامل تولید

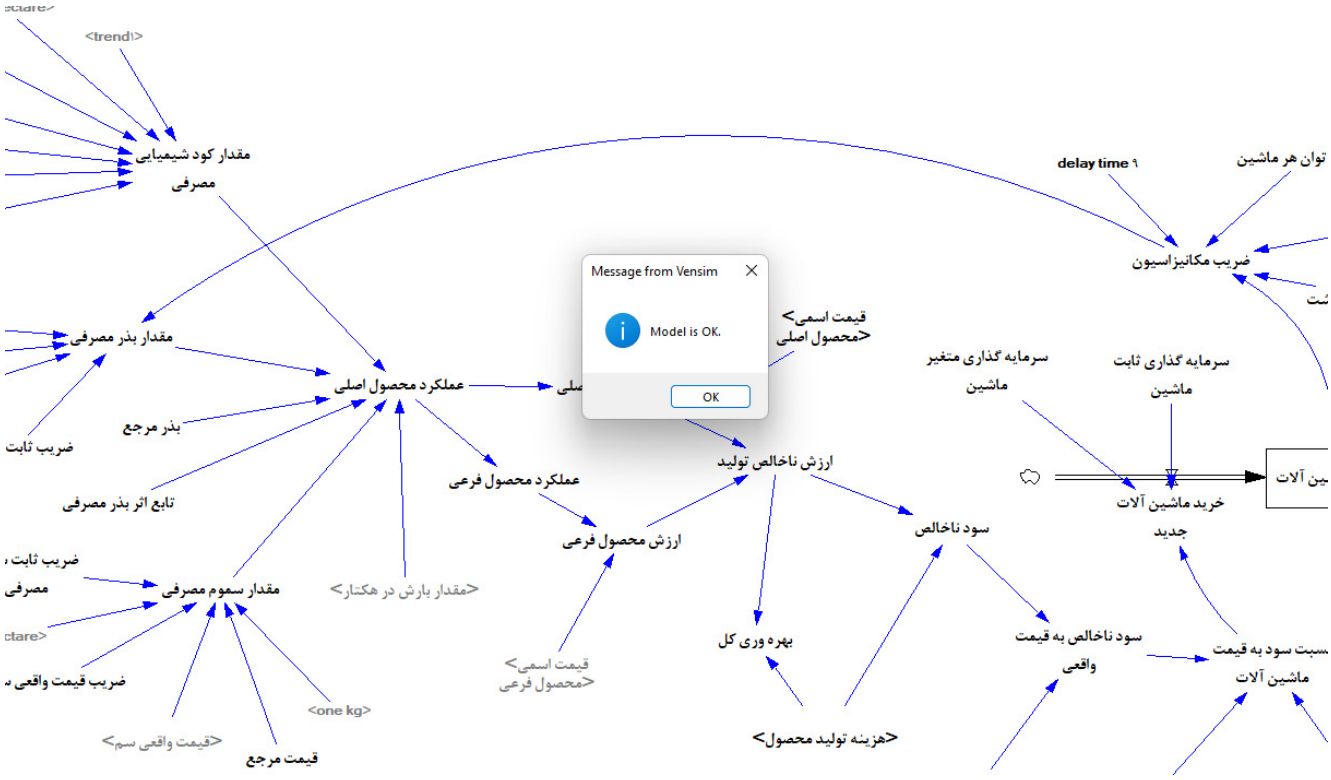


مأخذ: همان.

۵-۷. آزمون تصدیق ساختار مدل

شکل ۱۰ نمودار مربوط به آزمون تصدیق ساختار مدل را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مذکور مشاهده می‌شود، پیام تصدیق ساختار مدل توسط نرم‌افزار و نسیم ارائه شده است.

شکل ۱۰. نمودار آزمون تصدیق ساختار مدل

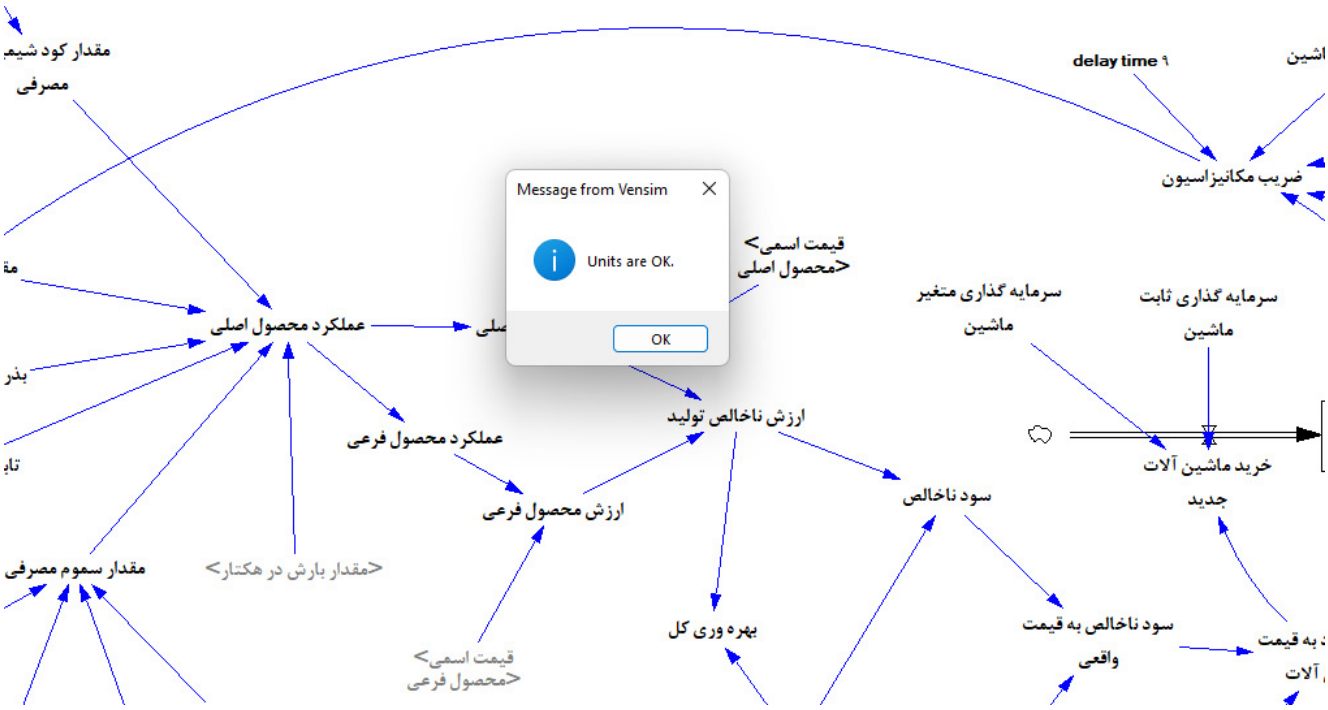


مأخذ: همان.

۵-۸. آزمون سازگاری ابعاد متغیرهای مدل

شکل ۱۱ نمودار مربوط به آزمون سازگاری ابعاد متغیرهای مدل را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، پیام تصدیق سازگاری ابعاد متغیرهای مدل توسط نرم‌افزار و نسیم ارائه شده است.

شکل ۱۱. نمودار آزمون سازگاری ابعاد متغیرهای مدل



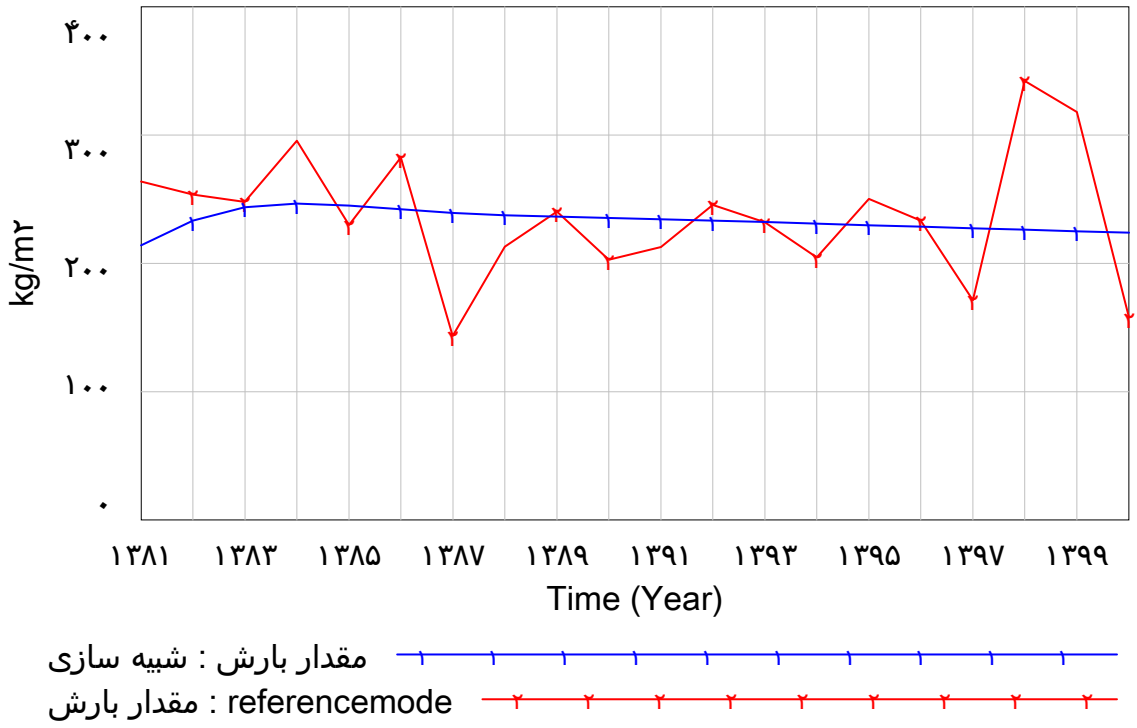
مأخذ: همان.

۶. تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۶-۱ مقدار بارش باران سالیانه

همان‌طور که گفته شد، یکی از مهم‌ترین عوامل که می‌تواند بر تولید محصولات کشاورزی تأثیر داشته باشد، مقدار بارش سالیانه است که خود می‌تواند تابعی از میانگین مقدار دما در طی سال باشد. شکل ۱۲ نشان می‌دهد که روند مقدار بارش سالیانه در طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ روندی کاهشی داشته، اما دامنه تغییرات آن افزایش یافته و از حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال ۱۳۸۱ به حدود ۲۲۳ میلی‌متر در سال ۱۴۰۰ رسیده است. روند شبیه‌سازی شده آن در واقع برازشی از میان داده‌های واقعی است که روند کاهشی دارد.

شکل ۱۲.نمودار روند مقدار بارش سالیانه (مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده)



مأخذ: همان.

۲-۶.عوامل تولید محصول برنج

۱-۲-۶.بذر (کیلوگرم در هکتار)

میزان بذر مصرفی در هکتار ازلحاظ تئوری خیلی کمتر از مقدار بذری است که اکثر کشاورزان به‌طور عملی در خزانه استفاده می‌کنند. برای مثال در کشت نشا با دست، فاصله نشاها از هم ۲۵در ۲۵ سانتی‌متر باشد. در هر هکتار ۱۶۰،۰۰۰ کپه موردنیاز است. چنانچه در هر کپه ۴ بوته نشا شود، در هر هکتار ۶۴۰،۰۰۰ بذر یا بوته موردنیاز است. باتوجه‌به اینکه وزن هر هزار دانه اکثر ارقام برنج در حدود ۲۶ تا ۲۸ گرم است، با احتساب ۲۷ گرم برای هزار دانه مقدار بذر موردنیاز ۱۷/۲۸ کیلوگرم در هکتار است. در کشت نشایی با ماشین نشاکار، که نشا در جعبه مخصوص نشا پرورش داده می‌شود، بذر مصرفی حدود ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم است. البته در کشت بذرپاشی مستقیم مقدار بهینه بذر ۸۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار ذکر شده است [۲۸].

استفاده غیربهینه و بیش‌از حد از بذر برنج، تأثیر منفی بر بهره‌وری تولید برنج دارد. با تنگ پاشیدن بذر در خزانه، نشاهای یک‌دست و قوی حاصل می‌شود و بوته‌ها پس از پایان مرحله سه‌برگی در خزانه پنجه‌دهی می‌کنند و یک یا دو پنجه تولید خواهند کرد. یعنی اینکه از ۲ تا ۳ بذر می‌تواند ۴ تا ۶ بوته به‌دست آید که برای یک کپه کفایت می‌کند. در صورت انبوه‌پاشی بذر، نشاهای باریک و ضعیف به‌دست می‌آید که نه‌فقط در خزانه پنجه‌دهی نمی‌کند، بلکه در زمین اصلی هم پنجه کمتری خواهد داد. به‌علت ضعف و باریکی بوته‌ها معمولاً کارگران نشاکار حتی ۱۰ تا ۲۰ بوته را در یک کپه نشا می‌کنند؛ به همین دلیل میزان بذر مصرفی افزایش می‌یابد و ازسوی دیگر مقدار تولید کاهش می‌یابد. براساس جدول ۱، کشاورزان طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۴۰۱، به‌طور میانگین حدود ۱۰۷ کیلوگرم بذر در هر هکتار استفاده کرده‌اند. باتوجه‌به آنکه بخشی از نوع کشت برنج به‌صورت نشاکاری سنتی است، به‌نظر می‌رسد برخی از کشاورزان مقدار بذر مصرفی را بیش‌از مقدار بهینه استفاده می‌کنند؛ به‌طوری که میانگین بذر مصرفی بیش از حد بهینه است؛ به‌ویژه در سال ۱۴۰۰، مقدار بذر مصرفی به ۱۸۳ کیلوگرم در هکتار رسید که بسیار بالاتر از مقدار بهینه آن است.

جدول ۱. مقدار بذر مصرفی بر حسب ارقام برنج طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ (کیلوگرم در هر هکتار)

سال	برنج دانه بلند پرمحصول	برنج دانه بلند مرغوب	برنج دانه کوتاه	برنج دانه متوسط پرمحصول	برنج دانه متوسط مرغوب	میانگین
۱۳۸۰	۸۶	۱۱۱	۱۵۲	۱۱۴	۱۰۸	۱۱۴
۱۳۸۱	۷۶	۹۸	۱۰۶	۸۶	۱۴۵	۱۰۲
۱۳۸۲	۸۰	۹۵	۱۰۶	۱۱۵	۱۲۹	۱۰۵
۱۳۸۳	۷۴	۹۰	۱۰۹	۱۱۰	۱۲۶	۱۰۲
۱۳۸۴	۷۰	۹۲	۱۳۱	۱۱۱	۱۲۵	۱۰۶
۱۳۸۵	۹۱	۸۷	۱۱۳	۹۱	۱۳۳	۱۰۳
۱۳۸۶	۸۸	۹۱	۱۱۹	۱۲۵	۱۴۱	۱۱۳
۱۳۸۷	۸۴	۸۸	۱۱۶	۱۱۶	۱۲۲	۱۰۵
۱۳۸۸	۷۲	۸۴	۱۲۳	۸۷	۱۲۲	۹۸
۱۳۸۹	۱۱۷	۹۷	۱۳۲	۱۲۱	۱۱۵	۱۱۶
۱۳۹۰	۱۱۲	۹۳	۶۵	۱۰۷	۱۲۹	۱۰۱
۱۳۹۱	۱۱۳	۸۷	۱۳۷	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۹
۱۳۹۲	۹۹	۸۶	۱۲۱	۱۳۲	۱۱۵	۱۱۱
۱۳۹۳	۹۲	۸۰	۱۰۷	۹۳	۱۲۰	۹۸
۱۳۹۴	۸۹	۷۶	۱۰۱	۸۳	۱۱۰	۹۲
۱۳۹۵	۷۷	۷۶	۱۱۱	۸۰	۱۴۴	۹۷
۱۳۹۶	۸۵	۷۷	۹۵	۱۰۶	۱۲۸	۹۸
۱۳۹۷	۷۹	۷۹	۸۲	۱۲۴	۱۵۶	۱۰۴
۱۳۹۸	۸۶	۸۳	۸۰	۱۰۳	۱۱۹	۹۴
۱۳۹۹	۸۹	۷۴	۹۰	۹۸	۱۳۲	۹۷
۱۴۰۰	۸۳	۷۷	۱۱۵	۴۸۳	۱۵۹	۱۸۳
۱۴۰۱	۸۹	۸۵	۱۰۳	۱۰۶	۱۴۲	۱۰۵
میانگین	**۸۸**	**۸۷**	**۱۱۰**	**۱۲۲**	**۱۲۸**	**۱۰۷**

مأخذ: بانک اطلاعات وزارت کشاورزی [۳۲] و محاسبات محقق.

۲-۲-۶. کودهای شیمیایی (کیلوگرم در هکتار)

مقدار برخی از کودهای شیمیایی در هکتار نیز ازلحاظ تئوری خیلی کمتر از مقدار کودی است که بیشتر کشاورزان به‌طور عملی استفاده می‌کنند. همان‌طور که در بخش‌های دیگر ذکر شد، مقدار بهینه پتاسه (پتاسیم:(K_2O)) ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار، مقدار بهینه ازت (نیتروژن(N)) ۸۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و مقدار بهینه فسفاته (فسفر (P_2O_5)) ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار است [۲۹]. این درحالی است که براساس جدول ۲، کشاورزان طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۴۰۲، به‌طور میانگین ۲۱۸ کیلوگرم در هکتار ازت به‌کار برده‌اند که نزدیک به دوبرابر مقدار بهینه آن است. همچنین، در دوره مذکور، به‌طور میانگین ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار فسفاته به کار برده‌اند که آن‌هم نزدیک به دوبرابر مقدار بهینه آن است و فقط مقدار پتاسه در حد بهینه به‌کار رفته است.

جدول ۲.مقدار کود شیمیایی برای تولید برنج طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ (کیلوگرم در هر هکتار)

سال	مقدار پتاسه	مقدار ازته	مقدار فسفاته	مقدار سایر کود شیمیایی	مقدار ریزمغذی	مقدار کل کود شیمیایی
۱۳۸۰	۶۲	۱۶۶	۶۵	۱۴		۳۰۸
۱۳۸۱	۲۵	۲۱۵	۱۲۷	۵		۳۷۳
۱۳۸۲	۳۳	۱۹۴	۱۱۳	۱۰		۳۵۰
۱۳۸۳	۲۴	۲۲۴	۱۲۶	۸		۳۸۲
۱۳۸۴	۳۸	۲۱۰	۱۳۹	۹		۳۹۶
۱۳۸۵	۲۹	۲۱۸	۱۳۱	۱۰		۳۸۷
۱۳۸۶	۲۸	۲۱۸	۱۳۰	۱۵		۳۹۱
۱۳۸۷	۳۱	۲۱۴	۱۳۶	۴		۳۸۶
۱۳۸۸	۲۶	۲۱۱	۱۳۵	۱		۳۷۴
۱۳۸۹	۱۸	۱۹۱	۱۰۵	۶		۳۲۰
۱۳۹۰	۱۳	۲۱۷	۱۱۳	۴		۳۴۸
۱۳۹۱	۱۵	۱۵۹	۸۳	۱۳		۲۷۰
۱۳۹۲	۱۹	۱۸۷	۹۱	۱۱		۳۰۸
۱۳۹۳	۲۱	۲۰۹	۸۶	۵	۱	۳۲۲
۱۳۹۴	۲۱	۲۰۹	۹۰	۴	۱	۳۲۵
۱۳۹۵	۵۱	۲۳۳	۹۰	۵	۱	۳۸۰
۱۳۹۶	۵۳	۲۲۹	۹۷	۵	۱	۳۸۵
۱۳۹۷	۵۰	۲۴۳	۹۰	۶	۳	۳۹۲
۱۳۹۸	۴۲	۲۵۳	۱۰۰	۹	۱	۴۰۴
۱۳۹۹	۳۵	۳۲۹	۹۸	۸	۱	۴۷۰
۱۴۰۰	۱۶۵	۲۴۳	۱۰۹	۸	۲	۵۲۶
۱۴۰۱	۵۴	۲۳۴	۱۰۲	۴۶	۲	۴۳۸
میانگین	**۳۹**	**۲۱۸**	**۱۰۵**	**۱۰**	**۱**	**۳۷۳**

مأخذ: همان.

۳-۲-۶. سموم و آفت‌کش‌ها (کیلوگرم در هکتار):

مقدار برخی از سموم در هکتار نیز ازلحاظ تئوری خیلی کمتر از مقدار سمی است که بیشتر کشاورزان به‌طور عملی استفاده می‌کنند. همان‌طور که در بخش‌های دیگر ذکر شد، مقدار بهینه علف‌کش ۲ تا ۳ لیتر در هکتار (بسته به نوع علف هرز)، حشره‌کش ۰.۵ تا ۱ لیتر در هکتار (در صورت نیاز) و قارچ‌کش ۱ تا ۱.۵ کیلوگرم در هکتار (برای کنترل بیماری‌هایی مانند بلاست برنج) است [۳۰]. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، مقدار میانگین حشره‌کش و قارچ‌کش به‌کاررفته برای تولید برنج طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ بیش‌از مقدار بهینه است که البته بخشی از آن ناشی از افزایش شدید این دو قلم در سال ۱۴۰۱ براساس داده‌های وزارت کشاورزی است. اما اگر سال ۱۴۰۱ نیز درنظر گرفته نشود، مقدار میانگین حشره‌کش به‌کاررفته برای تولید برنج ۹ کیلوگرم در هکتار است که بیش از شش‌برابر مقدار بهینه آن است. این حجم بسیار بالا از استفاده از حشره‌کش سبب افزایش مرگ‌ومیر زنبورها می‌شود که خود یکی از گلایه‌های زنبورداران است که به‌طور غیرمستقیم می‌تواند سبب کاهش تولید برنج در هر هکتار شود.

جدول ۳. مقدار سموم و آفت‌کش‌ها برای تولید برنج طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ (کیلوگرم در هر هکتار)

سال	مقدار علف‌کش	مقدار حشره‌کش	مقدار قارچ‌کش	مقدار سموم
۱۳۸۰	۳	۱۴	۰	۱۷
۱۳۸۱	۳	۱۴	۰	۱۸
۱۳۸۲	۳	۱۹	۱	۲۳
۱۳۸۳	۳	۱۲	۰	۱۶
۱۳۸۴	۳	۱۳	۱	۱۷
۱۳۸۵	۳	۱۰	۱	۱۴
۱۳۸۶	۳	۱۰	۰	۱۳
۱۳۸۷	۳	۱۰	۰	۱۴
۱۳۸۸	۳	۱۰	۱	۱۴
۱۳۸۹	۳	۱۷	۲	۲۲
۱۳۹۰	۳	۸	۰	۱۲
۱۳۹۱	۳	۱۱	۱	۱۴
۱۳۹۲	۳	۷	۱	۱۱
۱۳۹۳	۳	۱	۱	۵
۱۳۹۴	۳	۹	۱	۱۳
۱۳۹۵	۳	۶	۱	۱۰
۱۳۹۶	۳	۴	۱	۷
۱۳۹۷	۳	۵	۱	۹
۱۳۹۸	۳	۵	۰	۸
۱۳۹۹	۲	۶	۰	۸
۱۴۰۰	۲	۵	۱	۹
۱۴۰۱	۲	۲۱۰	۱۴۲	۳۵۴
میانگین	۳	۲۰	۸	۳۱

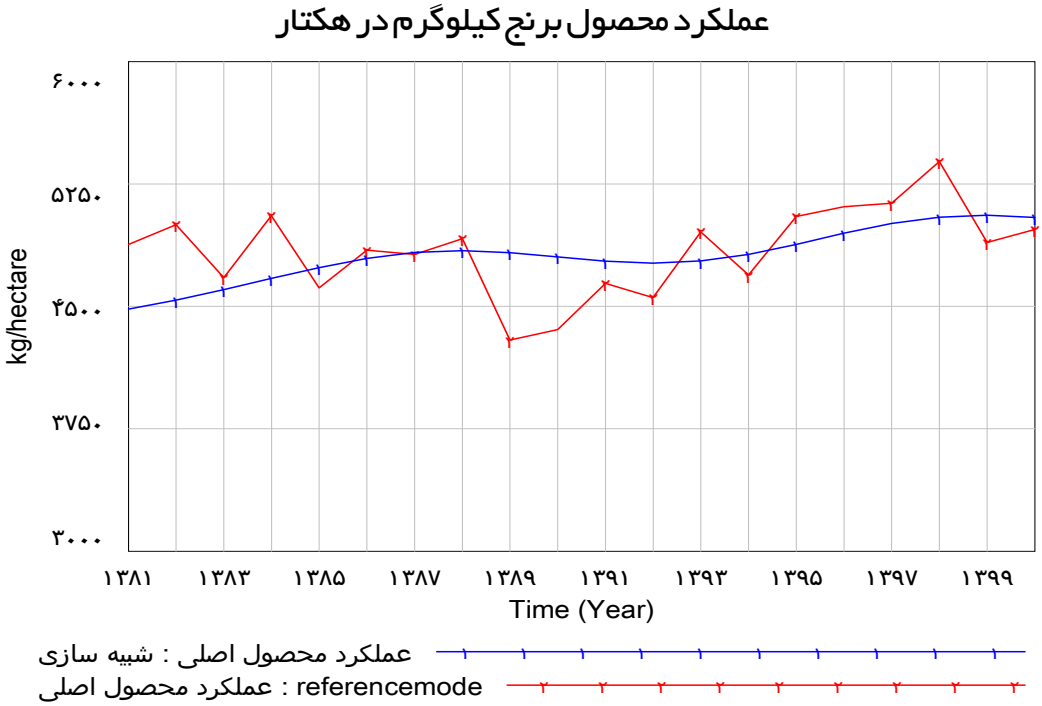
مأخذ: همان.

۳-۶. متوسط عملکرد تولید محصول برنج

باتوجه‌به محدودیت در سطح زمین‌های مناسب کشت، عملکرد تولید برنج در تولید محصولات کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. عوامل مؤثر در تولید محصولات کشاورزی عبارت از نیروی کار، ماشین‌آلات، مقدار بارش سالیانه، مقدار بذر مصرفی، مقدار سم و مقدار کود شیمیایی مصرفی در هر واحد هکتار است. به‌منظور برآورد تابع تولید (عملکرد در واحد سطح) از روش کالیبراسیون مدل سیستمی و غیرخطی استفاده شد که در آن ضریب مقدار بذر مصرفی براساس مقدار به‌کارگیری در تولید تغییر می‌کند.

شکل ۱۳ روند مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده عملکرد تولید برنج را براساس مدل سیستمی نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، روند واقعی متغیر عملکرد تولید برنج طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱ درحال کاهش، اما این متغیر از سال ۱۴۰۰-۱۳۹۰ درحال افزایش است که بخشی از آن ناشی از برقی کردن چاه‌های کشاورزی است.

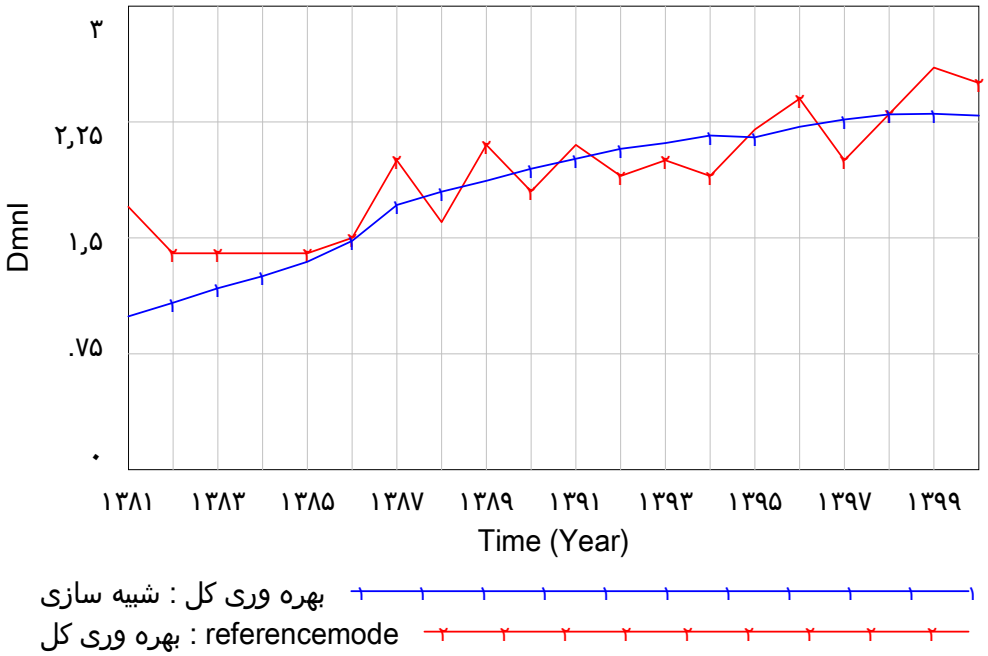
شکل ۱۳.روند عملکرد تولید برنج (مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده با مدل سیستمی)



مأخذ: همان.

شکل ۱۴ نیز روند مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده بهره‌وری کل عوامل تولید را براساس مدل سیستمی نشان می‌دهد. برقی کردن چاه‌های کشاورزی و افزایش بارندگی (در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) سبب افزایش در روند بهره‌وری کل شده است که البته این روند افزایشی پایدار نیست.

شکل ۱۴.روند بهره‌وری کل (مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده با مدل سیستمی)

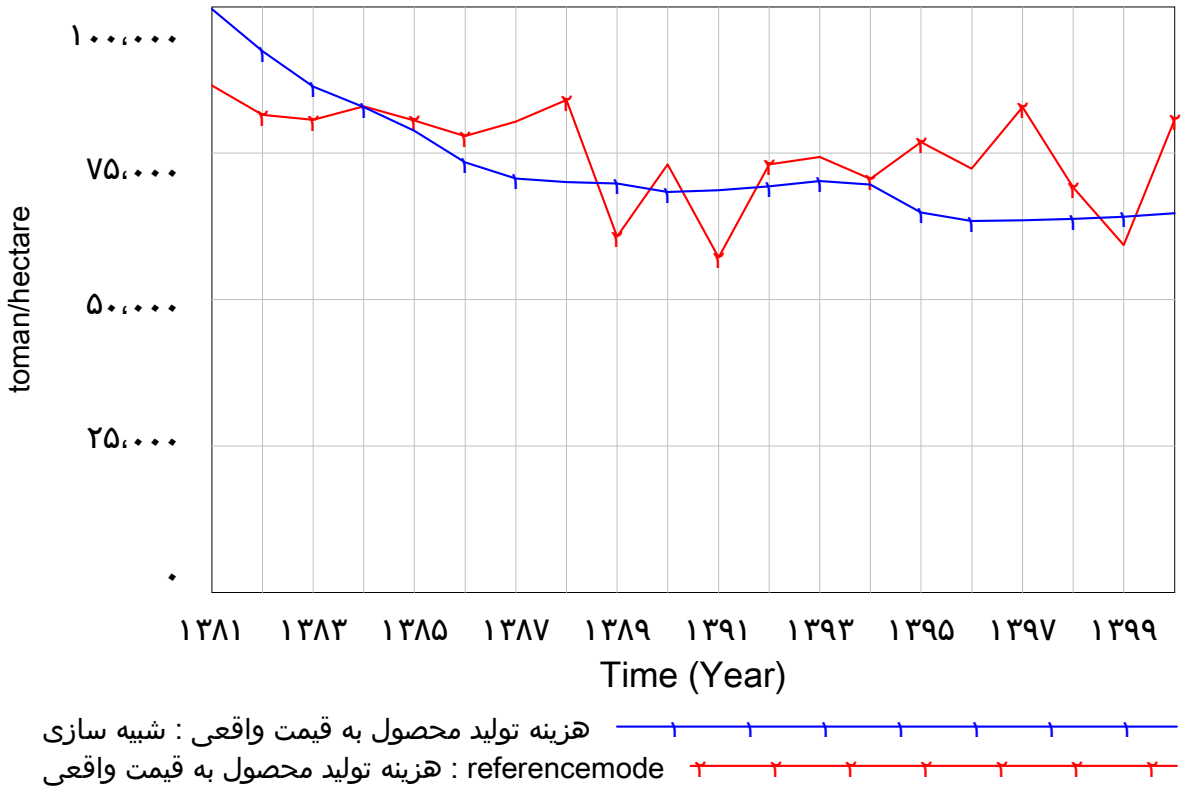


مأخذ: همان.

۶-۴. هزینه تولید محصول برنج

شکل ۱۵ روند واقعی و شبیه‌سازی شده هزینه تولید محصول اصلی برنج را به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. همان‌طور که از منحنی روند اعداد واقعی هزینه تولید محصول اصلی برنج به قیمت واقعی برمی‌آید، تا سال ۱۴۰۰ روند هزینه تولید محصول برنج نزولی همراه با نوسان بود. منحنی شبیه‌سازی منتج از مدل نیز نزولی است که از سال ۱۳۹۴ به‌بعد تقریباً به ثبات رسیده است.

شکل ۱۵. روند هزینه تولید محصول اصلی برنج به قیمت واقعی



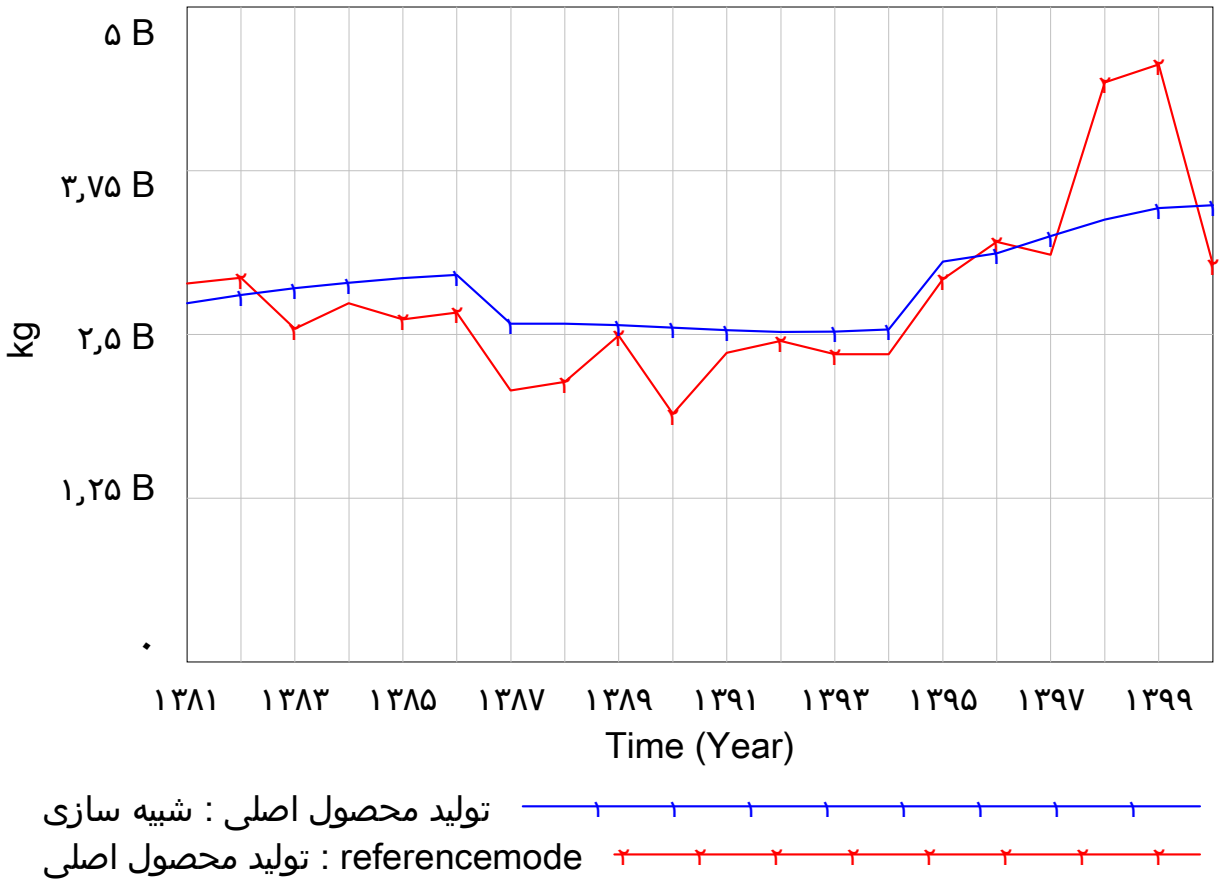
مأخذ: همان.

بخشی از کاهش هزینه تولید محصول تولید برنج (تومان به قیمت ثابت ۱۳۹۵) ناشی از برقی کردن چاه‌های کشاورزی و یارانه پنهان انرژی ناشی از آن و کاهش آب‌بهای مصرفی ناشی از برداشت از آب‌های نیمه‌عمیق و عمیق بوده است. این درحالی است که با واقعی کردن قیمت برق و افزایش آب‌بهای مصرفی، هزینه‌های تولید برنج افزایش خواهد یافت.

۶-۵. میزان تولید محصول برنج

شکل ۱۶ روند واقعی و شبیه‌سازی شده تولید محصول اصلی برنج را برحسب میلیون تن نشان می‌دهد. همان‌طور که از منحنی روند اعداد واقعی تولید محصول اصلی برنج برمی‌آید، تا سال ۱۳۹۵ روند تولید محصول برنج نزولی یا به نسبت ثابت بود، اما از سال ۱۳۹۶ روند روبه‌رشدی در تولید محصول برنج مشاهده می‌شود که ناشی از افزایش سطح زیر کشت محصول برنج در واکنش به افزایش سودآوری کاشت برنج بوده است. منحنی شبیه‌سازی منتج از مدل نیز همان خط سیر را دنبال می‌کند و به‌نظر می‌رسد که مدل برآورد به نسبت مناسبی از اعداد واقعی را به‌دست می‌دهد. در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ مقدار تولید برنج فراتر از مقدار برازش شده آن است که ناشی از افزایش شدید در سطح زمین زیر کشت برنج و بارندگی مناسب در آن سال‌هاست که پایدار نیست و در سال‌های آتی بعید است که تکرار شود. براساس برآورد مدل، میزان تولید برنج در سطح ۳/۳ میلیون تن در سال خواهد بود.

شکل ۱۶. روند تولید محصول اصلی برنج (میلیون تن)

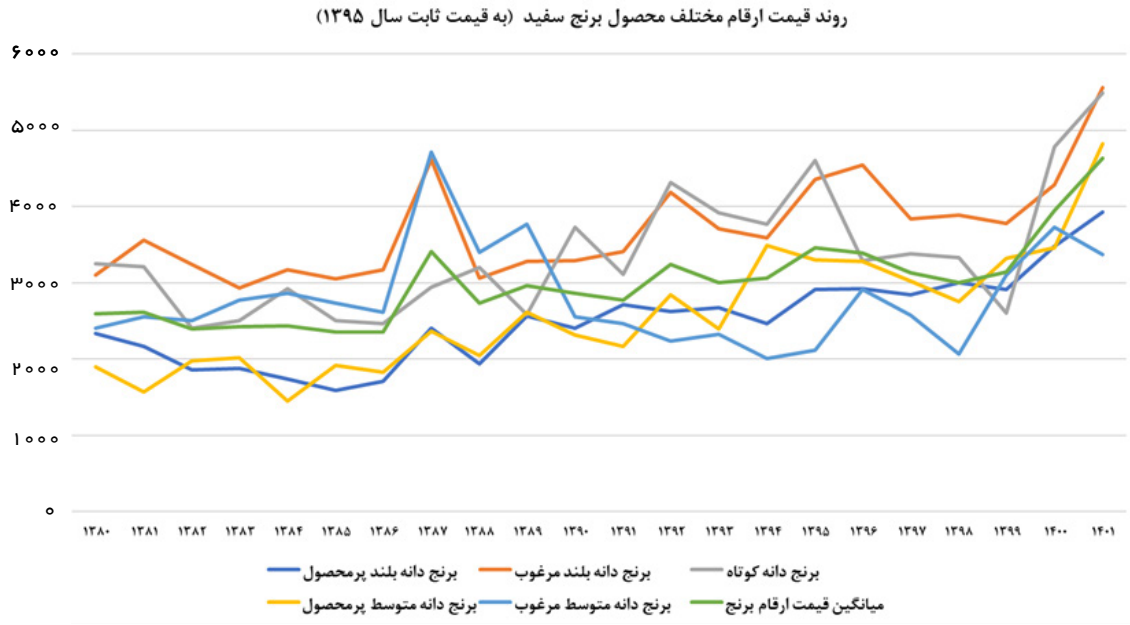


مأخذ: همان.

۶-۶. قیمت محصول برنج

قیمت محصول اصلی برنج براساس میانگین قیمت ارقام مختلف و مستخرج از بانک اطلاعات وزارت کشاورزی محاسبه شده است. از آنجا که هدف از این تحقیق پیش‌بینی قیمت نقطه‌ای نیست و هدف برآورد تغییرات در روند بلندمدت قیمت حاصل از سیاستگذاری است، لذا در این تحقیق قیمت‌های نسبی اهمیت دارند. همان‌طور که در شکل ۱۷ مشاهده می‌شود، انواع مختلف ارقام برنج تغییرات قیمت (به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵) به نسبت مشابهی داشته‌اند. برای مثال در سال ۱۳۸۷، قیمت همه ارقام برنج افزایش قابل توجهی داشته‌اند یا در سال ۱۴۰۱ نیز، قیمت همه ارقام برنج به‌جز برنج دانه‌بلند پرمحصول چنین افزایشی داشته‌اند. شایان ذکر است که قیمت‌های بازار ارقام محصول برنج از قیمت‌هایی که برای ارزش‌گذاری محصول اصلی در بانک اطلاعات وزارت کشاورزی استفاده شده است، به‌مراتب بالاترند، اما با فرض آنکه رابطه مستقیمی بین آنها وجود دارد، قیمت‌ها از بانک اطلاعات وزارت کشاورزی استخراج شدند.

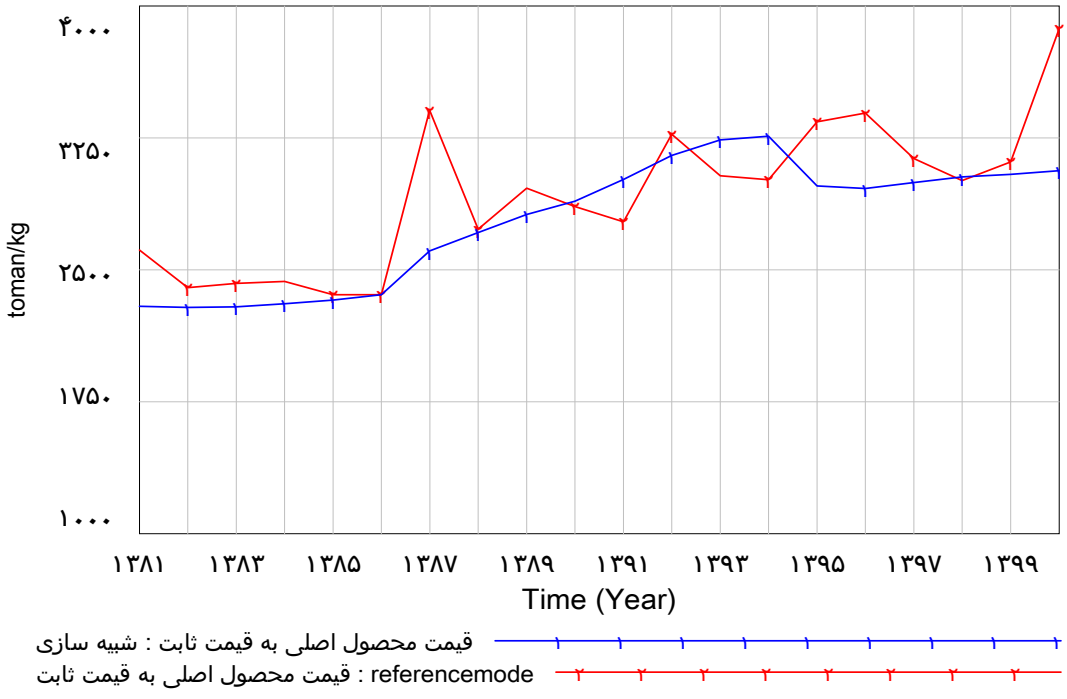
شکل ۱۷. روند قیمت ارقام مختلف محصول برنج سفید (تومان در هر کیلوگرم به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵)



مأخذ: بانک اطلاعات فائو [۳۱] و محاسبات محقق.

شکل ۱۸ روند واقعی و شبیه‌سازی شده میانگین قیمت محصول اصلی برنج را به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. همان‌طور که از منحنی روند اعداد واقعی محصول اصلی برنج برمی‌آید، تا سال ۱۳۸۶ روند قیمت محصول برنج ثابت بود، اما از سال ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ روند رشد فزاینده‌ای را همراه با نوسان طی کرد. منحنی شبیه‌سازی منتج از مدل نیز خط سیر روند اعداد واقعی محصول اصلی برنج را دنبال می‌کند.

شکل ۱۸. روند میانگین قیمت محصول اصلی برنج (به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵)

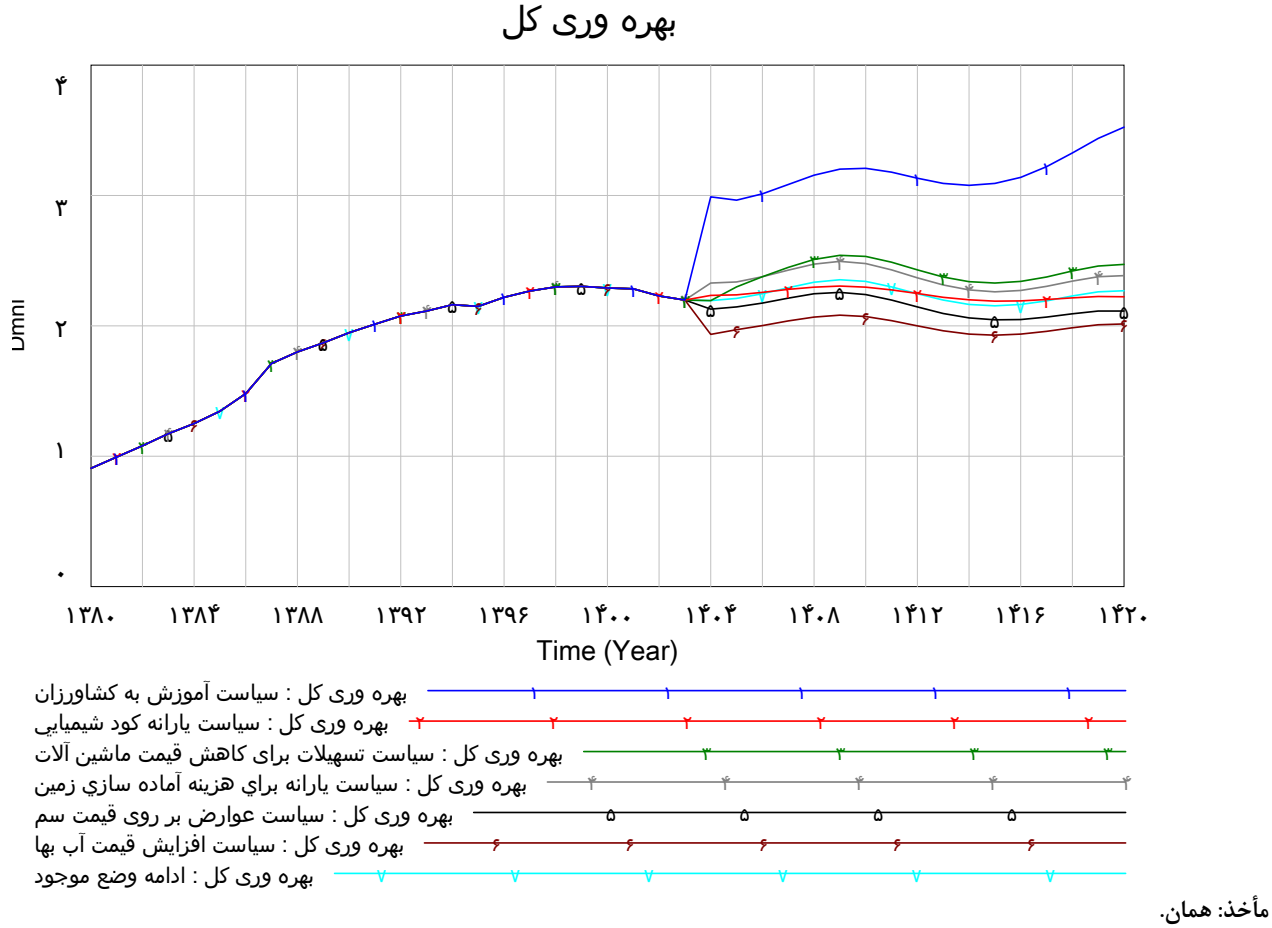


مأخذ: یافته‌های پژوهش.

۷.سیاستگذاری

شکل ۱۹ اثر سیاست‌های مختلف، شامل سیاست آموزش به کشاورزان، سیاست یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین، سیاست عوارض بر قیمت سم، سیاست افزایش قیمت آب‌بها، سیاست یارانه به کود شیمیایی و سیاست تسهیلات برای کاهش قیمت ماشین‌آلات را بر بهره‌وری کل تولید برنج نشان می‌دهد. فرض شده است که سیاست‌ها از سال ۱۴۰۴ شروع به اجرا می‌شوند و تا سال پایانی مدل (۱۴۲۰) ثابت باقی می‌مانند. همان‌طور که شکل ۱۹ نشان می‌دهد، با اجرای سیاست آموزش به کشاورزان، روند بهره‌وری به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد که به‌دلیل تأثیر آموزش بر مقدار به‌کارگیری نهاده‌ها به‌صورت بهینه است. این سیاست با فرض کاهش ۵۰درصدی در استفاده از میانگین سموم و کود شیمیایی و کاهش ۲۵درصدی در میزان بذر مصرفی درنظر گرفته شده است. با اجرای سیاست پرداخت یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین، روند بهره‌وری افزایش می‌یابد که به‌دلیل کاهش هزینه‌های تولید محصول برنج است. این سیاست با فرض کاهش ۵۰درصدی در هزینه آماده‌سازی زمین درنظر گرفته شده است. با افزایش قیمت آب‌بها، روند بهره‌وری کاهش می‌یابد که به‌دلیل افزایش هزینه‌های تولید محصول برنج است. این سیاست با فرض افزایش دوبرابری قیمت آب‌بهای مصرفی درنظر گرفته شده است. سایر سیاست‌ها بین دو حد مذکور در حرکت‌اند. شایان ذکر است که سیاست پرداخت یارانه به کود شیمیایی تأثیر قابل توجهی بر روند بهره‌وری نسبت به روند وضع موجود ندارد. این درحالی است که این سیاست با فرض کاهش ۵۰درصدی در قیمت کود شیمیایی درنظر گرفته شده است. سیاست تسهیلات برای کاهش قیمت ماشین‌آلات نیز می‌تواند به افزایش قابل توجه بهره‌وری کل منجر شود؛ به‌ویژه ماشین‌آلات نشاکار که می‌تواند بذر مصرفی را کاهش دهد و سبب افزایش عملکرد تولید برنج شود.

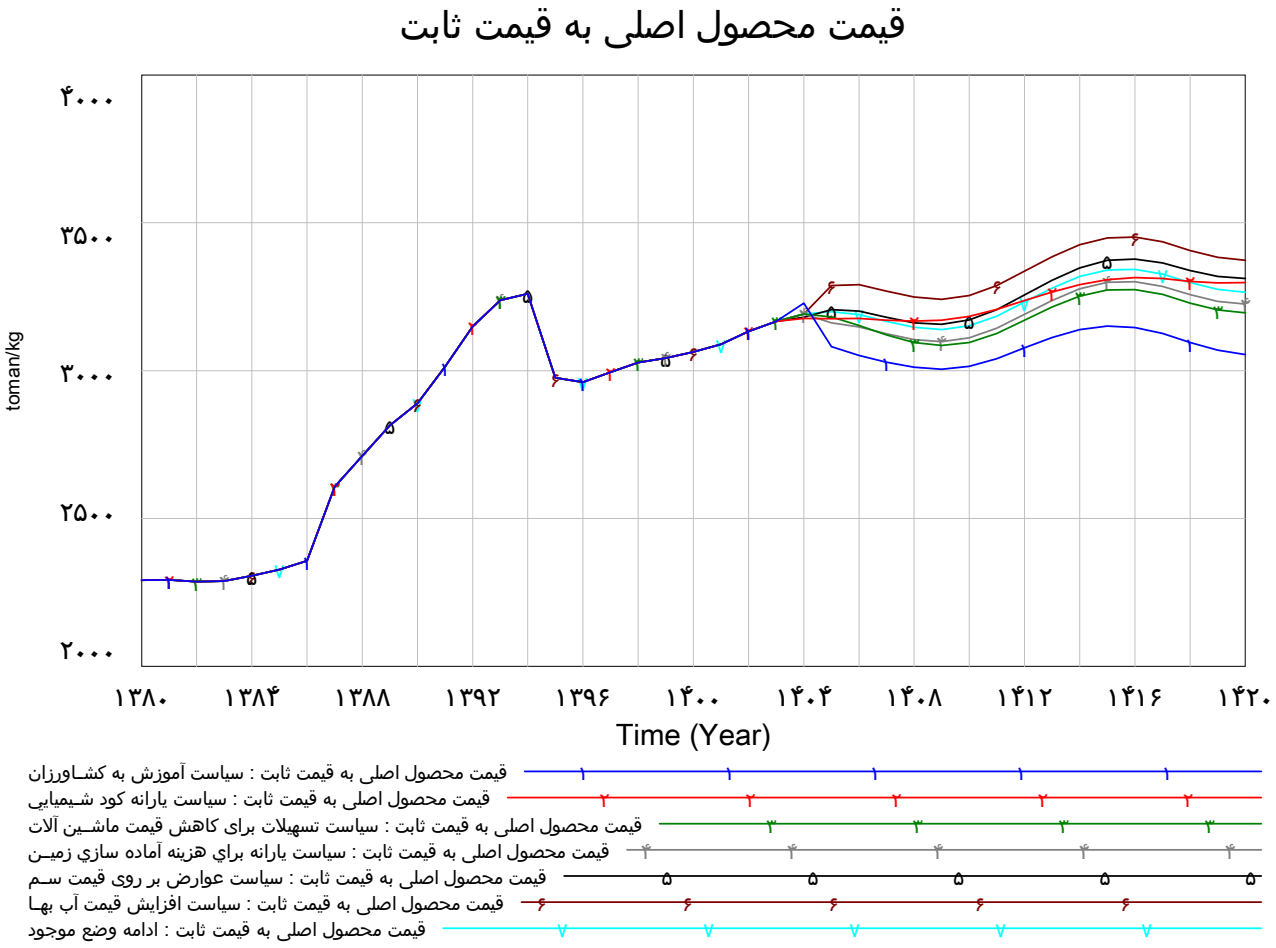
شکل ۱۹.اثر سیاست‌های مختلف بر روند بهره‌وری کل تولید برنج



مأخذ: همان.

شکل ۲۰ نیز اثر سیاست‌های مختلف را بر قیمت محصول اصلی برنج به قیمت سال پایه ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. همان‌طور که این شکل نشان می‌دهد با افزایش قیمت آب‌بها، روند میانگین قیمت محصول اصلی برنج نسبت به ادامه وضع موجود افزایش قابل توجهی می‌یابد که به‌دلیل افزایش هزینه‌های تولید محصول برنج است. با اجرای سیاست آموزش به کشاورزان، روند قیمت واقعی برنج کاهش قابل توجهی می‌یابد که به‌دلیل کاهش هزینه‌های تولید محصول برنج است. سایر سیاست‌ها بین دو حد مذکور در حرکت‌اند. شایان ذکر است که سیاست پرداخت یارانه به کود شیمیایی تأثیر قابل توجهی بر روند قیمت واقعی برنج نسبت به روند وضع موجود ندارد. گفتنی است که این سیاست‌ها اثر کمی بر عملکرد تولید برنج دارند؛ زیرا تا زمانی که کشاورزان از عوامل تولید به‌طور بهینه استفاده نکنند، عملکرد تولید برنج افزایش قابل توجهی نمی‌یابد. در این خصوص، بهترین سیاست، آموزش به کشاورزان است که از عوامل تولید به‌طور بهینه بهره‌مند شوند.

شکل ۲۰. اثر سیاست‌های مختلف بر میانگین قیمت محصول اصلی برنج به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵



مأخذ: همان.

۸. جمع‌بندی و پیشنهادها

در جهان امروز، ارتقای بهره‌وری به‌عنوان بهترین و مؤثرترین روش دستیابی به رشد اقتصادی، باتوجه‌به کمیابی منابع تولید شناخته می‌شود. افزایش بهره‌وری ازطریق بهبود کارایی مصرف نهاده‌ها و درنتیجه، کاهش هزینه‌های تولید موجب افزایش قدرت رقابتی محصولات یک بخش در بازارهای جهانی می‌شود که این موضوع رونق تولید را در سطح اقتصاد در پی خواهد داشت. به‌منظور افزایش بهره‌وری در اقتصاد ایران لازم است که بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم و عمده فعالیت‌های اقتصادی کشور مورد توجه قرار گیرد؛ زیرا این بخش در مقایسه با سایر بخش‌های اقتصادی از نظر تولید، اشتغال، ارزآوری، تأمین غذای موردنیاز کشور و وابستگی کمتر به ارز خارجی از اهمیت خاصی برخوردار است.

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که اغلب کشاورزان مقدار بذر، سم و کود شیمیایی را غیربهینه و به میزان بیش از مقدار لزوم در تولید برنج به‌کار می‌گیرند. استفاده غیربهینه و بیش‌از حد از عوامل تولید (مانند بذر برنج)، تأثیر منفی بر بهره‌وری تولید برنج دارد. به‌منظور بهبود و ارتقای بهره‌وری در بخش کشاورزی، اجرای سیاست‌های مناسب به‌صورت هدفمند و هوشمندانه ضروری و نیازمند توجه وزارت کشاورزی به‌عنوان متولی اصلی این بخش است. سیاست‌های مختلف شامل سیاست آموزش به کشاورزان، سیاست یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین، سیاست عوارض بر قیمت سم، سیاست افزایش قیمت آب‌بها، سیاست یارانه به کود شیمیایی و سیاست تسهیلات برای کاهش قیمت ماشین‌آلات نشاکار در این مطالعه مقایسه شد که سیاست آموزش به کشاورزان، سیاست تسهیلات برای کاهش هزینه ماشین‌آلات و سیاست یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین به نسبت سایر سیاست‌ها اثربخشی بیشتری بر روی بهره‌وری تولید برنج داشت؛ لذا اجرای آن توصیه می‌شود، اما سیاست پرداخت یارانه به کود شیمیایی اثر قابل توجهی بر آنها ندارد و از این منظر توصیه نمی‌شود.

شایان ذکر است که تا زمانی که کشاورزان از عوامل تولید به‌طور بهینه استفاده نکنند، عملکرد تولید برنج افزایش قابل توجهی نمی‌یابد. در این خصوص، بهترین سیاست به‌منظور ارتقای بهره‌وری تولید برنج، سیاست آموزش به کشاورزان است که از عوامل تولید به‌طور بهینه استفاده کنند. سایر سیاست‌ها مانند تجهیز نوسازی اراضی، آبیاری متناوب و استفاده از ارقام اصلاح شده نیز از اهمیت بالایی برخوردارند که در نسخه فعلی مدل مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

در انتها، شایان ذکر است که سیاست‌ها در این گزارش مانند سیاست یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین به معنای پرداخت از محل درآمدهای عمومی دولت نیست، بلکه با درنظر گرفتن اصل ۷۵ است که در آن «هر طرح یا پیشنهاد قانونی که به کاهش درآمد عمومی یا افزایش هزینه‌های عمومی می‌انجامد، باید شامل طریق جبران کاهش درآمد یا تأمین هزینه جدید باشد». لذا برای مثال فرض شده است که هزینه‌های سیاست یارانه برای هزینه آماده‌سازی زمین از محل سیاست عوارض بر قیمت سم تأمین می‌شود.

۹. پیوست‌ها

پیوست ۱: شاخص‌های بهره‌وری

۱. شاخص‌های بهره‌وری جزئی

۱-۱. شاخص‌های بهره‌وری آب

شاخص‌های بهره‌وری آب در قالب رویکردهای فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی- زیست‌محیطی مطرح می‌شوند که هر رویکرد شاخص‌های مختلفی را شامل می‌شود. مطابق با رویکرد فیزیکی، افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی به‌معنای تولید محصول بیشتر به‌ازای واحد حجم آب مصرفی است. در رویکرد اقتصادی، کسب سود بیشتر به‌ازای واحد حجم آب مصرفی، مقادیر بیشتر بهره‌وری آب را ارائه می‌کند. همچنین براساس رویکرد اجتماعی- زیست‌محیطی، کسب منافع اجتماعی نظیر ایجاد اشتغال، تولید غذای

بیشتر یا افزایش رفاه و درآمد سرانه به‌ازای واحد حجم آب مصرفی، همراه با ملاحظات زیست‌محیطی همچون ایجاد آلودگی کمتر، به‌معنای افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی است. در ادامه، برخی از شاخص‌های کاربردی درزمینه بهره‌وری نهاده آب در کشاورزی مورد بحث قرار گرفته است.

الف) عملکرد به‌ازای واحد حجم آب

شاخص CPD [1] یا محصول در قطره یکی از شاخص‌های مطرح درخصوص سنجش میزان بهره‌وری آب در کشاورزی با رویکرد فیزیکی است. این شاخص نسبت مقدار محصول تولیدی به حجم آب مصرفی را محاسبه می‌کند. بنابراین، مقادیر بالاتر شاخص مذکور بیانگر مصرف صحیح آب است.

$$CPD = (\text{مقدار محصول تولیدی}) / (\text{مقدار آب مصرفی}) \quad (۱)$$

این شاخص را می‌توان برای یک محصول، چند محصول یا حتی کل تولیدات کشاورزی به‌کار برد. اما باید توجه داشت که با افزایش تعداد محصولات، مقدار خطا در CPD نیز بیشتر خواهد شد. همچنین ممکن است CPD یک محصول زیاد باشد، اما این امر دلیل بر سود اقتصادی بیشتر نیست. لذا هنگام استفاده و تحلیل این شاخص باید به منابع خطای آن توجه کافی داشت.

ب) سود ناخالص به‌ازای واحد حجم آب

در شاخص BPD، [2] میزان سود ناخالص نسبت به مقدار آب مصرف شده مورد بحث قرار می‌گیرد. بدیهی است که فزونی سود ناخالص در مقایسه با مقدار آب مصرفی، نمایانگر سطوح مناسب‌تر بهره‌وری آب است.

$$BPD = (\text{سود ناخالص}) / (\text{مقدار آب مصرفی}) \quad (۲)$$

مزیت این شاخص سهولت در اندازه‌گیری و ضعف آن، لحاظ نکردن مقدار هزینه صرف شده در تولید محصول، به‌دلیل درنظر گرفتن سود ناخالص تولید است. بنابراین، استفاده از این شاخص برای سنجش بهره‌وری نهاده آب در میان محصولاتی با هزینه‌های تولید غیریکسان، مناسب نیست و در چنین شرایطی عموماً از نوع اصلاح شده این شاخص که در ذیل ارائه شده است، استفاده می‌شود.

ج) سود خالص به‌ازای واحد حجم آب

در رویکرد اقتصادی، یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری آب در کشاورزی، شاخص NBPD [3] یا سود خالص در قطره است که در رابطه ۳ ارائه شده است.

$$NBPD = (\text{سود خالص}) / (\text{مقدار آب مصرفی}) \quad (۳)$$

مطابق با مفهوم این شاخص، هر محصولی که با مصرف مقدار کمتر آب بتواند سود خالص بیشتری فراهم کند، از قابلیت کشت مطلوب‌تری برخوردار است. مشکل اساسی در تهیه این شاخص، تعیین مقدار دقیق سود خالص در موقعیت‌های مختلف است. افزون‌بر این، گاهی ممکن است براساس شاخص NBPD، استفاده از نهاده آب در بخش‌های غیرکشاورزی، صرفه اقتصادی بیشتری داشته باشد. لذا باید هنگام تفسیر این شاخص به مسائلی همچون امنیت غذایی، خودکفایی و مواردی از این دست توجه داشت.

د) تولید به‌ازای حجم زه‌آب

در میان شاخص‌های بهره‌وری آب با رویکرد اجتماعی- زیست‌محیطی می‌توان به شاخص تولید به‌ازای حجم زه‌آب (WPDR) [4] اشاره کرد که به‌دلیل افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از زه‌آب مزارع، کاربرد این شاخص در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. شاخص مذکور از قابلیت اندازه‌گیری و پایش برخوردار است و به‌عنوان معیاری برای سنجش میزان آسیب حاصل از فعالیت‌های کشاورزی در محیط زیست شناخته می‌شود.

$$WPDR = (\text{مقدار محصول تولیدی}) / (\text{مقدار زه‌آب}) \quad (۴)$$

1. Crop Per Drop
2. Benefit Per Drop (BPD)
3. Net Benefit Per Drop (NBPD)
4. Water Productivity Drain

۱-۲. شاخص بهره‌وری نیروی کار

به‌منظور اندازه‌گیری بهره‌وری نیروی کار در سطح یک بخش از اقتصاد، از نسبت تولید یا ارزش‌افزوده به تعداد شاغلان استفاده می‌شود. همچنین درصورت وجود اطلاعات، می‌توان در مخرج کسر به‌جای تعداد شاغلان از موارد دیگری همچون میزان کار انجام شده برحسب نفر- ساعت نیز استفاده کرد که در این صورت، بهره‌وری نیروی کار با دقت بیشتری محاسبه خواهد شد. باید توجه داشت که تغییرات بهره‌وری نیروی کار ممکن است به‌دلایل مختلفی نظیر تغییر سطح کیفی نیروی کار به واسطه آموزش، کسب تجربه و تخصص، تغییر شرایط کار، مهارت در مدیریت و غیره حاصل شود. با شناسایی این عوامل می‌توان روند تغییر بهره‌وری نیروی کار را در راستای مطلوب مدیریت کرد.

۱-۳. شاخص بهره‌وری سرمایه

شاخص بهره‌وری سرمایه در یک بخش از اقتصاد، با استفاده از نسبت ارزش‌افزوده به موجودی سرمایه در آن بخش محاسبه می‌شود. به این منظور ابتدا ارزش‌افزوده و ارزش موجودی سرمایه ثابت، از قیمت‌های جاری به قیمت‌های ثابت سال پایه تبدیل و سپس از تقسیم ارزش‌افزوده بر موجودی سرمایه، بهره‌وری سرمایه به قیمت ثابت حاصل می‌شود. بااین‌حال، فقدان آمار مربوط به موجودی سرمایه، مشکل عمده‌ای است که برخی از کشورهای درحال‌توسعه برای انجام محاسبات مذکور با آن مواجه‌اند و معمولاً مؤسسات تحقیقاتی ازطریق تعاریف خاص و استفاده از مدل‌های مختلف، به محاسبه موجودی سرمایه اقدام می‌کنند. در این خصوص، روشی که توسط سازمان‌های منطقه‌ای و بین‌المللی توصیه می‌شود روش موجودی دائمی[1] است. با استفاده از این روش می‌توان ارزش موجودی سرمایه ثابت و در پی آن، شاخص‌های بهره‌وری سرمایه را محاسبه کرد. موجودی سرمایه در مفهوم عام شامل مجموع سرمایه‌گذاری‌های انجام شده طی یک دوره منهای استهلاک سرمایه‌های موجود در آن دوره است. روش مذکور بر این اصل استوار است که استهلاک یک کالای سرمایه‌ای باید به‌گونه‌ای محاسبه شود که جمع ارزش حال استهلاک سالیانه برای سال‌های عمر مفید، با ارزش خرید کالای سرمایه‌ای برابر باشد. برای اعمال روش موجودی دائمی ابتدا تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در یک دوره نسبتاً طولانی برحسب انواع کالاهای سرمایه‌ای تفکیک می‌شود. بدیهی است هرچه تفکیک کالاهای سرمایه‌ای، تفصیلی‌تر و برآورد عمر مفید کالاها واقع‌بینانه‌تر باشد، برآورد استهلاک نیز دقیق‌تر خواهد بود. تغییرات بهره‌وری سرمایه می‌تواند به‌دلایل مختلفی نظیر پیشرفت فنی، تغییر میزان اشتغال نیروی کار، استفاده از ماشین‌آلات با کارایی بالاتر و غیره صورت گیرد.

۲. شاخص‌های بهره‌وری کل عوامل تولید

۲-۱. شاخص ابتدایی

در این شاخص، با فرض اینکه تنها دو عامل نیروی کار و سرمایه در فرایند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرند، نسبت ارزش تولید به مجموع موزون ارزش عوامل تولید به این صورت اندازه‌گیری می‌شود.

$$TFP_E = \left\{\frac{Q_t}{[a_1(r_tK_t) + a_2(w_tL_t)]}\right\} \times 100 \qquad (۵)$$

در این رابطه، $TFP_E TFP_E$ شاخص ابتدایی بهره‌وری کل، Q_tQ_t ارزش تولید، $(r_tK_t)(r_tK_t)$ ارزش سرمایه به‌کاررفته در تولید، $(w_tL_t)(w_tL_t)$ ارزش نیروی کار به‌کاررفته در تولید، a_1a_1 سهم نسبی عامل سرمایه در تولید و a_2a_2 سهم نسبی عامل نیروی کار در تولید است. افزایش نسبت بالا از یک دوره به دوره بعد بیانگر افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید است.

1. Perpetual Inventory Method (PIM)

۲-۲. شاخص کندریک[1]

شاخص بهره‌وری کل در این روش براساس نسبت محصول حقیقی به میانگین وزنی عوامل تولید کار و سرمایه، براساس این رابطه محاسبه می‌شود.

$$TFP_K = V_t/(rK_t + wL_t) \quad (۶)$$

در این رابطه، rr و ww به‌ترتیب سهم سرمایه و نیروی کار در درآمد ایجاد شده، L_tL_t نیروی کار، V_tV_t ارزش‌افزوده و K_tK_t ارزش موجودی سرمایه براساس قیمت‌های ثابت است.

۲-۳. شاخص مقداری دیویژیا

شاخص بهره‌وری کل در این روش از نسبت شاخص تولید به شاخص نهاده‌ها به‌دست می‌آید. شاخص نهاده‌ها نیز با استفاده از رابطه $D = K^{\alpha}L^{\beta}D = K^{\alpha}L^{\beta}$ که در آن $\alpha\alpha$ و $\beta\beta$ به‌ترتیب کشش‌های تولید سرمایه و نیروی کار در تخمین تابع تولید کاب-داگلاس هستند، محاسبه می‌شود. به‌این‌ترتیب شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید از این رابطه به‌دست می‌آید.

$$TFP = V/D \quad (۷)$$

در این رابطه، V ارزش افزوده بخش به قیمت ثابت و D شاخص نهاده‌ها را ارائه می‌کند. سولو[2] (۱۹۷۵) نشان داد که در شرایط معین، شاخص دیویژیا عامل مؤثری برای نمایش تغییرات فنی است. این شاخص با ارائه وزن‌های متمایز به عوامل تولید، نقش هر عامل را در فرایند تولید مشخص می‌کند.

۲-۴. شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست[3]

این شاخص ابتدا توسط کیورز و همکاران[4] در سال ۱۹۸۲ و براساس ساختار تئوری توابع مسافت معرفی شد. در سال ۱۹۸۹ فارا و همکاران[5] به این واقعیت دست یافتند که توابع مسافتی که شاخص مالم‌کوئیست براساس آن شکل می‌گیرد، معکوس مقادیر کارایی فنی است. آنها همچنین نشان دادند که این شاخص امکان تفکیک بهره‌وری به دو جزء تغییرات کارایی و تغییرات فناوری را فراهم می‌کند. رابطه ۸ شکل تبعی شاخص مالم‌کوئیست را ارائه می‌کند.

$$\mathrm{M}_0(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[\frac{d_0^t(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_0^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_0^{t+1}(y_t, x_t)}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (۸)$$

در این رابطه، MM نمایانگر شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید، tt گام زمانی، yy مقدار تولید، xx مقدار کل نهاده‌های مصرفی و d تابع فاصله است. درصورت لحاظ کردن فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، می‌توان شاخص مالم‌کوئیست را به‌شکل رابطه ۹ بازنویسی کرد.

$$\mathrm{M}_0(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \frac{d_0^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_0^t(y_t, x_t)} \times \left[\frac{d_0^t(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_0^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})} \times \frac{d_0^t(y_t, x_t)}{d_0^{t+1}(y_t, x_t)}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (۹)$$

1. Kenderiek Index
2. Solow
3. Malmquist
4. Cures et al.
5. Fara et al.

در این رابطه، عبارت خارج کروشه، نسبت تغییرات کارایی فنی و عبارت داخل کروشه، تغییرات فناوری را مشخص می‌کند. چنانچه این شاخص، مقدار عددی بزرگ‌تر از یک را به خود اختصاص دهد، رشد مثبت بهره‌وری کل عوامل تولید وقوع یافته است.

۲-۵. شاخص بهره‌وری ترنکوئیست-تیل[1]

شاخص ترنکوئیست- تیل به‌دلیل برخورداری از ویژگی‌هایی همچون انعطاف‌پذیری، انطباق با توابع تولید و هزینه ترانسلوگ و متغیر بودن سهم نهاده‌ها و محصولات در دوره زمانی مورد بررسی، در محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید پرکاربرد است. در رابطه ۱۰، صورت محاسباتی این شاخص ارائه شده است.

$$TFP_t = \frac{\prod_{i=1}^{n}\left(\frac{y_i^t}{y_i^0}\right)^{1/2\left(r_i^0+r_i^t\right)}}{\prod_{j=1}^{m}\left(\frac{x_j^t}{x_j^0}\right)^{1/2\left(s_j^0+s_j^t\right)}} \qquad (۱۰)$$

در این رابطه، صورت کسر بیانگر شاخص مقداری محصول و مخرج کسر، شاخص مقداری نهاده، i ام: $r_i^t r_i^t$ و $r_i^0\ r_i^0$ سهم محصول i از درآمد کل به‌ترتیب در سال پایه و سال t، و $y_i^t y_i^t$ و $y_i^0\ y_i^0$ مقدار محصول i به‌ترتیب در سال پایه و سال t است. همچنین $s_j^0\ s_j^0$ و $s_j^t s_j^t$ سهم هزینه هر نهاده ($x_j x_j$) به‌ترتیب در سال پایه و سال t از کل هزینه‌های تولید است. شایان توجه است که متغیر بودن سهم نهاده‌ها و محصولات در طول دوره محاسباتی، شاخص بهره‌وری ترنکوئیست-تیل را در جذب آثار تغییر قیمت‌ها، تغییر کمیت نهاده‌ها و محصولات و نیز تغییر در میزان مصرف نهاده‌ها در طول دوره توانمند می‌کند. لذا واقعیت‌های اقتصادی فرایند تولید، توسط این شاخص به‌صورت صحیح‌تر منعکس می‌شود.

منابع و مآخذ

[1] Brümmer, B., T. Glauben, and W. Lu, (2006), "Policy reform and productivity change in Chinese agriculture: A distance function approach". Journal of Development Economics, Vol 81, No 1, pp. 61-79.

[۲] حبیب‌الله، س. (۱۳۷۶)، «مفاهیم و اندازه‌گیری بهره‌وری در کشاورزی»، اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۱۸.

[۳] انصاری، و.، ح. ا. سلامی و ا. صالح (۱۳۹۰)، «منابع رشد تولید در بخش کشاورزی ایران: تحلیلی در چارچوب جداول داده- ستانده»، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۴۲، شماره ۱.

[۴] صالح، ا. و ح. قلی‌زاده (۱۳۸۴)، «بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش‌های اقتصاد ایران در دوره ۸۱-۱۳۵۷ (با تأکید بر بخش کشاورزی و نقش سرمایه)»، مجله علوم کشاورزی ایران، دوره ۳۶، شماره ۵.

[۵] نیکان، س. و دیگران (۱۴۰۳)، «تجزیه رشد بهره‌وری عوامل تولید محصول برنج در ایران: کاربرد رهیافت تحلیل مرزی تصادفی»، مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی دوره ۳۸، شماره ۲.

[۶] نصراله‌نیا، م.، م. ا. مداحی و ف. رحمانی‌زاده (۱۳۹۳)، «بررسی عملکرد بهره‌وری در رشد اقتصادی ایران و برخی کشورهای عضو سازمان بهره‌وری آسیایی»، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره ۷، شماره ۲۳.

1. Tornqvist-Theil

[۷] مقدم تبریزی، ن. و پ. ولی‌زاده زنوز (۱۳۸۵)، «بررسی بهره‌وری در اقتصاد ایران»، نشریه روند، دوره ۱۶، شماره ۴۹.
[۸] سلامی، ح. ا.، ز. شعبانی، و س. صدر (۱۳۸۸)، «ارزیابی عملکرد زیربخش‌های کشاورزی از نظر بهره‌وری سرمایه»، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۴۰، شماره ۱.
[9] Wan, B., et al.,(2018), A new endogenous growth model for green low-carbon behavior and its comprehensive effects. Applied Energy, No 230, pp. 1332-1346.
[۱۰] دبیری، ف.، س. خوش‌نویس یزدی، و ف. زندی (۱۳۹۲)، «اثرات بهره‌وری کشاورزی در رشد اقتصاد ایران»، دوره ۴، شماره ۵.
[۱۱] امیرتیموری، س. و ص. خلیلیان (۱۳۸۶)، «رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران و چشم‌انداز آن در برنامه چهارم توسعه»، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۵(۳).
[12] Melfou, K., A. Theocharopoulos, and E. Papanagiotou, (2007), Total factor productivity and sustainable agricultural development. pp 32 - 38.
[13] Alston, J.M., (2018), “Reflections on Agricultural R&D, Productivity, and the Data Constraint: Unfinished Business, Unsettled Issues”, American Journal of Agricultural Economics, Vol 100, 2): pp 392-413.
[14] Dharmasiri, L., (2006), MEASURING AGRICULTURAL PRODUCTIVITY USING AVERAGE PRODUCTIVITY INDEX (API). Vol. 1.
[15] Saikanth, D.R.K., et al., (2023), “Advancing Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review for Optimizing Food Production and Environmental Conservation”, International Journal of Plant & Soil Science, Vol 35,No 16, pp 417-425.
[16] Adewusi, A., et al., (2024), “Corresponding author: Donald Obinna Daraojimba AI in precision agriculture: A review of technologies for sustainable farming practices”, World Journal of Advanced Research and Reviews.
[17] Soni, R., et al., (2022), “Organic farming: A sustainable agricultural practice”. Vantage: Journal of Thematic Analysis, pp 21-44.
[18] Yeap, T., (2024), “Sustainable Agriculture: Mitigating Greenhouse Gas Emissions through Enhanced Strip-Tilling”, Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences, No 5: pp 519-536.
[19] Anyibama, B., et al., (2024), “Impact of Sustainable Farming Practices on Nutritional Quality of Food”, Global Journal of Environmental Science and Sustainability, No 1, pp 1-9.
[20] Schneider, K., (2011), “Agricultural Productivity and Poverty Reduction: Linkages and Pathways”, The Evans School Review, No 1, pp 56-74.
[۲۱] رضایی، ج.، م. نادعلی، و ج. علیزاده (۱۳۹۰)، «بررسی رابطه علّی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد اقتصادی (مطالعه موردی بخش بازرگانی)»، پژوهشنامه اقتصادی، دوره ۱۱، شماره ۴۱.
[۲۲] مهرآرا، م. و ا. احمدزاده (۱۳۸۸)، «بررسی نقش بهره‌وری کل عوامل تولید در رشد تولیدات بخش‌های عمده اقتصادی ایران»، فصلنامه تحقیقات اقتصادی، ۴۴(۲).
[۲۳] شاه آبادی، ا. (۱۳۸۸)، «منابع رشد بخش کشاورزی ایران طی سال‌های ۱۳۴۲ تا ۱۳۸۵»، روستا و توسعه، ۱۲(۴).

[۲۴] دشتی، ق. و همکاران (۱۳۹۴)، «تغییرات تکنولوژیکی، آثار مقیاس و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید پنبه در ایران»، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۳(۱).

[25] Richmond, B.,(2006), “Systems Thinking/System Dynamics: Let’s Just Get on with It”, System Dynamics Review, No 10, pp 135-157.

[26] Goodman, M.R., (1989), Study Notes in System Dynamics, Productivity Press.

[127 Sterman, J., (2000), Business Dynamics, System Thinking and Modeling for a Complex World. http://lst-iiep.iiep-unesco.org/cgi-bin/wwwi32.exe/[in=epidoc1.in]/?t2000=013598/(100), 19.

[۲۸] رحیمی، ح. و نوروزی، ع. (۱۳۹۸)، «تأثیر تراکم کشت بر عملکرد برنج در استان گیلان»، مجله علوم زراعی ایران، ۱دوره ۲۰، شماره ۳.

[۲۹] صفری، م.، خلیلیان، ص (۱۳۹۵)، «بهینه‌سازی مصرف کود در تولید برنج»، مجله آب و خاک، دوره ۳۰، شماره ۴.

[۳۰] موسوی، س. و همکاران (۱۴۰۰)، «مدیریت تلفیقی آفات در شالیزارهای شمال ایران»، مجله پژوهش‌های گیاه‌پزشکی، دوره ۶۵، شماره ۲.

[۳۱] بانک اطلاعات فائو

https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL.

[۳۲] بانک اطلاعات وزارت کشاورزی

https://dpe.maj.ir/%D8%A2%D9%85%D8%A7%D8%B1%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%B1%D8%B3%D9%85%DB%8C.

گزیده سیاستی

بهترین سیاست به‌منظور ارتقای بهره‌وری تولید برنج، آموزش به کشاورزان است که از عوامل تولید به‌طور بهینه استفاده کنند. سیاست تسهیلات خرید ماشین‌آلات نشاکار نسبت به سایر سیاست‌ها اثربخشی بیشتری بر بهره‌وری تولید برنج دارد.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران، ضلع جنوبی، پلاک ۱۸۰۲

تلفن ۳۲۸۳۰۰۰۰ صندوق پستی ۱۹۵۳۵/۵۸۵۵ پست الکترونیک

وبسایت